

文章编号: 1000-5692(2001)02-0144-06

马尾松优树子代遗传评价及选择

郑仁华¹, 陈国金², 傅忠华³, 俞白楠³, 杨宗武³, 傅玉狮³, 潘琼蓉²

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 福建省仙游县溪口林场, 福建 仙游 351265;
3. 福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012)

摘要: 采用主成分遗传距离聚类分析法, 对 229 个 13 年生的马尾松优树子代进行综合分析评价。从中筛选出 19 个高产稳定型优良家系, 适宜在福建省范围内推广, 其材积平均遗传增益为 28.30%。13 个高产优良家系适宜在闽西北推广, 其材积平均遗传增益为 21.07%。17 个高产优良家系适宜在闽东南推广, 其材积平均遗传增益为 25.51%。表 6 参 13

关键词: 马尾松; 优树; 子代; 遗传距离; 综合评价
中图分类号: S722.3⁺3 **文献标识码:** A

遗传距离又称为 Mahalanobis 距离, 它是一种生物学距离, 是根据数量遗传学理论, 应用多元统计分析方法, 对生物数量性状的遗传变异进行数值上的度量。遗传距离的大小, 可以反映出 2 个群体之间遗传变异的程度。遗传距离大, 表明群体间遗传变异程度大, 反之则小。

近年来, 在农作物和林木数量遗传分析上, 有不少报道运用主成分遗传距离来进行亲本的分类^[1~9]。在马尾松 (*Pinus massoniana*) 优树子代测定试验中, 牵涉到多性状综合评价及分类问题。本文试图在对马尾松优树子代的树高、胸径和材积等主要生长性状进行分析的基础上, 用主成分遗传距离对马尾松优树子代进行分析。通过综合评价及分类, 从中筛选优良家系, 为马尾松高世代育种与生产推广提供物质基础。

1 材料与方法

1.1 材料来源

参试材料来自福建、广西、广东和四川等省(区)的 229 个马尾松优树子代。试验点选择在具有代表性气候条件和立地类型的闽北邵武卫闽林场、闽东南仙游溪口林场和闽中大田桃源林场。立地类型分别为 II~III, III~IV 和 III 类地。试验分 3 个测定组 (I, II, III) 进行, 每个试验点都包含 3 个测定组。同一测定组内参试家系基本一样, 各测定组均采用 9×9 平衡格子设计。处理数为 81 个(含 1 个当地商品种作对照), 10 次重复, 5 株小区成纵行排列, 于 1984 年 2 月裸根苗造林。分析采用邵武卫闽林场和仙游溪口林场历年调查的数据。

1.2 分析方法

单株材积用以下公式估算:

$$V = 0.000\,062\,341\,83\,D^{1.855\,149\,7}H^{0.956\,824\,92} \tag{1}$$

遗传参数的估值参考孔繁浩和 G. Namkoong 的模式^[10-11]。

家系遗传力：

$$h_f^2 = \frac{r\sigma_f^2}{\sigma_e^2 + r\sigma_f^2}。$$

式中： h_f^2 为家系遗传力， r 为重复数， $\hat{\sigma}_f^2$ 为家系遗传方差， $\hat{\sigma}_e^2$ 为机误。

遗传增益：

$$\Delta G = sh_f^2/\bar{x} \times 100\%。$$

式中： ΔG 为遗传增益， S 为选择差， h_f^2 为家系遗传力， \bar{x} 为群体平均值。

主成分遗传距离综合评价^[1-2] 简要过程如下：根据第 i, j 个性状的遗传方差和遗传协方差计算性状间的遗传相关系数，并构成遗传相关系数矩阵 $\{R_{g(\bar{j})}\}$ ：

$$r_{g(ij)} = \text{cov}(i, j) / \sqrt{\sigma_{gi}^2 \times \sigma_{gj}^2}。$$

用 Jacobi 法进行矩阵的线性正交变换，将遗传相关矩阵 $\{R_{g(\bar{j})}\}$ 转换为一单位矩阵，求出特征根 (λ) 及其特征向量 (L_{ij})，并求出累积贡献率达 85% 以上的主成分。

各家系各性状的标准化基因型值：

$$\tilde{g}_{\bar{j}} = (\sum x_{jk} / r) / \sigma_{g(ik)}。$$

主成分得分值：

$$\tilde{g}_{\bar{j}} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sum l_{kj} g_{ik}。$$

