

# 油松优良家系及单株配合选择研究<sup>\*</sup>

杨培华<sup>1</sup>, 樊军锋<sup>1</sup>, 刘永红<sup>1</sup>, 韩创举<sup>1</sup>,  
徐 华<sup>2</sup>, 李安平<sup>3</sup>, 谢俊峰<sup>3</sup>, 杨世荣<sup>3</sup>

(1 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100;

2 陕西省林业厅 种苗站, 陕西 西安 710082;

3 洛南县古城林场, 陕西 洛南 726107)

**[摘 要]** 对45个油松优树的半同胞子代进行了测定, 从中选出8个树高、胸径、材积平均增产18.3%、28.4%和91.7%的优良家系, 其遗传增益分别为12.8%、11.9%和30.9%。再从优良家系内选择44株优良单株, 其树高、胸径、材积平均增产29.9%、36.9%和128%, 预期遗传增益分别为11.7%、15.4%和43.2%, 选出的优良单株可用于高世代种子园的营建。

**[关键词]** 油松; 优良家系; 优良单株; 配合选择

**[中图分类号]** S791.254; S722.3<sup>+</sup>3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2006)10-0067-05

油松(*Pinus tabulaeformis*)是我国北方的主要造林树种之一, 陕西省从20世纪70年代初开始对油松进行选择育种研究, 迄今为止选择出油松优树841株, 全省使用未经遗传测定的材料营建油松初级种子园约138.61 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。由于缺乏子代测定资料, 故无法对初级种子园的改良效果作出评价, 也无法开展改良代育种材料的选择。从1986年起, 原陕西省林科所开展了油松优树半同胞子代测定工作, 以找出遗传型优良的家系, 为高世代育种提供材料。配合选择是对入选优树的自由授粉子代作遗传测定, 并根据各优树子代性状的平均值, 挑选优良家系, 在优良家系中再挑选优良单株, 是多世代改良计划中经常采用的选择方式。前人<sup>[2-4]</sup>已做过杉木、马尾松优良家系的选择研究, 本研究对油松优良家系及单株进行了配合选择, 以期为营建高世代种子园选择建园材料提供科学方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 材 料

试验在陕西洛南古城林场油松优树半同胞子代测定林中进行。子代测定林营建于1987年, 包括45个家系。所用种子采自陕西商州、丹凤、山阳、蓝田终南林场、白水辛卓林场、韩城市雷寺庄林场、洋县华阳林场、眉县营头林场等地天然林分中的所选优树,

以洛南古城林场生产用种作对照。1986年采用塑料大棚容器育苗, 1987年春季造林。试验采用随机区组设计, 4株小区, 10次重复, 栽植密度2 m × 2 m。

### 1.2 选择方法

1.2.1 性状表现水平分析法<sup>[5]</sup> 水平分析法的数学模型如下:

$$P_i = [(\bar{x}_i - \bar{x} + 2\delta_p) / 4\delta_p] \times 100$$

式中,  $P_i$  为第*i*个家系的性状得分值;  $\bar{x}_i$  为第*i*个家系的平均值;  $\bar{x}$  为家系所在群体的平均值;  $\delta_p$  为标准差。当 $\bar{x}_i \geq \bar{x} + 2\delta_p$ 时, 令 $P_i = 100$ ; 当 $\bar{x}_i \leq \bar{x} - 2\delta_p$ 时, 令 $P_i = 0$ 。以性状水平得分50分以上的家系入选。

1.2.2 独立淘汰水平评选法<sup>[6]</sup> 以各家系平均表现超过对照(或总体平均值)的一定百分比作为评选结果。一般按树高超过10%、胸径超过20%、材积超过50%来选择, 同时兼顾其他性状。

1.2.3 育种值评分法 对子代性状观测值作方差分析, 凡 $F > 1$ 时, 按下列公式求出各家系育种值。对育种值排序, 评选优良家系。

$$Z = \bar{y} + c(y - \bar{y})$$

式中,  $Z$  为各家系的育种值;  $\bar{y}$  为所有家系总体平均值;  $y$  为各家系的平均值;  $c$  为校正值。凡 $F > 1.0, k$  (家系数)  $> 4$ 时,  $c = 1 - 1/F^{17}$ 。

