尾叶桉家系综合选择的研究*

徐建民　白嘉雨　甘四明

摘要　对选自国内 2 个优良种源群体不同林分的 44 个尾叶桉自由授粉家系, 进行生长性状、形质性状、木材基本密度和抗风能力的遗传分析, 结果表明性状间的差异极显著, 家系性状遗传力大于单株遗传力, 生长性状与形质性状遗传相关极显著。运用指数选择法对家系进行多性状综合选择, 以大于 I_0 家系群体平均指数值为标准, 选出 25 个优良家系, 其树高、胸径、材积、木材基本密度、抗风指数的遗传增益与对照相比, 分别达到 2.84%、5.17%、12.67%、3.20% 和 2.617%, 枝下高、干形和分枝分别为 12.24%、7.95%、4.43%。

关键词　尾叶桉、家系、指数选择

尾叶桉(*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake) 原产于印度尼西亚群岛东部的帝汶岛和其它岛屿, 分布在 8°30′～10°S, 垂直分布为海拔 300～3 000 m。分布区气候炎热、湿润, 属夏季降雨型, 年降雨量 1 400～2 400 mm[1]。

国外引种尾叶桉最早的国家是巴西, 始于 1919 年, 进入 80 年代许多国家如巴布亚新几内亚、刚果、马亚西亚和阿根廷等国先后进行了引种种源与栽培试验研究[2]。我国自 1973 年开始引种尾叶桉, 系统的种源/家系试验及其栽培研究是近 10 a 中澳国际合作 ACIAR 和东门项目实施后才开展的, 有关尾叶桉种源试验的研究已有报道[3,4]。

尾叶桉以其优良的制浆性能和速生丰产的特性, 已在广东、广西和海南等省(区) 大规模种植, 但该树种存在抗风能力弱易受风害的问题。同时, 因大规模的发展出现了良种的短缺。本研究就是针对这一现实, 旨在利用国内尾叶桉优良种源/家系试验林、示范林的种质资源, 开展以木材制浆为目的尾叶桉家系的再选择, 以此提高其产量、材质和抗风能力。同时, 也为早期的优良种源/家系试验林改建成初级实生种子园提供参考依据。

1　试验地概况

试验位于广东省西部地区的阳西县织贡镇, 22°30′N, 111°16′E, 海拔 36 m。林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 1.65%, 全 N 含量 0.081%, 速效磷 0.71 mg/kg 土, 速效钾 0.197 mg/kg 土, pH 3.9(H_2O)。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 1～2 次台风登陆。造林地为马尾松采伐迹地。

1996—06—26 收稿。

徐建民助理研究员, 白嘉雨, 甘四明(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。参加试验林营建和观测工作的有本所王海勇、符精钢同志, 试验得到阳西县林业局的大力支持, 邝柄朝研究员、吴坤明副研究员精心审阅, 在此一并致谢!

2 材料和方法

供试材料共 45 个(表 1),其中 44 个家系均为国内次生资源,选自中澳合作项目尾叶桉种源/家系试验林、示范林中的优良种源/家系的优良单株种子(后代),1 个为原产印度尼西亚的优良种源(16682 号)作对照,该种源种子由澳大利亚 CSIRO 种子中心提供,家系种子由广西东门林场提供。

表 1 参试尾叶桉家系产地概况

家系号	家系数	原种批号	产 地	纬度(°)S	经度(°)E	海拔(m)	备 注
01—20	20	14534	Mt Egon Flores Is. IND	8 38	122 27	500	选自种源/家系试验林
21—31	11	14533	Mt Lewotobi Flores Is. IND	8 31	122 45	340	选自种源/家系试验林
32—44	13	14534	Mt Egon Flores Is. IND	8 38	122 27	500	选自优良种源示范林
45(对照)		16682	Mt Egon Flores Is. IND	8 38	122 27	415	原产地种源

