

皖中地区火炬松优良种源的综合评定*

虞沫奎 徐六一 罗训志

关键词 火炬松 纸浆材 建筑材 种源综合评定

火炬松(*Pinus taeda* L.) 在皖中地区引种成功后,以其优良的生物学特性和广泛的用途深受当地群众喜爱,现已成为该地区低山丘陵重要的用材造林树种,并被列入国家世行贷款造林项目。为了定向培育“生长、材性兼优”的工业原料林,我们在原种源试验的基础上,又进行了木材重要性状的测定和优良种源综合评选方面的研究,期望为该地区营建火炬松人工林提供种源选择的依据。

1 材料与方法

1.1 试验点概况

种源试验林设在安徽省泾县马头林场古楼营林区牛头山,位于 30°45' N, 118°33' E, 海拔高 80 m, 相对高差小于 30 m; 土壤系沉积砾岩发育的红黄壤, 土层厚达 1 m 以上, pH 5.5, 原为马尾松采伐迹地。试区年平均气温 16.8℃, 极端最高气温 40.7℃, 极端最低气温 -13.7℃, 10℃ 年积温 5 045.9℃·h, 年日照时数 2 177.9 h; 年降水量 1 293.5 mm, 相对湿度 78%。试点的自然条件在皖中具有较好的代表性。

1.2 材料来源和田间设计

火炬松种源试验林用种为 1983 年美国林务局提供,由全国攻关协作组统筹安排,共 19 个种源号^[1]。对照(LM)为马鞍山早期引种的火炬松林混种。各参试种源原产地地理位置见表 1。1984 年春造林时采用 9 株方形小区,6 次重复,完全随机区组设计。株行距 3 m × 3 m。

表 1 火炬松参试种源原产地地理位置

种源号	产地	经度(°W)	纬度(°N)	种源号	产地	经度(°W)	纬度(°N)
L1	弗吉尼亚,新肯特	77.0	37.5	L18	阿拉巴马,卡可挑	88.0	32.0
L3	北卡,韦逊	80.0	35.0	L19	阿拉巴马,巴特勒	86.45	31.5
L5	北卡,韦奈	78.0	35.0	L20	佐治亚,摩根	83.5	33.5
L6	南卡,乔治城	79.0	34.0	L24	阿拉巴马,皮肯特	88.0	33.0
L8	南卡,格林伍德	82.25	34.25	L25	密西西比,琼斯	89.0	31.5
L9	南卡,萨姆斯	80.5	34.0	L27	路易斯安娜,利文斯通	91.0	30.5
L12	佐治亚,斯图尔特	84.75	32.0	L28	路易斯安娜,格兰特	92.0	31.5
L14	佐治亚,埃文斯	82.0	32.0	L30	路易斯安娜,多梭它	94.0	32.0
L16	佛罗里达,纳索	81.5	30.5	L31	德克萨斯,雷斯波	94.5	31.0
L17	佛罗里达,马里思	82.0	29.0	LM(CK)	安徽,马鞍山	118.5(E)	21.7

1997—10—10 收稿,1998—06—15 收修修改稿。

虞沫奎助理研究员,徐六一(安徽省林业科学研究所 合肥 230031);罗训志(安徽省泾县马头林场)。

* 本研究为“八五”国家科技攻关“火炬松、湿地松建筑材、纸浆材良种选育”专题的重要内容之一。参加研究工作的还有赖天碧、汪涛、邱辉等。

1997 年底至 1998 年春对种源试验林进行了每木树高(H)、胸径(D)和树干通直度(ST)的调查,按 $V=0.3925HD^2$ 计算材积。树干通直度采用分 5 级目测评分法, 级木为无分叉通直木, 记 1 分, 级木为严重弯曲无 2 m 通直段区, 记 5 分, 故分值愈小则表示通直度愈优良, 反之则愈弯曲。同时, 每重复按小区选择 2 株优势木, 在离地面南向 1.3 m 处避开树节钻取完整木芯, 用饱和含水量法测定木芯样基本密度(WD), 以 $SB=WD \cdot V$ 推算干材生物量。

1.3 统计分析和种源评定方法

统计分析采用郎奎健、唐守正编的“IBM PC 系列程序集”在微机上完成方差分析、多重比较和性状表型相关分析。种源各测定性状广义遗传力用 $h^2=r\sigma_g^2/(\sigma_e^2+r\sigma_g^2)$ ^[2] 公式计算, 式中: h^2 为某性状广义遗传力, r 为重复数, σ_g^2 为种源均方, σ_e^2 为机误均方。