### 1.3 统计分析方法

2005-07对油松优树半同胞子代测定林进行全

<sup>\*</sup> [收稿日期] 2006-06-05

[基金项目] 国家林业局重点项目(2003-023-L23); 西北农林科技大学育种专项(05YZ-035-1)

[作者简介] 杨培华(1960-), 男, 陕西乾县人, 高级工程师, 主要从事林木遗传育种研究。

面调查,调查各参试家系的树高、胸径,并计算材积。  
各家系性状方差分析采用线性固定模型计算:

$$Y_{ij}=u+B_i+F_j+E_{ij}$$

式中, $Y_{ij}$ 为第*i*个重复第*j*个家系的观测值; $u$ 为总体平均值; $B_i$ 表示重复效应值; $F_j$ 表示家系效应值; $E_{ij}$ 表示环境误差。

遗传力( $h^2$ )和遗传增益( $\Delta G$ )按下列公式计算<sup>[8-10]</sup>:

$$h_{\text{家系}}^2=1-\frac{1}{F},h_{\text{单株}}^2=\frac{4\sigma^2}{\sigma^2+\sigma_b^2+\sigma^2}$$

$$\Delta G=R/\bar{X}\times 100\%,R=h^2\cdot S$$

式中, $F$ 为方差值; $h_{\text{单株}}^2$ 为单株遗传力; $\sigma^2$ 为家系方

差; $\sigma_b^2$ 为家系×区组方差; $\sigma^2$ 为小区内株数的方差;  
 $R$ 为选择响应; $S$ 为选择差; $\bar{X}$ 为群体平均数。

## 2 结果与分析

### 2.1 45个油松优良家系性状间的遗传变异

由表1可以看出,45个家系间树高、胸径和材积的差异均达极显著水平;从3个生长性状的方差分量和家系遗传力来看,树高的方差分量和遗传力较大,通过家系选择可望获得良好效果。表1还表明,不同性状在群体中的遗传变异幅度相差较大,其中材积的遗传变异系数最大,说明材积生长受环境影响大。

表1 45个油松家系各性状方差分析和遗传参数

Table 1 Variance analysis and genetic parameters of characteristics of 45 *Pinus tabulaeformis* families

| 性状 Character                            | 树高 Height | 胸径 DBH  | 材积 Volume |
|-----------------------------------------|-----------|---------|-----------|
| 均方差 Variance                            | 2 139     | 8 331   | 0 047     |
| F 值 F value                             | 4 828**   | 1 898** | 1 939**   |
| 方差分量/% Variance component               | 35 36     | 12 85   | 13 69     |
| 遗传变异系数/% Genetic variation coefficients | 7. 11     | 6 02    | 16 0      |
| 家系遗传力/% Family heritability             | 79. 3     | 47. 3   | 48 4      |