根据各点主成分综合得分值，计算各家系的遗传距离：

$$D_{g(\bar{j})}^2 = \sum (\tilde{g}_{ik} - \tilde{g}_{j\bar{k}})^2。$$

以类平均法对参试家系作系统聚类，划分成不同的类群。

2 结果与分析

2.1 马尾松优树子代间的性状差异

对邵武卫闽林场和仙游溪口林场 2 个试验点，3 个测定组共 6 片试验林 1996 年年终调查的树高、胸径和材积性状进行了方差分析，结果见表 1。由表 1 可见，各试验林的树高、胸径和材积在家系间的差异都达到极显著的水准，平均家系方差分量较大，均在 10% 以上 (13.11% ~ 22.07%)，说明了马尾松优树子代生长性状间的差异主要是由遗传因素引起的，对参试的家系进行选择是有效的。

表 1 马尾松子代试验林树高、胸径和材积的方差分析

Table 1 Variance analysis of the height, DBH and stem volume growth for the progeny tests of *P. massoniana*

| 试验林 | 树 高 | | 胸 径 | | 材 积 | |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 方差分量/ % | F 值 | 方差分量/ % | F 值 | 方差分量/ % | F 值 |
| 卫闽 I 组 | 6.98 | 1.805 ** | 20.14 | 3.532 ** | 18.86 | 3.313 ** |
| 仙游 I 组 | 17.36 | 4.260 ** | 22.37 | 4.183 ** | 18.34 | 3.706 ** |
| 卫闽 II 组 | 9.87 | 2.302 ** | 17.18 | 3.022 ** | 16.79 | 3.068 ** |
| 仙游 II 组 | 19.02 | 3.723 ** | 30.19 | 5.016 ** | 30.03 | 5.173 ** |
| 卫闽 III 组 | 7.03 | 1.850 ** | 17.14 | 3.127 ** | 16.81 | 3.111 ** |
| 仙游 III 组 | 18.40 | 3.566 ** | 25.42 | 4.105 ** | 28.35 | 4.727 ** |
| 平均 | 13.11 | | 22.07 | | 21.53 | |

说明：* * 表示达 0.01 显著水平

2.2 马尾松优树子代的生产力评价

针对 13 年生的马尾松优树子代林，用材积比用树高或胸径指标更能反映其生产力情况^[12]。表 2 列出了马尾松不同优树子代材积与对照差异的百分比。结果表明，各个试验林中有 89.6% (60.0% ~

100%) 的马尾松优树子代树干材积的生长大于对照, 大于对照 20% 以上的家系占 76.9%, 大于对照 30% 以上的家系占 67.9%, 大于对照 50% 以上的家系占 52.9%。仙游点所有参试的马尾松优树子代都好于对照, 而卫闽点的对照处于中等或中下的水平, 这与对照为当地商品种且仙游的种源较差有关^[13]。鉴于此, 笔者以各试验林群体的平均值作为对照, 以便于分析。从表 2 可知, 卫闽点各参试家系 13 年生时材积的平均生长量为对照的 127.54%, 而仙游点各参试家系 13 年生时材积的平均生长量为对照的 220.88%。这说明了通过优树选择, 能够取得明显的增产效果; 尤其是在商品种品质较差和立地条件较差的地点, 适宜的优良家系的增产效果更为明显, 如仙游溪口试验点。

表 2 各试验林树干材积的群体平均及参试家系与对照(ck)的比较

Table 2 The average of stem volume for the progeny tests and the comparison between families and ck

