

景观型南方红豆杉家系和单株选择

欧建德¹, 吴志庄²

(1. 福建省明溪县林业局, 福建 明溪 365200; 2. 国家林业局 竹子研究开发中心/浙江省竹子高效加工重点实验室, 浙江 杭州 310012)

摘要: 基于景观树培育目标, 在福建、江西、贵州、安徽和四川 5 省选择 35 个南方红豆杉 *Taxus wallichiana* var. *mairei* 景观家系, 并在福建省明溪县开展优树子代测定分析。结果表明: 南方红豆杉种内存在丰富的遗传变异, 子代间差异显著; 4 年生幼树生长性状与树干、树冠观赏性状的家系遗传力为 0.587 6~0.901 6, 单株遗传力为 0.282 1~0.922 1; 侧枝最大长度、树干通直度、枝叶浓密程度、当年侧枝数量等树干、树冠性状与树高、胸径、冠幅、当年抽梢长度均存在极显著性正相关($P<0.01$); 综合生长与观赏性状表现, 采用多目标决策方法, 从参试家系中初步选出 MX2, MX6, MX5, FJS1, FJS4, LN7 和 EMS1 等 7 个优良家系。优良家系的生长性状与树干、树冠观赏性状的平均遗传增益为 0.46%~9.32%; 从优良家系内选出 30 株优良单株, 其平均遗传增益达到 5.75%~28.75%, 选择效果非常明显。这些优良家系和个体可用作种子园建园材料或无性繁殖材料。表 6 参 11

关键词: 林木育种学; 南方红豆杉; 优良家系; 优良单株; 配合选择; 相关性; 景观树
中图分类号: S722.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2016)01-0102-07

Excellent families and plus trees of *Taxus wallichiana* var. *mairei* for landscaping

OU Jiande¹, WU Zhizhuang²

(1. Forest Enterprise of Mingxi County, Mingxi 365200, Fujian, China; 2. China National Bamboo Research Center of State Forestry Administration / Key Laboratory of High Efficient Processing of Bamboo of Zhejiang Province, Hangzhou 310012, Zhejiang, China)

Abstract: To speed up the genetic improvement progress of *Taxus wallichiana* var. *mairei*. Based on landscape tree cultivation objectives, 35 landscape plus trees of *T. wallichiana* var. *mairei* were selected from five provinces of southern China, and plus tree family progeny tests were constructed in Mingxi County in Fujian Province. Considering growth and ornamental characteristics, a multi-objective decision method was adopted to select the best families by RCB design. Results showed abundant variations within *T. wallichiana* var. *mairei* and differences among families in height, diameter at breast height, crown width, length of shoot in current year growth characteristics, stem straightness, stem fullness, branch density of lateral branches in the current year, maximum length of lateral branches, degree of thick foliage, and number of lateral branches in the current year for ornamental characteristics. Change range of family broad heritability for growth and ornamental traits of 4-year-old seedlings from different families was 0.587 6–0.901 6; whereas, individual heritability of 4-year-old seedlings was 0.282 1–0.922 1. A positive relationship between height, diameter at breast height, crown width, length of shoot in the current year to maximum length of lateral branches, stem straightness, foliage thickness, and the number of lateral branches in the current year was found. Seven excellent families were preliminarily

收稿日期: 2015-03-16; 修回日期: 2015-05-21

基金项目: 福建省三明市林业重大科研资助项目(2015-41)

作者简介: 欧建德, 教授级高级工程师, 从事林木育种、资源培育、森林经营、森林保护等研究。E-mail: smmxojd@163.com

selected from the tested families with an average genetic gain for growth and ornamental characteristics of 0.46%–9.32%. Also, 30 excellent individuals were preliminarily selected from six excellent families, and their average genetic gain for growth and ornamental characteristics was 5.75%–28.75%. These selected families and individuals could be used for seed orchards or vegetative propagation. [Ch, 6 tab. 11 ref.]

