

文章编号: 1001-1498(2008)05-0652-05

# 广西凭祥西南桦种源家系选择试验 I 幼林生长性状的变异

郭文福<sup>1</sup>, 曾杰<sup>2</sup>, 黎明<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院热带林业实验中心, 广西 凭祥 532600; 2. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520)

**摘要:**应用 25 个地理种源 400 余个家系在广西凭祥进行西南桦种源家系联合筛选试验, 对 1~4 年生幼林进行了生长性状遗传变异分析, 结果表明: (1) 不同西南桦种源间和家系间的树高和胸径生长均差异极显著; (2) 各种源树高和胸径均与其产地经度极显著相关; (3) 不同林龄间种源和家系的树高和胸径生长量的相关分析表明, 种源选择的可靠性逐年增加; (4) 以 4 年生时生长性状作早期评价, 发现大多数优良种源、家系来自广西, 可见西南桦种源选择以就近种源较好。

**关键词:**西南桦; 种源; 家系; 生长性状变异

中图分类号: S722.7

文献标识码: A

## Provenance and Family Trials for *Betula alnoides* in Pingxiang, Guangxi I Early Variation of Growth Traits

GUO Wen-fu<sup>1</sup>, ZENG Jie<sup>2</sup>, LIMing<sup>1</sup>

(1. Experimental Center of Tropical Forestry, CAF, Pingxiang 532600, Guangxi, China;

2. Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

**Abstract:** A provenance and family trial of *Betula alnoides* was conducted in Pingxiang of Guangxi, with 25 provenances and 400 families involved. The genetic variation of growth traits were analyzed in the first four years. It was shown that there were highly significant differences in height (H) and diameter at breast height (DBH) among provenances as well as families, and the height and DBH of provenances were remarkably correlated to the longitudes of their seed sources, respectively. It was inferred that provenance selection was more highly reliable with age of the tree getting older based on the result of correlation analysis on growth performance at different ages, and the priority should be given to the provenances near the site for plantation development of this species since most provenances from Guangxi grew the best.

**Key words:** *Betula alnoides*; provenance and family test; growth variation

西南桦 (*Betula alnoides* Buch-Ham. ex D. Don) 为桦木科桦木属树种, 在我国滇西、滇西南、滇南、滇东南、桂西、桂西南以及黔西南有自然分布, 其中心分布区位于 21°30' ~ 26°N, 97° ~ 108°E<sup>[1]</sup>。西南桦耐干旱瘠薄, 生长迅速, 干形通直, 纹理直, 色泽美

观, 材质优良, 是我国热带南亚热带地区优良乡土阔叶用材树种。20 世纪 70 年代末开始西南桦人工造林, 现已发展西南桦人工林 5 万 hm<sup>2[2-3]</sup>; 而西南桦良种选育研究“九五”才开始, 除在其自然分布区内的云南和广西开展地理种源试验外, 还引种至广东、

收稿日期: 2008-01-15

基金项目: 国家“十一五”科技支撑子专题“优质珍贵用材树种西南桦新品种选育”(2006BAD01A1603-3)及“热带林木基因资源创新利用研究”(2006BAD13B07-2)的部分内容

作者简介: 郭文福(1962—), 广西北流人, 高级工程师, 主要从事热带、南亚热带珍贵树种种质资源收集与保存、良种选育及栽培技术研究。

福建等地。目前,其苗期及幼林阶段的地理种源试验研究结果已有陆续报道<sup>[4-9]</sup>,但这些试验参与的种源/家系数量偏少,而且多为苗期或仅为 1~2 年生试验林的结果。2002 年以来,作者利用采自云南和广西 2 省(区)西南桦中心分布区的 25 个地理种源 400 余个家系种子,在广西凭祥进行种源与家系联合筛选苗期及造林试验,其苗期试验研究结果已发表<sup>[6]</sup>。如此大规模收集种质资源开展种源家系联合筛选试验,在西南桦类似试验中,乃至我国其它主要造林树种中尚不多见。本文对该试验 1~4 年生幼林的生长表现进行研究,分析不同西南桦种源、家系林木生长性状的变异规律,初步筛选出一批优良的种源、家系,为西南桦进一步的遗传改良和推广工作奠定基础。

