

# 火炬松早期性状鉴定技术的研究\*

谭碧霞 钟伟华

(华南农业大学林学院)

**摘要** 多年来作过火炬松种子重量与苗木高生长相关性、种子发芽速度与苗期形态测定、优树自由授粉家系苗期测定和等级苗造林测定的早期性状鉴定技术的研究,结果表明,火炬松种子(含优树自由授粉种子)重量对苗期80天或苗高未达15 cm前有影响,随后逐渐消失;子代1年生苗高可预测同一家系5年生植株高生长,种子发芽早晚与苗高生长没有相应的关系;出圃前苗木轮枝数与高生长呈正相关;顶芽数在等级苗间没有明显的差异;Ⅰ级苗(超级苗)造林后6年其树高、胸径生长保持优势,树干材积比林分平均木材积大14.5%。

**关键词** 火炬松 早期性状 等级苗 增益

树木生命周期长,预测未来生长若能根据早期性状来确定,就可以进行早期选择,缩短选择时间<sup>[1]</sup>。火炬松(*Pinus taeda* L.)是我国外引松之一,已在广东英德桥头苗圃场建成无性系种子园,营建了子代测定林和种源试验林。火炬松属晚期速生树种,10年生以前生长较慢,材积连年生长量高峰期出现在第13年<sup>[2]</sup>。火炬松早期性状鉴定技术的研究对缩短育种年限有重大意义。国外不少学者在这方面作过探讨,Cannel指出,在容器中培育的火炬松幼苗其生长特征与林地试验中同一家系树木平均木树干材积有很大的相关性,当种子大小的影响消失以后,在林地长期试验中所表现90%的变异,可以根据苗高生长速度及根、枝干重累积速度用相关分析方法计算出来<sup>[3]</sup>;Woxlex M. S. (1981)的试验结果表明火炬松苗高平均生长率、枝条重量、根系重量和枝条/根系比值的遗传差异在苗期阶段(第12周)时就已出现。苗木平均枝条/根系比值与同一家系田间试验平均材积生长优势呈现显著相关性( $r = 0.65 \sim 0.66$ )<sup>[4]</sup>。Grigsby (1975)认为在较好的立地条件下,用超级苗造林可以提高造林成活率,增加木材产量。用Ⅰ级苗造林每年平均生产30 m<sup>3</sup>/ha木材,比用Ⅱ级苗造林的林分高17.6%<sup>[6]</sup>。为了探讨火炬松早期选择的途径和可能性,从1984年开始作预测晚期生长的早期性状以及造林试验分析苗期性状与林木生长的相关性研究,现将结果报道如下。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

(1)来自安徽马鞍山林场和湖北荆州彭祥林场生产性混合种子;(2)取该两林场火炬松优

本文于1991年4月1日收到。

\*本文蒙我院曹天助教授、何昭昕副教授的审阅,历届部分毕业生刘彬、韦肖、张朝胜等参加调查工作,一并深表谢忱。

表1 种子样品重量

产地	样品	千粒重(g)	代号
马鞍山林场混合种 (40年代引入)	小	27.843	32
	中	34.990	33
	大	36.305	34
	CK <sub>1</sub>	29.833	35
荆州彭祥林场 混合种 (1974年引入)	小	27.710	36
	中	37.310	37
	大	37.811	38
	CK <sub>2</sub>	31.704	39
马鞍山优树种子	特大	45.332	40

树自由授粉子代种子; (3) 1987年由美国进口的火炬松种子。

## 1.2 试验方法

1.2.1 种子重量与苗木高生长等测定 先按种子大小分成9个样品(表1), 经0.5%高锰酸钾溶液浸5 min 表面消毒后, 进行两周低温层积催芽, 然后播于培养皿内, 每个样品作4个重复, 每个重复用100粒种子进行发芽观察。当种子胚根达0.5 mm时, 从每重复中随机抽取30株测量子叶长和统计子叶数, 接着移于苗圃的营养袋内, 每样品每重