| 试验林 | 子代平均值 (家系变幅) / m ³ | ck 值/ m ³ | 大于 ck 值的家系数/ 个 (括号内为%) | | | |
|------|-------------------------------|----------------------|------------------------|------------|------------|------------|
| | | | > ck | > ck 20% | > ck 30% | > ck 50% |
| 卫闽Ⅰ组 | 0 048 16 (0 019 91~0.079 10) | 0.032 47 | 76 (95 0) | 68 (85. 0) | 55 (68. 8) | 34 (42 5) |
| 仙游Ⅰ组 | 0 018 22 (0 007 45~0.032 15) | 0.007 45 | 80 (100. 0) | 79 (98. 8) | 76 (95. 0) | 70 (87. 5) |
| 卫闽Ⅱ组 | 0 053 32 (0 029 84~0.101 29) | 0.043 38 | 66 (82 5) | 41 (51. 3) | 30 (37. 5) | 12 (15 0) |
| 仙游Ⅱ组 | 0 028 34 (0 012 56~0.049 47) | 0.012 56 | 80 (100. 0) | 75 (93. 8) | 73 (91. 3) | 71 (88 8) |
| 卫闽Ⅲ组 | 0 051 89 (0 027 81~0.085 97) | 0.046 49 | 48 (60 0) | 30 (37. 5) | 21 (26. 3) | 9 (11. 3) |
| 仙游Ⅲ组 | 0 029 52 (0 015 34~0.058 41) | 0.015 34 | 80 (100. 0) | 76 (95. 0) | 71 (88. 8) | 58 (72 5) |

2 3 主成分分析

在方差分析的基础上, 计算出各片试验林 3 个性状(树高、胸径和材积)的基因型相关矩阵, 求出特征根和各特征根的贡献率, 并计算出各特征根所对应的特征向量(表 3)。从表 3 可知, 第一主成分已占信息总量的 88.89%~96.20%。为了排除作用较小而干扰较大的综合指标, 提高分析精度, 以累积贡献率达 88% 以上为阈值选取主成分, 因而只选第一主成分, 估算各试验林平均指数系数(L_1)并构建主成份指数:

$$L_1 = [0.556\,9(H) \quad 0.583\,0(D) \quad 0.591\,4(V)];$$

$$I = 0.556\,9H + 0.583\,0D + 0.591\,4V.$$

由上可以看出 L_1 各个分量皆为正值, 亦即均产生正向效应, 其中材积分量较大, 树高分量较小, 说明材积对综合指标的贡献较大, 而树高较小。对各试验林以第一主成分进行遗传距离聚类, 将各试验林参试的马尾松优树子代分为 4 类。表现特别突出的为极高产(占极少部分), 表现良好的为高产(占较多), 表现一般的为中产(占大部分), 表现差的为低产(占少部分)。

2 4 马尾松优良家系的选择

在上述各试验林主成分分析的基础上, 进行多点的综合分析, 同时考虑成活率、病害、虫害和干型等指标, 将参试的 229 个马尾松家系进行全面的分析和评价, 选出在各试验点均适合的高产稳定型优良家系 19 个(表 4), 适宜在福建省马尾松产区推广, 其树高平均遗传增益为

表 3 各试验林第一主成分特征根及特征向量

Table 3 The eigenvalues and eigenvectors of the first principal component for the progeny tests

| 试验林 | 特征根 | 累积贡献率/% | 特征向量 | | |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 树高 | 胸径 | 材积 |
| 卫闽Ⅰ组 | 2 743 0 | 91.43 | 0.550 9 | 0.585 1 | 0.595 2 |
| 仙游Ⅰ组 | 2 864 4 | 95.48 | 0.567 7 | 0.578 1 | 0.586 1 |
| 卫闽Ⅱ级 | 2 666 8 | 88.89 | 0.540 1 | 0.589 5 | 0.600 7 |
| 仙游Ⅱ组 | 2 871 0 | 95.70 | 0.566 7 | 0.579 3 | 0.585 9 |
| 卫闽Ⅲ组 | 2 730 6 | 91.02 | 0.547 2 | 0.588 1 | 0.595 6 |
| 仙游Ⅲ组 | 2 886 1 | 96.20 | 0.568 8 | 0.578 0 | 0.585 1 |

5.49%, 胸径为 11.97%, 材积为 28.30%。另选出 13 个仅适宜在闽西北马尾松产区推广的高产优良家系(表 5), 其树高平均遗传增益为 2.90%, 胸径为 9.59%, 材积为 21.07%。选出 17 个仅适宜在闽东南马尾松产区推广高产优良家系(表 6), 树高平均遗传增益为 5.57%, 胸径为 11.16%, 材积为 25.51%。可见, 选择高产马尾松子代带来的效果是十分显著的。

