

# 西南桦速生单株选择

陈伟

(福建省森林资源管理总站, 福建 福州 350003)

**摘要:** 采用方差分析、遗传参数分析和聚类分析方法, 在福建省华安县引种实验林进行西南桦 (*Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don) 速生单株选择, 从 25 个种源中筛选出 8 个优良种源, 树高平均遗传增益为 10.4%。对 8 个种源中 69 个家系进行聚类分析, 选择出 13 个速生家系, 树高的平均遗传增益为 29.4%。运用 K 快速聚类法从 95 个单株中筛选出 14 株速生单株, 其遗传增益为 118.01%, 增产效果显著, 在闽南一带可用作无性繁殖材料, 以加速西南桦引种造林良种化进程。

**关键词:** 西南桦; 引种; 选择; 聚类分析

**中图分类号:** S722.3\*3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2005)04-0030-06

**Fast-growing individual plant selection of *Betula alnoides*** CHEN Wei (Forest Resource Administration General Station of Fujian Province, Fuzhou 350003, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(4): 30-35

**Abstract:** By means of variance, genetic parameters and cluster analysis methods, screening superior fast-growing individual plant of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don were studied in three levels from the introduction trial forest in Huaan County of Fujian Province. The results indicated that 8 fine provenances were selected from 25 provenances with 10.4% in the mean genetic gains of tree height. 13 fast-growing families were selected from 69 families in 8 provenances with 29.4% in the mean genetic gains of tree height. Using K fast cluster analysis, 14 superior individual plants were selected from 95 individual plants, their mean genetic gains were 118.01%. The results showed that the superior individual plants exhibited obvious effect of yield increase and could be used as a good asexual propagation material to accelerate the course of introduction and afforestation in the South of Fujian Province.

**Key words:** *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don; introduction; select; cluster analysis

西南桦 (*Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don) 属桦木科 (Betulaceae) 桦木属 (*Betula* Linn.) 植物, 是中国热带、南亚热带的珍贵速生阔叶树种。福建省漳州市华安县利水林场于 2003 年引进 25 个种源 300 个家系的西南桦苗木, 2003 年 4 月营造种源与家系联合实验林, 2003 年 11 月进行实验林生长状况调查。调查结果通过统计分析, 进行早期速生家系选择, 提供作为无性繁殖材料, 以期加速西南桦引种造林和良种化进程提供基础资料。

## 1 材料和方法

### 1.1 自然概况

西南桦种源-家系对比实验林设在福建省漳州市华安县利水林场。华安县位于福建省南部, 九龙

江北溪中游流域, 属戴云山和博平岭的延伸支脉, 东经 117°30', 北纬 25°00'。属东亚热带海洋性季风气候, 海拔 610 m, 年日照时数 2 900.3 h,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的年平均积温 7 300 $^{\circ}\text{C}$ , 最冷月均温 6.3 $^{\circ}\text{C}$ , 极端最低气温为 -2.4 $^{\circ}\text{C}$ , 绝对最高气温 37 $^{\circ}\text{C}$ , 年降水量 1 800 ~ 2 200 mm, 相对湿度 80%, 年蒸发量 1 187.5 mm, 无霜期 305 d。土壤为山地红壤。

### 1.2 数据收集

实验材料来自广西凌云 (6 个家系、海拔 700 m)、东兰 (3 个家系、海拔 600 m)、德保 (5 个家系、

收稿日期: 2005-04-29

基金项目: 福建省科学技术厅“速生优良树种西南桦、光皮桦快繁技术及应用研究”项目 (2003N003)

作者简介: 陈伟 (1969-), 女, 福建福清人, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事森林资源保护与阔叶树育种栽培。

