

花旗松引种试验研究^{*}

张存旭, 袁秀平, 韩创举

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 在秦岭火地塘进行了10个美国花旗松全同胞家系的引种试验。结果表明, 不同家系间8年生树高、地径、当年高生长量存在显著差异; 家系内个体间树高、地径差异显著; 树高广义遗传力为54.6%, 遗传变异系数为17.5%; 8年生幼林高生长与1、2年生苗高间存在显著相关, 表明早期从严选择是可能的。80%的家系长势好于当地油松。生长表现较好的家系有241×65, 65×14和OL-2×241。

[关键词] 花旗松; 引种试验; 全同胞家系; 遗传力

[中图分类号] S791.161.04

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)01-0066-03

花旗松(*Pseudotsuga menziesii*)原产北美洲西部, 是重要的用材树种之一。我国在庐山、北京植物园、延安树木园曾有少量引种栽培^[1]。笔者1994年从美国引进10个花旗松全同胞家系, 并进行了苗期试验^[2,3]。1997年与当地油松进行了造林对比试验。本试验以引种的8年生花旗松幼林为材料, 研究不同家系间和家系内的生长及适应性特征差异, 旨在为早期评定和选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为10个花旗松家系: OL-197×16-16-2, 165×82-11, 82-11×SM-308, 603×16-16-2, OL-2×241, 241×65, 603×97, 16-16-2×223, 65×14, 202-37×82-11; 对照为油松(*Pinus tabulaeformis*)。试验设在西北农林科技大学火地塘教学实验林场。该地位于北纬33°26′, 东经108°27′, 海拔1620 m, 年平均温度8℃, 1月份平均温度-2.8℃, 7月份平均温度18.5℃, 极端最高温度为33.9℃, 极端最低温度-25.5℃, 无霜期199 d, 年降水量1133 mm。土壤为棕色森林土, pH 5.5~7.0。

1.2 试验方法

1995年育苗, 1997-03造林。试验采用完全随机区组设计, 株行距2 m×3 m, 3次重复。区组内每一家系为一小区, 每一小区株数不等, 管理方法一致。

在2002-09生长停止后, 于每一小区随机测量10株树的树高、地径和当年高生长量。2001年春天调查其抗寒性。采用方差分析对树高、地径和当年高生长量进行差异显著性检验; 估算树高和地径的广义遗传力和遗传变异系数; 以8年生树高与1、2年生苗高进行早晚期相关分析; 采用LSD测验对不同家系和对照进行多重比较。所有数据均采用SAS统计软件进行分析^[4,5]。

2 结果与分析

2.1 家系间生长特性的差异

由表1可知, 10个家系中平均树高最大的是5号, 为2.28 m, 超过群体水平12.9%; 而生长最差的10号家系仅为群体水平的79.7%。平均地径的变异幅度是4.2~5.3 cm, 其中生长最好的是5号家系, 超过群体平均值15.2%, 生长最差的10号家系是群体平均值的91.3%。当年生长最快的5号家系高生长量可达38.3 cm, 而生长较差的10号家系仅为25.7 cm。方差分析结果表明, 不同家系间树高、当年高生长量差异达极显著水平, 地径生长达显著水平。

2.2 家系内生长特性的差异

遗传变异存在于不同家系间, 以及同一家系的不同个体间。由表1可知, 不同家系内个体间的树高、地径和当年高的变化分别为1.16~3.04 m, 2.4~7.5 cm和15~50 cm。方差分析表明,

* [收稿日期] 2003-07-07

[基金项目] 西北农林科技大学科研专项基金

[作者简介] 张存旭(1961-), 男, 陕西澄城人, 副教授, 在职博士, 主要从事森林遗传及生物技术研究。

家系内个体间树高和地径差异显著, 当年高生长差异不显著。

表 1 10 个家系 8 年生树高、地径和当年高生长量特征值及多重比较 (LSD_{0.05})

Table 1 Mean values of variable and least significant difference test for 10 families