试验采用随机区组设计,每小区 10 株,4 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($N_{15}P_{15}K_{15}$) 100 g 和猪粪 500 g 作基肥。1991 年 5 月建立试验林。前 3 a 调查树高和胸径,4 年生时增加枝下高、干形和分枝指标。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:主干稍有弯曲、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、且主干分叉,得 1 分。

对 1993 年 6 月、8 月,2 号、9 号强台风在阳西正面登陆(风力 12 级)后的危害进行调查,以风倒、风折和倾斜度为 0～75°的株数进行统计,抗风指数= 1- (受害株数/调查株数) × 100%。

木材基本密度为 5 年生分析数据。取样方法,在每个小区中,选择 1～2 株生长正常的平均木,4 次重复,共采 216 株。木芯采集统一用 7 mm 口径生长锥,在胸径处南北向通过髓心钻取无疵木芯条。用排水法测定基本密度。单株材积计算公式[5]为:$SV = 1/3 \times H \times D_{1.3}^2$。

采用 GENSTAT 4.03[6]语言和南京林业大学的林木遗传改良统计软件 SPQG Ver 1.10,对树高、胸径、单株材积、木材基本密度(以下简称基本密度)、保存率、抗风指数、枝下高、干形和分枝进行方差分析、相关和指数选择分析[7,8]。指数选择的性状权重按 Cotterill 和 Jackson 提出的等权法[9]及经验估计制定。有关参数估算公式为:

家系遗传力:$H_f^2 = \delta_f^2/(\delta_f^2 + \delta_e^2/r)$;　　单株遗传力:$h_f^2 = 4\delta_f^2/(\delta_f^2 + \delta_e^2 + \delta_{fr}^2)$

式中:δ_f^2 为家系的方差分量;δ_{fr}^2 为家系内区组间的方差分量;δ_e^2 为机误方差分量;r 为重复数。

指数函数式:$I = \sum_{i=1}^{n} b_i x_i = B'x$

式中 I= 选择指数;$B = P_2^{-1} \cdot G_{21} \cdot A$,其中:$P_2$ 为选择性状的表型协方差矩阵,G_{21}为选择性状的遗传协方差矩阵,A 为选择性状的相对经济权重。

遗传增益:$\triangle G = H_f^2 \cdot S \cdot \overline{X}^{-1}$

式中:S 为优良家系均值与对照均值的离差;X 为对照平均值。

3　结果与分析

3.1　性状的差异分析

尾叶桉家系性状历年方差分析(表 2)表明: 所有性状和指标在家系间均存在极显著或显著的差异, 其中家系间木材基本密度的差异极为显著, 抗风指数、保存率指标在显著性水平 $\alpha = 0.05$ 上达到显著差异。

表 2　尾叶桉家系性状表现及历年方差分析结果

性状	1992 年	1993 年				1994 年			1995 年	
	树高 (m)	树高 (m)	胸径 (cm)	单株材积 (m^3/株)	抗风指数 (%)	树高 (m)	胸径 (cm)	单株材积 (m^3/株)	树高 (m)	胸径 (cm)
家系 F	1.83**	2.53**	2.18**	2.17**	1.58*	1.86**	2.71**	2.25**	1.97**	2.34**
平均值	4.34	6.24	5.67	0.006 9	62.42	8.28	7.60	0.016 3	10.32	9.89
标准差	1.054	1.379	1.254	0.000 4	15.527	1.028	1.278	0.007 0	1.277	1.574
F 理论值	$F_{0.05}(44, 132) = 1.468$				$F_{0.01}(44, 132) = 1.719$					

性状	1995 年					1996 年			
	单株材积 (m^3/株)	枝下高 (m)	干形	分枝	保存率 (%)	树高 (m)	胸径 (cm)	单株材积 (m^3/株)	基本密度 (g/cm^3)
家系 F	2.12**	2.16**	1.84**	2.06**	1.59*	2.17**	2.43**	2.11**	4.79**
平均值	0.034 8	6.77	2.96	2.11	76.20	12.56	11.28	0.051 4	0.510
标准差	0.014 2	1.214	0.409	0.198	13.896	1.320	1.714	0.019 4	0.063 7