Key words: forest tree breeding; *Taxus wallichiana* var. *mairei*; excellent families; plus trees; combination selection; relationship; landscape tree

随着国民经济建设的快速发展和生态文明建设步伐加快，增加园林绿化美化种类，提高观赏植物和景观多样性，是中国绿化建设面临的共同工作^[1]。中国有着丰富珍贵的野生观赏植物种质资源^[2]，加快国内观赏植物选育进程，提升观赏价值，显得尤为迫切。南方红豆杉 *Taxus wallichiana* var. *mairei* 为中国重要的药用、材用和观赏型树种^[3]。生长缓慢，修枝后主干残留节疤多(切口愈合不良导致)、树干尖削度大等干形缺陷以及存在着枝叶稀疏等不足，均严重影响其观赏美感与价值，进行遗传改良与品种选育，提升观赏价值十分重要。种质资源收集与测定，常见于观赏植物遗传改良进程^[3–10]。鉴于此，作者于 20 世纪 90 年代开始观赏目标的南方红豆杉种质资源收集、测定等工作^[3–7]，并在此基础上，基于景观树培育目标，采用观赏价值评价法，进行 5 省 7 个种源大范围优树选择与收集，在福建明溪进行子代林测定。本研究主要报道优树子代测定的结果，为南方红豆杉景观树培育的遗传改良和进一步研究提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

在观赏型南方红豆杉地理种源试验研究基础上^[3–4]，选择美感综合评价价值排名前 7 的种源点，采用观赏价值评价法的优树选择方法进行优树选择^[6–7]。共计选择收集了 35 个家系(表 1)。在福建明溪进行南方红豆杉种子的沙藏、催芽、大田育苗。苗期管理措施一致。

表 1 南方红豆杉优树家系情况表
Table 1 *Taxus chinensis* var. *mairei* plus tree families

省份	地理种源	家系	省份	地理种源	家系
江西	龙南	LN1~LN7	四川	峨眉山	EMS1~EMS5
贵州	梵净山	FJS1~FJS5	福建	武夷山土木关	WYS1~WYS5
贵州	黎平	LP1~LP3	福建	明溪	MX1~MX6
安徽	黄山	HS1~HS4	福建	明溪	当地品种(对照)

1.2 试验方法

在福建省明溪县营建子代测定林，26°20′N，117°15′E。试验地地处亚热带，海拔高度为 350 m，年均气温 15.7~18.6 ℃，年降水量 1 700~2 000 mm，大于 10 ℃的积温为 4 525.8~5 472.9 ℃，年均无霜期 261 d，坡向东，坡度 10°~15°；土壤为砂岩发育的山地红壤，土层厚度为 100 cm。土壤容重为 1.32 g·cm⁻³，土壤全氮为 1.52 g·kg⁻¹，速效磷为 3.9 mg·kg⁻¹，速效钾为 44.17 mg·kg⁻¹，有机质为 31.8 g·kg⁻¹，pH 4.5。

采用完全随机区组试验设计，36 个处理(其中 35 个优树家系，1 个对照)，4 次重复。每试验小区采用各家系种子培育的 1 年生裸根苗(要求苗木根系、顶芽完整)，进行移栽定植，6 株·小区⁻¹，单列种植，株行距为 2.0 m × 2.5 m；试验林定植后，每年 5 月与 9 月各抚育 1 次。

1.3 优良家系与单株选择

1.3.1 优良家系选择 速生、高观赏美感是南方红豆杉景观树定向遗传改良的目标。根据家系生长和观赏性状的方差分析结果及景观树培育目标，本研究选择树高、胸径、冠幅和当年抽梢长度作为速生性能的评价指标性状。树干通直度、树干圆满度以及当年侧枝密度是其干形美感指标性状。枝叶茂密是树冠观赏美感的主要体现，当年侧枝数量、侧枝最大长度、枝叶浓密程度等与树冠观赏美感直接相关。优树

家系的以上 10 个性状均存在显著性差异, 可以作为优良家系选择依据。采用多目标决策中的一维比较法进行综合评价与选择^[3]。①性状指标的效用值转换。首先将树高、胸径、冠幅、侧枝最大长度、当年抽梢长度、树干圆满度、当年侧枝密度、树干通直度、枝叶浓密程度、当年侧枝数量等 10 个性状指标等不同量纲的换算成统一的效用单位。首先求出各目标的最大值 $V_{\max}$ 与最小值 $V_{\min}$, V 为各性状指标值, 效用单位最大值为 $U_{\max}$ 与最小值 $U_{\min}$ 。树高、胸径、冠幅、侧枝最大长度、当年抽梢长度、树干圆满度、树干通直度、枝叶浓密程度、当年侧枝数量等指标越大越好, 呈递增关系, 它们的效用值 U 采用转换公式(1):