表 4 马尾松高产稳定型优良家系及其主要生长性状表现

| Table 4 High-yield and stable-yield families of <i>P. massoniana</i> and their main growth traits | | | | | | | | |
|---|--------|------|-------|---------|---------|---------|--------------------|---------|
| 名次 | 家系代号 | 种源 | 树 高 | | 胸 径 | | 材 积 | |
| | | | 表型值/m | 遗传增益/ % | 表型值/ cm | 遗传增益/ % | 表型值/m ³ | 遗传增益/ % |
| 1 | W82040 | 广西岑溪 | 8.13 | 8.16 | 14.9 | 23.12 | 0.07099 | 52.39 |
| 2 | W82159 | 福建上杭 | 7.80 | 5.81 | 13.7 | 16.32 | 0.05961 | 44.40 |
| 3 | W82027 | 广东英德 | 8.21 | 8.09 | 13.7 | 15.14 | 0.06204 | 39.96 |
| 4 | W82078 | 广西忻城 | 7.97 | 7.23 | 12.2 | 16.96 | 0.05266 | 38.46 |
| 5 | W82138 | 福建大田 | 7.88 | 6.88 | 11.6 | 12.73 | 0.04871 | 33.13 |
| 6 | W82077 | 广西南明 | 7.86 | 6.03 | 11.6 | 13.05 | 0.04798 | 31.98 |
| 7 | W82584 | 福建德化 | 7.62 | 5.49 | 11.6 | 13.44 | 0.04304 | 27.25 |
| 8 | W82099 | 福建连城 | 8.01 | 6.60 | 12.7 | 10.48 | 0.05328 | 27.06 |
| 9 | W82166 | 福建龙岩 | 7.68 | 4.20 | 13.1 | 11.30 | 0.05341 | 26.70 |
| 10 | W82142 | 福建大田 | 7.51 | 2.85 | 11.4 | 11.71 | 0.04451 | 23.70 |
| 11 | W82094 | 福建永定 | 7.86 | 4.55 | 12.8 | 10.40 | 0.05282 | 23.52 |
| 12 | W82124 | 福建德化 | 8.00 | 6.62 | 11.0 | 9.09 | 0.04451 | 23.29 |
| 13 | W82097 | 福建龙岩 | 7.92 | 4.91 | 12.8 | 10.63 | 0.05318 | 23.00 |
| 14 | W82206 | 福建大田 | 8.02 | 6.67 | 12.5 | 8.28 | 0.05181 | 22.43 |
| 15 | W82079 | 福建安溪 | 7.90 | 4.50 | 12.6 | 9.61 | 0.05209 | 21.66 |
| 16 | W82171 | 福建大田 | 7.43 | 1.98 | 13.1 | 10.60 | 0.05391 | 20.89 |
| 17 | W82016 | 福建大田 | 8.11 | 6.21 | 12.5 | 7.81 | 0.05434 | 20.73 |
| 18 | W82111 | 福建邵武 | 7.92 | 4.57 | 12.5 | 8.55 | 0.05126 | 19.41 |
| 19 | W82170 | 福建连城 | 7.52 | 2.89 | 12.7 | 8.56 | 0.05148 | 17.80 |
| 平均 | | | | 5.49 | | 11.97 | | 28.30 |