44 个家系的优良程度在各性状排序上变化极大(表 3)。5 年生单株材积大于家系总体平均值的家系有 20 个, 其中 11 个家系选自 14534 种源/家系试验林, 5 个家系选自 14533 种源/家系试验林, 4 个家系选自 14534 优良种源示范林, 大于对照原种 16682 的家系有 33 个, 材积最大的家系是 43 号和 02 号, 分别为 0.074 5 m^3/株(24.81 m^3/(hm^2 · a))、0.071 9 m^3/株(23.94 m^3/(hm^2 · a)), 高于家系群体平均值 44.94% 和 39.88%, 比对照高 63.38% 和 57.68%, 最小的家系是 30 号 0.019 6 m^3/株。在木材基本密度指标上, 大于家系总体平均值的家系有 21

表 3　主要性状前 10 名的家系

名次	单株材积		木材基本密度		抗风指数		干形	
	家系号	平均值 (m^3/株)	家系号	平均值 (g/cm^3)	家系号	平均值 (%)	家系号	平均值 (分数)
1	43	0.074 5	44	0.592	01	78.75	01	3.67
2	02	0.071 9	01	0.585	20	76.32	43	3.48
3	37	0.068 9	21	0.565	02	75.86	12	3.38
4	40	0.066 7	35	0.551	17	73.23	02	3.32
5	12	0.064 6	05	0.547	05	71.85	11	3.29
6	26	0.064 0	17	0.542	39	70.86	16	3.28
7	09	0.060 9	08	0.541	33	70.23	07	3.23
8	38	0.058 2	29	0.539	11	70.06	05	3.21
9	29	0.057 4	41	0.536	07	69.93	03	3.20
10	07	0.057 0	26	0.531	40	67.91	06	3.19
对照		0.045 6		0.494		60.60		2.64
总体家系均值		0.051 4		0.510		62.42		2.96
总体家系变幅		0.019 5～0.074 5		0.436～0.592		50.03～78.75		1.85～3.67

注: 单株材积为 5 年生数据, 因篇幅所限仅列前 10 个家系。

个, 其中 10 个家系选自 14534 种源/ 家系试验林, 5 个家系选自 14533 种源/ 家系试验林, 4 个家系选自 14534 优良种源示范林, 大于对照原种 16682 的家系有 33 个, 基本密度最大的家系是 44 号和 01 号, 分别为 0. 592 g/ cm^3、0. 585 g/ m^3, 大于家系群体平均值 16. 08% 和 14. 71%, 比对照大 19. 84% 和 18. 42%, 最小的家系是 12 号 0. 436 g/ m^3。在抗风指数上, 大于家系总体平均值的家系有 17 个, 其中 7 个家系选自 14534 种源/ 家系试验林, 3 个家系选自 14533 种源/ 家系试验林, 7 个家系选自 14534 优良种源示范林, 大于对照原种 16682 的家系有 22 个。干形指标, 大于家系总体平均值的家系有 19 个, 其中 14 个家系选自 14534 种源/ 家系试验林, 1 个家系选自 14533 种源/ 家系试验林, 4 个家系选自 14534 优良种源示范林, 大于对照原种 16682 的家系有 28 个, 干形通直圆满度最好的家系是 01 号和 43 号, 得分值分别为 3. 67 和 3. 48, 最差的是 30 号 1. 85。保存率最高的家系是 44、36 和 28 号, 分别为 90. 0%、85% 和 80%, 最小的是 31 号家系 64%。

3. 2 性状的遗传参数估算

根据方差分析结果, 可进一步获得不同性状的遗传变异信息。由表 4 知: 9 个性状的遗传变异相差较大, 生长性状树高、胸径和材积随年龄的增大, 其遗传变异系数分别为 3. 86% ～ 4. 34%, 6. 02% ～6. 79%, 14. 90% ～15. 87%, 极差< 1%, 保持相对稳定。而在形质指标中, 分枝的遗传变异系数为 10. 64%, 枝下高、干形分别为 9. 67%、4. 67%。抗风指数、木材基本密度分别是 7. 52% 和 5. 55%。家系性状的遗传力以基本密度最大为 79. 11%, 抗风指数遗传力最小为 36. 58%, 其余性状遗传力均高于 0. 5, 表明性状主要受遗传控制(因单点分析, 遗传力的估算可能偏高)。此外, 所有性状的家系遗传力均高于单株遗传力。通过家系的选择比在家系内进行单株选择可望获得更好的遗传增益。