家系 Families	树高/m Height		地径/cm Basal diameter		当年高生长量/cm Primary shoot	
	均值 Mean	变异范围 Range	均值 Mean	变异范围 Range	均值 Mean	变异范围 Range
OL-197×16-16-2	1.98 bc	1.34~2.18	4.5 bc	3.2~4.9	31.3 cd	20~41
165×82-11	1.93 c	1.36~2.09	4.4 bc	2.8~5.2	29.5 de	15~39
82-11×SM-308	2.03 bc	1.55~2.46	4.6 bc	3.5~5.7	32.8 bcd	24~43
603×16-16-2	2.01 bc	1.47~2.49	4.6 bc	3.7~5.5	32.6 bcd	27~48
OL-2×241	2.28 a	1.68~3.04	5.3 a	4.1~6.3	38.3 a	26~50
241×65	2.10 abc	1.58~2.65	4.8 ab	3.9~7.5	35.9 abc	23~44
603×97	2.11 abc	1.45~2.54	4.6 bc	2.8~5.9	33.3 bcd	22~42
16-16-2×223	1.94 bc	1.16~2.10	4.3 bc	2.4~5.0	30.8 d	19~37
65×14	2.18 ab	1.63~2.84	4.7 abc	3.5~6.4	34.0 abcd	27~45
202-37×82-11	1.61 d	1.18~2.02	4.2 c	3.1~4.8	25.7 e	15~36
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	1.65	1.20~1.99	4.4 bc	2.9~4.8	37.0 ab	24~49

注: 同列数据后标相同字母者表示差异不显著。

Note: There is no significant difference with same letter at the column

2.3 树高和地径生长性状遗传变异动态

10 个花期松家系群体中存在的遗传变异, 为选择优良基因型提供了可能。但是, 要提高选择效果, 必须首先了解被选择群体的遗传变异动态, 即遗传组成或遗传潜力。遗传力是观察方差中所属遗传变异的部分, 性状遗传力大, 说明该性状受遗传控制较强, 受环境的影响较弱, 如在早期从严选择可以收到良好效果。从表 2 可以看出, 估算的树高广义遗传力

大于地径, 这说明遗传对树高的控制作用较地径强, 进行早期选择时, 其效果比地径明显。遗传变异系数可以衡量群体有关性状的遗传变异潜力, 遗传变异系数大, 该群体的遗传潜力大。由表 2 知, 树高的遗传变异系数高于地径。综上所述, 花旗松 10 个家系树高的广义遗传力和遗传变异系数均较高, 说明从该群体中以树高为指标进行选择, 可望得到较大的遗传增益。

表 2 花旗松生长性状的遗传参数

Table 2 Genetic parameters of different growth characters

参数 Parameter	树高 Height	地径 Basal diameter
平均表型值 ($\bar{x}$) Mean value of phenotype	2.02	4.6
平均值变幅 Range of mean values	1.61~2.28	4.2~5.3
遗传方差 (σ_g^2) Genetic variance	0.125±0.069	0.230±0.204
环境方差 (σ_e^2) Environment variance	0.104±0.031	0.667±0.201
表型方差 (σ_p^2) Phenotype variance	0.229±0.086	0.897±0.170
广义遗传力 (H^2)/% Generalized heritability	54.6±18.2	25.6±21.6
遗传变异系数 (GCV)/% Genetic coefficients of variation	17.5	10.5
表型变异系数 (PCV)/% Phenotype coefficients of variation	23.7	20.7

2.4 树高生长性状的早晚期相关分析

树木生长周期长, 如果在幼龄期便能根据其生长表现判定大树的生长优劣, 则可以实现林木良种

的早期选择, 从而缩短林木改良周期。早晚期相关是早期性状选择的一个重要方法^[6,7]。

表 3 花旗松不同年龄的高生长量及其相关分析

Table 3 Correlation analysis of height growth character

林龄 Age	家系 Families										cm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 年生 1 year-old	5.6	4.7	4.7	4.6	6.5	5.0	5.5	4.8	6.4	3.5	
2 年生 2 year-old	15.3	13.2	16.5	15.4	18.9	19.4	17.0	15.9	20.3	14.4	
8 年生 8 year-old	198	193	203	201	228	210	211	194	218	161	
相关系数 Correlation coefficients	$R_{1,2}=0.702^*$ $R_{1,8}=0.890^{**}$ $R_{2,8}=0.750^*$										

由表 3 可知, 8 年生花旗松树高与 1、2 年生苗高之间的相关系数 (Pearson) 分别为 0.890 和 0.750, 经检验呈极显著相关和显著相关。表明在苗

