

文章编号: 1001-1498(1999) 05-0534-05

马尾松种源苗期抗寒性研究

荣文琛¹, 秦国峰¹, 吴天林¹, 王明庚², 骆启斌³

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江富阳 311400;

2. 河南省桐柏县林业局, 河南桐柏 474750; 3. 安徽省六安市林木良种场, 安徽六安 237000)

关键词: 马尾松; 种源; 抗寒性

中图分类号: S722.7 文献标识码: A

马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)是我国亚热带最重要的用材树种之一,分布遍及南方15个省(区),面积达200万km²。马尾松种源间在生长、干形、形态、适应性等性状方面存在显著差异^[1],但关于马尾松种源抗寒性研究尚少见报道。

本研究旨在了解马尾松种源抗寒性能差异,了解低纬度优良种源北移的范围和极限,为不同生态区筛选适生优质种源提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1993年底在马尾松全分布区内按经纬跨度,采集10个具代表性种源(其中5个种源共含31个家系)种子,1994年分别在浙江桐庐县分水镇、安徽六安市林木良种场、河南桐柏县苗圃育苗,每点4个重复,完全随机区组,当年造林(产地、试验点气候概况均见表1)。

表1 参试马尾松种源、家系原产地及试验点立地和气候概况

| 项 目 | 地理坐标 | | 年均温/ / | 绝对低温/ / | 10 积温 / | 无霜期/ / | 年降水量/ mm | 海拔高/ m | |
|---------|---------|-------|-----------|------------|------------|-----------|-------------|-----------|-------|
| | (°N) | (°E) | | | | | | | |
| 参 试 种 源 | 广 西 宁 明 | 22.10 | 107.24 | 20.8 | 0.4 | 7 335.5 | 315 | 1 304.8 | 25.4 |
| | 广 西 容 县 | 22.14 | 110.24 | 22.4 | - 1.2 | 7 092.5 | 352 | 1 454.8 | 11.2 |
| | 广 东 信 宜 | 22.34 | 110.92 | 22.3 | 0.5 | 7 910.6 | 286 | 1 777.4 | 21.8 |
| | 广 东 博 罗 | 23.28 | 114.96 | 22.1 | 0.8 | 7 332.8 | 318 | 1 794.4 | 16.3 |
| | 福 建 武 平 | 24.33 | 116.35 | 17.8 | - 0.4 | 6 849.5 | 272 | 1 695.3 | 38.3 |
| | 江 西 安 远 | 25.23 | 115.20 | 18.4 | - 3.6 | 5 598.0 | 305 | 1 548.3 | 15.3 |
| | 江 西 分 宜 | 27.58 | 114.52 | 15.8 | - 8.7 | 5 548.2 | 252 | 1 590.9 | 76.8 |
| | 湖 南 怀 化 | 28.42 | 109.34 | 16.8 | - 14.2 | 5 592.0 | 250 | 1 374.2 | 4.5 |
| | 浙 江 淳 安 | 29.36 | 119.02 | 16.3 | - 10.2 | 4 944.5 | 242 | 1 602.8 | 41.3 |
| | 湖 北 枝 城 | 30.48 | 113.92 | 15.7 | - 17.4 | 4 390.0 | 225 | 1 418.7 | 2.8 |
| 试 验 点 | 浙 江 桐 庐 | 29.47 | 119.34 | 15.8 | - 11.3 | 5 138.9 | 234 | 1 526.3 | 22.8 |
| | 安 徽 六 安 | 31.65 | 116.20 | 16.1 | - 18.7 | 4 902.5 | 225 | 1 239.8 | 60.1 |
| | 河 南 桐 柏 | 32.63 | 113.68 | 15.3 | - 18.7 | 4 880.7 | 220 | 1 197.4 | 145.2 |

收稿日期: 1997-12-22; 修订日期: 1998-10-15

基金项目: 世界银行贷款国家造林项目马尾松课题研究内容的一部分。

第一作者简介: 荣文琛(1949-),男,江苏无锡人,副研究员。现已调入江苏省无锡市无锡轻工业学院。

1.2 试验方法

1.2.1 苗期冻害表型测定 1994年1月调查冻害,方法参照火炬松冻害田间测定5级标准^[2]:0级:未受冻害,针叶未变色,代表值为0;1级:轻微冻害,针叶梢变黄,代表值为1;2级:中度冻害,针叶1/2变黄或侧梢冻死,代表值为2;3级:较严重冻害,针叶大部分变黄或主侧枝冻死,代表值为3;4级:严重冻害,针叶全部枯黄或主侧枝全部冻死,代表值为4。