注(Notes):  $F_{0.05(44,220)}=1.431$ ,  $F_{0.01(44,220)}=1.656$ 。

### 2.2 优良家系选择结果

2.2.1 性状表现水平分析 利用子代测定的各性状平均值( $\bar{x}$ )和性状标准差( $\sigma$ ),估算该林分中各家

系的性状表现标准得分,结果见表2。按树高、胸径和材积三性状水平同时大于50入选,选择出优良家系15个。

表2 15个油松优良家系性状水平值

Table 2 Character level value of 15 *Pinus tabulaeformis* excellent family

| 家系号<br>No. of family | 树高 Height          |                                | 胸径 DBH              |                                | 材积 Volume                       |                                |
|----------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                      | 生长量/m<br>Increment | 性状水平值<br>Character level value | 生长量/cm<br>Increment | 性状水平值<br>Character level value | 生长量/m <sup>3</sup><br>Increment | 性状水平值<br>Character level value |
| 12                   | 8 07               | 67                             | 14 63               | 64                             | 0 070 9                         | 58                             |
| 14                   | 7 84               | 61                             | 17 64               | 100                            | 0 110 3                         | 84                             |
| 13                   | 8 23               | 71                             | 14 14               | 58                             | 0 069 2                         | 57                             |
| 16                   | 7 77               | 58                             | 15 46               | 74                             | 0 076 9                         | 62                             |
| 49                   | 8 45               | 77                             | 13 74               | 53                             | 0 065 4                         | 55                             |
| 48                   | 7 89               | 62                             | 14 21               | 59                             | 0 065 9                         | 55                             |
| 9                    | 7 74               | 58                             | 14 61               | 64                             | 0 076 3                         | 60                             |
| 44                   | 7 78               | 59                             | 14 43               | 63                             | 0 066 8                         | 56                             |
| 40                   | 7 91               | 62                             | 13 95               | 56                             | 0 063 9                         | 54                             |
| 7                    | 7 74               | 58                             | 14 43               | 62                             | 0 065 8                         | 55                             |
| 10                   | 8 23               | 76                             | 13 64               | 52                             | 0 063 1                         | 53                             |
| 5                    | 7 62               | 54                             | 14 57               | 63                             | 0 066 8                         | 56                             |
| 3                    | 7 84               | 60                             | 13 75               | 53                             | 0 062 2                         | 52                             |
| 8                    | 7 58               | 53                             | 13 75               | 54                             | 0 059 7                         | 51                             |
| 21                   | 7 56               | 53                             | 13 74               | 54                             | 0 058 7                         | 51                             |

2.2.2 独立淘汰水平评选 采用独立淘汰水平法,按树高大于对照10%、胸径大于对照20%、材积大于对照50%,同时兼顾其他性状来选择,在优树半同胞子代测定林中,共选出8个优良家系(表3),入选家

系数占参试家系的17.7%。从3个生长性状的比较结果来看,树高大于对照10%以上的家系占71.1%,胸径大于对照20%以上的家系占17.7%,材积大于对照50%以上的家系占31.1%。由此可见,油松表型

选择的改良效果是明显的, 具有较大的选择潜力; 多数家系优于对照, 但也有少数家系不如对照, 这证明子代测定工作是完全必要的。

分别估算选出的 8 个优良家系子代的遗传增益, 结果见表3。由表3 可知, 8 个家系树高、胸径和材

积的平均遗传增益分别为 12.79%, 11.89% 和 30.95%, 遗传力分别为 0.793, 0.473 和 0.484。各家系的遗传增益与表型选择效果吻合, 说明通过表型选择的家系, 其遗传增益也较高。

表3 油松优良家系树高、胸径和材积生长量的选择效益与遗传增益

Table 3 Selection benefit and genetic gain of tree height breast diameter and volume growth of *Pinus tabulaeformis* excellent families

| 家系号<br>No. of families                     | 树高 Height          |                             |               | 胸径 DBH              |                             |               | 材积 Volume                       |                             |               |
|--------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------|
|                                            | 生长量/m<br>Increment | 选择效益/%<br>Selection benefit | $\Delta G$ /% | 生长量/cm<br>Increment | 选择效益/%<br>Selection benefit | $\Delta G$ /% | 生长量/m <sup>3</sup><br>Increment | 选择效益/%<br>Selection benefit | $\Delta G$ /% |
| 5                                          | 7.62               | 15.63                       | 10.93         | 14.57               | 22.33                       | 9.35          | 0.067                           | 65.76                       | 22.19         |
| 7                                          | 7.74               | 17.45                       | 12.21         | 14.43               | 21.16                       | 8.86          | 0.066                           | 63.28                       | 21.35         |
| 9                                          | 7.74               | 17.45                       | 12.21         | 14.61               | 22.67                       | 9.48          | 0.074                           | 82.63                       | 27.88         |
| 12                                         | 8.07               | 22.46                       | 15.71         | 14.63               | 22.84                       | 9.49          | 0.071                           | 75.93                       | 25.62         |
| 14                                         | 7.84               | 18.97                       | 13.27         | 17.63               | 48.02                       | 20.1          | 0.110                           | 173.7                       | 58.62         |
| 16                                         | 7.77               | 17.91                       | 12.53         | 15.46               | 29.81                       | 12.48         | 0.077                           | 90.82                       | 30.65         |
| 18                                         | 7.8                | 18.36                       | 12.85         | 16.61               | 39.46                       | 16.52         | 0.087                           | 115.88                      | 39.11         |
| 44                                         | 7.78               | 18.06                       | 12.63         | 14.43               | 21.16                       | 8.86          | 0.067                           | 65.76                       | 22.19         |
| CK                                         | 6.59               |                             |               |                     | 11.91                       |               |                                 | 0.040                       |               |
| 总 $\bar{x}$ Total mean                     | 7.47               |                             |               |                     | 13.46                       |               |                                 | 0.058                       |               |
| 优良家系 $\bar{x}$<br>Average excellent family | 7.80               | 18.29                       | 12.79         | 15.3                | 28.43                       | 11.89         | 0.077                           | 91.72                       | 30.95         |