海拔550 m)、苹果(11个家系、海拔600 m)、田阳(17个家系、海拔550 m)、那坡(17个家系、海拔6500 m)、凭祥(9个家系、海拔800 m)、田林(16个家系、海拔700 m)、天峨(7个家系、海拔650 m)、百色(6个家系、海拔700 m)、靖西(14个家系、海拔650 m)等地以及云南勐腊(3个家系、海拔960 m)、墨江(19个家系、海拔1600 m)、西畴(9个家系、海拔1450 m)、腾冲(3个家系、海拔1950 m)、瑞丽(15个家系、海拔1120 m)、屏边(12个家系、海拔1200 m)、双江(16个家系、海拔1600 m)、元阳(4个家系、海拔1100 m)、景洪(13个家系、海拔1300 m)、镇源(7个家系、海拔1750 m)、景谷(17个家系、海拔1700 m)、凤庆(20个家系、海拔1850 m)、江城(12个家系、海拔1250 m)、澜沧(17个家系、海拔1400 m)等地天然林实生苗。实验林按完全随机区组设计,设置了20个重复,单株小区。2003年2月造林,2003年11月12—14日进行每木调查。根据设计图,按区组用测杆与围径尺实测植株的苗高、胸径,根据缺株情况计算出保存率等。调查数据输入计算机,建立家系各性状的数据库。

### 1.3 分析方法

利用EXCEL及DPS统计软件<sup>[1]</sup>和福建农林大学林学院开发的“树木育种数据库计算机系统(DPFB)”<sup>[2]</sup>进行有关数据处理和统计分析。

1.3.1 方差分析 将实验林的各性状调查观测数据输入计算机进行统计分析,在分析时,所有百分比性状需先经过反正弦( $\arcsin \sqrt{x}$ )转化后再进行统计分析。

根据种源中各家系的平均值,进行种源差异的变量分析,按完全随机设计模式进行分析<sup>[3]</sup>,其方差分析的线性模型为:  $Y_{ij} = \bar{X} + B_i + P_j + E_{ij}$ 。式中,  $Y_{ij}$ 为第j个种源第i个区组的小区平均值;  $\bar{X}$ 为群体平均值;  $B_i$ 为第i个区组的效应值;  $P_j$ 为第j个种源的效应值;  $E_{ij}$ 为机误。

因缺株较多,对于家系的数据改为每组样本不等的完全随机设计模式进行分析<sup>[3]</sup>。对各小区平均值进行方差分析,其方差分析的模型为:  $Y_{ij} = \bar{X} + F_i + E_{ij}$ 。式中,  $Y_{ij}$ 为第i个家系第j个区组的小区平均值;  $\bar{X}$ 为群体平均值;  $F_i$ 为第i个家系的效应值;  $E_{ij}$ 为机误。

1.3.2 遗传参数的估算 种源遗传力:  $h_p^2 = r_0 \sigma_p^2 / (\sigma_e^2 + r_0 \sigma_p^2)$ ; 家系遗传力:  $h_f^2 = r_0 \sigma_f^2 / (\sigma_e^2 + r_0 \sigma_f^2)$ ;

家系内单株遗传力:  $h_{ij}^2 = 4\sigma_f^2 / (\sigma_e^2 + \sigma_f^2)$ 。式中,  $\sigma_p^2$ 为种源的遗传方差;  $r_0$ 为有效重复数,  $r_0 = (\sum n_i)^2 - \sum n_i^2 / (\sum n_i)(k-1) = 12.7$ ;  $\sigma_f^2$ 为家系的遗传方差;  $\sigma_e^2$ 为环境方差。

遗传变异系数  $CV_f = Sh_p^2 = \sigma_f \sqrt{\bar{X}} \times 100\%$ 。式中,  $CV_f$ 为遗传变异系数;  $\sigma_f$ 为标准差;  $\bar{X}$ 为群体平均数。

种源遗传增益:  $\Delta G_1 = Sh_p^2 \sqrt{\bar{X}} \times 100\%$ 。式中,  $\Delta G_1$ 为种源选择的遗传增益;  $S$ 为选择差,  $S = (\bar{P}_i - \bar{X})$ ;  $h_p^2$ 为种源遗传力;  $\bar{P}_i$ 为各种源平均值;  $\bar{X}$ 为群体平均数。

优良种源内优良家系选择的遗传增益为:  $\Delta G_2 = \Delta G_1 + S_2 h_f^2 \sqrt{\bar{P}_i} \times 100\%$ 。式中,  $\Delta G_2$ 为优良家系选择的遗传增益;  $\Delta G_1$ 为优良种源选择的遗传增益;  $S_2$ 为家系选择差,  $S_2 = \bar{F}_{ij} - \bar{P}_i$ ;  $\bar{F}_{ij}$ 为第i个种源的第j个家系的均值;  $h_f^2$ 为家系遗传力。