$$U=1-0.9(V_{\max}-V)/(V_{\max}-V_{\min})。 \quad (1)$$

当年侧枝密度等指标越小越好, 呈递减关系, 它们的效用值 U 采用转换公式(2):

$$U=1-0.9(V-V_{\min})/(V_{\max}-V_{\min})。 \quad (2)$$

②权重系数确定。依据专业知识, 通过专家咨询, 胸径权重系数赋值 0.15; 树高、冠幅、侧枝最大长度、树干圆满度、当年侧枝密度、树干通直度、枝叶浓密程度、当年侧枝数量等 10 个性状等指标权重系数赋值 0.1; 当年抽梢长度权重系数赋值 0.05。③综合评价值计算。按照性状评价值=性状效用值×权重系数, 分别计算家系的各个性状的评价值(V_i), 综合累加为家系的综合评价值(V)。④家系评价与选择。据家系的综合评价值大小, 确定其优劣排序。优良家系按照 20%比例入选。

1.3.2 优良单株选择 从入选的优良家系中选择优良单株, 要求优良单株的树高指标大于家系平均值的 30%, 且其他性状表现良好。

1.4 数据收集处理与分析

1.4.1 数据收集与处理 于定植后第 3 年 11 月逐株测量、记录试验林全部幼树的生长及观赏性状, 包括树高、地径、胸径、冠幅、当年抽梢长度、当年抽梢的侧枝数量、侧枝最大长度、枝叶浓密程度、树干通直度。树干圆满度用胸径与地径的比值表示; 当年侧枝密度=当年抽梢的侧枝数/当年抽梢长度; 枝叶浓密程度分为 5 级: 茂密(5 分)、较茂密(4 分)、一般(3 分)、较稀疏(2 分)、稀疏(1 分), 分数越高越茂密^[6]; 树干通直度分为 5 级: 通直(5 分)、较通直(4 分)、一般(3 分)、弯曲(2 分)、严重弯曲(1 分), 分数越高越通直; 树干通直度、枝叶浓密程度需经 $X^{1/2}$ 转换。以单株测定值为单元进行方差分析, 检验家系-区组互作效应的显著性; 通过家系性状平均值间的相关分析, 揭示南方红豆杉家系生长和观赏性状的相关性。

1.4.2 遗传参数估算与数据分析 遗传参数计算: 家系遗传力 $h_t^2=\delta_t^2/(\delta_e^2/NB+\delta_b^2/N+\delta_t^2)$; 单株遗传力 $h_i^2=4\delta_t^2/(\delta_e^2+\delta_b^2+\delta_t^2)$; 遗传增益 $\Delta G=sh^2/\mu$; 其中 h_t^2 为家系遗传力, h_i^2 为单株遗传力, δ_t^2 为家系间的方差, δ_b^2 为家系×重复的交互作用方差, δ_e^2 为环境方差, N 为小区数, B 为重复数, ΔG 为遗传增益, s 为选择差, h^2 为遗传力, μ 为群体平均值^[11]。方差分析、相关性分析和遗传参数计算均采用 Excel 软件完成。

2 结果与分析

2.1 优树子代性状方差分析与遗传参数估算

方差分析结果(表 2)表明: 优树子代间在树高、胸径、冠幅、当年抽梢长度等 4 个生长性状以及侧枝最大长度、当年侧枝密度与数量、树干通直度、枝叶浓密程度、树干圆满度等 6 个树干、树冠观赏性状均存在着极显著性差异, 区组×家系不存在显著性差异, 为优良家系选择提供了可能。10 个南方红豆杉生长、树干及树冠形态性状不存在显著的区组×家系互作效应, 性状的遗传力变幅为 0.587 6~0.901 6, 均高于 0.50 这一高遗传力标准, 属高遗传力类型, 表明这 10 个南方红豆杉性状主要受遗传控制, 为家系选择提供遗传基础。其单株遗传力变幅为 0.282 1~0.922 1, 为家系-优良单株的配合选择提供了基础。