2.2.3 综合性状育种值评分 利用各性状的方差剖分估算家系遗传力, 推算各家系不同性状的育种值, 然后按照育种值大小分别排序, 每性状排列第 1 位赋予 45 分, 第 2 位赋予 44 分, 依次类推, 最后 1 位

赋予 1 分, 然后将每一家系各性状得分值加起来排序。各性状得分排列见表4, 总计得分排序前 8 位的家系号分别为 12, 14, 18, 13, 16, 49, 48 和 9, 其为各性状综合表现较好的家系。

表4 45 个油松家系综合性状育种值分析

Table 4 Ranking of 45 *Pinus tabulaeformis* families

| 家系号<br>No. of families | 树高 Height          |                       |               | 胸径 DBH              |                       |               | 材积 Volume                       |                       |               | 总计得分<br>Total ranking | 排序<br>Order |
|------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|---------------------|-----------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|-------------|
|                        | 生长量/m<br>Increment | 育种值<br>Breeding value | 得分<br>Ranking | 生长量/cm<br>Increment | 育种值<br>Breeding value | 得分<br>Ranking | 生长量/m <sup>3</sup><br>Increment | 育种值<br>Breeding value | 得分<br>Ranking |                       |             |
| 12                     | 8.07               | 7.704                 | 41            | 14.63               | 13.613                | 42            | 0.071                           | 0.060                 | 41            | 124                   | 1           |
| 14                     | 7.84               | 7.616                 | 34            | 17.64               | 14.005                | 45            | 0.110                           | 0.065                 | 45            | 124                   | 2           |
| 18                     | 7.64               | 7.599                 | 32            | 13.05               | 13.871                | 44            | 0.055                           | 0.062                 | 44            | 120                   | 3           |
| 13                     | 8.23               | 7.767                 | 42            | 14.14               | 13.550                | 36            | 0.069                           | 0.059                 | 40            | 118                   | 4           |
| 16                     | 7.77               | 7.588                 | 30            | 15.46               | 13.720                | 43            | 0.077                           | 0.060                 | 43            | 116                   | 5           |
| 49                     | 8.45               | 7.853                 | 45            | 13.74               | 13.497                | 30            | 0.065                           | 0.059                 | 35            | 110                   | 6           |
| 48                     | 7.89               | 7.634                 | 36            | 14.21               | 13.559                | 37            | 0.066                           | 0.059                 | 37            | 110                   | 7           |
| 9                      | 7.74               | 7.575                 | 27            | 14.61               | 13.610                | 41            | 0.076                           | 0.060                 | 42            | 110                   | 8           |
| 44                     | 7.78               | 7.591                 | 31            | 14.43               | 13.587                | 38            | 0.067                           | 0.059                 | 38            | 107                   | 9           |
| 40                     | 7.91               | 7.641                 | 37            | 13.95               | 13.525                | 35            | 0.064                           | 0.059                 | 34            | 106                   | 10          |
| 7                      | 7.74               | 7.577                 | 28            | 14.43               | 13.587                | 39            | 0.066                           | 0.059                 | 36            | 103                   | 11          |
| 10                     | 8.23               | 7.769                 | 43            | 13.64               | 13.485                | 28            | 0.063                           | 0.059                 | 33            | 102                   | 12          |
| 5                      | 7.62               | 7.529                 | 22            | 14.57               | 13.605                | 40            | 0.067                           | 0.059                 | 39            | 101                   | 13          |
| 47                     | 8.27               | 7.781                 | 44            | 13.24               | 13.432                | 24            | 0.060                           | 0.058                 | 31            | 99                    | 14          |
| 3                      | 7.84               | 7.613                 | 33            | 13.75               | 13.499                | 33            | 0.062                           | 0.058                 | 32            | 98                    | 15          |
| 41                     | 8.01               | 7.683                 | 39            | 13.37               | 13.449                | 25            | 0.060                           | 0.058                 | 30            | 94                    | 16          |
| 38                     | 8.05               | 7.695                 | 40            | 13.01               | 13.402                | 16            | 0.058                           | 0.058                 | 25            | 81                    | 17          |
| 8                      | 7.58               | 7.516                 | 20            | 13.75               | 13.499                | 32            | 0.060                           | 0.058                 | 29            | 81                    | 18          |
| 37                     | 7.77               | 7.586                 | 29            | 13.22               | 13.430                | 23            | 0.057                           | 0.058                 | 24            | 76                    | 19          |