复栽袋苗12株(一行式排列), 共5个重复, 每隔10天测量苗高, 均取每行中间的8株作定株观察。年终观测苗高、地径、轮枝数、顶芽数和封顶情况等。同时还测量1月苗龄的茎粗、茎干鲜重、根长和根干鲜重。

1.2.2 优树自由授粉家系苗期测定 参试家系30个, 其中马鞍山林场的优树22株, 彭祥林场的优树6株以及两地各一份混合种子作对照, 试验方法与方法1相同。

1.2.3 种子发芽速度和苗期形态测定 用马鞍山林场的混合种子0.75 kg, 1984年1月在广东英德桥头苗圃场浸种、催芽、播种和育苗。种子发芽速度的测定是按日挑出萌动种子移播于营养袋内(每袋一粒)并标记发芽日期, 共移播26天, 育苗2.5万株, 待最后一天移播的袋苗生长一个月和两个月时, 以发芽日期为单位测量苗高。苗期形态测定于年终进行。在该批苗中取17个样方, 每样方100株, 测其苗高、地径、侧枝轮数、轮枝数、顶芽数、基生萌芽枝的有无等。作同样苗期测定的另一批苗是1988年用美国进口的火炬松种子, 于广州华南农业大学培育的1.2万株袋苗中进行, 取14个样方调查。同时还测定1年生苗的茎长、茎粗(地径)、根长以及茎和根的干鲜重。

1.2.4 等级苗造林测定 造林地设于英德桥头苗圃场一平缓山坡。用方法3育的1年生苗按苗高、顶芽数和轮枝数先将苗木分为48个级类, 其中苗高分为4个等级:  $\geq 53$  cm (即苗高  $\geq \bar{x} + 2S$ ) 为Ⅰ级; 43.62~53 cm 为Ⅱ级; 34.25~43.62 cm 为Ⅲ级; 24.87~34.25 cm 为Ⅳ级。顶芽数分为3类: 1类——1个; 2类——2~4个; 3类——5个以上。轮枝数分为4类: 1类——0个; 2类——1~3个; 3类——4~6个; 4类——7个以上。然后把每株苗按这三维性状的标准挑选出来并按级类编号和挂牌。定植时以单株为小区, 设4个重复(区组), 每一区组每一级类苗植4~6株, 完全随机排列。定植后随即登记每一定植株的位置和代号。此后于每年12月底进行每木调查, 主要检测树高、胸径和病虫害情况, 并依植株代号把每一区组的每一株归入原定的级类, 后按不同区组和级类进行树高或胸径的统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 种子重量与苗期各性状的关系

种子按重量分成9个样品, 其千粒重、发芽率、发芽势、子叶数、子叶长、一个月苗龄

的茎干重、根长、根干重以及1年生苗高等性状，经F检验均达显著差异，而这些性状与1年生苗高的秩序相关，除子叶数外，其余的关系均不密切(表2)。秩序相关系数：

$$r_s = \frac{6 \sum d_i^2}{(n-1) \cdot n \cdot (n+1)}; \quad t = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}$$

当n=9时， $t_{0.05} = 2.36$ ； $t_{0.01} = 3.49$ 。

表2 各性状间的秩序相关系数

项目	千粒重	发芽率	发芽势	子叶数	子叶长	根长	根干重	茎干重	1年生苗高
千粒重	1	0.35	0.20	0.32	-0.68	0.32	0.87*	0.81*	0.29
1年生苗高	0.29	0.33	0.05	0.78*	0.13	0.23	0.10	0.21	1

从表2看出，根、茎干重与千粒重密切相关而与1年生苗高相关性不显著，这是因为一个月苗龄其根、茎等特性的表现仍受着种子重量所支配，而80天以后苗龄的高生长并不受种子重量的影响(表3)。从表3中各苗龄的高生长与种子千粒重的秩序相关系数说明种子的母体效应只在苗龄前期阶段起作用，以后逐渐减弱。