表 5 适宜闽西北的马尾松高产优良家系及其主要生长性状表现

| Table 5 High-yield families of <i>P. massoniana</i> suitable for northwestern Fujian and their main growth traits | | | | | | | | |
|---|--------|------|-------|---------|---------|---------|--------------------|---------|
| 名次 | 家系代号 | 种源 | 树 高 | | 胸 径 | | 材 积 | |
| | | | 表型值/m | 遗传增益/ % | 表型值/ cm | 遗传增益/ % | 表型值/m ³ | 遗传增益/ % |
| 1 | W82133 | 福建漳平 | 10.20 | 5.56 | 13.3 | 13.44 | 0.07064 | 32.58 |
| 2 | W82596 | 福建大田 | 8.84 | 3.22 | 14.7 | 13.93 | 0.07460 | 29.72 |
| 3 | W82157 | 福建武平 | 8.63 | 2.06 | 14.2 | 11.15 | 0.07150 | 25.66 |
| 4 | W82092 | 福建德化 | 9.17 | 3.82 | 13.9 | 9.32 | 0.07130 | 22.73 |
| 5 | W82160 | 福建上杭 | 8.55 | 1.61 | 14.1 | 10.59 | 0.06774 | 20.74 |
| 6 | W82139 | 福建大田 | 9.60 | 2.61 | 12.6 | 8.96 | 0.06188 | 19.88 |
| 7 | W82132 | 福建上杭 | 9.58 | 2.51 | 12.6 | 8.96 | 0.06144 | 19.25 |
| 8 | W82104 | 福建大田 | 9.52 | 6.13 | 13.5 | 7.13 | 0.06853 | 19.23 |
| 9 | W82181 | 福建邵武 | 8.79 | 2.95 | 13.7 | 8.36 | 0.06531 | 17.56 |
| 10 | W82598 | 福建漳平 | 8.70 | 2.45 | 13.5 | 7.25 | 0.06476 | 16.84 |
| 11 | W82119 | 福建安溪 | 9.32 | 1.23 | 12.7 | 9.60 | 0.05967 | 16.68 |
| 12 | W82112 | 福建邵武 | 8.97 | 2.50 | 13.6 | 7.68 | 0.06650 | 16.66 |
| 13 | W82149 | 福建华安 | 8.45 | 1.06 | 13.7 | 8.36 | 0.06439 | 16.36 |
| 平均 | | | | 2.90 | | 9.59 | | 21.07 |

3 结论与讨论

13 年生马尾松优树子代树高、胸径和材积等主要生长性状经方差分析，在家系间的方差均达到极显著的水准。一方面说明从参试家系中进一步选择，可望选到生产力高的丰产家系，另一方面说明了根据表型选择得到的优树后代仍分化明显，表型优良并不意味着基因型一定优良。必须经过遗传测定，选出优良基因型的家系，才能取得更大的效益。

运用主成分遗传距离指数分析方法，计算出马尾松家系的主成分指数： $I = 0.5569H + 0.5830D$

+ 0.591 4*V*。以指数值计算遗传距离, 进行系统聚类分析, 将参试家系分为极高产、高产、中产和低产 4 类。

表 6 适宜闽东南的马尾松优良家系及其主要生长性状表现

Table 6 High-yield fine families of *P. massoniana* suitable for southeastm Fujian and their main growth traits

| 名次 | 家系代号 | 种源 | 树 高 | | 胸 径 | | 材 积 | |
|----|--------|------|-------|--------|--------|--------|--------------------|--------|
| | | | 表型值/m | 遗传增益/% | 表型值/cm | 遗传增益/% | 表型值/m ³ | 遗传增益/% |
| 1 | W82199 | 福建连城 | 7.04 | 10.17 | 12.7 | 19.63 | 0.045 15 | 47.87 |
| 2 | W82184 | 广东焦岭 | 6.68 | 5.91 | 12.5 | 18.06 | 0.042 36 | 39.92 |
| 3 | W82589 | 福建漳平 | 6.90 | 8.52 | 12.0 | 14.14 | 0.041 45 | 37.33 |
| 4 | W82131 | 福建上杭 | 6.13 | 11.48 | 10.0 | 13.43 | 0.027 23 | 36.10 |
| 5 | W82108 | 福建大田 | 6.56 | 4.49 | 11.9 | 13.35 | 0.039 42 | 31.55 |
| 6 | W82585 | 广西贵县 | 5.97 | 9.19 | 9.9 | 12.53 | 0.024 88 | 26.68 |
| 7 | W82185 | 福建大田 | 5.45 | 1.72 | 10.1 | 14.32 | 0.024 03 | 23.28 |
| 8 | W82168 | 福建连城 | 6.61 | 4.89 | 11.3 | 6.54 | 0.037 86 | 22.26 |
| 9 | W82595 | 福建连城 | 6.60 | 4.77 | 11.8 | 10.18 | 0.037 69 | 21.81 |
| 10 | W82173 | 福建大田 | 6.79 | 6.98 | 11.3 | 6.54 | 0.037 64 | 21.68 |
| 11 | W82135 | 福建龙岩 | 5.77 | 6.32 | 9.4 | 8.06 | 0.023 04 | 19.31 |
| 12 | W82594 | 福建上杭 | 6.31 | 1.40 | 11.6 | 8.72 | 0.036 50 | 18.63 |
| 13 | W82154 | 福建德华 | 6.34 | 1.74 | 11.6 | 8.72 | 0.036 40 | 18.37 |
| 14 | W82143 | 福建大田 | 5.72 | 5.60 | 9.6 | 9.85 | 0.022 77 | 18.23 |
| 15 | W82136 | 福建连城 | 5.50 | 2.44 | 9.6 | 9.85 | 0.022 74 | 18.11 |
| 16 | W82208 | 福建大田 | 6.51 | 3.90 | 11.3 | 8.64 | 0.034 33 | 16.77 |
| 17 | W82150 | 福建华安 | 5.69 | 5.17 | 9.3 | 7.16 | 0.022 14 | 15.71 |
| 平均 | | | | 5.57 | | 11.16 | | 25.51 |

