

赣南巨桉种源/家系变异规律及选择*

吴世军 陈广超 徐建民 李光友 宋佩宁 郭文仲

(中国林业科学研究院热带林业研究所 / 热带林业研究国家林业局重点实验室, 广东 广州 510520)

摘要 巨桉 (*Eucalyptus grandis*) 是我国最重要的桉树品种之一。通过对建立在赣南地区 54 月生的巨桉 13 种源 175 家系开展生长指标和形质指标的分析, 方差分析结果表明: 所有参试性状区组间均呈极显著差异, 干形和分枝在种源间呈极显著差异, 树高、单株材积、干形、分枝和冠幅在家系间差异极显著; 胸径、树高、单株材积、干形、分枝和冠幅的表型和遗传变异系数分别为 29.64%~30.12%、21.67%~22.51%、71.17%~73.40%、14.02%~27.01%、17.49%~34.36% 和 54.13%~58.54%, 遗传力分别为 0.24、0.44、0.38、0.61、0.57 和 0.62; 性状相关性分析表明: 所有参试性状间均呈正相关, 树高与其它参试性状间均呈极显著正相关, 单株材积与胸径的相关系数最高为 0.94, 冠幅与分枝的相关性最低为 0.05; 参试性状综合比较分析, 9 号 (来自昆士兰州 Tully Gorge National Park)、10 号 (福建天马东溪)、12 号 (四川乐山) 种源在各个性状上表现都较为突出; 就生长而言, 144 号 (来自昆士兰州 Tully Gorge National Park)、125 号 (来自昆士兰州 Bambaroo)、29 号 (来自昆士兰州 Koombooloomba) 和 92 号 (来自昆士兰州 Bambaroo) 家系长势较好, 143 号 (来自昆士兰州 Tully Gorge National Park) 家系干形通直且分枝均匀。

关键词 巨桉; 生长性状; 形质性状; 遗传力

中图分类号: S792.39 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053 (2017) 06-0001-07

Variation Analysis and Selection for *Eucalyptus grandis* Provenances and Families in Southern Jiangxi

WU Shijun CHEN Guangchao XU Jianmin LI Guangyou
SONG Peining GUO Wenzhong

(Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry / Key Laboratory of State Forestry Administration on Tropical Forestry Research, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract *Eucalyptus grandis* is one of the most important species in China. The growth traits, quality traits and crown width of 175 families from 13 provenances aged 54 months on Southern Jiangxi were analyzed. The variance analysis results showed that there were significant differences in studied traits among blocks. The significant differences were also found on stem and branch among provenances and the significant differences were also found on height, volume, stem, branch and crown width among families. The phenotypic and genetic variation coefficients of diameter at breast height, height, volume, stem, branch and crown width were 29.64%-30.12%, 21.67%-22.51%, 71.17%-73.40%, 14.02%-27.01%, 17.49%-34.36% and 54.13%-58.54%. The heritability of diameter at breast height, height, volume, stem, branch and crown width were 0.24, 0.44, 0.38, 0.61, 0.57

* 基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划“南方阔叶树种新品种选育技术研究”项目 (2012BAD01B0401)。

第一作者: 吴世军 (1984—), 男, 助理研究员, 主要从事林木遗传育种研究, E-mail: wushijun0128@163.com。

陈广超 (1990—), 具有第一作者等同贡献, 男, 助理工程师, 主要从事森林培育工作, E-mail: 695998651@qq.com。

通信作者: 徐建民 (1964—), 男, 研究员, 主要从事林木遗传育种研究, E-mail: jianmxu@163.com。

and 0.62 respectively. The correlation analysis showed that studied traits had positive correlations. Height had significant positive correlations with other studied traits. The correlations between volume and diameter at breast height, crown width and branch were 0.94 and 0.05. Comprehensive selection results showed that No.9 (from Tully Gorge National Park QLD), No.10 (from Dongxi, Tianma, Fujian), and No.12 (from Leshan, Sichuan) were growth best provenances. In terms of growth traits, No. 144 (from Tully Gorge National Park QLD), No. 125 (from Bambaroo QLD), No. 29 (from Koombooloomba QLD) and No. 92 (from Bambaroo QLD) families had the best growth. No. 143 (from Tully Gorge National Park QLD) had best stem and branch.