每个处理随机测定50株苗,将不同单株的冻害级值换算成冻害指数。同时调查封顶率(统计分析时经 $(1+X)^{1/2}$ 数据转换)和苗高生长。

1.2.2 室内电导率分析

采样:1994年12月底在苗圃采样,每处理选取无病虫害苗木5~6株,洗净晾干,去顶梢后截取20cm苗茎,剪成2cm长小段备用。

测定方法:样品装入聚乙烯袋,在低温冰箱中以每小时4~6℃的速度降温定时处理;样品置去离子水中回温;取出吸干,放入盛50mL去离子水的三角烧瓶中盖好,在20℃下恒温浸提24h,并不定时摇动。采用DDS-11A型电导仪和Varian原子吸收分光光度计测定浸提液的电导率,以代表冷冻后的离体茎细胞电解质的外渗值。沸水浴30min,冷却至室温,测定细胞全部破坏后浸提液电导率,用以代表离体茎细胞电解质总含量。以自然条件下渗出率为对照,其它测定步骤相同。计算公式^[3]为:

$$\text{电解质渗出率} = \frac{\text{低温处理电解质外渗值}}{\text{煮沸后电解质外渗值}} \times 100\%$$

1.2.3 幼林生长调查 每年观测高生长,作方差分析。

2 结果与分析

2.1 马尾松种源的冻害表型差异

3个试验点冻害指数、封顶率的方差分析表明,种源间多数呈极显著差异水平(表2)。发生中度以上冻害(冻害指数均大于6.5)的种源均位于南带及中带南部。位于分布区最南部的2个广西种源(宁明、容县)冻害最严重(冻害指数均大于31.5)。湖北枝城冻害最轻微(冻害指数均小于2.0)。与种源间差异相比,家系间差异较小。

表2 3个试验点冻害指数、封顶率和苗高差异(*F*值)

| 变 因 | 桐 庐 点 | | | 六 安 点 | | | 桐 柏 点 | | |
|-----|---------|-------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|
| | 冻害指数 | 封顶率 | 苗高 | 冻害指数 | 封顶率 | 苗高 | 冻害指数 | 封顶率 | 苗高 |
| 种源间 | 13.28** | 1.43* | 15.24** | 14.45** | 3.04** | 10.52** | 16.88** | 5.64** | 7.48** |
| 家系间 | 4.24** | 0.28 | 3.43** | 1.03 | 2.34* | 0.82 | 3.22* | 1.31 | 0.79 |

注:**示1%差异水平,*示5%差异水平。

3个试验点地理位置及气象因子差异较大(见表1),后2个试验点均位于分布区北缘,属南北温带与北亚热带过渡地区,桐庐点位置较南,故冻害指数差异程度不同,后2个点冻害较严重,且封顶率较高,封顶期较早。

2.2 电导率差异分析

2.2.1 不同处理温度下各种源渗透电解质的差异 不同种源经8 h不同低温处理,其相对电导率见表3。各种源相对电导率均随处理温度降低而升高,即说明温度降低,对细胞质膜破坏程度较大,外渗电解质增多。从各种源的直线回归方程(见表3、图1)可见处理温度与相对电导率成反比,且呈显著负相关($|r| > 0.96$),说明相对电导率与处理温度相关紧密。表3中***b***值均为负值且各种源***b***值不同,南带种源***b***值绝对值较大($|b| = 2.070 \sim 2.318$),北带较小($|b| = 1.743 \sim 1.801$),中带则介于其间($|b| = 1.883 \sim 1.943$),***b***值的数学意义是拟合直线方程的斜率即倾斜程度。南带种源***b***值的绝对值较大,则电导率随温度递减的上升幅度较大,北带种源则在相同温度变幅下,电导率上升幅度相对较小。