优良种源、优良家系内选择优良单株的遗传增益为:  $\Delta G_3 = \Delta G_2 + S_3 h_{ij}^2 \sqrt{\bar{F}_{ij}} \times 100\%$ 。式中,  $\Delta G_3$ 为优良种源、优良家系内优良单株选择的遗传增益;  $\Delta G_2$ 为优良种源内优良家系选择的遗传增益;  $S_3$ 为单株观察值家系均值  $x_{ij}$ 与家系均值  $\bar{F}_{ij}$ 的差;  $h_{ij}^2$ 为单株遗传力。

1.3.3 聚类分析 运用系统类聚法进行种源聚类分析,用类间平均链锁聚类方法进行优良种源内优良家系的选择,用K样本聚类法进行家系内速生单株的选择。

距离系数:  $d_{ij}^2 = \sum (x_{ki} - x_{kj})^2$ 。

## 2 结果和分析

### 2.1 种源变异分析

西南桦各种源树高和保存率的方差分析结果见表1。由表1可知,西南桦种源间各性状的变异均达到显著水平。

### 2.2 家系变异分析

因缺株较多,西南桦各家系树高和保存率的方差分析用每组样本不等的完全随机设计模式进行<sup>[3]</sup>,结果见表2。由表2可知,西南桦家系间各性状的变异均达到显著水平;西南桦种源变异大于家系变异,可见西南桦在优良种源选择后再进行家系

选择的效果较好。

### 2.3 遗传参数估算

根据方差分析的期望均方<sup>[4]</sup>求算家系间、家系内个体的方差分量,估算出种源遗传力、家系遗传力和遗传变异系数等遗传参数,结果见表3和表4。西南桦各种源、家系树高和保存率的家系遗传力较高,树高的种源遗传力大于家系遗传力,因而,西南桦优良材料选择应在优良种源选择后再进行家系选择的效果更好。

### 2.4 优良种源选择

将树高和保存率2项指标作为统计量,计算25个种源的遗传距离,并运用系统聚类法<sup>[5]</sup>进行聚

类,聚类结果将参试的25个西南桦种源分为3大类,结果见表5和表6。

### 2.5 优良种源内优良家系的选择

对第1大类选择的A、Q、P、E、G、M、X和L等8个优良种源中所包含的69个家系的树高和保存率2个生长性状进行聚类分析,结果见表7和表8。

### 2.6 家系内速生单株的选择

本实验所调查的西南桦单株有3521株,经过聚类分析,分成5类,各类的树高及与对照相比的树高增益见表9。其中第1类增产明显,树高选择的遗传增益为74.81%。

表1 西南桦种源方差分析结果

Table 1 The results of variance analysis of provenance of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don

变异来源 Variation source	项目 Item	平方和 Sum of square	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F值 <sup>1)</sup> F value <sup>1)</sup>	F <sub>α</sub>
树高/cm Tree height	区组 Section	303 814.87	19	15 990.26	34.01 **	F <sub>0.05</sub> = 2.38
	种源 Provenance	241 255.48	24	10 052.31	21.38 **	F <sub>0.01</sub> = 3.36
	误差 Error	214 419.65	456	470.22		
保存率/% Preserving rate	区组 Section	103 070.07	19	5 424.74	18.35 **	
	种源 Provenance	195 041.77	24	8 126.74	27.48 **	
	误差 Error	134 843.39	456	295.71		

<sup>1)</sup> \*\* : P < 0.01

表2 西南桦家系方差分析结果

Table 2 The results of variance analysis of family of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don

变异来源 Variation source	项目 Item	平方和 Sum of square	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F值 <sup>1)</sup> F value <sup>1)</sup>	F <sub>α</sub>
树高/cm Tree height	家系间 Family	2 795 655.48	277	10 092.62	4.76 **	F <sub>0.05</sub> = 1.79
	误差 Error	6 873 376.35	3 243	2 119.45		F <sub>0.01</sub> = 2.26
保存率/% Preserving rate	家系间 Family	79 223.53	277	286.01	4.30 **	
	误差 Error	18 483.58	278	66.48		