表 **4** 性状遗传参数 (单位: %)

性 状	1992 年	1993 年				1994 年			1995 年	
	树高	树高	胸径	单株材积	抗风指数	树高	胸径	单株材积	树高	胸径
遗传变异系数	4. 31	4. 26	6. 54	15. 34	7. 52	4. 23	6. 68	15. 87	4. 34	6. 02
家系遗传力	45. 43	60. 43	54. 12	54. 20	36. 58	46. 27	63. 09	55. 60	49. 32	57. 93
单株遗传力	38. 85	50. 17	50. 67	47. 62	25. 21	35. 43	59. 88	47. 68	39. 14	50. 24

性 状	1995 年					1996 年			
	单株材积	枝下高	干形	分枝	保存率	树高	胸径	单株材积	基本密度
遗传变异系数	14. 90	9. 67	4. 67	10. 64	5. 56	3. 86	6. 79	15. 61	5. 55
家系遗传力	52. 78	53. 75	45. 65	51. 36	37. 24	53. 80	58. 75	52. 54	79. 11
单株遗传力	43. 68	45. 02	34. 71	41. 77	25. 83	45. 10	51. 21	45. 83	75. 69

3. 3 性状间的相关分析

由表 5 可知, 3 个生长性状除与基本密度、材积与保存率无显著相关外, 与其它性状呈现紧密至极紧密的表型正相关和遗传正相关; 基本密度与抗风指标、保存率与树高、胸径也呈一般的和紧密的表型和遗传正相关。这为性状的联合选择, 提供了物质基础。值得注意的是基本密度与其它性状(抗风指标除外) 的表型和遗传相关系数均为负值, 但系数数值很低, 表明该性状存在相对的独立性(对其它性状的负面或正面影响均可忽略不计), 为选择速生、抗风且具较高基本密度, 或高基本密度兼较为速生、抗风的优良家系的选择提供了可能。

3. 4 多性状指数选择及其效果

根据上述性状的遗传差异和相关分析, 除基本密度外, 性状的联合选择具有正向效应, 因

表 5　尾叶桉家系性状间相关系数

性状	树高	胸径	材积	基本密度	抗风指数	保存率	枝下高	干形	分枝
树高		0.85***	0.91***	-0.04	0.32**	0.28*	0.89***	0.59***	0.26*
胸径	0.96***		0.97***	-0.04	0.32**	0.24	0.80***	0.68***	0.36**
材积	0.97***	0.98***		-0.05	0.32**	0.21	0.85***	0.63***	0.38***
基本密度	-0.14	-0.08	-0.11		0.10	-0.08	-0.07	0.09	0.03
抗风指数	0.72***	0.68***	0.63***	0.25*		0.55**	0.32**	0.23	-0.02
保存率	0.38***	0.38***	0.29**	-0.23	0.90***		0.25*	0.24	0.03
枝下高	0.91***	0.93***	0.93***	-0.16	0.71***	0.39**		0.52***	0.25*
干形	0.82***	0.82***	0.78***	-0.12	0.48***	0.41**	0.68***		0.49***
分枝	0.48***	0.57***	0.61***	-0.02	-0.04	0.18	0.46***	0.59***	

注: 树高、胸径、材积和保存率为 5 年生数据; 右上角是性状间的表型相关系数; 左下角是遗传相关系数。r_α 的临界值: $r_{0.1}=0.243$, $r_{0.05}=0.288$, $r_{0.01}=0.372$。

