

# 36个美洲黑杨无性系基本材性 遗传变异的研究\*

姜笑梅 张立非 张绮纹 陈一山 于中奎 谢荷峰

**摘要** 山东省长清县36个8年生美洲黑杨无性系的木材基本密度、纤维长度、树高和胸径在无性系间的变异达极显著水平。用选优法选出5个密度较高、纤维较长、生长较快的优良无性系,它们的引种号分别是13号、3号、34号、22号和8号,除22号起源于加拿大外,其余均起源于美国。木材基本密度、纤维长度、树高和胸径的广义遗传力分别为0.32、0.40、0.43和0.71,材性和生长性状受中等或较强遗传控制。树木生长速度分别与木材基本密度和纤维长度呈微弱遗传负相关和遗传正相关。基本密度和纤维长度两个性状可以独立选择。美洲黑杨在雌雄株的基本密度、纤维长度、树高和胸径4个特性上,两总体平均差异不显著。

**关键词** 美洲黑杨、木材基本密度、纤维长度、遗传变异

美洲黑杨(*Populus deltoides* Martr)是北美重要的树种,具有生长迅速、抗病虫强、材质好等优良性状。1980年以来中国林业科学研究院林业研究所从法国、意大利、加拿大、荷兰、南斯拉夫等国引进了一大批美洲黑杨无性系,于1984年建立了美洲黑杨基因库。本研究从该库中取出36个8年生植株为试验材料,对其树高、胸径和木材基本密度和纤维长度进行测定,研究各无性系的木材基本材性遗传变异,为美洲黑杨无性系选育提供科学依据。

## 1 试材和方法

### 1.1 试验地——基因库设计

黑杨派基因库建于山东省长清县(36°30' N, 116°45' E)。土壤为棕壤,年平均温度14.2℃,极端最高温42.7℃,极端最低温-19.7℃,相对湿度60%,年平均降雨量685mm,无霜期218d,年平均日照2737h。基因库内50个无性系,6株小区随机区组设计,重复3次。株行距为2m×3m。

### 1.2 试材取样和测定

36个无性系,每小区取样2株,重复3次,共213株(表1)。

用生长锥在样树胸径钻取直径为5mm的木芯(从树皮至髓心)。将木芯最外一个生长轮切下,供测定纤维形态,余下部分供测木材基本密度。木芯样品基本密度采用排水法测定,用常规法离析,测纤维长度50次、宽度25次。

1994-01-04 收稿。

姜笑梅副研究员,张立非(中国林业科学研究院木材工业研究所 北京 100091);张绮纹(中国林业科学研究院林业研究所);陈一山、于中奎、谢荷峰(山东省林业厅)。

\* 本研究系1991年世界银行贷款的国家造林推广项目的材性课题的一部分。徐飞丽、张寿槐、骆秀琴和长春市林业局刘挺军参加试验工作,钱培玉在数理统计上给予指导,郝丙业、楚国忠承担部分计算工作。文章经马常耕研究员审阅,并提出宝贵意见,一并致谢。