Key words *Eucalyptus grandis*; growth traits; quality traits; heritability

桉树是桃金娘科 (Myrtaceae) 桉树属 (*Eucalyptus*) 树种的统称, 从广义讲桉树包含杯果木属 (*Angophora*)、伞房属 (*Corymbia*) 和桉树属共 3 个属的树种^[1]。桉树天然分布于澳大利亚大陆, 少数种原产印度尼西亚的帝汶等岛屿和巴亚新几里亚^[2]。经过 120 多年的引种和选育, 桉树已经成功引种到我国华南地区以及其他热带和亚热带地区, 主要水平分布范围为 18° 20' ~ 33° 07' N, 98° 44' ~ 122° 19' E, 垂直分布海拔为 4 至 2 400 m, 且全国有 20 多个省 (自治区、直辖市) 600 多个县引种栽培桉树^[2]。

巨桉 (*Eucalyptus grandis*) 属双蒴盖亚属 (*Symphyomyrtus*) 横脉组 (*Transversaria*), 天然林分布于 16° ~ 33° S, 其中主要分布区为 26° ~ 33° S, 即新南威尔士州北部和昆士兰州南部沿海以及昆士兰州中部和北部两个外逸分区, 主要分布区海拔为 0~600 m^[3-6]。巨桉是桉属中栽培最广的树种之一, 具有树体高大通直, 速生、抗寒, 自然整枝良好, 木材用途广泛等特点, 已被南非、安哥拉、津巴布韦、东非、印度、巴西、阿根廷、美国、中国以及东南亚各国广泛种植^[3-4, 7-11]。王琦和王豁然^[3]对建立在福建省的 150 个巨桉自由授粉家系的生长指标和木材密度进行分析, 结果表明: 生长性状在家系间存在极显著遗传差异, 木材基本密度在种源和家系间均存在显著差异。胡天宇和李臣坤^[4]分析巨桉的种源试验结果后认为: 种源 17409、15219 和 18146 在四川省表现出很强的生态适应能力和遗传稳定性, 优良特性突出。赣州南康作为桉树北缘发展的重要分布区, 同时代表了赣南和粤北的气候特点, 因此在该地区开展巨桉的种源 / 家系试验, 可为桉树分布的冷凉区选育工作提供理论支撑。

本文通过对建立在江西省南康的 13 个种源 175 个家系开展多性状的测定和综合评价, 旨在分析参试性状变异规律, 比较参试种源 / 家系变化差异, 开展参试性状间相关性分析, 最终确选出优良种源和家系, 为巨桉选育奠定良好基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验点位于江西省赣州市南康区, 地处江西省南部, 地理位置坐标 114° 29' 9" ~ 114° 55' 24" E, 25° 28' ~ 26° 14' 24" N, 处于赣江上游, 章江的中下游地区。属中亚热带南缘, 年均气温 18.8 °C, 年均降雨量 1 587 mm, 无霜期 287 d, 具有热量丰富、雨量充沛、阳光充足、四季分明等特点, 地形地貌以丘陵、山地为主, 土壤以红壤为主。

1.2 试验材料

试验材料共来自 13 个种源 175 个家系 (表 1)。试验采用随机区组设计, 5 株小区, 6 次重复, 株行距为 2 m × 3 m。人工挖 40 cm × 40 cm × 40 cm 穴, 每穴施桉树专用肥 500 g, 尿素 100 g, 追施桉树专用肥 500 g, 造林前苗龄为 3 个月, 造林时间为 2011 年 5 月。于 2015 年 11 月调查树高 (H , m)、胸径 (DBH, cm)、干形 (Stem form)、分枝 (Branch) 和冠幅 (Crown, m)。将干形、分枝进行等级评定并进行打分^[12-13], 干形指标分 4 个等级, I 级、II 级、III 级和 IV 级分别为: 主干有 2 个弯曲、主干稍弯曲不圆满、主干直不圆满和主干通直圆满, 分别赋值 1~4 分; 分枝指标分 3 个等级, I 级、II 级和 III 级分别为: 有明显大枝且分叉、分枝中等无明显大枝和分枝细小且均匀, 分别赋值 1~3 分。