## 1 试验地概况

西南桦种源与家系联合试验铺设在广西凭祥市东部(22°02'N, 106°51'E)的热带林业实验中心伏波实验场。地貌为低山,海拔 550 m,属北热带季风气候,年均气温 20.2℃,年均降水量 1 350 mm,相对湿度 80%。土壤为花岗岩发育的山地红壤,风化层厚达 5 m,土层厚 1.5 m 以上,pH 值 4.3,有机质 30~50 g·kg<sup>-1</sup>,土壤较肥沃。试验地前茬为马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)人工林,立地指数为 18(马尾松,20 a)。

## 2 材料与方法

### 2.1 供试种子

试验种子为中国林业科学研究院热带林业研究所于 1999—2000 年采自广西和云南两省区,共 25 个种源,400 余个家系。由于部分家系未培育出足够苗木,实际有 350 个家系参与造林试验。各种源、家系的具体情况参见文献[6,8]。

### 2.2 方法

2.2.1 试验设计 试验按随机区组试验设计,单株小区,18 次重复,各区组内种源随机排列,各种源内家系随机排列。同一区组内立地条件基本保持一致,而不同区组间的立地条件则有较大差异。部分区组在山的 中上部,土层稍薄而干燥,立地质量稍差;部分区组在山坡的中下部,土层深厚,土壤肥沃,立地条件较好。

2.2.2 造林苗木及造林措施 造林苗木为 2002 年 8 月开始播种培育的容器苗,苗龄 7 个月,平均

苗高约 20 cm。采取我国南方常规方法整地,于 2003 年 3 月在马尾松采伐迹地上砍杂炼山后,按块状整地方式挖种植穴。穴规格(长×宽×深)为 60 cm×60 cm×35 cm,株行距 2 m×3 m。为保证试验条件的一致性,造林前后均不施基肥和追肥。造林定植时间为 2003 年 4 月下旬。由于造林季节遇到连续多日高温干旱天气,严重影响幼苗的成活,本试验在当年 6 月和次年 2 月用同一批苗木相同家系编号的备用苗分别进行 2 次补植。补植后林分总成活率达 95%。造林后 3 a 内,每年铲草抚育 2 次。

2.2.3 生长观测 于每年冬季进行生长调查 1 次。第 1 年调查每木树高、造林成活率;第 2~4 年调查每木树高、胸径。

2.2.4 数据处理 林木生长观测数据的方差分析和相关分析采用 SPSS10.0 统计软件计算<sup>[10]</sup>;广义遗传力按式(1)估算<sup>[11]</sup>:

$$h_b^2 = (MSp - MSe) / (MSp + (r - 1) MSe) \quad (1)$$

式(1)中:MSp 为种源均方差, MSe 为随机均方差, r 为重复数。

## 3 结果与分析

### 3.1 种源间林木生长性状变异

方差分析结果表明:4 年生时种源间平均树高和平均胸径的差异均达极显著水平( $P < 0.01$ ,下同);树高和胸径的种源广义遗传力( $h_b^2$ )分别为 0.554 4 和 0.638 1,均达 0.5 以上的高遗传力水平;不同区组间树高和胸径的差异也达极显著水平,而且种源与区组的交互作用也达极显著水平。由于不同区组的立地条件有较大差异,说明立地条件对西南桦生长也有较大影响。

种源间平均树高和胸径的变异系数分别为 8.84% 和 21.26%,比大多数种源内家系间的树高和胸径的变异系数大(表 1)。由此表明,不同种源林木生长性状的变异比种源内家系间的变异大,说明种源选择具有极重要的意义。

按平均树高的高低排名,前 5 名种源平均树高为 5.74 m,比 25 个参试种源的平均值(5.18 m)高 10.8%,比最后 5 名种源的平均值(4.58 m)高 25.3%;树高前 5 名种源的平均胸径为 6.08 cm,比 25 个参试种源的平均胸径(5.11 cm)大 19.0%,比最后 5 名种源的平均胸径(4.15 cm)大 46.5%(表 1)。