此采用无约束指数选择法对 44 个家系进行综合选择。性状经济权重采用 Cotterill 和 Jackson 提出的等权法以及实际经济权重的经验估计值(即改变性状一个观测单位后的经济效益) 确定。选择 A_1、A_2 获得无约束指数遗传力分别为 0.796 7、0.822 0, 后者比前者稳定可靠, 遗传力和性状的期望遗传进展均有显著的提高(表 6)。如果强调生长与基本密度(A), 生长与形质(B), 生长、基本密度与抗风能力(C) 作为尾叶桉选择育种主程序, 相应性状的经济权重扩大 100 倍, 获得的选择指数遗传力和性状(强调与非强调) 期望遗传进展, 其效果是 $A_2>A_1$, $B_2>B_1$, $C_2>C_1$。以基本密度单一性状直接选择的效果也是 $D_2>D_1$, 与多性状综合选择效果相比较, 尽管 D_2 选择指数遗传力达到 A_1 水平, 且木材基本密度的遗传进展获得显著的提高, 但其它生长、形质性状和抗风指数的遗传进展虽有正向发展却明显地低于多性状综合选择的进展。由此可知, 尾叶桉家系的选择效果是多性状综合选择比单一性状选择为好。

表 6　4 种选择育种程序无约束指数选择的遗传参数

选择程序与经济权重	期望遗传进展(△G)									指数遗传力
	树高	胸径	材积	基本密度	抗风指数	保存率	枝下高	干形	分枝	
A_1	0.388 7	0.634 2	0.006 6	0.002 0	2.171 6	1.175 3	0.494 9	0.185 9	0.034 1	0.796 7
A_2	0.422 0	0.671 0	0.007 1	0.005 8	2.296 8	1.475 1	0.537 3	0.205 5	0.035 4	0.822 0
B_1	0.420 3	0.670 4	0.007 1	-0.003 8	0.063 5	1.457 1	0.541 3	0.209 3	0.036 8	0.818 9
B_2	0.420 6	0.671 1	0.007 1	-0.004 0	2.049 1	1.514 8	0.549 2	0.210 3	0.037 7	0.834 1
C_1	0.385 9	0.629 4	0.006 5	0.006 1	2.482 8	1.312 3	0.494 5	0.182 6	0.031 1	0.802 7
C_2	0.407 6	0.651 7	0.006 7	0.006 1	2.572 0	1.669 4	0.525 4	0.195 6	0.002 9	0.813 6
D_1	-0.051 0	-0.033 3	-0.000 6	0.025 5	0.886 2	-0.567 3	-0.075 2	-0.028 9	-0.003 4	0.782 7
D_2	0.101 7	0.209 2	0.001 9	0.032 3	1.749 0	0.187 6	0.124 4	0.047 6	0.007 9	0.797 6

注: A 代表生长与木材密度并重; B 代表生长与形质并重; C 代表生长、木材密度与抗风能力并重; D 代表以木材基本密度单一性状直接选择。性状相对权重: A_1(1∶0.77∶68.17∶20.74∶0.09∶0.10∶0.74∶2.26∶6.67), A_2(100∶85∶228∶218∶0.15∶0.16∶0.83∶1.46∶1.94), B_1(100∶77∶6817∶20.74∶0.09∶0.10∶74∶226∶667), B_2(100∶85∶228∶2.18∶0.15∶0.16∶83∶146∶194), C_1(100∶77∶6817∶2074∶9∶0.10∶0.74∶2.26∶6.67), C_2(100∶85∶228∶218∶15∶0.16∶0.83∶1.46∶1.94), D_1(1∶0.77∶68.17∶2074∶0.09∶0.10∶0.74∶2.26∶6.67), D_2(1∶0.85∶2.28∶218∶0.15∶0.16∶0.83∶1.46∶1.94)。