种源评定的方法应用多性状综合选择法, 各材种具体评定方法后叙。

2 结果与讨论

2.1 性状的遗传变异

种源间各性状在新的生境条件下的差异, 实质上是种群间基因频率的不同, 以及平衡点的遗传结构不同而产生的^[3]。探讨火炬松主要经济性状在种源水平上的遗传变异情况, 不仅可获得被测性状选择潜力大小的信息, 亦是种源评定首要的基础工作。经对 15 年生种源试验林 8 个直接影响产量和质量性状的统计, 其结果见表 2。

表 2 15 年生种源试验林遗传变异参数

项 目	林分 平均值	标准差	变 幅			表型变异 系数 (%)	种源方差 分量 (%)	F 值	广义 遗传力
			极大值	极小值	极差比率 (%)				
树 高(m)	7.53	0.746	7.96	6.83	16.54	9.91	11.78	2.00 [*]	0.50
胸 径(cm)	15.57	1.008	16.52	15.19	8.76	6.48	0.89	1.13	0.11
通直度(分)	1.867	0.545	2.313	1.519	52.27	29.19	19.90	2.77 ^{**}	0.64
基本密度(g/cm ³)	0.388 9	0.043	0.422 9	0.359 4	17.67	11.06	20.97	2.87 ^{**}	0.65
材 积(m ³)	0.074	0.016	0.085	0.058	46.55	21.68	5.32	1.55	0.35
干材生物量(kg)	28.673	7.329	32.292	22.173	45.64	25.54	7.19	1.57	0.37

注: $F_{0.05}=1.70$, $F_{0.01}=2.31$ 。

表 2 显示, 参试种源在树高、通直度和基本密度 3 个性状上的差异达到显著或极显著水平, 而胸径、材积和干材生物量则不显著; 表型变异系数值以通直度、材积和干材生物量较其它性状大些, 极差的比率亦相对高些。各性状的种源方差分量和广义遗传力反映出的情况相似, 树高、通直度和基本密度等性状的数值较大。上述现象表明, 在新的生境条件下, 树高、通直度和基本密度受种源基因型的影响较大, 而其它 3 个性状受环境影响明显。另外, 据观察, 虽然试验林已达 15 年生, 土壤土层厚度达 1 m 以上, 但由于初植密度过低, 土壤物理性能较差, 迄今林分还未达郁闭状态, 竞争亦不剧烈, 这也是导致胸径、材积和干材生物量性状在种源间差异不明显的主要原因之一。

经对树高、通直度和基本密度进行多重比较, 其结果见表 3。结果显示, 树高是 L27、L3 与 L19 间存在显著差异, 通直度是 L19 与 L3、L6、L25 及 L17 与 L3 之间存在显著差异, 基本密度是 L30 与 L12、L16、L18 存在显著差异。这种情况表明, 虽然这 3 个性状在方差分析时种源

间的差异呈显著或极显著水平,但真正可供选择的余地不大,选择后的各种增益亦不会很高。

表3 种源间多重比较

种源	树高(m)	通直度(分)	基本密度(kg/m ³)	种源	树高(m)	通直度(分)	基本密度(kg/m ³)
L1	7.50 ab	1.778 abc	0.388 9 ab	L18	7.69 ab	1.636 abc	0.362 0 b
L3	7.93 a	1.519 c	0.381 4 ab	L19	6.83 b	2.313 a	0.381 0 ab
L5	7.45 ab	2.002 abc	0.403 5 ab	L20	7.82 ab	1.715 abc	0.381 2 ab
L6	7.86 ab	1.593 bc	0.402 5 ab	L24	7.58 ab	1.789 abc	0.411 2 ab
L8	7.58 ab	1.727 abc	0.411 2 ab	L25	7.79 ab	1.576 bc	0.404 7 ab
L9	7.55 ab	1.854 abc	0.390 8 ab	L27	7.96 a	1.718 abc	0.390 8 ab
L12	7.42 ab	2.100 abc	0.370 2 b	L28	7.09 ab	1.937 abc	0.383 8 ab
L14	7.72 ab	1.861 abc	0.374 6 ab	L30	7.74 ab	1.945 abc	0.422 9 a
L16	7.17 ab	2.130 abc	0.359 4 b	L31	7.42 ab	1.852 abc	0.374 2 ab
L17	7.22 ab	2.241 ab	0.374 7 ab	LM	7.22 ab	2.056 abc	0.403 3 ab