<sup>1)</sup> \*\* : P < 0.01

表3 西南桦种源遗传参数的估算

Table 3 The estimation of genetic parameters of growth traits of provenance of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don

来源 Source	遗传力 Heritability	遗传变异系数/% Genetic variation coefficient	均值 Average	变幅 Range
树高 Tree height	0.95	16.9	115.57 cm	103.46 - 130.19 cm
保存率 Preserving rate	0.96	27.9	63.30%	43.30% - 81.60%

表4 西南桦家系遗传参数的估算

Table 4 The estimation of genetic parameters of growth traits of family of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don

来源 Source	遗传力 Heritability	单株遗传力 Single heritability	遗传变异系数/% Genetic variation coefficient	均值 Average	变幅 Range
树高 Tree height	0.79	0.92	21.7	114.98 cm	74.6 - 161.4 cm
保存率 Preserving rate	0.77		6.5	63.3%	25% - 100%

表5 西南桦种源的树高和保存率性状  
Table 5 The characters of tree height and preserving rate of provenance of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don

种源 <sup>1)</sup> Provenance <sup>1)</sup>	树高 Tree height		保存率 Preserving rate		种源 <sup>1)</sup> Provenance <sup>1)</sup>	树高 Tree height		保存率 Preserving rate	
	均值/cm Average	遗传增益 $\Delta G_1/\%$ Genetic gain	均值/% Average	遗传增益 $\Delta G_1/\%$ Genetic gain		均值/cm Average	遗传增益 $\Delta G_1/\%$ Genetic gain	均值/% Average	遗传增益 $\Delta G_1/\%$ Genetic gain
	A	126.5	9.0	65.0		2.6	N	109.9	-4.7
B	114.2	-1.1	62.5	-1.2	O	115.4	-0.1	60.0	-4.9
C	113.1	-2.0	63.2	-0.2	P	125.6	8.2	81.9	27.6
D	114.8	-0.6	45.7	-26.4	Q	130.2	12.0	78.9	23.4
E	135.9	16.7	81.7	27.6	R	114.9	-0.6	73.4	15.2
F	113.8	-1.5	51.4	-17.9	S	106.3	-7.6	48.0	-22.9
G	129.5	11.5	76.7	20.1	T	103.4	-10.0	67.1	5.7
H	111.2	-3.6	62.1	-1.8	U	111.0	-3.8	51.8	-17.3
I	118.9	2.7	68.0	7.1	V	105.8	-8.0	52.5	-16.2
J	115.9	0.3	60.8	-3.8	W	113.6	-1.6	77.4	21.2
K	113.9	-1.4	43.3	-30.0	X	124.9	7.7	80.0	25.0
L	127.1	9.5	56.3	-10.5	Y	111.9	-3.0	75.9	18.9
M	126.0	8.6	75.0	17.6					

<sup>1)</sup> A: 云南勐腊 Mengla, Yunnan; B: 云南元阳 Yuanyang, Yunnan; C: 云南墨江 Mojiang, Yunnan; D: 云南景洪 Jinghong, Yunnan; E: 云南西畴 Xichou, Yunnan; F: 云南镇源 Zhenyuan, Yunnan; G: 云南腾冲 Tengchong, Yunnan; H: 云南景谷 Jinggu, Yunnan; I: 云南瑞丽 Ruili, Yunnan; J: 云南凤庆 Fengqing, Yunnan; K: 云南屏边 Pingbian, Yunnan; L: 云南江城 Jiangcheng, Yunnan; M: 云南双江 Shuangjiang, Yunnan; N: 云南澜沧 Lancang, Yunnan; O: 广西凌云 Lingyun, Guangxi; P: 广西凭祥 Pingxiang, Guangxi; Q: 广西东兰 Donglan, Guangxi; R: 广西田林 Tianlin, Guangxi; S: 广西德保 Debao, Guangxi; T: 广西天峨 Tian'e, Guangxi; U: 广西平果 Pingguo, Guangxi; V: 广西百色 Baise, Guangxi; W: 广西田阳 Tianyang, Guangxi; X: 广西靖西 Jingxi, Guangxi; Y: 广西那坡 Napo, Guangxi