2.2 南方红豆杉幼树性状指标间的相关性分析

结果显示(表 3): 南方红豆杉树高、胸径、冠幅和当年抽梢长度等生长性状间均存在极显著性正相关; 树干圆满度与胸径、当年抽梢长度存在着显著性以上正相关, 与树高、冠幅无显著相关; 当年侧枝密度与树高、胸径、冠幅和当年抽梢长度存在极显著负相关。侧枝最大长度、树干通直度、枝叶浓密程度、当年侧枝数量等树干、树冠性状与树高、胸径、冠幅、当年抽梢长度均存在极显著性正相关, 利于速生、树干通直、干形圆满、枝叶浓密、冠体较大的家系选择。

表 2 不同家系南方红豆杉幼树 10 个指标的方差分析

Table 2 Variance analysis of 10 character indexes of *Taxus chinensis* var. *mairei* seedlings from different families

变异来源	自由度	总方差				
		<i>H</i>	<i>D</i> _{BH}	<i>W</i> _c	<i>L</i> _s	<i>B</i> _D
区组	3	2 902.935	0.281 275	1 388.531	5 342.128**	55.854 55**
家系	35	168 831**	76.956 56**	123 718.8**	66 846.26**	711.819 5**
区组×家系	105	49 858.17	22.962 05	43 084.09	24 987.46	453.349 1
机误	720	816 432.1	266.181 2	662 582	292 055.8	3 683.568
家系遗传力		0.901 6	0.900 5	0.883 9	0.875 4	0.787 7
单株遗传力		0.612 5	0.782 0	0.549 1	0.630 8	0.474 8

变异来源	自由度	总方差				
		<i>S</i> _s	<i>S</i> _t	<i>M</i> _L	<i>D</i> _t	<i>N</i> _L
区组	3	0.055 998	0.018 953	2 885.122	0.051 213	13.179 4**
家系	35	1.951 435**	1.842 31**	91 996.55**	2.049 359**	51.484 95**
区组×家系	105	1.703 5	0.649 837	47 984.78	1.304 753	63.695 6
机误	720	16.618 71	4.699 874	775 352.20	14.365 28	379.833 3
家系遗传力		0.709 0	0.882 4	0.826 1	0.814 0	0.587 6
单株遗传力		0.282 1	0.922 1	0.346 9	0.377 4	0.248 7

说明：*H* 为树高；*D*_{BH} 为胸径；*W*_c 为冠幅；*L*_s 为当年抽梢长度；*M*_L 为侧枝最大长度；*B*_D 为当年侧枝密度；*S*_s 为树干通直度；*S*_t 为树干圆满度；*D*_t 为枝叶浓密程度；*N*_L 为当年侧枝数量；* 为 $P<0.05$ ；** 为 $P<0.01$ 。

表 3 南方红豆杉生长及观赏性状指标间的相关系数

Table 3 Correlation coefficients among 11 growth and ornamental character indexes of *Taxus chinensis* var. *mairei* from different families

性状	<i>H</i>	<i>D</i> _{BH}	<i>W</i> _c	<i>L</i> _s	<i>M</i> _L	<i>S</i> _t	<i>B</i> _D	<i>S</i> _s	<i>D</i> _t	<i>N</i> _L
<i>H</i>	1.000 0									
<i>D</i> _{BH}	0.751 0**	1.000 0								
<i>W</i> _c	0.909 7**	0.786 6**	1.000 0							
<i>L</i> _s	0.859 4**	0.676 6**	0.791 7**	1.000 0						
<i>M</i> _L	0.612 2**	0.475 0**	0.642 3**	0.592 0**	1.000 0					
<i>S</i> _t	0.275 3	0.640 8**	0.322 8	0.341 6*	0.513 0**	1.000 0				
<i>B</i> _D	-0.734 3**	-0.608 0**	-0.717 1**	-0.906 4**	-0.646 9**	-0.509 2**	1.000 0			
<i>S</i> _s	0.560 4**	0.465 7**	0.650 0**	0.606 7**	0.290 1	0.074 0	-0.531 8**	1.000 0		
<i>D</i> _t	0.490 4**	0.454 9**	0.661 1**	0.572 6**	0.360 1*	0.080 8	-0.486 6**	0.836 1**	1.000 0	
<i>N</i> _L	0.568 2**	0.439 1**	0.520 7**	0.443 0**	0.120 8	-0.136 7	-0.081 4	0.348 8*	0.310 4	1.000 0

