

细叶桉家系早期试验研究*

徐建民 白嘉雨 吴坤明 吴菊英 傅精钢

摘要 通过对 14 个种源 100 个家系的细叶桉家系试验的结果表明:主要性状在家系和种源间均存在极显著的差异,昆士兰州的 13659,16558,15826,13544 号种源的家系最好,其次是巴布亚新几内亚的 13398 种源的家系,最差的是新南威尔士 13308 和 13319 种源的家系。材积生长最大的家系是 51 号(1 km North of Laura QLD)和 60 号(Mt Molloy QLD),分别为 28.645、27.607 m³/hm²,是最差家系 33 号(Sirinumu Sogeri PNG 6.166 m³/hm²)的 4.6 倍和 4.5 倍,其干形通直圆满,分枝匀称且较细。树高、胸径、单株材积、干形、分枝和保存率与经度、纬度呈极显著或显著负相关。初步选出了适合粤西地区生长的 25 个优良家系。

关键词 细叶桉、家系、早期选择

细叶桉(*Eucalyptus tereticornis* SM),澳大利亚俗称森林红桉(Forest red gum),天然分布范围从维多利亚州南部,穿越新南威尔士州和昆士兰州至巴布亚新几内亚的巴布亚沿海的热带稀树草原林地(5°20′~38°08′ S),垂直分布从海边台地至 1 150 m 的昆士兰高原^[1]。

细叶桉是热带、亚热带地区广泛引种和栽培的主要树种之一,在夏季降雨、旱季情况一般至较严重的条件下生长最好。

我国对细叶桉系统引种栽培是近 10 a 开始的,有关细叶桉的种源试验研究已有报道^[2,3]。在原 ACIAR 项目(8848)桉属树种/种源试验的基础上,对细叶桉进行全分布区家系筛选试验,旨在研究不同分布区的家系在我国热带地区的生长和适应性,为该树种进一步改良育种,选择和收集优良的家系基因资源。同时为国家造林项目(NAP)桉树无性系造林提供后备基因材料。

1 试验地概况

试验位于广东省西部地区的阳西县织篢镇,22°30′ N,111°16′ E,海拔 36 m。试验地为花岗岩发育的赤红壤,肥力低,0~40 cm 表土层有机质含量 1.75%,全 N 含量 0.068%,速效磷 0.29 mg/kg 土,速效钾 0.164 mg/kg 土,pH 5.1(H₂O)。试验地属热带海洋性季风气候区,雨季 4~9 月,年均降雨量 2 178 mm,年平均气温 23 ℃,年均有 4~5 次台风登陆。造林地为湿地松采伐迹地。

1994-11-29 收稿。

徐建民助理研究员,白嘉雨,吴坤明,吴菊英,傅精钢(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520)。

* 本研究属 1991~1995 年世界银行贷款国家造林项目“桉树速生丰产林培育技术的研究与推广”和广东省桉树发展工程项目“桉树基因资源收集、保存与利用”研究内容之一。

2 试验材料和方法

参试家系共 100 个,来自 14 个地理种源(表 1),种子由澳大利亚 CSIRO 种子中心提供。

试验采用完全随机区组设计,单株小区,40 次重复,株行距 2 m×3 m。机耕全垦,人工挖穴,规格 40 cm×40 cm×40 cm,每穴施过磷酸钙 250 g,复合肥 100 g 和猪粪 500 g 作基肥。于 1991 年 5 月建立试验林,每年冬季进行树高、胸径等生长因子调查和观测。

以 32 个月生的调查数据,进行常规统计分析,方法采用方差分析和相关分析^[4]。干形指标分 4 个等级,Ⅰ级:主干通直圆满,得 4 分;Ⅱ级:主干直、不圆满,得 3 分;Ⅲ级:主干稍弯曲、不圆满,得 2 分;Ⅳ级:主干有两个以上弯曲,得 1 分。分枝指标分 3 个等级,Ⅰ级:分枝细小、且均匀,得 3 分;Ⅱ级:分枝中等,无明显大枝,得 2 分;Ⅲ级:有明显大枝、且分叉,得 1 分。得分和百分率经反正弦变换后作方差分析。