表6 西南桦种源的聚类分析结果  
Table 6 The results of cluster analysis of provenance of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don

种源 <sup>1)</sup> Provenance <sup>1)</sup>	树高均值/cm Average of tree height	保存率/% Preserving rate	树高遗传增益 $\Delta G_1/\%$ Genetic gain of tree height	评价 Appraise
A、Q、P、E、G、M、X、L	128.2	70.5	10.4	速生 Rapid
B、C、J、N、H、R、W、X、O、I	113.9	66.7	-1.3	中等 Midding
D、K、F、U、S、V、T	109.9	51.4	-4.6	较慢 Rather slow

<sup>1)</sup> A: 云南勐腊 Mengla, Yunnan; B: 云南元阳 Yuanyang, Yunnan; C: 云南墨江 Mojiang, Yunnan; D: 云南景洪 Jinghong, Yunnan; E: 云南西畴 Xichou, Yunnan; F: 云南镇源 Zhenyuan, Yunnan; G: 云南腾冲 Tengchong, Yunnan; H: 云南景谷 Jinggu, Yunnan; I: 云南瑞丽 Ruili, Yunnan; J: 云南凤庆 Fengqing, Yunnan; K: 云南屏边 Pingbian, Yunnan; L: 云南江城 Jiangcheng, Yunnan; M: 云南双江 Shuangjiang, Yunnan; N: 云南澜沧 Lancang, Yunnan; O: 广西凌云 Lingyun, Guangxi; P: 广西凭祥 Pingxiang, Guangxi; Q: 广西东兰 Donglan, Guangxi; R: 广西田林 Tianlin, Guangxi; S: 广西德保 Debao, Guangxi; T: 广西天峨 Tian'e, Guangxi; U: 广西平果 Pingguo, Guangxi; V: 广西百色 Baise, Guangxi; W: 广西田阳 Tianyang, Guangxi; X: 广西靖西 Jingxi, Guangxi; Y: 广西那坡 Napo, Guangxi

表7 西南桦家系树高和保存率性状  
Table 7 The characters of tree height and preserving rate of family of *Betula alnoides* Buch. -Ham. ex D. Don

家系 <sup>1)</sup> Family <sup>1)</sup>	树高 Tree height		保存率 Preserving rate		家系 <sup>1)</sup> Family <sup>1)</sup>	树高 Tree height		保存率 Preserving rate	
	均值/cm Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain	均值/% Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain		均值/cm Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain	均值/% Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain
	A <sub>04</sub>	118.6	2.5	55		-10.1	M <sub>11</sub>	121.2	4.3
A <sub>05</sub>	127.6	8.7	65	2.1	M <sub>12</sub>	127.8	8.8	60	-4.0
A <sub>06</sub>	133.3	12.6	75	14.2	M <sub>13</sub>	140.7	17.7	50	-16.2
E <sub>01</sub>	98.7	-11.2	80	20.3	M <sub>14</sub>	109.3	-3.9	65	2.1
E <sub>05</sub>	135.4	14.0	85	26.2	M <sub>16</sub>	135.1	14.9	75	14.2
E <sub>06</sub>	112.0	-2.0	85	26.2	M <sub>17</sub>	132.8	12.2	55	-10.1
E <sub>07</sub>	123.4	5.8	80	20.3	M <sub>18</sub>	118.2	2.2	65	2.1
E <sub>08</sub>	111.7	-2.2	90	32.4	M <sub>21</sub>	100.9	-9.7	75	14.2
E <sub>10</sub>	132.1	11.7	85	26.2	P <sub>01</sub>	158.7	30.0	30	-40.5
E <sub>12</sub>	121.5	4.5	75	14.2	P <sub>04</sub>	127.5	8.6	70	8.2

续表7 Table 7 (Continued)