1.3 统计分析

采用 SAS V8 软件包对树高、胸径、单株材

积 (V, m^3)、干形、分枝和冠幅数据进行方差分析和相关性分析^[14]。将干形、分枝得分经反正弦变换后作统计分析。单株材积 (V) 计算公式为 $V=H \times DBH^2/30000$ ，式中 H 为树高， DBH 为胸径。

方差分析模型为： $y_{ij}=\mu+\alpha_i+\beta_i+\gamma_i+\varepsilon_{ij}$ ，式中： y_{ij} 为观察值； μ 为总体平均值； α_i 为区组间； β_i 为家系间； γ_i 为种源间； ε_{ij} 为误差。

表型变异系数公式：

$$CVP=\sqrt{\delta_b^2}/X\times 100$$

式中： δ_b^2 为表型方差， X 为均值。

遗传变异系数公式： $\sqrt{\delta_b^2}/X\times 100$ ，式中： δ_b^2 为遗传方差， X 为均值。

遗传力公式： $R=\delta_b^2/(\delta_b^2+\delta_w^2/k)$ ，式中： δ_b^2 为家系方差分量； δ_w^2 为机误方差分量； k 为重复数。

2 结果与分析

2.1 参试性状方差分析

表 2 方差分析结果表明：所有参试性状区组间均呈极显著差异 ($P < 0.01$)，表明参试种源 / 家系易受环境影响；在种源层次上，只有干形和分枝呈极显著差异 ($P < 0.01$)，树高差异显著 ($P < 0.05$)，胸径和冠幅的差异不显著，表明不同种源间胸径生长差异不大，但是干形和分枝差异明显；在家系层次上，树高、单株材积、干形、分枝和冠幅的差异极显著 ($P < 0.01$)，但是胸径差异不显著，表明优良家系的筛选主要依据树高进行。对比种源和家系层次上的差异结果，家系间差异极显著的性状要多于种源间，胸径在种源 / 家系间均差异不显著，树高在种源间差异显著 ($P < 0.05$)，但在家系间差异极显著 ($P < 0.01$)，说明

表 1 巨桉参试家系种源信息
Tab.1 Information of *Eucalyptus grandis* provenances and families

家系号 Family No.	种源号 Provenance No.	种子编号 Seed No.	纬度 Lati- tude/N	经度 Longi- tude /E	海拔 Eleva- tion /m	产地 Origin
1	1	5948	19° 01'	146° 08'	880	NW Townsille, QLD
2~6	2	5948	17° 00'	145° 40'	420	Copperlode, QLD
7	3	5948	17° 50'	145° 35'	740	Ravenshoe, QLD
8~21	4	K.5390~K.5403	17° 03'	145° 37'	650~800	Barron Gorge National Park, QLD
22~47	5	K.5409~K.5434	17° 47'	145° 32'	750~800	Koombooloomba, QLD
48~72	6	K.5051~K.5075	17° 05'	145° 34'	900~1200	Tinaroo, QLD
73~89	7	COPPER- LODE01~COPPER- LODE17	16° 59'	145° 40'	440~460	Copperlode Falls Dam, QLD
90~97, 99~131, 133~139	8	K.5000~K.5049	18° 56'	146° 07'	800~900	Bambaroo, QLD
140~144	9	K.5404~K.5408	17° 43'	145° 35'	850	Tully Gorge National Park, QLD
257~266, 268~272, 274~280, 282~285	10		24° 22'	117° 19'	400~700	福建省漳州市天马林场 Tianma, Fujian
286, 287, 291	11		30° 07'	103° 59'	400~800	四川省成都市黑龙滩 Hei- longtan, Sichuan
288~290	12		29° 57'	103° 53'	450	四川省乐山市 Leshan, Sich- uan
267	13		24° 37'	117° 46'	450	福建省漳州市岩溪林场 Yanxi, Fujian

表 2 54 月生巨桉参试性状方差分析
Tab. 2 Variance analysis of studied traits at 54 months old of *E. grandis*

参数 Factor	自由度 Df	胸径 DBH	树高 Height	单株材积 V	干形 Stem form	冠幅 Crown
区组间 Block	5	9.63**	21.18**	18.14**	55.68**	64.82**
种源间 Provenance	12	1.22	1.77*	1.5	2.32**	1
家系间 Family	174	1.17	1.41**	1.32**	1.5**	1.62**

注： ** 表示在 0.01 水平差异显著； * 表示在 0.05 水平差异显著。Note:**: $P<0.01$. *: $P<0.05$.