根据本试验结果, 结合尾叶桉树种特性、木材用途(制浆) 和选择育种目的, 确定以 C_2(C_2 的指数选择标准差 $SE=127.327\,8$, 聚合基因型的增益 $DH=127.327\,7$) 作为尾叶桉家系选择的主方式。用 C_2 指数选择的系数构成的方程式, 计算各家系的指数值。家系群体平均选择指数值 $I_0=3\,546.84$, 以 I_0 为基准对家系进行筛选, 标准(1): 大于 I_0 群体平均指数值加一个选择指数标准差的优良家系, 其筛选结果共有 6 个家系入选, 分别是 02、37、40、43、12 和 07 号家系, 入选率为 13.64%; 标准(2): 大于 I_0 群体平均指数值的优良家系, 其筛选结果共计 25 个优

良家系, 除前面 6 个之外, 还有 38、01、10、26 号等家系, 入选率为 56. 81% 。

按公式计算上述两种不同筛选标准筛选后的优良家系群体的遗传增益△G(表 7) 。其结果是标准(1) 入选的优良家系, 其生长性状、形质性状和抗风能力的遗传增益比标准(2) 明显地大, 但基本密度的遗传增益却比标准(2) 明显地低, 且为负增益。以整体性状的遗传增益效果来看, 标准(2) 筛选的结果较为理想。

结合表 3 可知: 以标准(1) 入选的家系均属高产、且个别家系在抗风或木材基本密度上有突出表现的优良家系, 其中以 02 号为代表的优良家系属高产高抗风类型, 43 号属高产中密度中等抗风类型; 以标准(2) 再次入选的多数家系属产量中上、且密度大和抗风能力强的类型, 其中以 01 号为代表的家系属高密度高抗风中等产量的(0. 055 6 m^3/ 株) 类型。

表 **7** 入选优良家系的遗传增益

	遗 传 增 益(%)								
	树高	胸径	材积	基本密度	抗风指数	保存率	枝下高	干形	分枝
△G_{11}	4. 754 6	6. 873 9	16. 252 6	- 2. 171 6	1. 734 9	- 0. 442 3	9. 844 9	4. 442 4	2. 190 7
△G_{12}	5. 992 4	9. 951 0	25. 002 6	0. 320 3	2. 879 3	- 0. 645 0	18. 853 3	10. 893 8	59. 963 5
△G_{21}	1. 670 5	2. 309 2	5. 315 3	0. 620 5	1. 471 2	0. 668 4	4. 049 1	1. 838 3	0. 730 2
△G_{22}	2. 843 1	5. 172 2	12. 674 5	3. 202 8	2. 607 7	0. 454 5	12. 236 5	7. 954 2	4. 432 1

注: △G_{11}是大于 I_0 群体平均指数值加一个选择指数标准差的入选优良家系群体, 与总体家系平均值相比的遗传增益; △G_{12}是该群体与对照 16682 原种相比的遗传增益。△G_{21}是大于 I_0 群体平均指数值的入选优良家系群体, 与总体家系平均值相比的遗传增益; △G_{22}是该群体与对照 16682 原种相比的遗传增益。

4 小结和讨论

(1) 选自 2 个优良种源群体不同林分的 44 个尾叶桉家系, 其生长、形质性状、抗风性能和木材基本密度的差异极为显著。其中以选自 14534 Mt Egon Flores Is. IND 优良种源/ 家系试验林、示范林的家系最好。

(2) 性状的遗传分析表明: 尾叶桉家系生长性状的遗传力中等, 其中以木材基本密度的遗传力最大为 79. 11% , 抗风指数遗传力最小为 36. 58% , 且家系性状的遗传力高于单株遗传力, 说明通过家系的选择可望获得较大的遗传增益。生长性状与形质性状存在显著的表型和遗传正相关。木材基本密度与其它性状(抗风指数除外) 无显著相关。

