

枫香优树子代测定及家系选择*

张汉永 李志良 丁文恩 肖腊兴

(梅州市林业科学研究所, 广东 梅州 514011)

摘要 对梅州市梅南林场 7 a 生枫香 (*Liquidambar formosana*) 优树子代测定林进行子代测定, 结果表明: 造林 7 a 时, 树高、胸径、材积指标在家系间存在极显著差异 ($P<0.01$), 树高、胸径、材积的家系遗传力分别为 0.84、0.82 和 0.83, 家系平均变异系数分别为 14.53%、23.31% 和 33.45%。以材积作为主要的评选指标, 家系材积显著高于对照为入选标准, 评选出优良家系 8 个, 入选家系材积平均遗传增益达 49.13%, 平均现实增益达 67.83%。

关键词 枫香; 子代测定; 家系选择; 遗传增益; 现实增益

中图分类号: S792.99 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-4427 (2015) 03-0020-04

Plus-Trees Progeny Testing and Family Selection of *Liquidambar formosana*

ZHANG Hanyong LI Zhiliang DING Wen'en XIAO Laxing

(Meizhou Forestry Science Institute, Meizhou, Guangdong 514011, China)

Abstract The plus trees of *Liquidambar formosana* (7 years old) were investigated in Meinan Forest Farm for the progeny test. The results showed that: highly significant differences ($P<0.01$) were observed in height, diameter-at-breast-height (DBH) and individual volume, and their heritability of these three traits were 0.84, 0.82 and 0.83. Family average coefficient of variation were 14.53%, 23.31% and 33.45%. Taking volume as the main indexes, 8 superior families were selected. The selected families average genetic gain of volume was 49.13%, the average real gain of volume was 67.83%.

Key words *Liquidambar formosana*; progeny test; family selection; genetic gain; real gain

枫香 (*Liquidambar formosana*) 为金缕梅科 (Hamamelidaceae) 枫香树属落叶大乔木, 是广东省阔叶林中的优良先锋树种, 树形高大, 生长迅速, 根系发达, 耐干旱瘠薄, 适应性强。木材结构细致均匀, 旋刨性好, 干燥后抗压耐腐, 作建筑材, 有“梁阁千年枫”之称^[1]。也是制作家具、

贵重商品的装箱及三板用材树种。此外, 枫香树干通直, 树体雄伟, 秋叶红艳, 具有较高的园林观赏价值。在现代林业建设过程中, 为了解决枫香等主要造林乡土阔叶树种良种选育和改良需要, 广东省林业厅 2003 年启动了重要乡土阔叶树种良种选育及高效栽培技术研究示范项目的协作攻

* 基金项目: 广东省科技计划项目“速生乡土阔叶树种选育与丰产栽培技术研究”(2005B-26001140); 广东省林业科技创新专项“优良乡土阔叶树种良种选育与高效栽培技术研究示范”(2009KJ CX001-03、2010KJ CX001-02、2011KJ CX001-02); “木荷等重要乡土阔叶树种优良家系选育与区域试验”(2012k001-04); 广东省林业局科技计划项目“短周期速生乡土阔叶树种遗传改良区域种质资源收集与示范”(2003-29)。

第一作者: 张汉永 (1965-), 男, 高级工程师, 主要从事林木良种选育与开发应用, E-mail: mz.zhy@163.com。

关。本研究对梅州试点的枫香子代测定林进行了遗传测定分析和家系选择,将为广东省的枫香良种选育及推广应用提供参考,对调整广东省人工林的树种结构,提高其生态效益和经济效益将起到积极的推动作用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验点设在广东省梅州市国营梅南林场桐油窝工区,属南亚热带季风气候区,温暖湿润,雨量充沛。年平均气温 20.6~21.4℃,极端高温 39.5℃,极端低温 -7.3℃;年均日照时数为 1 714.6~2 010.5 h,年日照百分率为 41%~47%;年平均降雨日数为 150 d 左右,年平均降雨量在 1 483~1 798 mm 之间。试验用地为杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 林采伐迹地,位于西坡中下部,坡度约为 30°,海拔 260 m,土壤为砂页岩发育的山地赤红壤,土层深 60~100 cm,石砾较多,但表土层较肥沃,植被以茅草及蕨类为主^[7]。