续表4 Continued of Table 4

| 家系号<br>No. of<br>families | 树高 Height          |                          |               | 胸径 DBH              |                          |               | 材积 Volume                       |                          |               | 总计得分<br>Total<br>ranking | 排序<br>Order |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|-------------|
|                           | 生长量/m<br>Increment | 育种值<br>Breeding<br>value | 得分<br>Ranking | 生长量/cm<br>Increment | 育种值<br>Breeding<br>value | 得分<br>Ranking | 生长量/m <sup>3</sup><br>Increment | 育种值<br>Breeding<br>value | 得分<br>Ranking |                          |             |
| 21                        | 7.56               | 7.506                    | 18            | 13.74               | 13.498                   | 31            | 0.059                           | 0.058                    | 27            | 76                       | 20          |
| 4                         | 7.37               | 7.432                    | 16            | 13.79               | 13.504                   | 34            | 0.059                           | 0.058                    | 26            | 76                       | 21          |
| 15                        | 7.61               | 7.527                    | 21            | 13.43               | 13.457                   | 26            | 0.060                           | 0.058                    | 28            | 75                       | 22          |
| 42                        | 7.88               | 7.630                    | 35            | 12.95               | 13.395                   | 15            | 0.057                           | 0.058                    | 22            | 72                       | 23          |
| 23                        | 7.36               | 7.429                    | 15            | 13.65               | 13.485                   | 29            | 0.057                           | 0.058                    | 23            | 67                       | 24          |
| 45                        | 7.98               | 7.670                    | 38            | 12.67               | 13.358                   | 8             | 0.054                           | 0.058                    | 18            | 64                       | 25          |
| 19                        | 7.64               | 7.539                    | 23            | 13.05               | 13.408                   | 18            | 0.055                           | 0.058                    | 21            | 62                       | 26          |
| 39                        | 7.53               | 7.495                    | 17            | 13.21               | 13.428                   | 22            | 0.055                           | 0.058                    | 20            | 59                       | 27          |
| 11                        | 7.56               | 7.508                    | 19            | 13.13               | 13.417                   | 20            | 0.055                           | 0.057                    | 19            | 58                       | 28          |
| 52                        | 7.70               | 7.562                    | 24            | 12.85               | 13.382                   | 12            | 0.053                           | 0.057                    | 17            | 53                       | 29          |
| 51                        | 6.77               | 7.199                    | 7             | 13.55               | 13.472                   | 27            | 0.052                           | 0.057                    | 15            | 49                       | 30          |
| 6                         | 7.74               | 7.575                    | 26            | 12.54               | 13.341                   | 5             | 0.052                           | 0.057                    | 16            | 47                       | 31          |
| 50                        | 7.19               | 7.362                    | 13            | 13.01               | 13.403                   | 17            | 0.052                           | 0.057                    | 14            | 44                       | 32          |
| 1                         | 6.67               | 7.161                    | 5             | 13.13               | 13.418                   | 21            | 0.049                           | 0.057                    | 11            | 38                       | 33          |
| 2                         | 7.28               | 7.397                    | 14            | 12.82               | 13.378                   | 11            | 0.051                           | 0.057                    | 12            | 37                       | 34          |
| 54                        | 6.56               | 7.115                    | 3             | 13.08               | 13.411                   | 19            | 0.051                           | 0.057                    | 13            | 35                       | 35          |
| 22                        | 6.91               | 7.252                    | 11            | 12.93               | 13.393                   | 14            | 0.049                           | 0.057                    | 10            | 35                       | 36          |
| 46                        | 7.73               | 7.574                    | 25            | 11.21               | 13.169                   | 2             | 0.042                           | 0.056                    | 5             | 32                       | 37          |
| 24                        | 6.69               | 7.169                    | 6             | 12.86               | 13.383                   | 13            | 0.048                           | 0.057                    | 9             | 28                       | 38          |
| 53                        | 6.89               | 7.247                    | 10            | 12.70               | 13.363                   | 9             | 0.047                           | 0.056                    | 7             | 26                       | 39          |
| 25                        | 6.86               | 7.233                    | 9             | 12.64               | 13.355                   | 7             | 0.047                           | 0.056                    | 8             | 24                       | 40          |
| 29                        | 6.93               | 7.262                    | 12            | 12.22               | 13.300                   | 4             | 0.044                           | 0.056                    | 6             | 22                       | 41          |
| 30                        | 6.79               | 7.209                    | 8             | 12.64               | 13.354                   | 6             | 0.040                           | 0.055                    | 2             | 16                       | 42          |
| 20                        | 5.71               | 6.789                    | 1             | 12.72               | 13.364                   | 10            | 0.040                           | 0.055                    | 3             | 14                       | 43          |
| 55                        | 6.59               | 7.129                    | 4             | 11.91               | 13.259                   | 3             | 0.040                           | 0.055                    | 4             | 11                       | 44          |
| 28                        | 6.16               | 6.961                    | 2             | 10.93               | 13.132                   | 1             | 0.032                           | 0.054                    | 1             | 4                        | 45          |