表 1 美洲黑杨无性系基因资源

| 引种号 | 原编号      | 性别 | 引种国家 | 纬度(° N) | 经度(° W) | 海拔(m) | 起            | 源   |
|-----|----------|----|------|---------|---------|-------|--------------|-----|
| 1   | 2518     | ♀  | 荷兰   | 32 48   |         |       | Mississippi  | 美国  |
| 2   | 2631     | ♂  | 荷兰   | 36 10   |         |       | Tennessee    | 美国  |
| 3   | 2KEN8    | ♂  | 意大利  | 38 50   |         |       | Kentucky     | 美国  |
| 4   | L149A157 | ♀  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 130   | Illinois     | 美国  |
| 5   | L152A77  | ♂  | 法国   | 40 15   | 88 35   | 215   | Illinois     | 美国  |
| 6   | L155A47  | ♂  | 法国   | 40 20   | 89 00   | 205   | Illinois     | 美国  |
| 7   | L149A85  | ♂  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 130   | Illinois     | 美国  |
| 8   | L109-168 | ♂  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 140   | Illinois     | 美国  |
| 9   | L155A92  | ♀  | 法国   | 40 20   | 89 00   | 205   | Illinois     | 美国  |
| 10  | L147A19  | ♀  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 130   | Illinois     | 美国  |
| 11  | L150A68  | ♀  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 140   | Illinois     | 美国  |
| 12  | L106-79  | ♀  | 法国   | 40 20   | 89 55   | 140   | Illinois     | 美国  |
| 13  | H194-297 | ♂  | 法国   | 41 45   | 83 55   | 205   | Ohio         | 美国  |
| 14  | H155A37  | ♂  | 法国   | 40 20   | 89 00   | 205   | Illinois     | 美国  |
| 15  | H192-179 | ♂  | 法国   | 41 45   | 83 55   | 205   | Ohio         | 美国  |
| 16  | L150A64  | ♂  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 140   | Illinois     | 美国  |
| 17  | L147A7   | ♂  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 130   | Illinois     | 美国  |
| 18  | L110-247 | ♂  | 法国   | 40 20   | 90 05   | 135   | Illinois     | 美国  |
| 19  | H194-306 | ♂  | 法国   | 41 45   | 83 55   | 205   | Ohio         | 美国  |
| 20  | D89      | ♂  | 加拿大  | 49 30   |         |       | Newfoundland | 加拿大 |
| 21  | D195     | ♂  | 加拿大  | 54 00   |         |       | Saskatchewan | 加拿大 |
| 22  | D42      | ♂  | 加拿大  | 32 14   | 79 57   |       | Ontario      | 加拿大 |
| 23  | D90      | ♂  | 加拿大  | 48 00   |         |       | Ontario      | 加拿大 |
| 24  | D51      | ♂  | 加拿大  | 51 25   |         |       | Manitoba     | 加拿大 |
| 25  | D54      | ♂  | 加拿大  | 42 58   | 80 27   |       | Ontario      | 加拿大 |
| 26  | D43      | ♀  | 加拿大  | 42 56   |         |       | Ontario      | 加拿大 |
| 27  | D91      | ♂  | 加拿大  | 48 00   |         |       | Ontario      | 加拿大 |
| 28  | D45      | ♂  | 加拿大  | 42 56   | 79 25   |       | Ontario      | 加拿大 |
| 29  | D37      | ♂  | 加拿大  | 43 22   | 79 58   |       | Ontario      | 加拿大 |
| 30  | D69      | ♂  | 加拿大  | 40 00   |         |       | Ohio         | 美国  |
| 31  | D36      | ♂  | 加拿大  | 43 22   | 79 58   |       | Ontario      | 加拿大 |
| 32  | D68      | ♂  | 加拿大  | 39 40   |         |       | Indiana      | 美国  |
| 33  | D189     | ♂  | 加拿大  | 54 30   |         |       | Alberta      | 加拿大 |
| 34  | 63 杨     | ♂  | 意大利  | 33 00   |         |       | Mississippi  | 美国  |
| 35  | 山海关杨     | ♂  | 中国   | 40 00   | 120 15  |       | Shanhaiguan  | 中国  |
| 36  | 69 杨     | ♂  | 意大利  |         |         |       | Illinois     | 美国  |

1.3 统计分析

利用方差分析估计广义遗传力<sup>[1]</sup>,其公式如下:

$$h_b^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2) \quad (h_b^2 = \text{广义遗传力}; \sigma_g^2 = \text{遗传方差分量}; \sigma_e^2 = \text{环境方差分量})$$

依照 Namkoong<sup>[2]</sup>的方法,预估在一定选择强度下木材密度的改良增益。使用 Falconer<sup>[3]</sup>公式计算遗传相关。