注: a、b、c 表示在 5% 水平上的差异。

2.2 性状间相关性

在种源水平上了解主要性状之间的相互关系,对进行综合选择时在性状取舍方面具有一定的作用。经统计,性状间的表型(简单)相关的结果见表4。树高、胸径、材积和干材生物量4个性状两两之间表型相关均为极显著正相关。基本密度除与干材生物量的表型相关达到显著正相关外,与其它性状均未达显著水平。通直度除与基本密度之间的关系未达到显著水平外,与其它性状均为极显著负相关。但由于通直度评分是树干愈通直,数值愈小,所以通直度良好的种源,其生长、产量指标亦较高,木材基本密度值也大些。这种现象虽然只是各性状间的表型相关关系,不能反映出性状间的真实相关性,但对利用少数性状进行综合评定种源,还是有参考价值的。

表4 各性状表型相关矩阵

项目	胸径	通直度	基本密度	材积	干材生物量
树高	0.575 7**	- 0.849 2**	0.290 9	0.859 3**	0.851 5**
胸径		- 0.583 5**	0.007 4	0.720 8**	0.614 2**
通直度			- 0.246 2	- 0.821 0**	- 0.801 7**
基本密度				0.141 4	0.526 5*
材积					0.913 7**

注: $r_{0.05} = 0.432 9$, $r_{0.01} = 0.548 7$ 。

2.3 优良种源评定

鉴于上述统计分析的结果,由于测定的6个主要性状中只有3个在种源间存在着显著的差异,因此只能根据该试验林的具体情况,并按培育目标各性状的重要性来确定相应的综合选择方法,才能评选出相对优良的种源。

2.3.1 纸浆材 得浆率是体现造纸原材料产量高低的经济指标,虽然我们缺乏该试验林各种源得浆率测定的结果,但目前市场大多以木片出售为主,因此,干材生物量是计价的基础。另外,据报道,木材比重增加0.02,相当于每考得(3.6 m³)的纸浆材干重增加100磅(45.4 kg)^[4]。尽管干材生物量与基本密度是乘积关系,但影响生物量大小的还有树高、胸径等因子。针对本试验林现实状况,我们取用基本密度和干材生物量2个指标,应用性状独立选择法^[5],

以及自定的选择标准, 即凡基本密度和生物量与林分平均值相比分别大 4% 和 10% 的种源才能入选。这样, 经评定, 入选的种源及其增益可见表 5。评选出的 L8、L25 不仅基本密度和干材生物量高于林分均值规定的标准, 其它被测性状也有不同程度的表型增益和遗传增益, 这表明入选的种源用于培育纸浆材原料林, 可使林分具有“优质高效”的特点。

2.3.2 建筑材 建筑材虽然目前市场大多仍以径级和材积来作为原材料的计价基础, 但一个树种同一等级的原条、原木、板材、方料等林产品的材质、材性已逐渐引起人们的关注。针对本试验林的现状, 我们取用树高、通直度和基本密度来构建初级选择指数方程进行建筑材优良种源评定, 其公式为: $I_i = \sum_1^n W_n h_n^2 P_n^{[5]}$ 。式中: I_i ——某种源聚合性状指数值; W_n ——第 n 性状的权重 ($1/\sigma$, σ 为标准差); h_n^2 ——第 n 性状的遗传力; P_n ——第 n 性状的表型值。

由于通直度的评定是数值越小, 表示通直度越优良, 故每个种源聚合性状指数值的方程式应为: $I = 0.670 H - 1.174 ST + 15.116 WD$ 。经统计, 按 1.40 选择强度, 评定出的种源及其增益情况见表 5。