1.2 试验材料

本研究参试优树家系共 83 个,来自广东省内 16 个县(市、区),详见表 1,2003 年采种、育苗。对照为普通生产种。

1.3 试验设计

2005 年 5 月造林,测定林采取随机区组设计,每小区 4 株,4 次重复,株行距 2.5 m×2.5 m。在全面劈除坡面杂灌草后,开 80 cm 等高水平带,垦穴 60 cm×60 cm×60 cm,每穴基肥为腐熟鸡粪 2 500 g+碳胺 150 g。定植后前 3 年每年抚育 2 次。4—5 月铲草施肥,当年每株施复合肥 0.25

kg,翌年每株施复合肥 0.3 kg,第 3 年每株施复合肥 0.5 kg。每年 10—11 月全面劈草 1 次。

造林后 3 a 内每年每木调查树高、地径,第 4 年开始调查树高、胸径、枝下高、侧枝粗、分枝角度、通直度、分蘖数等。调查时间为 2005 年至 2012 年每年的 11—12 月份。单株材积计算采用公式 $V=6.01228 \times 10^{-5} D^{1.8755} H^{0.98496}$,其中 D 为胸径, H 为树高^[2]。

1.4 统计分析方法

以测定林 2012 年 5 月(造林 7 a)的单株观测值为基本数据,采用固定模型、Microsoft Excel 2007 和 SAS 19.0 统计软件^[3]对树高、胸径、材积进行统计和方差分析。

$$Y_{ijk} = U + B_i + F_j + (B \times F)_{ij} + E_{ijk} \cdots \cdots (1)$$

$$CV = \sqrt{\sigma_f^2 / \bar{x}_i} \times 100\% \cdots \cdots (2)$$

$$h_f^2 = \sigma_f^2 / (\sigma_e^2 / nb + \sigma_{fb}^2 / b + \sigma_f^2) \cdots \cdots (3)$$

$$\Delta G = S \times h_f^2 / \bar{x} \times 100\% \cdots \cdots (4)$$

$$\Delta A = (\bar{x}_i - CK) / CK \times 100\% \cdots \cdots (5)$$

式(1)为方差分析线性模型,式中 Y_{ijk} 为第 i 个区组第 j 个家系第 k 个观测值, U 为总体平均值, B_i 为第 i 个区组的效应值, F_j 为第 j 个家系效应值, $(B \times F)_{ij}$ 为第 i 个区组第 j 个家系的交互效应, E_{ijk} 为误差^[5];式(2)、(3)中, CV 为变异系数, h_f^2 为遗传力, σ_f^2 为家系方差, σ_{fb}^2 为家系与区组互作方差, σ_e^2 为误差方差, b 为区组数, n 为小区株数, $\bar{x}_i$ 为 i 家系平均值^[4];式(4)中, ΔG 为遗传增益, $S = \bar{x}_i - \bar{x}$, S 为选择差, $\bar{x}_i$ 为 i 家系平均值, $\bar{x}$ 为总体均值;式(5)中, ΔA 为现实增益, $\bar{x}_i$ 为 i 家系平均值, CK 为对照平均值^[5]。

表 1 枫香参试家系概况

序号	家系采集县 (市、区)	家系 / 个	序号	家系采集县 (市、区)	家系 / 个
1	佛山市高明区	5	10	清远市连州市	1
2	广州市东山区	1	11	韶关市翁源县	13
3	河源市龙川县	8	12	汕尾市海丰县	1
4	惠州市龙门县	1	13	阳江市阳春市	5
5	揭阳市揭西县	17	14	肇庆市鼎湖区	3
6	梅州市蕉岭县	5	15	肇庆市端州区	6
7	梅州市平远县	2	16	肇庆市怀集县	2
8	梅州市兴宁市	3	17	对照	1
9	清远市连山县	9	合计		83

2 结果与分析

2.1 枫香家系生长性状方差分析及遗传参数估计

因参试的83个家系中有1个家系的保存率不足50%而未参与分析,本次参与分析的家系为82个。方差分析结果表明(表2):试验点7a生枫香优树子代生长性状分化明显,树高、胸径、材积家系间差异均达到极显著水平($P<0.01$),说明枫香家系间具有丰富的遗传变异,优良遗传资源选择潜力较大^[4]。遗传参数估计结果显示(表3):树高、胸径、材积的家系遗传力分别为0.84、0.82和0.83,属较高水平。另外,家系树高、胸径、材积平均变异系数分别为14.53%、23.31%和33.45%,以材积变异程度最高。由上述结果可知,家系表型选择可靠性较高,通过合理的选择能获得

得较高的增益。

2.2 枫香家系生长性状差异显著性检验

对参试家系各生长性状值与对照作差异显著性检验(Q 检验),结果显示(表4):在95%的置信区间内,树高和胸径均有9个家系显著高于对照,材积有8个家系显著高于对照,且胸径与材积的家系一致度较高,其余家系与对照差异不显著或低于对照。