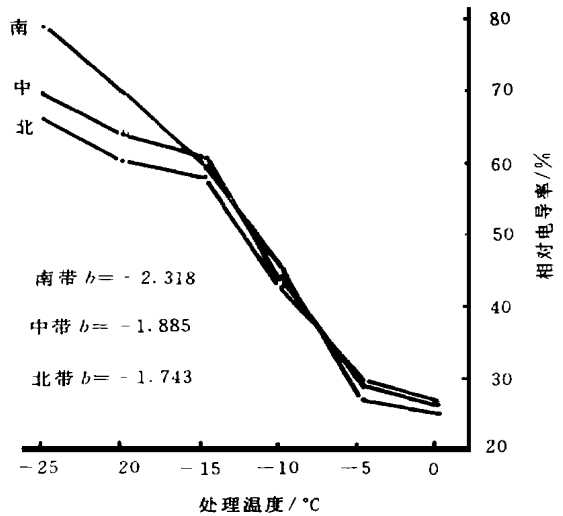


图1 各分布带种源电导率与处理温度的回归直线

表3 马尾松种源相对电导率(*y*)变化值(%)及其与温度(*x*)相关

| 种源 | 处理温度 / | | | | | | 回归方程 ($y = a + bx$) | 相关系数 <i>r</i> |
|------|--------|------|------|------|------|------|--------------------------|------------------|
| | 0 | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | | |
| 广西宁明 | 30.2 | 33.4 | 48.6 | 63.3 | 69.4 | 78.3 | $y = 27.924 - 2.075x$ | -0.987 |
| 广西容县 | 28.3 | 31.8 | 47.5 | 62.8 | 68.4 | 77.6 | $y = 26.190 - 2.123x$ | -0.986 |
| 广东信宜 | 26.8 | 29.8 | 45.3 | 63.9 | 66.2 | 73.7 | $y = 25.071 - 2.07x$ | -0.973 |
| 广东博罗 | 25.1 | 27.5 | 45.2 | 59.6 | 69.1 | 78.4 | $y = 21.838 - 2.318x$ | -0.988 |
| 福建武平 | 24.6 | 28.7 | 42.9 | 57.8 | 60.4 | 68.5 | $y = 23.614 - 1.883x$ | -0.981 |
| 江西安远 | 25.5 | 29.5 | 43.7 | 62.2 | 65.8 | 70.2 | $y = 26.290 - 1.943x$ | -0.969 |
| 江西分宜 | 26.7 | 29.3 | 44.7 | 60.9 | 64.2 | 69.6 | $y = 25.590 - 1.743x$ | -0.974 |
| 湖南怀化 | 27.8 | 30.2 | 45.7 | 62.8 | 66.2 | 70.8 | $y = 25.276 - 1.917x$ | -0.972 |
| 浙江淳安 | 24.4 | 29.9 | 42.9 | 59.8 | 62.8 | 64.3 | $y = 24.843 - 1.801x$ | -0.962 |
| 湖北枝城 | 26.8 | 29.7 | 42.9 | 58.2 | 60.3 | 66.4 | $y = 23.614 - 1.883x$ | -0.981 |

2.2.2 相同温度不同处理时间对各种源渗透电解质的影响 不同马尾松种源,在-25低温下,分别处理4、8、12 h,相对电导率随处理时间加长而增加(表4列5个代表性种源)。说明在某一低温下,冻害时间长则细胞破坏程度大,质膜透性增大,相对电导率亦增大。从表4、图2可知,相对电导率与处理时间成正比,与相同处理时间不同处理温度结果相吻合,但***b***值均为小于1的正值。

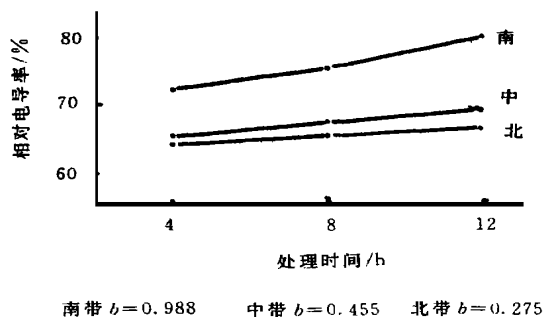


图2 各分布带种源电导率与处理时间的回归直线

表4 不同处理时间各种源相对电导率(y)变化值(%)及其与时间(x)相关

| 种源 | 处理时间/h | | | 回归方程 ($y = a + bx$) | 相关系数 r |
|------|--------|------|------|--------------------------|-------------|
| | 4 | 8 | 12 | | |
| 广东博罗 | 73.4 | 76.2 | 79.5 | $y = 70.267 + 0.763x$ | 0.999 |
| 广西宁明 | 72.5 | 75.6 | 80.4 | $y = 68.267 + 0.988x$ | 0.992 |
| 江西分宜 | 65.6 | 67.2 | 69.2 | $y = 63.733 + 0.455x$ | 0.998 |
| 湖南怀化 | 64.4 | 65.2 | 66.6 | $y = 63.200 + 0.275x$ | 0.988 |
| 湖北枝城 | 62.8 | 63.3 | 65.2 | $y = 61.367 + 0.300x$ | 0.948 |