家系 <sup>1)</sup> Family <sup>1)</sup>	树高 Tree height		保存率 Preserving rate		家系 <sup>1)</sup> Family <sup>1)</sup>	树高 Tree height		保存率 Preserving rate	
	均值/cm Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain	均值/% Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain		均值/cm Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain	均值/% Average	遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain
E <sub>14</sub>	144.0	19.9	90	32.5	P <sub>05</sub>	117.4	1.7	60	-4.0
E <sub>15</sub>	108.8	-4.2	65	2.1	P <sub>07</sub>	131.6	11.4	55	14.2
G <sub>11</sub>	135.8	14.3	80	20.3	P <sub>12</sub>	126.0	7.6	45	-22.3
G <sub>12</sub>	142.8	19.1	65	2.1	P <sub>16</sub>	161.4	31.9	75	-22.3
G <sub>18</sub>	110.2	-3.3	85	26.4	P <sub>18</sub>	91.5	-16.1	55	-10.1
L <sub>01</sub>	140.3	17.4	35	-34.4	P <sub>22</sub>	113.2	-1.2	50	-16.2
L <sub>02</sub>	116.5	1.0	70	8.2	P <sub>26</sub>	103.4	-7.9	55	-10.1
L <sub>03</sub>	124.8	6.8	75	14.2	Q <sub>01</sub>	144.8	20.5	50	-16.2
L <sub>04</sub>	105.6	-6.5	70	8.2	Q <sub>03</sub>	119.6	3.2	55	-10.1
L <sub>05</sub>	122.6	5.2	50	-16.2	Q <sub>04</sub>	146.1	7.7	70	8.2
L <sub>09</sub>	137.3	18.9	75	14.2	X <sub>01</sub>	116.2	0.8	70	8.2
L <sub>10</sub>	117.3	1.6	50	-16.2	X <sub>03</sub>	135.8	14.3	60	-4.0
L <sub>11</sub>	120.7	3.9	50	-16.2	X <sub>07</sub>	123.2	5.6	90	32.5
L <sub>15</sub>	113.0	-1.4	65	2.13	X <sub>08</sub>	110.0	-3.4	90	32.5
L <sub>16</sub>	102.9	-8.3	50	-16.2	X <sub>09</sub>	105.8	-6.3	85	26.4
L <sub>19</sub>	131.3	11.2	55	-10.1	X <sub>11</sub>	120.5	3.8	80	20.3
L <sub>20</sub>	8.1	-11.6	45	-22.3	X <sub>12</sub>	135.4	14.0	75	14.2
M <sub>01</sub>	122.3	5.1	60	-4.0	X <sub>14</sub>	136.8	14.9	75	14.2
M <sub>02</sub>	114.9	0	75	14.2	X <sub>15</sub>	103.7	-7.8	85	26.4
M <sub>03</sub>	106.1	-6.1	50	-16.2	X <sub>16</sub>	124.6	6.6	80	20.3
M <sub>04</sub>	135.8	14.3	55	-10.1	X <sub>17</sub>	101.6	-9.2	75	14.2
M <sub>05</sub>	102.5	-8.6	75	14.2	X <sub>19</sub>	101.4	-9.3	55	-10.1
M <sub>06</sub>	123.4	5.8	65	2.1	X <sub>20</sub>	115.2	0.2	70	8.2
M <sub>07</sub>	107.9	-4.8	70	8.2	X <sub>21</sub>	149.0	23.4	80	20.3
M <sub>09</sub>	113.3	-1.1	60	-4.0					

<sup>1)</sup> A: 云南勐腊 Mengla, Yunnan; E: 云南西畴 Xichou, Yunnan; G: 云南腾冲 Tengchong, Yunnan; M: 云南双江 Shuangjiang, Yunnan; L: 云南江城 Jiangcheng, Yunnan; P: 广西凭祥 Pingxiang, Guangxi; Q: 广西东兰 Donglan, Guangxi; X: 广西靖西 Jingxi, Guangxi. 下标数字为家系号 The subscript numbers are the number of family.