表 1 细叶桉家系的种源产地、地理位置和种子活力

家系号	种源号	产 地	纬度 (° ')S	经度 (° ')E	海拔 (m)	种子生活力 (粒数/10 g)	
01~05	13308	Wallaroo State For.	NSW	32 39	151 51	10	3 560.0
06~10	13319	North of Woolgoolga	NSW	29 55	153 12	30	5 000.0
11~23	13398	East of Kupiano	PNG	10 04	148 15	25	2 600.0
24~29	13399	Oro Bay to Emo	PNG	08 57	148 28	200	5 400.0
30~40	13418	Sirinumu Sogeri	PNG	09 30	147 26	580	6 100.0
41~43	13446	North of Cardwell	QLD	18 16	146 00	40	6 900.0
44~49	13544	40 km N of Gladstone	QLD	23 44	151 01	10	9 600.0
50~51	13659	1 km North of Laura	QLD	15 33	144 27	100	—
52~67	13661	Mt Molloy	QLD	16 41	145 15	366	—
68~82	14212	5~12 km S Helenvale	QLD	15 45	145 15	500	—
83~93	14424	Ravenshoe	QLD	17 39	145 21	700	—
94~96	15826	Ruth & Quartz Cks	QLD	15 43	144 37	120	—
97	16547	West Normanby River	QLD	15 46	144 58	140	—
98~100	16558	Oaky ck, Springmount	QLD	17 11	145 20	540	—

3 结果与分析

3.1 性状的方差分析

细叶桉家系生长性状的方差分析(表 2)表明:树高、胸径、单株材积、干形和分枝习性,家系间和种源间均存在极显著的差异,其中种源间的差异大于家系间的差异。

3.2 性状在家系/种源间的差异

来自 14 个种源的 100 个家系其生长表现,在树高、胸径、材积、干形、分枝习性及其保存率上均存在极显著的差异,家系的优良程度在各性状的排序上变化较大。材积最大的家系是 51 号和 60 号,分别为 28.645、27.607 m³/hm²,最小的家系是 33 号 6.166 m³/hm²。干形和分枝习性最好的家系是 97,57 和 51 号,其干形、分枝指标得分值分别为 3.467、2.467;3.400、2.300 和 3.167、2.133,这三个家系的大多数单株,均表现为主干通直圆满,分枝匀称较细的优良特性。

表2 细叶桉家系生长性状方差分析结果

变异来源	自由度	均 方				分 枝
		树高(m)	胸径(cm)	单株材积 (m ³ /株)	干 形	
区 组	29	8.573	7.890	0.000 187 7	1.829 5	0.688 1
家 系	99	14.146	14.878	0.000 219 8	3.323 2	0.826 0
机 误	2 740	3.565	3.123	0.000 048 5	0.664 0	0.312 8
F 值		3.97**	4.76**	4.53**	5.00**	2.64**
区 组	29	8.432	7.862	0.000 187 9	1.817 1	0.683 8
种 源	13	55.473	38.900	0.000 769 1	12.685 1	3.013 3
机 误	2 826	3.683	3.348	0.000 051 0	0.700 2	0.317 6
F 值		15.06**	11.62**	15.08**	18.12**	9.49**

注:家系方差分析 F 值 $> F_{(0.01)} = 1.362$, 种源产地方差分析 F 值 $> F_{(0.01)} = 2.183$ 。

干形和分枝习性最差的家系是来自新南威尔士的4号和6号,其得分值分别为1.745、1.567和1.647、1.833,其家系的单株表现为主干弯曲,分枝大或分枝呈丛状。家系在种源上总的表现是昆士兰州(13659,16558,15826,13544)最好,其次是巴布亚新几内亚的13398,最差的是新南威尔士的13308(表3)。