表3 各苗龄苗高与千粒重的秩序相关系数

材料	项目	苗龄 (d)													临界值
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	110	128	140	156	
混合	平均高(cm)	5.5	6.7	7.4	8.7	10.3	11.9	14.4	17.1		23.1	27.2		36.0	n=9
种子	相关系数	0.85*	0.8*	0.92*	0.93*	0.82*	0.90*	0.80*	0.87*		0.53	0.43		0.27	$t_{0.05} = 2.36$
家系	平均高(cm)	4.3	5.2	6.7	7.6	8.9	9.8	10.9	12.8	15.7	27.3		31.8	37.9	n=30
种子	相关系数	0.33	0.35	0.40*	0.42*	0.43*	0.41*	0.42*	0.39*	0.33	0.03		-0.03	-0.02	$t_{0.05} = 2.31$

### 2.2 子代苗1年生苗高与幼林高生长的关系

30个优树自由授粉种子经同样的苗期性状测定其结果与上述混合种子相同(见表3)，这与Cannel等人认为种子重量只对苗高未达14cm前有影响，以后影响不大的报道一致。不过，该项育苗试验却获得了另一结果：火炬松1年生苗高生长与林地试验中同一家系树木的平均树高有很大的相关性(表4)。表4表明，1年生苗的高生长大于平均值的15个家系，种植5年后其树高生长仍在总平均值以上的仍有12个家系，说明用1年生子代苗的高生长作为早期性状筛选家系有一定的可靠性。

表4 苗高和树高大于平均值的家系

平均值以上的次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1年生苗家系号	014	006	252	202	241	P <sub>40</sub>	298	P <sub>43</sub>	017	029	201	011	270	012	013
5年生幼树的系号	012	014	P <sub>43</sub>	029	017	202	011	CK <sub>2</sub>	P <sub>40</sub>	288	243	006	013	298	270

### 2.3 种子发芽速度与苗高的关系

分析种子发芽速度(用天数表示，发芽早天数少，发芽迟天数多)与四五个月苗龄其高生长的关系发现速度间的苗高有极显著差异。但是发芽早晚与苗高的大小没有相应的次序。5个月苗龄的秩序相关系数 $r_s = -0.7$ ，1年生时 $r_s = 0.03$ 。说明发芽速度和种子千粒重只对幼苗期的高生长有影响。

## 2.4 1年生苗木形态指标的分析

火炬松1年生苗木的茎高、茎粗(地径)、轮枝数、顶芽数、根长、根干鲜重和茎干鲜重等性状的分布情况如下。

2.4.1 1年生苗高的分布情况 如表5,由于大于平均值加3个标准差( $\geq \bar{x} + 3S$ )的苗木占的比例小,所以在试验林或生产林用的超级苗多是 $\geq \bar{x} + 2S$ 的苗木。这些1年生火炬松超级苗一般高为47~53 cm。

表5 1年生苗高分布

试验地点	种子产地	总苗数(株)	调查数(株)	$\bar{x}$ (cm)	$S$	$\geq \bar{x} + 3S$ (株)	$\geq \bar{x} + 2S$ (株)
英德桥头	马鞍山、荆州的 生产性种子	25 000	1 700	34.2	9.22	7 (占0.4%)	58 (3.8%)
广州华农大(1)	由美国进口的生 产性种子	12 000	1 400	32.5	7.26	31 (占2.2%)	69 (7.1%)
广州华农大(2)	马鞍山、荆州的 30个优树种子	2 000	1 200	38.5	6.78	23 (2%)	97 (10%)

2.4.2 1年生苗木的轮枝数和顶芽数(按等级苗统计) 两地调查的结果(表6)发现,1年生苗木轮枝数分布:I级苗( $> \bar{x} + 2S$ )达4轮以上的占80%;而IV级苗( $< \bar{x}$ )3轮以下的亦占80%;III级苗( $\geq \bar{x} < \bar{x} + S$ )具多轮枝的百分率也比IV级苗大,可见苗木高生长大的其轮枝数多,反之为少,并以无轮枝数的占比例大。顶芽数分布的总趋势是I、II级苗具5个芽以上的苗木居多,而III、IV级苗的顶芽数分布没有规律。