表8 西南桦家系的聚类分析结果  
Table 8 The results of cluster analysis of family of *Betula alnoides* Buch.-Ham. ex D. Don

家系 <sup>1)</sup> Family <sup>1)</sup>	树高均值/cm Average of tree height	保存率/% Preserving rate	树高遗传增益 $\Delta G_2/\%$ Genetic gain of tree height	评价 Appraise
A <sub>04</sub> 、G <sub>12</sub> 、M <sub>16</sub> 、X <sub>21</sub> 、E <sub>05</sub> 、E <sub>10</sub> 、E <sub>14</sub> 、G <sub>11</sub> 、X <sub>12</sub> 、X <sub>14</sub> 、L <sub>09</sub> 、P <sub>16</sub> 、Q <sub>04</sub>	142.73	78.1	29.4	速生 Rapid
L <sub>01</sub> 、P <sub>01</sub> 、L <sub>19</sub> 、P <sub>07</sub> 、M <sub>17</sub> 、M <sub>04</sub> 、X <sub>03</sub> 、M <sub>13</sub> 、Q <sub>01</sub> 、L <sub>05</sub> 、L <sub>11</sub> 、Q <sub>03</sub> 、P <sub>12</sub> 、L <sub>10</sub> 、P <sub>22</sub>	131.42	49.7	21.7	较速生 Rather rapid
A <sub>05</sub> 、P <sub>04</sub> 、M <sub>12</sub> 、M <sub>01</sub> 、M <sub>06</sub> 、M <sub>11</sub> 、L <sub>02</sub> 、X <sub>01</sub> 、X <sub>20</sub> 、M <sub>02</sub> 、L <sub>15</sub> 、M <sub>09</sub> 、M <sub>18</sub> 、P <sub>05</sub> 、E <sub>07</sub> 、X <sub>16</sub> 、X <sub>11</sub> 、E <sub>12</sub> 、L <sub>03</sub> 、X <sub>07</sub>	120.64	70.0	14.3	中等 Midding
A <sub>06</sub> 、L <sub>04</sub> 、M <sub>07</sub> 、E <sub>15</sub> 、M <sub>14</sub> 、E <sub>01</sub> 、M <sub>05</sub> 、M <sub>21</sub> 、X <sub>17</sub> 、E <sub>06</sub> 、G <sub>18</sub> 、E <sub>08</sub> 、X <sub>08</sub> 、X <sub>09</sub> 、X <sub>15</sub> 、L <sub>16</sub> 、M <sub>03</sub> 、P <sub>26</sub> 、X <sub>19</sub> 、L <sub>20</sub> 、P <sub>18</sub>	104.71	70.5	3.4	较差 Rather slow

<sup>1)</sup> A: 云南勐腊 Mengla, Yunnan; E: 云南西畴 Xichou, Yunnan; G: 云南腾冲 Tengchong, Yunnan; M: 云南双江 Shuangjiang, Yunnan; L: 云南江城 Jiangcheng, Yunnan; P: 广西凭祥 Pingxiang, Guangxi; Q: 广西东兰 Donglan, Guangxi; X: 广西靖西 Jingxi, Guangxi. 下标数字为家系号 The subscript numbers are the number of family.

对第1类中的95株优良单株进一步进行分析, 用K样本聚类法进行分类, 从中选择14株速生家系

中的速生单株, 结果见表10, 其一般配合力和特殊配合力均较高, 其遗传增益为118.01%。

表9 西南桦单株分类结果

Table 9 The classified results of individual plant of *Betula alnoides* Buch.-Ham. ex D. Don

类型 Type	单株数/株 Single number	树高均值/cm Average of tree height	遗传增益 $\Delta G_3/\%$ Genetic gain
1	95	212.98	74.81
2	783	168.93	43.17
3	1 268	123.97	7.19
4	1 076	67.83	-37.73
5	299	36.18	-63.05

表10 西南桦速生单株评选

Table 10 Evaluation of fast-growing individual of *Betula alnoides* Buch.-Ham. ex D. Don

家系 <sup>1)</sup> Family <sup>1)</sup>	树高/cm Tree height	胸径/cm DBH	家系 <sup>1)</sup> Family <sup>1)</sup>	树高/cm Tree height	胸径/cm DBH
L <sub>09</sub>	264	1.5	L <sub>09</sub>	206	0.9
P <sub>16</sub>	225	1.5	M <sub>16</sub>	205	2.0
M <sub>16</sub>	217	1.2	P <sub>16</sub>	205	1.4
X <sub>21</sub>	216	1.8	E <sub>05</sub>	204	1.0
P <sub>16</sub>	210	1.3	M <sub>16</sub>	200	1.4
L <sub>09</sub>	209	1.2	Q <sub>04</sub>	200	1.0
A <sub>04</sub>	206	1.0	G <sub>12</sub>	200	1.0