由上述所选出的高产优良家系的亲本原始记录表知, 适宜闽西北的高产优良家系的亲本多来自水肥较充足的优良立地, 适宜闽东南的高产优良家系的亲本多来自较差的立地。这从一个侧面说明了参试的 229 个家系中选出 49 个高产优良家系是合理的。

致谢: 参加工作的还有蔡天贵、赵世荣、黄如金、涂育合和黄金桃等同志, 在此表示感谢。

参考文献:

[1] 刘来福. 作物数量性状遗传距离及其测定[J]. 遗传学报, 1979, 6(3): 349—355.

[2] 毛盛贤. 冬小麦数量性状遗传差异及其在作物育种上的应用[J]. 遗传, 1979, 1(5): 26—30.

[3] 王淑俭, 于集体. 小麦亲本材料的遗传距离分析[J]. 河南农业大学学报, 1986, 20(1): 1—10.

[4] 梁一池, 陈祖松, 陈伯望, 等. 侧柏种源遗传距离的初步研究[J]. 福建林学院学报, 1987, 7(2): 57—66.

[5] 廖毕荣, 朱配演, 黄家彬, 等. 木麻黄数量性状主成分遗传距离分析[J]. 福建林业科技, 1992, 19(2): 1—7.

[6] 张庆华, 黄文奎, 张毅. 黑荆树 25 个地理种源遗传距离的分析[J]. 林业科学研究, 1991, 4(5): 492—498.

[7] 洪菊生. 杉木造林优良种源选择[J]. 林业科学研究, 1994, 7(专刊): 1—25.

[8] 王克胜, 李淑海, 佟永昌, 等. 群众杨改良杂种一代优势及无性系遗传改良距离聚类分析[J]. 林业科学研究, 1995, 8(2): 119—126.

[9] 傅玉狮. 马尾松种源遗传距离聚类分析[J]. 福建林业科技, 1996, 23(1): 1—5.

[10] 孔繁浩. 森林数量遗传学[D]. 南京: 南京林业大学, 1985.

[11] Namkoong G. *Introduction to quantitative genetics in forestry* [M]. London: Castla House Pub, 1981. 210—258.

[12] 秦国峰, 周志春, 金国庆, 等. 马尾松优树自由授粉家系的生产力评价[J]. 林业科学研究, 1997, 10(5): 472—477.

[13] 福建省马尾松地理种源试验协作组. 马尾松优良种源选择及其应用的研究[J]. 福建林业科技, 1991, 18(2): 1—9.

Genetic evaluation and selection of plus tree progeny of masson pine

ZHENG Ren-hua¹, CHEN Guo-jin², FU Zhong-hua³, YU Bai-nan³,
YANG Zong-wu³, FU Yu-shi³, PAN Qiong-rong²

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. Xikou Forest Farm of Xianyou County, Xianyou 351265, Fujian, China; 3. Fujian Academy of Forestry, Fuzhou 350012, Fujian, China)

Abstract: The cluster analysis of the genetic distance of principal components was adopted to comprehensively evaluate the main growth traits of 229 13-year-old plus tree progenies of masson pine. Among which 19 high-yield and stable-yield excellent families were selected, their average stem volume genetic gains reached 28.30%, and they could be popularized in the whole Fujian Province. Other 13 high-yield fine families were suitable for northwestern Fujian and their average stem volume genetic gains reached 21.07%, and high-yield fine families were suitable for southeastern Fujian whose volume genetic gains reached 25.5%.

Key words: masson pine (*Pinus massoniana*); select trees; progeny; genetic distance; comprehensive evaluation