优良家系更易于选择。

2.2 参试性状遗传参数分析估算

表 3 参试性状遗传参数表明：单株材积的表型变异系数最大，为 73.40%，冠幅的表型变异系数次之，达到 58.54%，其它性状的表型变异波动范围在 22.51%~34.36% 之间；单株材积遗传变异系数最大，为 71.17%，冠幅的遗传变异系数次之，为 54.13%，其次是胸径 29.64%，最低为干

形 14.02%，冠幅的遗传变异系数大，说明具有较大的选择潜力，容易通过选择获得优良单株；纵向分析显示，参试性状的遗传变异系数均小于表型变异系数，但性状间遗传变异系数与表型变异系数具有相同的变化趋势。在家系遗传力方面，冠幅的遗传力最高，为 0.62，说明受遗传控制较强；树高、单株材积、干形和分枝的遗传力分别为：0.44、0.38、0.61 和 0.57，为中等遗传，胸径

表 3 巨桉参试性状的遗传参数
Tab.3 Variation and repeatability of studied traits of *E. grandis*

参数 Traits	胸径 DBH	树高 <i>H</i>	单株材积 <i>V</i>	干形 Stem form	分枝 Branch	冠幅 Crown
表型变异系数 Phenotypic variation coefficient/%	30.12	22.51	73.40	27.01	34.36	58.54
遗传变异系数 Genetic variation coefficient/%	29.64	21.67	71.17	14.02	17.49	54.13
家系遗传力 Family heritability	0.24	0.44	0.38	0.61	0.57	0.62

表 4 巨桉参试性状间相关性分析
Tab.4 Phenotypic correlations among studied traits of *E. grandis*

指标 Index	胸径 DBH	树高 <i>H</i>	单株材积 <i>V</i>	干形 Stem form	分枝 Branch
树高 <i>H</i>	0.86**				
单株材积 <i>V</i>	0.94**	0.88**			
干形 Stem form	0.24**	0.27**	0.24**		
分枝 Branch	0.13	0.19*	0.13	0.50**	
冠幅 Crown	0.62**	0.55**	0.63**	0.10	0.05

注：* 表示在 0.05 水平显著相关，** 表示在 0.01 水平显著相关。Note: *: $r_{0.05}=0.150$; **: $r_{0.01}=0.196$.

表 5 巨桉种源间性状比较分析
Tab.5 Comparison of assessed provenances of *E. grandis*

排序 Rank	胸径 DBH/cm	树高 <i>H</i> /m	单株材积 <i>V</i> /m ³	干形 Stem form	分枝 Branch	冠幅 Crown/m
1	1 (9.91)	10 (9.60)	5 (0.036)	10 (3.00)	4 (2.25)	1 (4.54)
2	10 (9.25)	9 (9.70)	10 (0.032)	6 (3.13)	12 (2.08)	9 (3.46)
3	13 (8.88)	13 (9.05)	13 (0.026)	13 (2.75)	3 (2.25)	13 (2.00)
4	5 (9.54)	8 (9.80)	9 (0.034)	9 (3.06)	13 (1.84)	8 (3.54)
5	9 (9.32)	7 (9.98)	8 (0.035)	4 (3.23)	5 (2.24)	10 (3.44)
6	12 (8.90)	11 (9.65)	11 (0.032)	8 (3.12)	10 (2.14)	7 (3.56)
7	8 (9.36)	4 (10.12)	4 (0.036)	1 (3.38)	6 (2.20)	11 (3.36)
8	7 (9.43)	5 (10.12)	6 (0.036)	5 (3.20)	8 (2.19)	6 (3.64)
9	2 (9.74)	6 (10.07)	7 (0.036)	7 (3.12)	9 (2.16)	3 (3.74)
10	4 (9.63)	3 (10.28)	1 (0.039)	2 (3.30)	7 (2.20)	2 (3.76)
11	10 (8.91)	12 (9.39)	12 (0.029)	12 (2.90)	11 (2.08)	12 (3.26)
12	6 (9.47)	2 (10.48)	3 (0.037)	3 (3.30)	1 (2.28)	4 (3.70)
13	3 (9.67)	1 (10.61)	2 (0.038)	11 (3.00)	2 (2.27)	5 (3.70)

注：括号内为种源号对应的性状均值。Note:The value in bracket is mean value of provenance.