说明：*H* 为树高；*D*_{BH} 为胸径；*W*_c 为冠幅；*L*_s 为当年抽梢长度；*M*_L 为侧枝最大长度；*B*_D 为当年侧枝密度；*S*_s 为树干通直度；*S*_t 为树干圆满度；*D*_t 为枝叶浓密程度；*N*_L 为当年侧枝数量；* 为 $P<0.05$ ；** 为 $P<0.01$ 。

2.3 优良家系的选择及遗传增益

由表 3 可知：4 年生的优树子代测定林总体表现出明显的速生性能与高观赏美感，较对照有着明显的提高，验证了观赏价值评价法优树选择方法的有效性。基于景观树品种改良的速生与高观赏美感的选育方向，综合南方红豆杉的生长、树干及树冠观赏美感等性状表现，进行优良家系选择十分必要。为此，按 20% 的入选率，采用多目标选择方法进行家系的评价与选择。由表 4 可知：MX2，MX6，MX5，FJS1，FJS4，LN7 和 EMS1 等 7 个家系的综合评价价值介于 0.791 6~0.899 0，排名分列前 7 位，可以入选南方红豆杉景观树优良家系，并提高综合观赏价值。由表 5 可知：优良家系生长与观赏性状表现均较对照与参试家系群体平均值有着较大幅度的提高。7 个优良家系的 4 个生长性状均值较对照的增幅在 40.30%~139.32%，较参试家系群体平均值的增幅为 6.45%~10.65%；优良家系的 3 个树干观赏性状均值较对照的改良幅度为 25.72%~42.11%，较参家系群体平均值的改良幅度为 0.58%~11.12%；优良家系的 3 个树冠观赏性状均值较对照的增幅为 18.21%~32.91%，较参家系群体平均值的增幅为 2.28%~6.24%。结果(表 5)显示：7 个优良家系的树高、胸径、冠幅和当年抽梢长度等 4 个生长性状的平均遗传增益为 5.70%~9.32%，树干通直度、树干圆满度、枝叶浓密程度、侧枝最大长度、当年侧枝密度与数量等观赏

性状的平均遗传增益为 0.46%~9.32%。

表 4 综合评价值

Table 4 Comprehensive evaluation values

家系	效应值(U_i)										综合评 价值	排名
	H	D_{BH}	W_c	L_s	M_L	S_t	B_D	S_s	D_f	N_L		
MX2	0.982 0	0.910 0	0.985 1	1.000 0	0.947 1	0.677 9	0.943 6	0.897 2	0.810 3	0.881 3	0.899 0	1
MX6	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.936 1	0.970 5	0.601 1	0.887 7	0.758 3	0.872 3	0.920 3	0.897 8	2
MX5	0.982 8	0.849 4	0.962 8	0.775 9	0.912 8	0.530 8	0.785 2	0.862 5	0.686 4	0.725 0	0.811 0	3
FJS1	0.873 8	0.962 0	0.821 7	0.737 1	0.748 7	0.821 7	0.749 6	0.793 1	0.562 4	0.764 1	0.794 6	4
FJS4	0.854 2	0.926 7	0.876 7	0.885 5	0.604 5	0.722 5	0.944 1	0.862 5	0.717 4	0.529 7	0.794 4	5
LN7	0.797 8	0.944 7	0.828 9	0.731 1	0.707 3	0.738 7	0.646 4	0.793 1	0.717 4	0.920 3	0.793 2	6
EMS1	0.908 1	0.681 9	0.922 4	0.918 0	0.850 9	0.389 5	0.891 1	0.897 2	0.810 3	0.764 1	0.791 6	7

说明： H 为树高； D_{BH} 为胸径； W_c 为冠幅； L_s 为当年抽梢长度； M_L 为侧枝最大长度； B_D 为当年侧枝密度； S_s 为树干通直度； S_t 为树干圆满度； D_f 为枝叶浓密程度； N_L 为当年侧枝数量。