遗传相关系数  $r_g = COV_g(x, y) / \sqrt{\sigma_{g_x}^2 \sigma_{g_y}^2}$ ; 表型相关系数  $r_p = COV_p(x, y) / \sqrt{\sigma_{p_x}^2 \sigma_{p_y}^2}$ ; 环境相关系数  $r_e = COV_e(x, y) / \sqrt{\sigma_{e_x}^2 \sigma_{e_y}^2}$  ( $COV_g(x, y)$  = 遗传协方差;  $COV_p(x, y)$  = 表型协方差;  $COV_e(x, y)$  = 环境协方差;  $x, y$  为性状)

利用 4 个主要性状(木材基本密度、纤维长度、树高和胸径)对 36 个无性系选优采用公式:

$$A = \sqrt{\sum_{j=1}^n k_j (1 - a_{ij})^2} \quad (k_j = \text{权重因子}; a_{ij} = \text{各因子的标准化值})$$

## 2 结果和讨论

### 2.1 材性和生长量测定

表 2 表明:木材基本密度的均值  $0.4057 \text{ g/cm}^3$ , 变幅(95%置信区域)为  $0.3853 \sim 0.4260 \text{ g/cm}^3$ , 密度最高和最低的两个无性系差  $0.095 \text{ g/cm}^3$ , 表明最高者在 8 年生时比最低者每立方米木材多积累  $95 \text{ kg}$  干物质。纤维长度的均值  $1.1515 \text{ mm}$ , 变幅为  $0.9473 \sim 1.3557$