表3 不同地理种源的家系性状平均值与变幅

种源号 家系	树 高 (m)	胸 径 (cm)	材 积 (m ³ /hm ²)	干形得分值	分枝得分值	保存率 (%)
13659	均值 8.07	7.38	26.827	3.044	2.019	95.0
50~51	变幅 7.50~8.58	7.11~7.63	24.89~28.63	2.91~3.17	1.89~2.13	93.3~96.7
16558	均值 7.67	6.72	20.800	2.754	2.078	92.7
98~100	变幅 7.47~7.80	6.43~7.13	17.90~22.01	2.59~2.87	1.96~2.20	83.3~86.7
16547	均值 7.35	6.65	20.059	3.467	2.467	90.0
97	变幅 —	—	—	—	—	—
15826	均值 7.56	6.45	19.286	2.825	2.028	93.3
94~96	变幅 7.27~7.92	5.98~6.77	18.51~20.86	2.64~3.47	1.86~2.47	86.7~93.3
13544	均值 7.64	6.52	18.785	2.716	1.943	88.8
44~49	变幅 7.18~8.07	6.33~6.90	17.17~24.07	2.67~3.03	1.76~2.14	83.3~96.7
14424	均值 7.22	6.48	17.889	2.688	1.961	91.8
83~93	变幅 6.53~7.84	5.55~6.95	11.89~20.41	2.40~3.10	1.80~2.17	83.3~100
13398	均值 6.82	6.52	17.549	2.749	1.822	92.1
11~23	变幅 5.91~7.31	5.37~7.50	10.12~23.26	2.55~3.10	1.66~2.04	80.0~100
13661	均值 6.90	6.33	16.446	2.934	2.015	89.2
52~67	变幅 6.09~8.93	5.48~7.86	9.93~27.59	2.59~3.40	1.83~2.30	80.0~96.7
14212	均值 6.38	6.27	14.984	2.793	1.818	92.0
68~82	变幅 5.76~6.99	5.19~7.13	8.93~20.30	2.36~3.03	1.60~2.07	70.0~96.7
13418	均值 6.35	6.09	14.574	2.646	1.754	90.6
30~40	变幅 4.79~6.97	3.97~7.15	6.17~20.13	2.30~3.01	1.62~1.99	83.3~96.7
13446	均值 6.47	6.08	14.357	2.519	1.866	89.9
41~43	变幅 5.97~6.90	5.87~6.35	14.20~16.35	2.40~2.60	1.83~1.88	86.7~96.7
13319	均值 6.52	5.41	11.909	2.153	1.903	89.3
06~10	变幅 6.00~7.12	6.07~6.82	9.89~17.64	1.57~2.64	1.83~1.97	80.0~93.3
13399	均值 6.11	5.40	11.711	2.46	1.776	92.8
24~29	变幅 5.51~7.10	4.57~6.61	7.76~18.85	1.76~3.10	1.63~1.83	80.0~96.7
13308	均值 6.22	5.47	11.046	2.137	1.809	88.0
01~05	变幅 5.42~6.93	4.79~6.31	8.01~15.91	1.75~2.53	1.85~2.02	80.0~96.7

3.3 性状与原产地纬度、经度和海拔相关分析

对家系树高、胸径、单株材积、干形、分枝和保存率与原产地纬度、经度和海拔进行相关分析(表 4),结果表明:单株材积、干形、分枝和保存率与纬度呈极显著或显著负相关(除分枝外),而与海拔无显著相关(除保存率外)。说明来自纬度较低的家系有较好的表现,其材积生长量大,保存率高、干形通直圆满。

表 4 树高、胸径、材积、干形、分枝、保存率与产地纬度、经度和海拔相关关系

项目	树高	胸径	单株材积	干形	分枝	保存率
纬度	-0.043	-0.3487**	-0.2498*	-0.5148**	0.0081	-0.6195**
经度	-0.4289**	-0.6780**	-0.5908**	-0.752**	-0.4415**	-0.6004**
海拔	-0.0146	0.1649	0.0494	0.1681	0.0428	0.2347*

注: $r_{0.05}=0.2325$; $r_{0.01}=0.2567$ 。

3.4 适应性的差异分析

3.4.1 成活率比较 造林后 6 个月成活率调查表明:成活率在 90%以上的家系有 84 个,其中成活率达 100%的家系有 11 个,分别是 12、21、22、23、24、30、35、42、43、50 和 86 号,成活率最低(76.7%)的家系是 71 号。

3.4.2 保存率比较 32 个月后的保存率调查表明:细叶桉家系保存率有明显的变化,其中保存率在 100%的家系仅有 3 个,分别是 23、24 和 86,保存率最低(70.0%)的家系是 71。除来自新南威尔士 2 个种源的家系(01~10 号),其保存率与成活率有明显下降(80.0%~93.3%)外,其它家系的保存率与成活率相比较,下降幅度较小,多数家系仍保持在原成活率水平。