表 5 南方红豆杉家系的性状表现

Table 5 Characters performance of *Taxus chinensis* var. *mairei* families

优良家系	H/cm	D_{BH}/cm	W_c/cm	L_s/cm	M_L/cm	S_t	$B_D/(条 \cdot m^{-1})$	S_s	D_f	$N_L/条$
MX2	237.0	2.57	201.5	90.1	161.9	0.528	5.14	4.42	4.38	4.58
MX6	238.5	2.74	202.7	86.5	163.1	0.505	5.46	4.25	4.46	4.63
MX5	237.1	2.46	199.7	77.6	160.1	0.485	6.04	4.38	4.21	4.42
FJS1	228.2	2.67	188.1	75.4	151.3	0.569	6.25	4.29	4.04	4.46
FJS4	226.6	2.60	192.6	83.7	143.6	0.541	5.14	4.38	4.25	4.21
LN7	222.0	2.64	188.7	75.1	149.1	0.545	6.84	4.29	4.25	4.63
EMS1	231.0	2.15	196.3	85.5	156.7	0.444	5.44	4.42	4.38	4.46
优良家系均值	231.5	2.55	195.66	81.99	155.11	0.517	5.76	4.35	4.28	4.48
参试家系平均值	216.8	2.34	183.8	74.1	146.0	0.514	6.48	4.19	4.15	4.38
对照	165.0	1.07	129.0	39.8	116.7	0.360	9.95	3.46	3.42	3.79
平均遗传增益	6.11	7.99	5.70	9.32	5.16	0.46	-8.77	2.63	2.55	1.37

说明： H 为树高； D_{BH} 为胸径； W_c 为冠幅； L_s 为当年抽梢长度； M_L 为侧枝最大长度； B_D 为当年侧枝密度； S_s 为树干通直度； S_t 为树干圆满度； D_f 为枝叶浓密程度； N_L 为当年侧枝数量。

2.4 优良单株选择及遗传增益

按照树高大于群体平均水平 30%为标准，且树干通直度为通直等级，枝叶浓密程度为茂密等级的标准，进行优良单株的选择，共计选出了 30 株优良单株，并将性状表现与遗传增益结果列表 6。结果(表 6)显示：30 株优良单株的 4 个生长性状均值较参试家系群体平均值的增幅为 32.06%~40.72%；3 个树干观赏性状均值较参试家系群体平均值的改良增幅为 19.33%~21.91%；3 个树冠观赏性状均值较参试家系群体平均值的增幅为 20.32%~37.24%。30 株优良单株的树高、胸径、冠幅和当年抽梢长度等 4 个生长性状的平均遗传增益为 18.98%~28.75%；在树干通直度、树干圆满度、枝叶浓密度、侧枝最大长度、当年侧枝密度与数量等观赏性状的遗传增益为 5.75%~18.46%。优良单株的选择效果明显，可以用作种子园建园材料或无性繁殖材料。

3 讨论与结论

研究结果显示：南方红豆杉的生长、树干及树冠观赏性状方面，在优树子代间差异显著，性状间不存在显著的区组×家系互作效应，4 年生幼树生长性状的家系遗传力为 0.875 4~0.901 6，观赏性状的家系遗传力为 0.587 6~0.882 4，表明了南方红豆杉种内存在丰富的遗传变异，且性状差异主要由本身的遗传特性决定，这与前人研究结论一致^[5]；相对于观赏性状，生长性状受到遗传控制的程度较大。