期生长居前的家系, 若干年后仍保持其原有的领先地位, 如 2 年生苗高生长居前的 5、6、9 号家系, 到第 8 年依然名列前茅。因此, 在苗期以苗高作为选择性

状是可行的。

2.5 抗寒性分析

花旗松 1~2 年生苗木不需要采取任何特殊保护措施即能安全越冬。1996 年春出现异常低温天气,致使部分苗木冻死。2001 年春发生了寒流,但花旗松未受任何影响,而对照油松冻害率达 70%。说明花旗松对当地的低温条件有一定的适应性。

3 结论与讨论

10 个花旗松家系间 8 年生树高和当年高生长量差异极显著,地径差异也达显著水平,其中 5、6、9 号家系生长较好。通过与对照的多重比较看出,花旗松长势好于当地油松。遗传变异不仅存在于花旗松不同家系间,在同一家系内的不同单株之间也有较大分化。因此,在花旗松优良家系选择的基础上,进行家系-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。

1、2 年生苗高与 8 年生树高生长性状的相关分析表明,早晚期树高生长量的相关性是极紧密的。同时,8 年生的树高具有较大的遗传变异系数和较高的遗传力,如果早期从严选择,可望获得较大的遗传增益。

由于树木是多年生的,它不仅必须经受栽培区

全年各种生态因子的考验,而且还要经受不同年份生态条件变化的考验,并且,树木的生长条件不易受人为控制和调整。因此,在引种不同气候带树种时,只有引种地和原产地气候条件相似,引种成功的可能性才会较大。花旗松的典型变种生于夏季相对干旱的温和、潮湿地区,年平均气温 7.2~12.8℃,绝对最高温度 43.3℃,绝对最低温度-34.4℃,降水量为 1940~3250 mm,无霜期为 82~187 d^[1]。与原产地相比,本试验引种地除降水量偏少外,其余主要生态因子与原产地无明显差异,这是本次引种的不同家系能够适应引种地的主要原因。花旗松在原产地的原始林中,平均树高可达 54~75 m,平均胸径 1.2~1.8 m。在适宜的立地条件下,10 年生树高平均 3.5~4.5 m,胸径 2.5~5.0 cm。我国庐山植物园引种的花旗松,抗冰冻和寒冷,但生长缓慢,28 年生平均树高只有 3 m,地径 11 cm,最高 6 m,地径 12 cm。北京植物园栽培的 28 年生花旗松平均树高 8 m,胸径 14.2 cm,幼树能安全越冬,已开花结实^[1]。由 8 年的试验结果可以初步判定,本次引种的花旗松家系,从生长和适应性方面看,在秦岭地区的表现明显好于庐山植物园和北京植物园,可以选择好的家系在秦岭林区一定范围内进行推广。若要进一步扩大推广范围,还需进行多点试验。

[参考文献]

- [1] 吴中伦. 国外树种引种概论[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [2] 张存旭, 叶宏谋, 窦彬生. 花旗松引种苗期试验[J]. 陕西林业科技, 1997, (1): 15-16.
- [3] 张存旭, 叶宏谋, 韩哲. 花旗松不同家系种苗性状变异分析[J]. 河北林果研究, 1999, 14(3): 204-207.
- [4] 马育华. 植物育种的量变遗传学基础[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1992.
- [5] 黄少伟, 谢维辉. 实用 SAS 编程与林业试验数据分析[J]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001.
- [6] 张存旭. 欧美杨类杨树速生性状早期预测的研究[J]. 西北林学院学报, 1992, 7(4): 1-7.
- [7] 王庆斌, 张玉波, 刘国刚, 等. 美洲黑杨杂种无性系引种苗期选择[J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(5): 11-14.

Introduction trial research on *Pseudotsuga menziesii*

ZHANG Cun-xu, YUAN Xiu-ping, HAN Chuang-ju

(College of Forestry, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The introduction trial, including 10 full-sib families of *Pseudotsuga menziesii* from America, was carried in Huoditang of Qinling Mountain. The results showed that the variance of the growth of height, diameter and shoot in 8 year-old among the families were significant. There was also significant difference among individuals for the growth of height and diameter. Generalized heritability of height was 54.6%, genetic coefficients of variation 17.5%. Moreover, the height of 1 year-old and 2 year-old was closely correlated with 8 year-old height, indicating that early selection with 1-year-old or 2-year-old height is possible. The growth performances of 80% families were better than local species *Pinus tabulaeformis*. The excellent families include 65×14, 241×65 and OL-22×41.

Key words: *Pseudotsuga menziesii*; introduction trial; full-sib family; heritability