表 1 不同西南桦种源 4 年生时的生长表现

| 种源代号 | 种源地   | 树高     |           |            | 胸径      |           |            |
|------|-------|--------|-----------|------------|---------|-----------|------------|
|      |       | 平均值 /m | 变幅 /m     | 家系间变异系数 /% | 平均值 /cm | 变幅 /cm    | 家系间变异系数 /% |
| 1    | 云南勐腊  | 5.31   | 4.74~6.37 | 8.07       | 4.88    | 4.08~5.90 | 9.88       |
| 2    | 云南元阳  | 5.42   | 4.81~6.53 | 7.71       | 5.28    | 4.68~6.51 | 7.73       |
| 3    | 云南墨江  | 5.02   | 4.55~5.89 | 2.53       | 4.85    | 3.98~7.06 | 11.46      |
| 4    | 云南景洪  | 4.99   | 3.96~5.77 | 5.06       | 4.60    | 3.52~5.95 | 12.24      |
| 5    | 云南西畴  | 6.12   | 5.41~6.90 | 4.03       | 6.54    | 5.50~7.32 | 5.69       |
| 6    | 云南镇沅  | 4.50   | 3.63~5.57 | 4.40       | 4.08    | 3.13~5.07 | 6.10       |
| 7    | 云南腾冲  | 5.02   | 4.78~5.54 | 2.51       | 4.87    | 4.42~5.76 | 7.48       |
| 8    | 云南景谷  | 5.24   | 4.13~8.50 | 18.34      | 4.79    | 3.37~9.90 | 45.11      |
| 9    | 云南瑞丽  | 4.49   | 3.61~5.30 | 3.71       | 3.92    | 2.78~5.12 | 9.07       |
| 10   | 云南凤庆  | 4.24   | 3.24~5.33 | 8.52       | 3.81    | 2.34~5.30 | 18.46      |
| 11   | 云南屏边  | 5.44   | 4.44~6.26 | 4.18       | 5.34    | 3.95~6.37 | 8.17       |
| 12   | 云南江城  | 4.89   | 4.30~5.34 | 1.19       | 4.67    | 3.93~5.38 | 3.49       |
| 13   | 云南双江  | 4.88   | 3.73~6.06 | 7.94       | 4.49    | 2.97~5.78 | 15.11      |
| 14   | 云南澜沧  | 4.81   | 3.85~6.19 | 6.35       | 4.47    | 3.00~5.88 | 12.75      |
| 15   | 广西凌云  | 5.67   | 4.90~6.13 | 3.33       | 6.04    | 4.85~6.86 | 9.13       |
| 16   | 广西大青山 | 5.69   | 4.26~6.88 | 6.35       | 6.12    | 4.18~7.39 | 13.37      |
| 17   | 广西东兰  | 5.44   | 5.13~5.64 | 0.89       | 5.75    | 4.91~6.49 | 7.42       |
| 18   | 广西田林  | 5.41   | 4.68~6.21 | 3.06       | 5.48    | 4.30~7.46 | 10.09      |
| 19   | 广西德保  | 5.66   | 4.89~6.49 | 6.77       | 5.93    | 4.96~6.85 | 11.28      |
| 20   | 广西天峨  | 4.88   | 4.35~5.47 | 3.54       | 4.93    | 4.09~5.81 | 8.72       |
| 21   | 广西平果  | 5.15   | 4.19~6.00 | 6.90       | 5.56    | 4.13~6.87 | 12.34      |
| 22   | 广西百色  | 5.13   | 3.40~6.23 | 7.90       | 5.28    | 2.40~6.79 | 17.78      |
| 23   | 广西田阳  | 5.25   | 4.60~5.99 | 2.65       | 5.07    | 4.01~5.98 | 8.14       |
| 24   | 广西靖西  | 5.54   | 4.69~6.22 | 2.93       | 5.73    | 4.56~6.74 | 8.28       |
| 25   | 广西那坡  | 5.39   | 4.09~6.70 | 6.99       | 5.28    | 3.86~6.96 | 12.23      |