2 3 油松优良家系与单株的配合选择

在油松优良家系选择的基础上,进行家系与单株的配合选择,通过遗传增益的叠加效应,可以获得较好的遗传改良效果,同时可为多世代改良育种提供基础材料。在独立淘汰水平评选法选出的5,7,9,12,14,16,18和44号优良家系内,以对照树高加2个标准差、胸径加2个标准差、材积加3个标准差为标准进行优良单株选择<sup>[11]</sup>,结果有44株入选。中选的优良单株与对照相比,树高、胸径、材积分别增加了29.9%,36.9%和128%。材积预期增益为43.2%,增益十分显著。

2 4 种子园子代的实际生产增益

根据初级种子园的种子育苗造林效果来看,选择育种效果是明显的。1992年利用洛南古城林场油松初级种子园混合种子育苗,1994年在古城林场的姬家河和赵南沟造林,2004年对其营造的示范林进行了调查。结果表明,12年生幼树平均高3.64m,平均胸径4.17cm,平均材积0.0037m<sup>3</sup>,而对照平均树高2.83m,平均胸径3.18cm,平均材积为0.0021m<sup>3</sup>;用种子园种子育苗造林,其子代树高、胸径和材

积分别较对照增加了28.6%,31.1%和76.2%。对12年生油松树高、胸径和材积生长量进行变量分析,估算遗传力,计算遗传增益。结果表明,树高差异极显著,材积差异显著,用种子园种子育苗造林时,幼林材积可获得16.46%的遗传增益。实际生产情况表明,通过选优建园的油松增产效果明显。

3 结论与讨论

本研究共测定45个家系,用独立淘汰水平法选择优良家系8个。与对照相比,其树高、胸径、材积分别增加18.3%,28.4%和91.7%;遗传增益分别为12.79%,11.89%和30.95%。根据子代测定结果,可对现有初级种子园进行去劣疏伐,提高遗传品质,同时利用选出的优良家系营建1.5代无性系种子园。