表 2 美洲黑杨木材的基本密度、纤维长度及生长量

| 引种号 | 基本密度( $\text{g/cm}^3$ ) |       | 纤维长度(mm) |       | 纤维宽度( $\mu$ ) |      | 长宽比 | 树高(m) |       | 胸径(cm) |       |
|-----|-------------------------|-------|----------|-------|---------------|------|-----|-------|-------|--------|-------|
|     | 平均值                     | 标准差   | 平均值      | 标准差   | 平均值           | 标准差  |     | 平均值   | 标准差   | 平均值    | 标准差   |
| 1   | 0.352                   | 0.005 | 1.143    | 0.041 | 21.21         | 0.87 | 54  | 11.28 | 0.330 | 18.77  | 1.161 |
| 2   | 0.381                   | 0.023 | 1.149    | 0.039 | 22.70         | 0.68 | 50  | 11.96 | 0.320 | 18.05  | 0.552 |
| 3   | 0.437                   | 0.057 | 1.166    | 0.032 | 21.34         | 1.02 | 54  | 11.89 | 0.136 | 16.60  | 0.860 |
| 4   | 0.424                   | 0.018 | 1.158    | 0.041 | 20.16         | 1.02 | 57  | 9.15  | 0.485 | 14.47  | 0.759 |
| 5   | 0.425                   | 0.010 | 1.086    | 0.081 | 19.12         | 0.67 | 56  | 10.54 | 0.330 | 16.33  | 3.726 |
| 6   | 0.445                   | 0.039 | 1.139    | 0.163 | 19.83         | 1.92 | 57  | 8.62  | 0.263 | 12.55  | 1.761 |
| 7   | 0.419                   | 0.030 | 1.138    | 0.045 | 21.60         | 0.57 | 52  | 10.40 | 0.599 | 14.40  | 1.846 |
| 8   | 0.447                   | 0.017 | 1.137    | 0.024 | 19.93         | 1.59 | 57  | 10.72 | 0.146 | 15.49  | 1.407 |
| 9   | 0.399                   | 0.032 | 1.140    | 0.044 | 21.93         | 1.41 | 51  | 10.55 | 1.045 | 14.93  | 0.834 |
| 10  | 0.402                   | 0.025 | 1.075    | 0.086 | 20.36         | 1.51 | 52  | 8.52  | 0.295 | 12.92  | 0.440 |
| 11  | 0.395                   | 0.005 | 1.167    | 0.090 | 21.30         | 1.49 | 54  | 11.21 | 0.344 | 18.20  | 1.499 |
| 12  | 0.405                   | 0.021 | 1.146    | 0.040 | 22.56         | 1.52 | 50  | 10.03 | 0.270 | 13.58  | 1.747 |
| 13  | 0.395                   | 0.031 | 1.173    | 0.048 | 20.03         | 1.76 | 58  | 10.09 | 0.409 | 14.80  | 1.657 |
| 14  | 0.415                   | 0.011 | 1.126    | 0.015 | 21.44         | 1.86 | 52  | 9.86  | 0.146 | 16.23  | 1.668 |
| 15  | 0.394                   | 0.028 | 1.159    | 0.073 | 22.23         | 1.17 | 52  | 8.84  | 0.047 | 12.92  | 1.840 |
| 16  | 0.442                   | 0.040 | 1.186    | 0.036 | 19.83         | 1.15 | 59  | 9.88  | 0.347 | 14.65  | 3.006 |
| 17  | 0.428                   | 0.046 | 1.148    | 0.053 | 19.90         | 1.42 | 57  | 10.37 | 0.464 | 17.00  | 2.899 |
| 18  | 0.414                   | 0.037 | 1.105    | 0.060 | 20.80         | 1.21 | 53  | 9.85  | 0.752 | 14.57  | 1.893 |
| 19  | 0.378                   | 0.033 | 1.036    | 0.072 | 20.23         | 1.39 | 51  | 8.91  | 0.513 | 13.82  | 2.550 |
| 20  | 0.410                   | 0.016 | 1.127    | 0.040 | 19.50         | 0.99 | 57  | 9.44  | 1.001 | 14.30  | 1.003 |
| 21  | 0.427                   | 0.016 | 1.032    | 0.113 | 20.88         | 1.73 | 49  | 6.69  | 0.372 | 6.80   | 0.748 |
| 22  | 0.415                   | 0.020 | 1.304    | 0.039 | 24.20         | 0.83 | 53  | 10.82 | 0.071 | 16.20  | 0.860 |
| 23  | 0.395                   | 0.015 | 1.127    | 0.027 | 21.20         | 1.05 | 53  | 11.17 | 0.118 | 15.50  | 0.424 |
| 24  | 0.387                   | 0.010 | 1.133    | 0.035 | 22.13         | 1.03 | 51  | 11.38 | 0.167 | 14.57  | 0.850 |
| 25  | 0.418                   | 0.019 | 1.143    | 0.056 | 20.56         | 1.45 | 55  | 10.68 | 0.309 | 13.20  | 0.216 |
| 26  | 0.423                   | 0.018 | 1.116    | 0.108 | 20.06         | 1.83 | 55  | 9.99  | 0.204 | 12.98  | 1.667 |
| 27  | 0.355                   | 0.018 | 1.103    | 0.055 | 20.26         | 2.22 | 54  | 10.41 | 0.325 | 16.43  | 2.361 |
| 28  | 0.391                   | 0.008 | 1.103    | 0.076 | 21.16         | 2.09 | 52  | 7.70  | 0.664 | 11.12  | 2.187 |
| 29  | 0.407                   | 0.036 | 1.199    | 0.096 | 21.96         | 2.37 | 54  | 9.15  | 0.886 | 12.62  | 2.301 |
| 30  | 0.401                   | 0.027 | 1.232    | 0.035 | 22.13         | 1.45 | 55  | 8.82  | 0.129 | 14.13  | 1.595 |
| 31  | 0.422                   | 0.029 | 1.237    | 0.036 | 22.12         | 1.44 | 56  | 8.85  | 0.323 | 12.50  | 1.236 |
| 32  | 0.411                   | 0.023 | 1.149    | 0.040 | 21.06         | 1.23 | 54  | 10.20 | 0.393 | 16.28  | 1.145 |
| 33  | 0.369                   | 0.023 | 1.117    | 0.039 | 22.60         | 1.47 | 49  | 9.71  | 0.585 | 13.40  | 1.374 |
| 34  | 0.408                   | 0.015 | 1.175    | 0.028 | 21.73         | 1.20 | 54  | 12.58 | 0.282 | 16.87  | 1.147 |
| 35  | 0.386                   | 0.016 | 1.368    | 0.043 | 24.20         | 1.30 | 56  | 11.68 | 0.311 | 17.40  | 0.852 |
| 36  | 0.382                   | 0.035 | 1.212    | 0.045 | 23.20         | 1.14 | 52  | 7.99  | 2.486 | 9.30   | 6.801 |