### 3.2 家系间林木生长性状变异

4 年生时家系间的平均树高和胸径差异均达极显著水平;树高和胸径的家系广义遗传力分别为 0.065 5 和 0.091 2,均属低遗传力水平;区组间的树高和胸径差异也达极显著水平,而家系与区组的交叉作用差异未达显著水平。由此可见,西南桦除种源选择具有重要意义外,在优良种源内选择优良家系也具有显著效果;与种源分析结果一样,区组(即立地因素)对家系的影响也达极显著水平。

### 3.3 生长性状的相关性分析

3.3.1 生长性状间及其与地理因子间的相关性分析 4 年生时 25 个参试种源的平均树高和胸径间及其与产地经纬度、海拔间的相关性分析结果(表 2)表明:树高与胸径间呈极显著相关;树高和胸径均与产地经度达极显著相关,而与产地纬度、海拔均呈负相关,但未达显著水平。

表 2 4 年生时西南桦 25 个种源生长性状与产地经纬度、海拔的相关性

| 项目 | 树高 | 胸径      | 经度      | 纬度     | 海拔     |
|----|----|---------|---------|--------|--------|
| 树高 | 1  | 0.950** | 0.543** | -0.154 | -0.273 |
| 胸径 |    | 1       | 0.579** | -0.077 | -0.246 |

注: \*\*表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

3.3.2 不同林龄间种源、家系树高和胸径生长的相关性分析 对 25 个种源 1~4 年生的平均树高进行相关性分析,结果(表 3)表明:不同林龄间种源的平均树高相关显著,其中 4 年生与 3 年生时相关性最大(0.922 3),达极显著水平;但 4、3 年生的平均树高与 1 年生的均呈负相关,但相关不显著。

对参试的 350 个家系 1~4 年生的平均树高进行相关性分析,结果(表 3)表明:不同林龄间家系的平均树高的相关性均达显著水平,林龄相差越小,其相关性越强;4 年生与 3 年生时家系的平均树高间的相关系数最大(0.807 6),而 1 年生与 4 年生时家系的平均树高间的相关系数最小(0.116 8)。由此可见,4 年生之前各个种源和家系树高生长的遗传表现尚未稳定,这与本试验造林当年及次年进行过 2 次数较大的补植也有一定关系。

因 1 年生时部分林木未达胸径测量的高度,因此,用 2~4 年生的观测数据进行相关性分析。无论是种源还是家系,不同林龄间胸径的相关性规律与树高基本一致,4 年生与 3 年生时胸径间的相关系数最大(家系间为 0.807 9,种源间为 0.912 4),均达极显著水平(表 3)。

表 3 不同林龄间西南桦种源、家系平均树高、胸径生长的相关性

| 林龄 /a | 种源林龄 /a               |                       |                       | 家系林龄 /a               |                       |                       |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|       | 2                     | 3                     | 4                     | 2                     | 3                     | 4                     |
| 1     | 0.399 8 <sup>*</sup>  | - 0.03                | - 0.24                | 0.542 1 <sup>**</sup> | 0.351 2 <sup>**</sup> | 0.116 8 <sup>*</sup>  |
| 2     | 1                     | 0.766 4 <sup>**</sup> | 0.598 5 <sup>**</sup> | 1                     | 0.743 5 <sup>**</sup> | 0.584 5 <sup>**</sup> |
| 3     | 0.783 8 <sup>**</sup> | 1                     | 0.922 3 <sup>**</sup> | 0.459 2 <sup>**</sup> | 1                     | 0.807 6 <sup>**</sup> |
| 4     | 0.656 5 <sup>**</sup> | 0.912 4 <sup>**</sup> | 1                     | 0.340 9 <sup>**</sup> | 0.807 9 <sup>**</sup> | 1                     |