(3) 针对尾叶桉树种抗风能力弱的特点及其木材用于制浆的发展趋势, 采用强调生长、木材密度和抗风能力并重的多性状指数选择, 在入选的家系中, 以 02 号为代表的优良家系属高产高抗风类型, 43 号属高产中密度中等抗风类型, 01 号属高密度高抗风中等产量类型。因此, 对入选家系下一阶段的利用建议如下: ①通过单株选择结合无性繁殖手段, 将 3 种不同类型的优良家系按粤西的多风沿海地段和内陆少风低山丘陵地区进行无性繁殖后的推广试用, 即在多风沿海地段选用高产高抗风和高密度高抗风中等产量的优良家系; 而在内陆少风低山丘陵地区选用高产高密度中抗风(如 08 号家系) 和高产中密度中抗风的优良家系。②通过单株选择结合无性繁殖手段, 在入选的 25 个优良家系中每个家系选 4 个无性系构成一个尾叶桉改良育种亚群体, 进行无性系测定与良种种子生产同步的 CATHS(Clonal Areas for Testing Hybridising and Seed Production) 区域性育种试验研究。③根据选择结果, 可为早期的优良种源/ 家系试验林改建成初级的实生种子园提供间伐依据。

(4) 试验使用的尾叶桉家系种子是采自国内种源/ 家系试验(同种批示范) 林分, 属种源/ 家

系个体间自由授粉的后代, 试验结果尽管家系性状的总体平均值高于原产优良种源(16682) , 但在家系群体中却有表现较差的 6 个家系, 其指数值低于对照指数值(3 455. 61) 如 30、06 号和 31 号, 其指数值分别为 2 864. 26、3 001. 59、3 391. 44。说明引入我国的尾叶桉优良种源/ 家系林分, 由于基因的迁移产生一定程度的分化。因此, 对当前桉树以优良种源/ 家系基因资源作育种群体进行改良, 为保持其种群优势实行有效的隔离保存尤为重要和紧迫。

参　考　文　献

1 Jacobs M R. 桉树栽培. 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. 北京: 北京科技技术出版社, 1994. 606～610.

3 吴坤明, 吴菊英, 徐建民. 华南地区桉属树种种源生长表现. 广东林业科技, 1995, 11(1) : 1～5.

4 梁坤南, 周文龙, 仲崇禄, 等. 海南岛东部地区桉树树种/ 种源试验. 林业科学研究, 1994, 7(4) : 399～407.

5 Mckenney D W, Davis J, Turnbull J W, et al. The Impact of Australian Tree Species Research in China. Canberra: A-CIAR Economic Assessment Series, 1991, 12.

6 Lane P, Galwey, N, Alvery N. Genstat 4. 03 An Introduction. Oxford University Press, 1987.

7 黄金龙, 孙其信, 张爱民, 等. 电子计算机在遗传育种中的应用. 北京: 农业出版社, 1991.

8 马育华. 作物育种的数量遗传学基础. 南京: 江苏科技出版社, 1982.

9 Cotterill P P, Jackson N. On Index Selection I. Methods of determining economic weight. Silave Genetica, 1985, 34: 56～63.

A Study on Selection of Second Generation Progeny Testing of *Eucalyptus urophylla*

Xu Jianmin　Bai Jiayu　Gan Shimin

Abstract　The results of a second generation progeny trial of *E. urophylla* involved 44 open-pollinated families at the age of 5-years in Western Guangdong Province showed that there were highly significant differences among families at the growth and the quality characters. The growth and quality of *E. urophylla* were moderrately or strongly hereditary. Stem height below the forest limb, stem straightness and ramification had highly significant positive genetic correlations with the growth characters, wood density had also a positive genetic correlation with the index of typhoon resistance, and a negative genetic correlations with other characters. Index selection in consideration of the heritabilitis and economic value of multi-chrarcters enable genetic improvement to get good expected genetic gains of multi-characters, the genetic gains in the tree height、DBH、volume、wood density 、index of typhoon resistance of 25 good families selected by more than the mean of selective index value are respectively 2. 84%, 5. 17%, 12. 67%, 3. 2% and 2. 62%. The stem height below the forest limb、stem straightness and ramification will be reached 12. 24%, 7. 95% and 4. 43%.

Key words　*E. urophylla* , open-pollinated family of second generation, index selection

Xu Jianmin, Assistant Professor, Bai Jiayu, Gan Shimin (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF　Guangzhou 510520).