mm,纤维最长和最短两个无性系差 0.373 0 mm。树高均值 10.018 m,变幅 8.076~12.060 m,树高最高和最低的相差 5.890 m。胸径均值为 14.558 6 cm,变幅 12.516 6~16.600 6 cm,胸径最粗和最细两个无性系差 11.966 7 cm。方差分析(表 3)说明在 3 个重复内,基本密度、纤维长度、树高差异不显著,而胸径差异显著。在 36 个无性系间,基本密度、纤维长度、树高和胸径的差异均达极显著水平。本实验结果与朱湘渝等<sup>[4]</sup>关于 10 个杨树杂种组合木材密度与纤维变异的报道相近。

表 3 36 个无性系木材基本密度和纤维长度及生长量的方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 基本密度(g/cm <sup>3</sup> ) |           | 纤维长度(mm) |           | 树高(m)   |           | 胸径(cm)   |           |
|------|-----|--------------------------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|----------|-----------|
|      |     | 均方                       | F         | 均方       | F         | 均方      | F         | 均方       | F         |
| 重复   | 2   | 0.000 8                  | 1.151 4   | 1.395 2  | 3.185 5   | 0.074 5 | 0.130 8   | 29.219 7 | 5.422 4** |
| 无性系间 | 35  | 0.001 6                  | 2.419 3** | 1.314 3  | 3.000 7** | 4.850 5 | 8.493 8** | 17.803 2 | 3.303 8** |
| 误差   | 70  | 0.000 6                  |           | 0.438 0  |           | 0.571 1 |           | 5.388 7  |           |

注:\*\* 显著差异,  $P < 0.01$ 。

为了选择材性和生长兼优的美洲黑杨无性系,研究中采用了综合指标评价的选优计算机程序,其中木材基本密度、纤维长度、树高、胸径的权重因子均为 0.25。排序后评选出密度较高、纤维较长和高生长与径向生长均快的优良无性系,它们是 13 号、3 号、34 号、22 号、8 号等无性系。各项性状均差、应淘汰的无性系是 21 号、36 号、28 号、10 号和 19 号。为了证实评选的结果,又试用了郎奎健、唐守正<sup>[5]</sup>的聚类与判别分析中的主成分分析方法,该分析的结果与综合指标评价法的结果十分贴近。

## 2.2 材性和生长性状的遗传力和遗传变异

根据方差分析,估计出木材基本密度、纤维长度、树高和胸径的广义遗传力(表 4)分别为 0.32、0.40、0.43 和 0.71,说明木材的两个主要性状——密度和纤维长度受中等强度遗传效应的控制,与国外学者<sup>[6]</sup>对颤杨(*Populus tremuloides* Michx.)的木材密度和纤维长度的广义遗传力的报道近似。树高生长特别是胸径生长受较强遗传效应控制。各项遗传参数(表 4)说明美洲黑杨无性系具有改良的潜力。木材密度决定单位体积的干物质产量,不仅是工业用材材性的重要指标,也与造纸制浆得率直接相关。纤维形态(包括长度、长宽比、壁腔比)直接影响纸张质量,所以对无性系的木材密度、纤维长度和生长量进行选择可获得好的改良效果。