2.3 苗木表型性状与电导率值的相关分析和遗传力估计

本试验结果表明,不同种源苗木表型性状与室内分析趋势完全一致,且相关关系极为紧密。冻害指数与不同低温处理下的电导率均呈极显著正相关($r > 0.942^{**}$),物候性状(封顶率)则与电导率呈极显著负相关($|r| > 0.902^{**}$),说明苗木表型性状与室内生化分析性状间存在相当紧密的相关关系,据电导率差异判断苗木抗寒、物候等性状具有快速、简捷、直观、可靠等优点。这也与其它树种的分析结论相吻合^[3,4]。

苗木性状间相关能反映各性状间的紧密程度,通过某一性状可间接了解其它性状表现,为多性状选择育种提供参考依据。分析3个试点苗木冻害指数与封顶率的关系,发现在每个点均呈高度的遗传负相关(浙、皖、豫 r 值分别为-0.91、-0.88与-0.93)。说明苗木封顶率高,则木质化程度高,受冻害程度就较低,抗寒性就较强。而苗高与冻害指数或封顶率相关均不明显,说明苗木受冻害程度与苗高间无明显相关关系。

林木各性状主要受遗传基因的控制,但其遗传程度有所不同,遗传力高低是多世代遗传改良的依据。从表5可知,3个试验点苗木冻害、封顶性状遗传力均达较强程度,说明选择优良抗寒种源在世代育种中具有一定可靠性。

表5 3个试验点苗木各性状参数值

| 性状 | 桐庐点 | | | | 六安点 | | | | 桐柏点 | | | |
|-------|------|-----------|--------|-------|------|-----------|--------|-------|------|-----------|--------|-------|
| | 均值 | 变幅 | 变异系数/% | 遗传力/% | 均值 | 变幅 | 变异系数/% | 遗传力/% | 均值 | 变幅 | 变异系数/% | 遗传力/% |
| 冻害指数 | 18.3 | 1.4~33.5 | 17.9 | 83.2 | 20.3 | 1.3~33.5 | 20.4 | 76.4 | 25.4 | 1.4~44.5 | 19.5 | 85.6 |
| 封顶率/% | 32.5 | 0~78.8 | 50.2 | 62.8 | 34.8 | 0~80.4 | 54.6 | 63.3 | 44.5 | 0~84.5 | 48.9 | 59.2 |
| 苗高/cm | 24.6 | 15.6~30.2 | 10.2 | 52.3 | 25.4 | 17.3~29.4 | 8.3 | 58.6 | 24.3 | 13.8~26.5 | 10.2 | 45.8 |

参考文献:

- [1] 全国马尾松地理种源试验协作组. 马尾松种源变异及种源区划分的研究[J]. 亚热带林业科技, 1987, 15(2): 81~89.
- [2] Kolb T E, Steiner K C, Barbour H F. Seasonal and genetic variations in loblolly pine cold tolerance[J]. For. Sci., 1985, 31(4): 926~934.
- [3] Brennan R M. The effects of simulated frost on black currant[J]. J. Hort. Sci., 1991, 66(5): 607~612.
- [4] Barbara S, Bert T S, Albert H M. Effects of low temperature and light on foliar injury to *Pinus sylvestris*[J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1983, 108(3): 491~495.

A Study on Cold Tolerance of Various Seed Sources of Masson Pine

*RONG Wen-chen*¹, *QING Guo-feng*¹, *WU Tian-lin*¹

*WANG Ming-gen*², *RUO Qi-bing*³

(1. The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Forestry Bureau of Tongbo County, Henan Province, Tongbo 474750, Henan, China;

3. Forest Breeding Station of Liuan City, Anhui Province, Liuan 232700, Anhui, China)

Abstract: This paper is dealt with genetic variation of cold tolerance of ten representative of seed sources of masson pine which were raised and planted at three locations, Tonglu of Zhejiang, Liuan of Anhui and Tongbo of Henan. The results showed that there existed marked interprovenance variations and no significant intraprovenance variations for relative freezing damage and bud set index of seedlings at all three sites. Electroconductivities of the southern, central and northern seed sources were found to performed various change patterns under different low temperature treatments or different treatment duration at the same low temperature. The correlation analysis indicated that the electroconductivities were strongly and positively related to relative freezing damage and negatively to bud set index. The high and negative correlation was be evident between relative freezing damage and bud set index. The estimated broad heritabilities of freezing damage and bud set index were 0.76~0.86 and 0.59~0.63 respectively.

Key words: masson pine; seed source; cold tolerance