3.4.3 抗风性能的比较 1993 年 6 月、8 月,2 号、9 号台风在阳西正面登陆,风力 12 级。分析结果表明:家系间差异极显著。参试的 100 个家系中有 39 个家系不同程度地受到危害,出现了风折和倾斜,其余 61 个家系受极轻微的风害,仅出现树叶破损、嫩枝脱落,总平均受害率为 2.76%。受害严重的家系是 30、37、16、25,受害率分别为 17.24%、13.79%、10.34%、6.90%。

3.5 优良家系的选择与评价

以家系单位面积材积为早期选择指标,以入选率 25%对参试家系进行初步选择(图 1)。昆

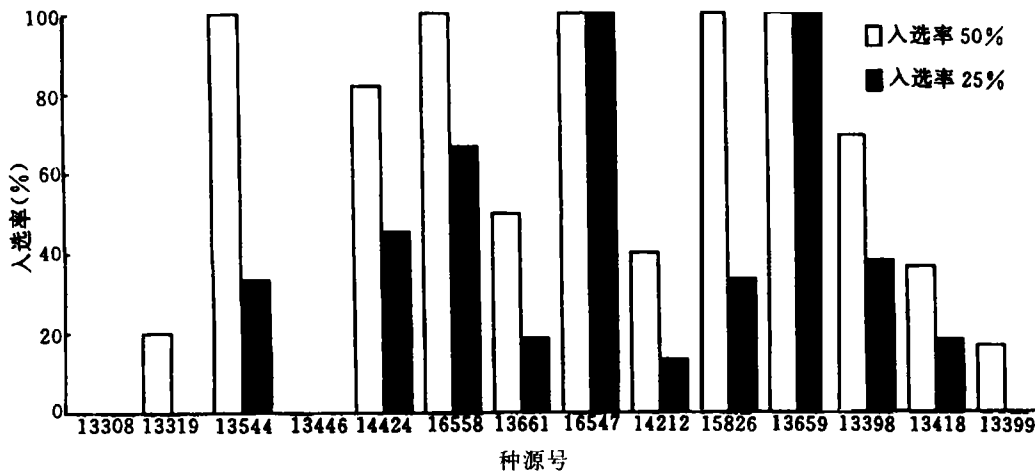


图 1 入选优势家系在地理种源上的分布

士兰州的 13659、16547、16558、14424、13544 和巴布亚新几内亚的 13398 种源入选家系分别为 100%、100%、66.7%、45.5%、33.3% 和 38%。其余种源无中选家系。

在入选的优势家系中,单位面积材积(单株材积)最大的家系是 51 和 60 号,其次是 50 号,分别为 28.63 m³/hm²(0.017 77 m³/株)、27.59 m³/hm²(0.017 75 m³/株)、24.89 m³/hm²(0.016 0 m³/株)、其干形、分枝、保存率指标均高于总体平均值(见表 5)。

表 5 25 个优良家系性状平均值

家系号	种	源	树高 (m)	胸径 (cm)	材积 (m ³ /hm ²)	干形得分值	分枝得分值	保存率 (%)
51	1 km North of Laura	QLD	8.583	7.627	28.63	3.167	2.133	96.7
60	Mt Molloy	QLD	7.465	7.863	27.59	3.133	2.103	93.3
50	1 km North of Laura	QLD	7.502	7.110	24.89	2.907	1.891	93.3
46	40 km N of Gladstone	QLD	7.603	6.657	24.07	3.033	1.933	96.7
21	East of Kupiano	PNG	7.308	7.496	23.26	2.671	1.747	96.7
63	Mt Molloy	QLD	7.513	7.307	23.18	3.067	1.900	96.7
17	East of Kupiano	PNG	7.310	7.303	23.09	2.585	1.667	96.7
98	Oaky ck, Springmount	QLD	7.779	7.128	22.01	2.589	1.963	86.7
96	Ruth & Quartz Cks	QLD	7.924	6.774	20.86	3.073	2.217	86.7
88	Ravenshoe	QLD	6.953	6.947	20.75	2.433	1.900	93.3
30	Sirinumu Sogeri	PNG	6.970	7.149	20.49	2.577	1.619	96.7
86	Ravenshoe	QLD	7.840	6.657	20.41	3.100	2.167	100.0
69	5~12 km S Helenvale	QLD	6.990	7.133	20.30	2.700	2.000	90.0
39	Sirinumu Sogeri	PNG	6.626	6.603	20.13	2.751	1.995	83.3
97	West Normanby River	QLD	7.353	6.647	20.05	3.467	2.467	90.0
59	Mt Molloy	QLD	8.928	6.186	19.96	2.892	2.078	83.3
83	Ravenshoe	QLD	7.487	6.870	19.85	2.433	1.800	90.0
93	Ravenshoe	QLD	7.684	6.596	19.80	2.834	1.969	93.3
18	East of Kupiano	PNG	6.953	6.643	19.67	2.833	1.831	96.7
84	Ravenshoe	QLD	7.190	6.500	19.56	2.400	1.967	100.0
73	5~12 km S Helenvale	QLD	6.800	6.973	19.46	2.367	1.633	93.3
22	East of Kupiano	PNG	6.927	6.702	19.45	2.515	1.659	96.7
99	Oaky ck, Springmount	QLD	7.437	6.430	19.10	2.800	2.067	93.3
12	East of Kupiano	PNG	6.913	6.685	19.09	2.896	1.929	96.7
47	40 km N of Gladstone	QLD	7.730	6.629	19.05	2.792	1.926	83.3
	总体家系平均值		6.786	6.236	15.99	2.695	1.893	90.5