遗传力最小，仅为 0.24，说明环境因素影响较大。

2.3 参试性状相关分析

表 4 参试性状相关性分析表明：所有参试性状间均呈正相关；树高与其它参试性状间均呈极显著正相关，表明越高的单株胸径越大、单株材积越大、干形越直、分枝越细，但是冠幅也越大；胸径与树高、单株材积、干形和冠幅呈极显著正相关，但与分枝相关性不显著；单株材积与

胸径的相关系数最高，为 0.94；冠幅与分枝的相关性最低，为 0.05。

2.4 种源各性状表现与综合选择

对 54 月生参试种源的性状进行比较分析（表 5），结果表明：胸径表现好的种源分别为：1 号、9 号、13 号和 10 号，分别达到：9.91、9.74、9.67 和 9.63 cm，表现最差的种源是 3 号种源，胸径为 8.88 cm；树高生长量表现好的种源分别为：13

表 6 生长量前 30 名的巨桉家系性状比较
Tab.6 Comparison of assessed 30th families of *E. grandis*

排序 Rank	胸径 DBH/cm	树高 <i>H</i> /m	单株材积 <i>V</i> /m ³	干形 Stem form	分枝 Branch	冠幅 Crown/m
1	144(13.00)	125 (13.83)	125(0.080)	261 (4.00)	143 (3.00)	125 (6.67)
2	125(12.70)	144 (12.70)	144(0.073)	143 (4.00)	60 (2.88)	51 (5.83)
3	9 (12.50)	92 (12.39)	29(0.065)	89 (4.00)	2 (2.80)	270 (5.63)
4	29 (12.04)	290 (12.02)	84(0.062)	33 (4.00)	271 (2.80)	137 (5.51)
5	92(11.79)	29 (12.01)	262(0.060)	32 (3.91)	67 (2.78)	127 (5.50)
6	84(11.76)	261 (11.97)	92(0.059)	123 (3.88)	264 (2.75)	278 (5.47)
7	123(11.30)	73 (11.62)	9(0.058)	77 (3.88)	88 (2.75)	262 (5.31)
8	262(11.14)	114 (11.61)	73(0.057)	262 (3.86)	37 (2.75)	104 (5.30)
9	142(10.88)	123 (11.61)	127(0.056)	76 (3.86)	32 (2.73)	21 (5.23)
10	15(10.87)	128 (11.57)	290(0.055)	114 (3.86)	114 (2.71)	36 (5.10)
11	107(10.84)	262 (11.47)	258(0.054)	74 (3.83)	106 (2.67)	55 (5.08)
12	270(10.84)	84 (11.43)	123(0.052)	275 (3.82)	122 (2.67)	126 (5.03)
13	128(10.80)	102 (11.42)	272(0.051)	276 (3.82)	93 (2.67)	9 (5.00)
14	53 (10.72)	272 (11.37)	128(0.051)	271 (3.80)	103 (2.63)	144 (5.00)
15	272(10.70)	127 (11.28)	283(0.049)	3 (3.78)	260 (2.57)	64 (5.00)
16	271 (10.66)	142 (11.25)	38(0.049)	266 (3.78)	38 (2.57)	61 (4.96)
17	112 (10.64)	104 (11.24)	28(0.048)	88 (3.75)	84 (2.57)	272 (4.95)
18	290 (10.64)	270 (11.19)	270(0.048)	20 (3.71)	76 (2.57)	112 (4.88)
19	33 (10.63)	258 (11.09)	53(0.048)	277 (3.71)	261 (2.56)	290 (4.80)
20	126 (10.56)	283 (11.08)	88(0.048)	38 (3.64)	74 (2.50)	123 (4.73)
21	28 (10.55)	99 (11.03)	102(0.047)	264 (3.63)	123 (2.50)	114 (4.71)
22	114 (10.54)	4 (11.00)	114(0.047)	270 (3.63)	87 (2.50)	53 (4.70)
23	73 (10.54)	271 (10.98)	10(0.046)	41 (3.62)	119 (2.50)	10 (4.62)
24	137 (10.52)	8 (10.97)	126(0.046)	109 (3.60)	33 (2.50)	257 (4.62)
25	283(10.50)	88 (10.93)	142(0.046)	30 (3.58)	85 (2.50)	109 (4.60)
26	10(10.49)	112 (10.92)	67(0.046)	79 (3.57)	128 (2.47)	1 (4.55)
27	104 (10.45)	126 (10.86)	107(0.046)	260 (3.57)	68 (2.46)	67 (4.53)
28	127 (10.43)	107 (10.84)	112(0.045)	67 (3.56)	41 (2.46)	35 (4.50)
29	99 (10.42)	38 (10.82)	104(0.045)	63 (3.56)	61 (2.44)	274 (4.45)
30	258 (10.41)	9 (10.80)	31(0.045)	106 (3.56)	262 (2.43)	29 (4.44)
总体均值 Mean	9.35	10.00	0.035	3.20	2.16	3.57
群体家系变幅 Range	6.83~13.00	7.84~13.83	0.017~0.080	2.14~4.00	1.00~3.00	1.78~6.67