2.3 优良家系选择

依据家系材积大小的排序结果,有44个家系高于对照,40个家系高于总体均值,表明参试家系的可利用率较高。为进一步提高家系选择增益,优良家系选择以材积为主要评选指标,以家系材积显著高于对照为入选标准^[6-7],有6、50、106、104、60、34、57、29共8个家系入

表2 枫香子代测定林生长性状方差分析及遗传参数估计

变异来源	自由度	树高		胸径		材积	
		F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
区组	3	103.46**	<0.0001	112.15**	<0.0001	84.69**	<0.0001
家系	81	4.12**	<0.0001	4.65**	<0.0001	4.14**	<0.0001
家系×区组	216	3.78	<0.0001	3.95	0.0001	3.21	<0.0001

注:“*”表示在 $\alpha=0.05$ 水平差异显著;“**”表示在 $\alpha=0.01$ 水平差异显著。

表3 枫香子代测定林生长表现及遗传参数估计

项目	树高 /m	胸径 /cm	材积 /m ³
总体均值	8.93	9.22	0.0408
$CV/\%$	14.53	23.31	33.48
h_f	0.84	0.82	0.83

表4 枫香家系生长性状与对照差异性检验结果

树高		胸径		材积	
家系号	$\Delta H/\text{m}$	家系号	$\Delta DBH/\text{cm}$	家系号	$\Delta V/\text{m}^3$
104	2.22*	6	2.84*	6	0.0342*
6	1.88*	34	2.22*	50	0.0312*
15	1.85*	106	1.98*	106	0.0246*
34	1.71*	29	1.95*	104	0.0222*
130	1.64*	50	1.66*	60	0.0219*
50	2.34*	30	1.66*	34	0.0204*
52	1.22*	8	1.55*	57	0.0196*
93	1.13*	76	1.53*	29	0.0191*
17	1.09*	57	1.51*	30	0.0163
8	0.97	43	1.48		

注:“*”表示在 $\alpha=0.05$ 水平显著差异, ΔH 、 ΔDBH 、 ΔV 为第*i*个家系平均值与CK相减值。

表 5 入选枫香家系生长性状及材积增益

序号	家系号	胸径 /cm	树高 /m	材积 /m ³	材积	
					现实增益 /%	遗传增益 /%
1	6	12.1	10.9	0.0750	93.80	69.58
2	50	10.9	11.3	0.0720	86.06	63.48
3	106	11.2	9.8	0.0654	69.03	50.07
4	104	10.7	11.2	0.0630	62.85	45.21
5	60	11.0	10.1	0.0627	62.14	44.65
6	34	11.5	10.7	0.0612	58.14	41.50
7	57	11.1	9.8	0.0604	55.99	39.81
8	29	10.8	9.8	0.0599	54.66	38.76
平均		11.16	10.45	0.0650	67.83	49.13

选，材积遗传增益达 38.8%~69.6%，现实增益达 54.66%~93.80%。入选家系平均遗传增益为 49.13%，现实增益为 59.20%。

3 结论

3.1 本研究参试家系间树高、胸径、材积均存在极显著差异，树高、胸径、材积家系遗传力分别达 0.84，0.82，0.83，家系平均变异系数分别为 14.53%、23.31% 和 33.48%，说明枫香家系具有丰富的遗传变异，生长性状具有较高的遗传稳定性，表型选择可靠性较高。

3.2 本研究以材积为主要评选指标，选择出优良家系 8 个，其平均材积遗传增益达 49.13%，现实增益达 67.83%。这些宝贵的种质资源，可在今后生产造林和种子园建设中加以利用，将大幅提高枫香人工林的生长量和经济效益。

参考文献

[1] 广东省林业局, 广东省林学会. 广东省商品林100种优良树种栽培技术[M]. 广州: 广东科技出版社, 2003: 261.

[2] 广东省林业局, 广东省林业调查规划院. 广东省森林资源调查常用数表[M]. 广州: 广东省林业局, 2009: 57.

[3] 黄少伟, 谢维辉. 实用SAS编程与林业试验数据分析[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001: 28-97.

[4] 张谦, 曾令海, 何波详, 等. 速生乡土树种黎蒴优树半同胞家系子代测定[J]. 广东省林业科技, 2010, 26 (3) : 1-7.

[5] 胡德活, 晏姝, 王润辉, 等. 杉木第二代种子园子代遗传变异及优良家系选择研究[J]. 广东省林业科技, 2010, 26 (3) : 8-13.

[6] 骆文坚, 金国庆, 徐高福, 等. 柏木无性系种子园遗传增益及优良家系评选[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23 (3) : 259-264.

[7] 张汉永, 丁文恩, 肖腊兴, 等. 粤东木荷优树半同胞家系测定与早期选择[J]. 广东林业科技, 2013, 29 (1) : 42-46.