4 年生的优树子代测定林总体表现出明显的速生和高观赏美感，较福建明溪当地商品种(对照)有着

表 6 南方红豆杉优良单株性状表现与遗传增益

Table 6 Characters performance and genetic gain of <i>Taxus chinensis</i> var. <i>mairei</i> excellent individuals											
优良家系	优良单株	H/cm	D_{BH}/cm	W_{c}/cm	L_{s}/cm	M_{L}/cm	S_{f}	$B_{\text{D}}/(\text{条}\cdot\text{m}^{-1})$	S_{s}	D_{f}	$N_{\text{L}}/\text{条}$
MX2	MX 2-1	295	3.4	250	106	209	0.59	4.72	5	5	5
	MX 2-2	295	3.0	248	108	211	0.53	4.63	5	5	5
	MX 2-3	291	3.0	247	102	203	0.55	4.90	5	5	5
	MX 2-4	290	3.0	247	101	207	0.59	4.95	5	5	5
	MX 2-5	285	2.9	242	105	198	0.60	4.76	5	5	5
	MX 2-6	281	2.9	234	98	189	0.60	5.10	5	5	5
MX6	MX 6-1	309	3.5	262	115	225	0.62	5.22	5	5	6
	MX 6-2	307	3.4	251	116	216	0.61	4.31	5	5	5
	MX 6-3	296	3.1	251	105	209	0.59	4.76	5	5	5
	MX 6-4	295	3.0	249	98	204	0.60	5.10	5	5	5
	MX 6-5	292	3.0	245	98	201	0.60	5.10	5	5	5
MX5	MX 5-1	297	3.3	242	106	223	0.58	5.66	5	5	6
	MX 5-2	296	3.2	240	105	210	0.62	4.76	5	5	5
	MX 5-3	291	3.4	235	110	186	0.59	4.55	5	5	5
	MX 5-4	289	2.9	235	98	197	0.58	5.10	5	5	5
FJS1	FJS 1-1	295	2.9	236	105	204	0.62	5.71	5	5	6
	FJS 1-2	293	2.9	225	107	198	0.64	5.61	5	5	6
	FJS 1-3	290	3.2	241	106	210	0.60	5.66	5	5	6
	FJS 1-4	290	3.3	220	99	199	0.68	5.05	5	5	5
	FJS 1-5	290	3.2	231	100	189	0.69	5.00	5	5	5
	FJS 1-6	290	3.5	229	103	186	0.63	5.83	5	5	6
FJS4	FJS 4-1	305	3.6	256	114	186	0.68	4.39	5	5	5
	FJS 4-2	303	3.5	261	108	195	0.72	4.63	5	5	5
	FJS 4-3	298	3.5	249	102	208	0.65	4.90	5	5	5
	FJS 4-4	295	3.4	242	100	211	0.63	5.00	5	5	5
LN7	LN 7-1	298	3.2	248	105	179	0.62	5.71	5	5	6
	LN 7-2	297	3.4	239	102	192	0.65	5.88	5	5	6
	LN 7-3	289	3.0	229	98	183	0.74	5.10	5	5	5
EMS1	EMS 1-1	295	3.4	247	110	198	0.59	4.55	5	5	5
	EMS 1-2	294	3.3	251	98	185	0.55	5.10	5	5	5
优良单株均值		294.37	3.21	242.73	104.27	200.37	0.62	5.06	5.00	5.00	5.27
参试家系平均值		216.8	2.34	183.8	74.1	146.0	0.514	6.48	4.19	4.15	4.38
遗传增益均值		22.85	28.75	18.98	26.88	15.48	18.46	-14.53	6.84	8.85	5.75

说明： H 为树高； D_{BH} 为胸径； W_{c} 为冠幅； L_{s} 为当年抽梢长度； M_{L} 为侧枝最大长度； B_{D} 为当年侧枝密度； S_{s} 为树干通直度； S_{f} 为树干圆满度； D_{f} 为枝叶浓密程度； N_{L} 为当年侧枝数量。

显著提高，进一步验证了观赏价值评价法这一优树选择方法的有效性。综合南方红豆杉的生长、树干及树冠的观赏性状表现，初步选出 7 个 4 年生优良家系的树高、胸径、冠幅、当年抽梢长度的均值分别为 231.5，2.55，195.66，81.99 cm，其平均遗传增益分别为 6.11%，7.99%，5.70%，9.32%，表现出明显的速生性；其树干通直度与枝叶浓密程度平均得分值分别为 4.42 和 4.35，均在较通直、较茂密等级以上，且树干圆满度、当年侧枝密度与数量等观赏性状有着明显改良，表现出良好的观赏美感，观赏性状的平均遗传增益为 0.46%~8.77%。选出的 MX2-1 和 MX2-2 等 30 个优良个体的树高、胸径、冠幅和当年抽梢长度均值分别为 294.37，3.21，242.73，104.27 cm，分别大于群体平均值的 35.78%，37.18%，32.06%，40.72%；平均遗传增益分别高达 22.85%，28.75%，18.98%，26.88%，表现出明显的速生性能；树干通

直度、树干圆满度、枝叶浓密程度、侧枝最大长度、当年侧枝密度与数量等观赏性状的平均遗传增益为5.75%~18.46%，表现出明显的高观赏美感。这些优良家系与个体可以用作种子园建园材料或无性繁殖材料。因本测定林的年限为4 a，优良家系与个体在生产中的表现尚待进一步验证。