注: \*\*表示相关达极显著水平 ( $\alpha=0.01$ ), \*表示相关达显著水平 ( $\alpha=0.05$ ); (2) 无论种源还是家系,上、下半角分别为树高、胸径的相关系数。

### 3.4 种源和家系早期生长评价

因胸径与树高间具有较高的相关性(表 2),因此依据树高指标对种源、家系进行早期生长评价和论述。

4年生时平均树高排前 5名的种源分别为云南西畴(6.12 m)、广西大青山(本地种源,5.69 m)、广西凌云(5.67 m)、广西德保(5.66 m)、广西靖西(5.54 m)。可见,生长表现好的种源以广西种源占绝大多数。

由于参试家系数目较大,无法进行家系间的多重比较分析,因此仅依据各家系树高的平均值进行排序(表 4)。前 50名家系的平均树高为 6.12 m,比所有参试家系的树高平均值(5.11 m)高 19.8%,比后 50名家系的平均值(4.02 m)高 52.2%。在前 50名家系中,有 33个家系来自广西种源(占 66%),而在后 50名家系中,来自广西的家系仅占 18%,说明与本试验点地理位置较近的几个广西种源的生长表现有较大优势。

## 4 结论与讨论

(1)不同种源或家系间树高和胸径生长差异极显著,种源间的树高生长变异比大多数种源内家系间的变异大,不同种源树高和胸径的广义遗传力(分别为 0.554 4和 0.638 1)均达高遗传力水平,但不同家系树高和胸径的广义遗传力较低。因此,西南桦种源选择具有重要价值,造林时应优先进行种源选择,然后在优良种源区内再进行家系选择;同时,不可忽视立地因素对西南桦生长的影响。

(2)4年生西南桦种源的树高和胸径分别与产地的经度均存在显著相关性,而与产地的纬度和海拔相关不显著。

(3)无论种源还是家系,不同林龄间种源或家系间西南桦生长表现相关显著或极显著,而且林龄相差越大,相关性越强,4年生与 3年生时生长表现

表 4 4年生西南桦各家系树高排序前、后 50名的情况

| 家系       | 种源号 | 种源地   | 所属家系      |         | 家系数 / 个 |
|----------|-----|-------|-----------|---------|---------|
|          |     |       | 树高 /m     | 排名      |         |
| 前 50 名家系 | 16  | 广西大青山 | 5.81~6.88 | 2~48    | 11      |
|          | 5   | 云南西畴  | 6.09~6.90 | 1~25    | 6       |
|          | 24  | 广西靖西  | 5.80~6.22 | 14~49   | 4       |
|          | 15  | 广西凌云  | 5.91~6.13 | 20~37   | 4       |
|          | 25  | 广西那坡  | 5.80~6.70 | 4~50    | 4       |
|          | 21  | 广西平果  | 5.83~6.00 | 28~46   | 3       |
|          | 11  | 云南屏边  | 5.91~6.26 | 12~39   | 3       |
|          | 22  | 广西百色  | 6.11~6.23 | 13~23   | 2       |
|          | 19  | 广西德保  | 6.31~6.49 | 6~10    | 2       |
|          | 18  | 广西田林  | 5.96~6.21 | 15      | 2       |
|          | 13  | 云南双江  | 5.84~6.06 | 27~44   | 2       |
|          | 2   | 云南元阳  | 5.86~6.53 | 5~42    | 2       |
|          | 23  | 广西田阳  | 5.99      | 29      | 1       |
|          | 8   | 云南景谷  | 5.81      | 47      | 1       |
|          | 14  | 云南澜沧  | 6.19      | 18      | 1       |
| 后 50 名家系 | 1   | 云南勐腊  | 6.37      | 8       | 1       |
|          | 3   | 云南墨江  | 5.89      | 41      | 1       |
|          | 10  | 云南凤庆  | 3.24~4.27 | 320~350 | 11      |
|          | 6   | 云南镇沅  | 3.63~4.39 | 306~346 | 10      |
|          | 9   | 云南瑞丽  | 3.61~4.43 | 301~347 | 8       |
|          | 14  | 云南澜沧  | 3.85~4.39 | 304~338 | 4       |
|          | 13  | 云南双江  | 3.73~4.38 | 307~343 | 4       |
|          | 21  | 广西平果  | 4.19~4.31 | 314~326 | 3       |
|          | 25  | 广西那坡  | 4.08~4.42 | 302~332 | 2       |
|          | 20  | 广西天峨  | 4.35~4.39 | 305~311 | 2       |
|          | 8   | 云南景谷  | 4.13~4.40 | 303~328 | 2       |
|          | 22  | 广西百色  | 4.10      | 331     | 1       |
|          | 16  | 广西大青山 | 4.26      | 322     | 1       |
|          | 12  | 云南江城  | 4.30      | 315     | 1       |
|          | 4   | 云南景洪  | 3.96      | 337     | 1       |