注：括号内为家系号对应的性状均值。Note:The value in bracket is mean value of family.

号、12号、10号和7号种源,分别达到:10.61、10.48、10.28和10.12 m,表现最差的为3号种源,树高生长量为9.05 m;单株材积表现好的种源分别为:10号、13号、12号和7号,分别达到:0.039、0.038、0.037和0.036 m³,表现最差的种源是3号种源,为0.026 m³;在冠幅性状的比较中,数值较大的种源分别为:1号、10号、9号和12号,冠幅分别达到:4.54、3.76、3.74和3.7 m,数值较小的种源为3号种源,冠幅为2 m,冠幅排序与胸径排序相似,尤其是10号种源,在这3个性状中均排名较靠前。干形表现好的种源分别为:7号、10号、12号和5号,干形得分分别为:3.38分、3.30分、3.30分和3.23分,表现最差的种源依然为3号种源,干形得分为2.75分;分枝表现好的种源为12号、13号、3号和1号,分枝得分分别为:2.28分、2.27分、2.25分和2.25分,表现最差的种源为4号种源,分枝得分为1.84分。

通过对各个性状综合对比分析,9、10、12号种源在各个性状上表现都较为突出,3号种源在分枝性状上表现较好,但是在其他各个性状上表现很差。

2.5 家系各性状表现与综合选择

对54月生的175个家系进行比较分析(表6),结果表明:胸径生长量总体家系的均值为9.35 cm,表现最好的为144号家系,胸径生长量达到13 cm,最差的为80号家系的6.83 cm,胸径生长量排名前十的家系依次为:144号、125号、9号、29号、92号、84号、123号、262号、142号和15号,胸径生长量分别达到:13.00、12.70、12.50、12.04、11.79、11.76、11.30、11.14、10.88和10.87 cm;树高生长量的总体家系均值为10 m,表现最好的为125号家系,树高生长量达到13.83 m,树高生长量最差的家系号为65号,树高生长量仅为7.84 m,树高生长量排名前十的家系依次为:125号、144号、92号、290号、29号、261号、73号、114号、123号和128号,树高生长量分别达到:13.83、12.7、12.39、12.02、12.01、11.97、11.62、11.61、11.61和11.57 m;单株材积总体家系的均值为0.035 m³,表现最好的为125号家系,生长量达到0.080 m³,排名前十的家系依次为:125号、144号、29号、84号、262号、92号、9号、73号、127号和290号;干形

得分的总体家系平均值为3.2分,干形得分最好的为261号、143号、89号和33号家系,4个家系的得分均为4分,表现最差的家系号为69号,干形得分仅为2.14;分枝得分的总体家系平均值为2.16分,分枝得分表现最好的家系为143号家系,分枝得分为满分3分,得分最差的为9号家系,得分值为1分;冠幅总体的家系平均值为3.57 m,冠幅最大的为125号家系,冠幅达到6.67 m,冠幅最小的为56号家系,冠幅为1.78 m。