表 5 入选种源及其增益

项 目	性 状							纸浆材 评定标准	建筑材 指数值
	树高 (m)	胸径 (cm)	通直度 (分)	基本密度 (g/cm ³)	材积(m ³)	干材生物量 (kg)			
纸 浆 材	入 选 种 源 L8	7.58	15.82	1.727	0.411 2	0.077 7	31.904	基本密度> 0.404 5 g/cm ³	
	L25	7.79	15.55	1.576	0.404 7	0.077 9	31.659		
	平均	7.69	15.69	1.652	0.408 0	0.077 8	31.782		
	表型增益(%)	2.12	0.77	11.52	4.91	5.42	10.84	干材生物量> 31.540 kg	
	遗传增益(%)	1.06	0.08	7.37	3.19	1.90	4.01		
	L25	7.79	15.55	1.576	0.404 7	0.077 9	31.659		9.487
建 筑 材	入 选 种 源 L6	7.86	15.97	1.593	0.402 5	0.079 8	32.238		9.480
	L3	7.93	15.84	1.519	0.381 4	0.084 9	32.292		9.295
	L30	7.74	15.25	1.945	0.422 9	0.072 8	30.683		9.295
	平均	7.83	15.65	1.658	0.402 9	0.078 9	31.718		9.389
	表型增益(%)	3.98	0.05	11.19	3.60	6.91	10.62		
	遗传增益(%)	1.99	0.01	7.16	2.34	2.42	3.93		
林 分 平 均 值		7.53	15.57	1.867	0.388 9	0.073 8	28.673		8.725

由表 5 可见, 入选的 L25、L6、L3 和 L30 四个建筑材优良种源, 除 L30 的通直度和 L3 的基本密度指标低于林分均值外, 其它 3 个组成选择指数方程的性状都优于林分平均水平。同时, 入选的种源在被测的 6 个性状上的平均值与林分相应性状均值相比, 都有不同程度的表型增益和遗传增益, 这表明评选出的 4 个建筑材优良种源具有“生长、材性兼优”的特点。

无论是纸浆材, 还是建筑材, 经多性状综合评定的种源, 它们均来自原产地属于墨西哥湾种源区和第四种源区平原亚区的种源^[6], 这可能与两个自然分布区内火炬松种源的基因型特点以及试验点位于我国火炬松引种栽培区北带的生境条件有关。另外, 泾县点火炬松种源试验林所处的立地条件虽然在皖中地区具有一定的代表性, 但对营建大径级建筑材原料林还应在择地和营林措施方面进行探讨, 因为试验林 15 年生时, 树高和胸径年平均生长量仅 0.5 m 和 1 cm 左右, 并且林分尚未郁闭。所以, 尽管有优良的种质资源可供不同培育目标使用, 要使培育的人工林达到“高产、优质、高效”的目标, 尚须有相应的立地条件和技术措施加以保障。

参 考 文 献

- 1 潘志刚. 湿地松、火炬松种源试验研究. 北京: 北京科学技术出版社, 1992.
- 2 马育华. 植物育种的数量遗传学基础. 南京: 江苏科学技术出版社, 1984.
- 3 王明麻. 林木育种学概论. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- 4 Zobel B J, Van Buijtenen J P. Wood variation: its causes and control. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1980.
- 5 Cotteri P P, Dean C A. Successful tree breeding with index selection. CSIRO Australia, 1990.
- 6 潘志刚. 湿地松、火炬松、加勒比松引种栽培. 北京: 北京科学技术出版社, 1991.

Superior Provenance Selection of Loblolly Pine Plantation in Central Anhui Area

Yu Muokui Xu Liuyi Luo Xunzhi

Abstract The study results on the 15 a old provenance test of loblolly pine at Jingxian County of Anhui show that, there exist significant differences for the traits of tree height, stem straightness and wood density which have middle broad-sense heritability, but the difference is insignificant for stem diameter, volume and stem biomass. There are close phenotypic correlations between the traits except wood density that is more independent. Provenance L8 and L25 are comprehensively selected as superior ones for pulpwood that the average phenotypic and genetic gains are 4.91% and 10.84%, 3.19% and 4.01% for wood density and stem biomass respectively; L25, L6, L3 and L30 are selected for building timber, of which the phenotypic gains are 3.98%, 11.19%, 3.60%, 6.91% and the genetic gains are 1.99%, 7.16%, 2.34%, 2.42% for tree height, stem straightness, wood density and stem volume respectively.

Key words loblolly pine pulpwood building timber provenance selection

Yu Muokui, Assistant Professor, Xu Liuyi (The Forest Research Institute of Anhui Province Hefei 230031); Luo Xunzhi (Matou Forest Farm of Anhui Province).