的相关系数最大,说明西南桦 4年生前种源选择的可靠性逐年增加,但还不稳定,因此,还需对试验进一步研究。

(4)广西凭祥试点西南桦生长表现优良的种源、家系大多来自广西,因此在尚未进行种源试验的地区发展西南桦时,建议首选本地种源或靠近本地的种源。

### 参考文献:

[1] 曾 杰, 郑海水, 翁启杰. 我国西南桦的地理分布与适生条件 [J]. 林业科学研究, 1999, 12 (5): 479 - 484

- [2] 王达明, 杨绍增, 王端荣, 等. 西南桦育苗技术研究 [J]. 云南林业科技, 1992 (4): 13 - 211
- [3] 曾 杰, 郭文福, 赵志刚, 等. 我国西南桦研究的回顾与展望 [J]. 林业科学研究, 2006, 19 (3): 379 - 384
- [4] 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
- [5] 郑海水, 陈玉培, 曾 杰, 等. 不同种源西南桦在云南景东的生长差异 [J]. 林业科学研究, 2005, 18 (6): 657 - 661
- [6] 郭文福, 黎 明, 曾 杰. 西南桦种源 (家系) 联合试验苗木生长观察 [J]. 广西林业科学, 2005, 34 (2): 63 - 68
- [7] 黄林青. 福建南安五台山西南桦不同种源生长差异比较 [J]. 福建林业科技, 2006, 33 (4): 146 - 151
- [8] 陈国彪. 福建漳州西南桦种源家系试验初报 [J]. 福建林业科技, 2005, 32 (3): 78 - 81
- [9] 周凤林, 史富强. 西南桦优良家系的早期选择研究 [J]. 云南农业大学学报, 2005, 20 (5): 627 - 631
- [10] 苏金明, 傅荣华, 周建斌, 等. 统计软件 SPSS for Windows 实用指南 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2001
- [11] 顾万春. 统计遗传学 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 285

## 《中国种业》征订启事

《中国种业》是由农业部主管, 中国农业科学院作物科学研究所和中国种子协会共同主办的全国性、专业性、技术性种业科技期刊。该刊系全国中文核心期刊、全国优秀农业期刊。

刊物目标定位: 以行业导刊的面目出现, 在新的一年里力争在本行业扩大发行量, 并做到权威性、真实性和及时性。覆盖行业范围: 大田作物、蔬菜、花卉、林木、果树、草坪、牧草、特种种植、种子机械等, 信息量大, 技术实用。

读者对象: 各级种子管理、经营企业的领导和技术人员, 各级农业科研、推广部门人员, 大中专农业院校师生, 农村专业户和广大农业生产经营者。

月刊, 大 16 开本, 每期 5.80 元, 全年 69.60 元。国内统一刊号: CN 11-4413/S, 国际标准刊号: ISSN 1671-895X, 全国各地邮局均可订阅, 亦可直接汇款至编辑部订阅, 挂号需每期另加 3 元。 邮发代号: 82-132

地 址: (100081) 北京市中关村南大街 12 号中国农业科学院

电 话: 010 - 62180279 (编辑部)      010 - 62186657 (广告发行部)

传 真: 010 - 62180279

E-mail: chinaseedqks@sina.com

chinaseedqks@163.com