在油松优良家系选择的基础上,进行家系与单株的配合选择,可以获得较好的改良效果。从选出的8个优良家系内,再选出优良单株44株,与对照相比,其树高、胸径、材积分别增产29.9%,36.9%和128%,预期遗传增益分别为11.7%,15.4%和43.2%。这部分优良单株,可作为高世代育种材料,

也可用于改良代种子园的营建。

从不同选择方法的选择结果可以看出, 各方法选择的优良家系大体相似但并不完全相同, 几种方法各有利弊。性状水平法简单方便, 其缺点是未能揭示出大于平均得分(50分)的家系在统计上是否也达到差异显著水平。综合育种值评选法与观测值简单对比法相比, 其从遗传本质上分析了各家系间育种值的差别, 反映了遗传本质的不同, 所以比表型选

择的结果更为可靠。但是根据选育目标的不同, 各性状的重要性亦有所不同, 而综合评分法却给予各性状以均等的重要性, 因此选择结果可能会有所偏差。独立淘汰水平评选法简单、直观, 既可以入选较多的家系, 又可避免选择过滥的现象。因此, 本文中采用独立淘汰水平评选法进行了油松优良家系及单株配合选择。

### [参考文献]

- [1] 樊军锋, 杨培华, 郭树杰, 等. 陕西油松遗传改良研究进展[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(1): 45-50
- [2] 郑仁华. 杉木种子园自由授粉子代遗传变异及优良家系遗传型选择[J]. 南京林业大学学报, 2006, 30(1): 8-12
- [3] 郑天汉. 马尾松种子园优良家系选择研究[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(2): 150-154
- [4] 龙光生, 李午平, 葛宜和, 等. 马尾松半同胞优良家系选择研究[J]. 中南林学院学报, 2002, 22(1): 26-30
- [5] 王明庥. 树木育种学概论[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989: 125-126
- [6] 沈熙环. 种子园技术[M]. 北京科学技术出版社, 1992: 114-115
- [7] Kung F H. Improved estimators for provenance breeding values[J]. Silvae Genetica, 1979, 28(2/3): 114-116
- [8] 王明庥. 林木遗传育种学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 156-177
- [9] 乔纳森 H, 赖特 W. 森林遗传学[M]. 郭锡昌, 胡承海, 译. 北京: 中国林业出版社, 1981: 201-214
- [10] Namkoong G. Introduction to quantitative genetics in forestry[M]. London: Castla House Pub, 1981: 210-259
- [11] 黄晓春, 周 诚, 沈家锦. 杉木优良家系的选择研究[J]. 江西林业科技, 1992(5): 8-13

## Combination selection of excellent families and plus trees of *Pinus tabulaeformis*

YANG Pei-hua<sup>1</sup>, FAN Jun-feng<sup>1</sup>, LIU Yong-hong<sup>1</sup>, HAN Chuang-ju<sup>1</sup>,  
XU hua<sup>2</sup>, LI An-ping<sup>3</sup>, XIE Jun-feng<sup>3</sup>, YANG Shi-rong<sup>3</sup>

(1 College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Seeds and Seedlings Station, Forestry Bureau, Xi'an, Shaanxi 710082, China;

3 Forestry Farm of Gucheng, Luonan, Shaanxi 726107, China)

**Abstract:** By means of half-sib progeny test on 45 families of *Pinus tabulaeformis*, 8 excellent families were selected whose average height, breast diameter and volume increased by 18.3%, 28.4% and 91.7% with 12.8%, 11.9% and 30.9% of genetic gains respectively. 44 plus trees were further selected from the excellent families with increases of 29.9%, 36.9% and 128% in average height, breast diameter and volume, and their expectant genetic gains of 11.7%, 15.4% and 43.2% respectively. The excellent individual selected can be used in building seed orchard of higher generation.

**Key words:** *Pinus tabulaeformis*; excellent family; plus tree; combination selection