4 参考文献

- [1] 张启翔, 潘会堂. 中国新花卉作物与城市园林绿化建设[J]. 中国园林, 2009, **25**(1): 71 – 74.
ZHANG Qixiang, PAN Huitang. Chinese new floricultural crops and their uses in urban landscape [J]. *Chin Landsc Archit*, 2009, **25**(1): 71 – 74.
- [2] 宋希强, 刘华敏, 李绍鹏, 等. 观赏植物新品种选育的方法与途径[J]. 世界林业研究, 2004, **17**(6): 6 – 10.
SONG Xiqiang, LIU Huamin, LI Shaopeng, *et al.* Approaches to the selection and breeding of ornamental varieties [J]. *World For Res*, 2004, **17**(6): 6 – 10.
- [3] 欧建德. 观赏型南方红豆杉地理种源试验及优良地理种源的选择初步研究[J]. 西北林学院学报, 2012, **27**(4): 134 – 140.
OU Jiande. Selection of excellent geographical provenances and test of geography provenances of landscape *Taxus chinensis* var. *mairei* [J]. *J Northwest For Univ*, 2012, **27**(4): 134 – 140.
- [4] 欧建德. 不同地理种源南方红豆杉幼林观赏性状遗传变异初探[J]. 西南林业大学学报, 2012, **32**(4): 41 – 44, 65.
OU Jiande. A preliminary study on genetic variations in ornamental traits of young *Taxus chinensis* var. *mairei* plantation with varied geographic provenances [J]. *J Southwest For Univ*, 2012, **32**(4): 41 – 44, 65.
- [5] 欧建德. 观赏型南方红豆杉优树自由授粉家系苗期变异初探[J]. 西南林业大学学报, 2013, **33**(2): 96 – 99.
OU Jiande. Preliminary study on ornamental *Taxus chinensis* var. *mairei* seedling variation of open pollinated plus tree families [J]. *J Southwest For Univ*, 2013, **33**(2): 96 – 99.
- [6] 欧建德. 南方红豆杉观赏价值评价模型建立与应用[J]. 福建林业科技, 2013, **40**(1): 138 – 142, 163.
OU Jiande. Evaluation model establishment and application of ornamental value of *Taxus chinensis* var. *mairei* [J]. *J Fujian For Sci Technol*, 2013, **40**(1): 138 – 142, 163.
- [7] 欧建德, 张卫明, 吴载璋, 等. 观赏型南方红豆杉优树选择标准与方法的初步研究[J]. 现代农业科技, 2012(18): 146 – 147, 149.
OU Jiande, ZHANG Weiming, WU Zaizhang, *et al.* Study on plus tree selection criteria and methods of landscape *Taxus chinensis* var. *mairei* [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2012(18): 146 – 147, 149.
- [8] 李楠, 杨俊明. 紫薇家系播种品质及苗期生长性状变异[J]. 林业科技开发, 2009, **23**(3): 32 – 35.
LI Nan, YANG Junming. The sowing properties and the variation during nursering cultivation growth of *Lagerstroemia indica* Linn [J]. *China For Sci Technol*, 2009, **23**(3): 32 – 35.
- [9] 杨彦伶, 李振芳, 王瑞文, 等. 紫薇家系表型多样性[J]. 东北林业大学学报, 2011, **39**(5): 12 – 14.
YANG Yanling, LI Zhenfang, WANG Ruiwen, *et al.* Phenotypic variation within families of *Lagerstroemia indica* [J]. *J Northeast For Univ*, 2011, **39**(5): 12 – 14.
- [10] 赵玉涛, 孙明高, 李守勇, 等. 银杏半同胞家系苗期叶片性状变异的研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2001, **32**(2): 176 – 180, 186.
ZHAO Yutao, SUN Minggao, LI Shouyong, *et al.* Study on variation of seedling leaf traits of *Ginkgo biloba* half-sib-families [J]. *J Shandong Agric Univ Nat Sci*, 2001, **32**(2): 176 – 180, 186.
- [11] 郑仁华, 邹绍荣, 杨宗武, 等. 光皮桦优树子代性状遗传变异及选择[J]. 植物资源与环境学报, 2004, **13**(2): 44 – 48.
ZHENG Renhua, ZOU Shaorong, YANG Zongwu, *et al.* Selection and genetic variations of traits among plus trees of *Betula luminifera* [J]. *J Plant Resour Environ*, 2004, **13**(2): 44 – 48.