<sup>1)</sup> A: 云南勐腊 Mengla, Yunnan; E: 云南西畴 Xichou, Yunnan; G: 云南腾冲 Tengchong, Yunnan; M: 云南双江 Shuangjiang, Yunnan; L: 云南江城 Jiangcheng, Yunnan; P: 广西凭祥 Pingxiang, Guangxi; Q: 广西东兰 Donglan, Guangxi; X: 广西靖西 Jingxi, Guangxi. 下标数字为家系号 The subscript numbers are the number of family.

### 3 讨 论

西南桦内部存在着丰富的遗传变异,各家系苗高的平均值为 114.98 cm,变幅为 74.7 ~ 161.4 cm;保存率的平均值为 63.3%,变幅为 25% ~ 100%。树高和保存率 2 个性状的遗传变异系数为 16.9% 与 27.9%,家系的遗传变异系数分别为 21.7% 与 6.5%。方差分析结果表明,在种源以及家系层次上树高性状的差异均达到极显著水平,种源变异大于家系变异,这些差异主要由遗传因素制约并受到中等以上遗传力的控制。树高的种源遗传力、家系遗传力和单株遗传力分别为 0.95、0.79 和 0.92,且树高的种源遗传力大于家系遗传力,这表明对西南桦种内种源一家系一单株间进行选择效果明显。

根据数量遗传学理论,运用多元统计分析方法,

对西南桦进行种源一家系一单株 3 个层次的联合选择,从 25 个种源中选择出 8 个优良种源 A、Q、P、E、G、M、X、L,8 个种源树高平均遗传增益为 10.4%。在选择出优良的种源后,对 8 个种源中 69 个家系进行聚类分析,选择出 13 个速生家系,树高的遗传增益平均达 29.4%。运用 K 样本聚类法在 95 个单株中筛选出 14 株属于优良种源中速生家系中的速生单株,其遗传增益为 118.01%,增产效果显著,在闽南一带可用作无性繁殖材料,以加速西南桦引种造林良种化进程。

筛选出的 8 个优良种源 A、Q、P、E、G、M、X、L 中,A、E、G、L、M 分别来源于云南省勐腊县、西畴县、腾冲县、江城县和双江县;P、Q、X 分别来源于广西壮族自治区的凭祥县、东兰县和靖西县,这与有关文献<sup>[6]</sup>中报道的“广西凭祥为苗期生长慢的种源”有出入,这是地理变异的结果。从选择的优良种源地海拔高度看,优良种源与海拔高度不存在明显的相关性,有海拔高度为 600 m 的广西东兰县,也有海拔为 1 950 m 的云南腾冲县,印证了“西南桦居群的遗传多样性与其地理相关不显著<sup>[7]</sup>”的结论。

由于对 14 株速生单株仅进行了 1 年的观察,其性状表现的最后决定和选择尚需在子代测定林中进一步观测和验证。

#### 参考文献:

- [1] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.
- [2] 梁一池.树木育种数据的计算机处理系统(DPFB)[J].福建林学院学报,1988,8(3):221-228.
- [3] 莫惠栋.农业试验统计[M].上海:上海科学技术出版社,1984.174-176.
- [4] 梁一池.树木育种原理与方法[M].厦门:厦门大学出版社,1997.115-121,272.
- [5] 张如华,陈天华.模糊聚类在松属种间生理差异中的应用[J].南京林业大学学报,1998,22(3):95-98.
- [6] 王庆华,陈玉培,郑海水,等.不同西南桦种源的苗期变异性研究[J].云南林业科技,1999(1):41-48.
- [7] 曾杰,王中仁,周世良,等.广西区西南桦天然居群遗传多样性的研究[J].植物生态学报,2003,27(1):66-72.

(责任编辑:张垂胜)