表 4 木材密度、纤维长度及生长量的遗传参数

| 性状                       | 遗传方差      | 环境方差     | 表型方差      | 遗传变异系数 (%) | 表型变异系数 (%) | 广义遗传力   |
|--------------------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|---------|
| 基本密度(g/cm <sup>3</sup> ) | 0.000 317 | 0.000 67 | 0.000 987 | 7.814 29   | 24.330 3   | 0.321 2 |
| 纤维长度(mm)                 | 0.292 1   | 0.437 99 | 0.730 09  | 2.536 67   | 6.340 28   | 0.400 1 |
| 树高(m)                    | 1.426 5   | 0.571 07 | 1.997 57  | 14.239 3   | 19.939 8   | 0.434 4 |
| 胸径(cm)                   | 4.138 2   | 5.388 67 | 9.526 87  | 28.424 4   | 65.438 1   | 0.714 1 |

本研究还对木材密度的遗传增益进行估测<sup>[2]</sup>,以改良木材密度为目的而进行选择时,一般采用 50% 的入选率( $i=0.798$ )较为适宜,则木材密度遗传增益  $\Delta G_p=0.010 03 \text{ g/cm}^3$ ,从数值上看起来似乎不高,但木材密度的微小变化,在大面积的干物质质量上所产生的变化和效益的差别仍是值得重视的<sup>[7]</sup>。

### 2.3 材性和生长速度相关性

216 株 8 年生美洲黑杨无性系的分析结果(表 5)说明,木材密度与胸径呈微弱遗传负相关,与树高不相关。纤维长度与树高和胸径呈显著和弱遗传正相关。Zobel<sup>[8]</sup>指出树木生长速度与木材密度和纤维长度之间的相关性,因树种、树龄和地理位置不同而异,有的明显

相关,有的不相关。本实验结果说明生长快的树木,其木材密度在总体上有下降的趋势,其纤维长度有增长的趋势。与 Bannister 等<sup>[8]</sup>对辐射松(*Pinus radiata* D. Don)研究结果相似,即木材密度和生长速度呈微弱负相关。Mia 等<sup>[8]</sup>在研究日本柳杉[*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don]时也指出,生长快的树木具较低基本密度和较长纤维。但不意味着所有生长快的无性系其密度都低,有一些无性系生长快,同时也具较高的密度,如上述选出的 5 个优良无性系就是代表。生长速度与密度呈负遗传相关,而与纤维长呈正遗传相关,证明木材密度和纤维长度,这两个性状在遗传上可能是相互独立的,受不同遗传机制控制,这两个性状可以独立进行选择,进而可培育出木材密度较高和纤维较长而又速生的品种。

### 2.4 雌雄株在材性和生长上差异

研究表明美洲黑杨雌株比雄株的木材基本密度高 3.5%,树高 1.6%;而雄株比雌株的纤维长 2%,胸径粗 2.5%,这与对毛白杨(*P. tomentosa* Carr.)的报道相近<sup>[9,10]</sup>,*t* 值检验(表 6)说明,雌雄株的 4 个特性两总体平均数差异均不显著。如果将美洲黑杨作为用材或

行道树种,建议采用雄株,单独育苗及造林,以提高纤维长度,防止雌株开花后“杨絮”过多,影响城市环境卫生。

表 5 木材基本密度和纤维长度与生长速度相关性

| 项 目  | 遗传相关 | 表型相关     | 环境相关      |           |
|------|------|----------|-----------|-----------|
| 基本密度 | 树 高  | -0.035 0 | -0.211 9  | -0.326 1* |
|      | 胸 径  | -0.101 6 | -0.317 2* | -0.401 6* |
| 纤维长度 | 树 高  | 0.408 8* | 0.317 1   | 0.237 9   |
|      | 胸 径  | 0.323 3  | 0.337 5*  | 0.348 0*  |