4 结 语

(1) 细叶桉 14 个种源 100 个家系,在树高、胸径、材积、干形、分枝、保存率和抗风等性状上,均存在极显著或显著的差异,其中种源间的差异大于家系间的差异。

(2) 性状与原产地纬度、经度和海拔相关分析结果表明:单株材积、干形、分枝和保存率与纬度呈极显著或显著负相关。说明来自纬度较低的众家系在本试验点表现较好,其材积生长量大、保存率高、干形通直较圆满。

(3) 种源/家系的早期选择与评价表明:家系的优良程度在各性状的排序上变化较大。材积

最大的家系是 51 号和 60 号,分别为 28.645、27.607 m³/hm²,最小的家系是 33 号 6.166 m³/hm²。干形和分枝习性最好的家系是 97、57 和 51 号,其干形、分枝指标得分值分别为 3.467、2.467;3.400、2.300 和 3.167、2.133,这三个家系的绝大多数单株,均表现为主干通直圆满,分枝匀称较细的优良特性。干形和分枝习性最差的家系是来自新南威尔士的 4 号和 6 号,其得分值分别为 1.745、1.567 和 1.647、1.833,其家系的单株表现为主干弯曲,分枝大或分枝呈丛状。家系在种源上的总体表现是昆士兰州 13659、16558、15826、13544 最好,其次是巴布亚新几内亚的 13398,最差的是新南威尔士的 13308。

参 考 文 献

- 1 Jacobs M R. 桉树栽培. 罗马:联合国粮食组织. 1981. 610~614.
- 2 徐建民,吴坤明,吴菊英,等. 细叶桉地理种源生长性状遗传变异的分析与评价. 林业科学研究,1993,6(3):242~248.
- 3 周文龙,梁坤南. 细叶桉种源试验. 林业科学研究,1994,7(5):481~487.
- 4 Lane P, Galwey N, Alvey N. Genstat 5 An Introduction. Oxford University Press, 1987.

Preliminary Study on a Progeny Trial of *Eucalyptus tereticornis*

Xu Jianmin Bai Jiayu Wu Kunmin Wu Juying Fu Jinggiang

Abstract The results of a progeny trial of *E. tereticornis* involved 14 provenances and 100 open-pollinated families at age 32 months in western Guangdong Province showed that the growth differences among 14 provenances were highly significant while the growth differences among families were also highly significant. The most of better families were from QLD provenances 13659, 16558, 15826, 13544, and from PNG provenance 13398. The poor families were from NSW provenances 13308 and 13319. The volume of the best family Fam-51 from 1 km North of Laura QLD was 4.6 times larger than that of the poorest family Fam-33 from Sirinumu Sogeri PNG. The height growth, DBH, volume, stem form and current survival of *E. tereticornis* were highly significant and negatively correlated with the latitude and longitude of its native habitat. The paper identifies 25 promising families suitable for planting in the west of Guangdong Province.

Key words *E. tereticornis*, open-pollinated family, early selection

Xu Jianmin, Assistant Professor, Bai Jiayu, Wu Kunming, Wu Juying, Fu Jinggiang (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520).