3 结论

通过对54月生13种源175家系开展生长、形质和冠幅调查研究,得出如下结论:方差分析表明参试种源/家系易受环境影响,不同种源间胸径生长差异不大,但是干形分枝差异明显,不同家系间树高、单株材积、干形、分枝和冠幅的差异极显著,但是胸径差异不显著;单株材积和冠幅的表型和遗传变异系数均大于50%,其它性状的变异系数主要集中在15%~30%之间,冠幅受遗传控制较强,其它性状也具有中等遗传强度;相关分析表明树高越大、胸径越大、单株材积越大、干形越直、分枝越细,但是冠幅也越大;通过对各个性状综合对比分析,9、10、12号种源在各个性状上表现都较为优秀,3号种源在分枝性状上表现较好,但是在其他各个性状上表现很差;就是生长量而言,144、125、29和92号家系长势较好,143号家系干行通直圆满分枝均匀。邱进清等^[15]对202个巨桉种源和家系的生长性状、冻害等级和干形指标分析后认为,从单一性状看,生长表现好的种源有18595、18592、18590、18593、18569和18180,耐寒力好的种源有17713、18595和18592,另外同一家系、同一性状、不同单株的表现也存在较大差异。张祥宇等^[16]对7个巨桉种源4 a生长进行综合评分聚类,认为13019、15508和16500表现最优。

参考文献

- [1] 祁述雄.中国桉树[M].北京:中国林业出版社,2002:34-55.
- [2] 祁述雄.中国引种桉树与发展现状[J].广西林业科学,2006,35(4):250-252.

- [3] 王琦, 王豁然. 巨桉子代测定林与引种改良策略的研究[J]. 林业科学, 1996, 32(6): 500-508.
- [4] 胡天宇, 李臣坤. 巨桉种源引种选择研究[J]. 四川农业大学学报, 1999, 17(1): 45-47.
- [5] 黄德龙, 黄秀美, 陈洪坤, 等. 巨桉引种试验研究初报[J]. 福建林业科技, 2000, 27(S1): 39-41.
- [6] 陈健波, 李昌荣, 项东云, 等. 尾叶桉、巨桉优树选择标准的建立[J]. 桉树科技, 2014, 31(2): 28-31.
- [7] HUANG L, DELL B. Database system approach for integrated plantation nutrition management [C]//WEI R, XU D. *Eucalyptus* plantation research, management and development. World Scientific Publishing, 2002.
- [8] DANUSEVICIUS D, LINDGREN D. Clonal testing may be the approach to long-term breeding of *Eucalyptus* [C]//WEI R, XU D. *Eucalyptus* plantation research, management and development. World Scientific Publishing, 2002.
- [9] MARTIN B. *Eucalyptus*: a strategic forest tree [C]//WEI R, XU D. *Eucalyptus* plantation research, management and development. World Scientific Publishing, 2002.
- [10] KIEN N D, JANSSEN G, HARWOOD C, et al. Genetic control of growth and form in *Eucalyptus urophylla* in northern Vietnam[J]. Journal of Tropical Forestry Science, 2009, 21(1): 50-65.
- [11] 吴世军, 陈广超, 徐建民, 等. 巨桉种源/家系多点遗传变异及选择比较[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(6): 10-15.
- [12] 徐建民, 陆钊华, 李光友, 等. 细叶桉种源一家系综合选择的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(1): 1-7.
- [13] 张婕, 陈广超, 徐建民, 等. 巨桉种源/家系综合选择研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2016, 24(3): 280-286.
- [14] JOYNER S P. SAS/STAT Guide for Personal Computers [M]. Cary, NC: SAS Institute, 1985.
- [15] 邱进清, 兰贺胜, 谢国阳, 等. 巨桉种源/家系引种试验[J]. 江西农业大学学报(自然科学版), 2002, 24(4): 517-521.
- [16] 张祥宇, 刘丽婷, 朱英娟, 等. 巨桉种源早期生长对比及综合评价[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(2): 78-83.