注: \* 显著相关  $P < 0.05 (n = 35)$ 。

表 6 雌雄株木材材性和生长差异的 *t* 值检验

| 性 状        | 基本密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 纤维长度<br>(μm) | 树 高<br>(m) | 胸 径<br>(cm) |
|------------|------------------------------|--------------|------------|-------------|
| ♀          | 0.405 6                      | 1 133.8      | 9.68       | 14.57       |
| ♂          | 0.392 1                      | 1 156.6      | 9.83       | 14.22       |
| <i>t</i> 值 | 0.884 8                      | 0.468 0      | 1.805 6    | 0.259 3     |

### 参 考 文 献

- 1 黄金龙,孙其信,张爱民,等. 电子计算机在遗传育种中的应用. 北京:农业出版社,1991.
- 2 Namkoong G. Introduction to quantitative genetics in forestry. London: Castle House Pub., 1981.
- 3 Falconer R S. Introduction to quantitative genetics. second edition, New York: Longma Inc., 1981.
- 4 朱湘渝,王瑞玲,佟永昌,等. 10 个杨树杂种组合木材密度与纤维遗传变异研究. 林业科学研究,1993,6(2):131~135.
- 5 郎奎健,唐守正. IBMPC 系列程序集——数理统计调查规划经营管理. 北京:1987.
- 6 Yanchuk A D, Dancik B P, Micko M M. Variation and heriability of wood density and fibre length of trembling aspen in Alberta. Canada Silvae Genetica,1984,33(1):11~16.
- 7 Zobel B J, Buijten J P. Wood density of the southern pines. North Carolin Agric. Exp. Stn. Jech. Bull., 1972.
- 8 Zobel B J, Buijten J P. Wood variation—its causes and control. New York, London, Paris, Tokyo: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1989.
- 9 朱振文,李福成. 毛白杨雄株和雌株木材纤维形态的差别及树枝纤维利用的研究. 杨树学术会议论文集,北京:农业出版社,1964.
- 10 佟永昌. 毛白杨雌雄株生长及形态的差异研究. 杨树学术会议论文集. 北京:农业出版社,1964.

## Genetic Variation in Basic Wood Properties of 36 Clones of *Populus deltoides*

Jiang Xiaomei   Zhang Lifei   Zhang Qiwen  
Chen Yishan   Yu Zhongkui   Xie Hefeng

**Abstract** 36 8-year-old clones of *Populus deltoides* Marttr from the gene-pool in Changqing County, Shandong Province were used as testing material. Their wood basic density, fiber length, tree height and DBH were measured and analysed. The results show: a significant variance was observed in 4 traits among the 36 clones. 5 fine clones with higher density, longer fiber and faster growth were selected to be the best clones by optimization. Genetic variation of wood basic properties and tree growth were analysed. The broad-sense heritabilities for basic density (0.32), fiber length (0.40), tree height (0.43), DBH (0.71) of 36 clones were calculated. These results showed that these basic wood properties and tree growth were under moderate and stronger genetic control. There was a slight negative genetic correlation between the wood basic density and tree growth rate, as well as a positive genetic correlation between the fiber length and tree growth rate. The traits of density and length can be selected independently. The genetic parameters of wood basic properties and tree growth were put forward for the introduction of *P. deltoides*. Moreover, the wood basic density, fiber length, tree height and DBH of female and male trees were compared. The differences of 4 traits between female and male trees were not significant.

**Key words** *Populus deltoides*, wood basic density, fiber length, genetic variation

---

Jiang Xiaomei, Associate Professor, Zhang Lifei (The Research Institute of Wood Industry, CAF Beijing 100091); Zhang Qiwen (The Research Institute of Forestry, CAF); Chen Yishan, Yu Zhongkui, Xie Hefeng (Forestry Bureau of Shandong Province).