表6 1年生苗木轮枝数分布

(单位:%)

地点	等级	株数	轮枝数			
			0	1~3	4~6	7轮以上
英德桥头	I	46	8.7	6.5	28.3	56.5
	II	182	9.9	25.8	43.4	20.9
	III	387	17.5	37.8	35.7	9.1
	IV	551	38.1	39.9	20.5	1.5
广州华农大	I	22	3.1	9.4		87.5
	II	96	20.8	34.4		44.8
	III	462	48.7	34.6		16.7
	IV	810	77.5	17.9		4.6

2.4.3 1年生苗木的地径、根长、根干鲜重以及茎干鲜重 在等级间均达显著差异,其平均值都是由I至IV级按由大至小的次序排列。这些性状与茎长密切相关, $r_s = 0.84 \sim 0.98$ ,是由于苗高平均增长率、枝条重量、根系重量以及枝条/根系比值的遗传变异在苗期第12周才出现<sup>[6]</sup>,从而说明应以出圃前的苗期性状作为早期选择的依据。

## 2.5 6年生等级苗生长分析

按苗高、轮枝数和顶芽数分成48个级类苗木造林,以成活率为75%的植株参加统计得出的结果:6年来在等级苗间的树高生长均达F检验极显著差异(表7),均方比值(F值)从1985年开始(1年生)是逐年递减的,但是到1990年F值仍很大,与临界值相比差很远。那么苗高等级间的树高差异可持续到那一年,或者说F值下降到那年才不显著,这里试用年度与F

表7 苗高、轮枝数、顶芽数各年度树高均方比

变异来源	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	F临界值
苗高间	104.89**	62.75**	49.62**	26.88**	24.25**	18.36**	$F_{0.05}(3,9) = 3.86$
轮枝数间	10.64**	84.44**	57.27**	43.21**	7.48**	9.96**	$F_{0.01} = 6.99$
顶芽数间	8.12*	3.48	0.56	0.80	0.33	0.01	$F_{0.05}(2,6) = 5.14$

值的关系作理论上估测。由于F值随年度的增加而递减,因而在坐标图上(图1)描出一条幂函数  $y = ax^b$  曲线。当年度(x)为自变量, F值(y)为依变量时求出方程  $y = 116.24x^{-1.0}$ 。用回归曲线的直线化检验,  $r = -0.99$ , 所以方程成立。当F值  $y = 3.86$  和  $6.99$  时, 则求出  $x = 30$  年和  $16$  年, 从而预测等级苗间树高生长的均方比在16年生和30年生时仍达显著差异。

等级苗间的树高平均值作t检验, 发现I级苗的平均高一直领先, 与II、III、IV级苗平均值之差异极显著, 可见I级苗的高生长从苗期开始直至6年生、16年生仍保持优势。将I级苗树高和它自身所处的林分平均高比较(表8), 其增益值达7%以上。

等级苗胸径的变化和树高相似, 其均方比达极显著, I级苗的胸径平均值最大, 比林分

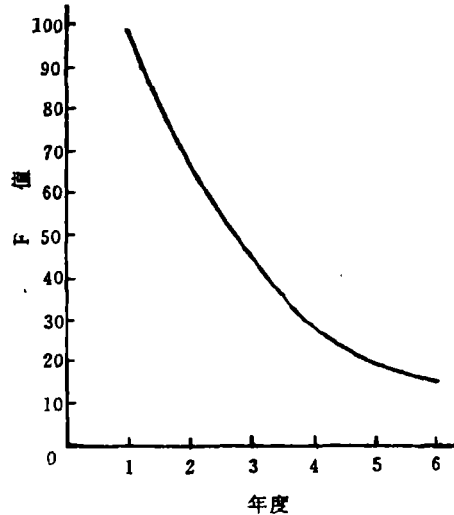


图1 年度与F值关系

表8 各年度I级苗与试验林的树高比较

年 度	1985	1986	1987	1988	1989	1990
I级苗树高平均值(cm)	102.41	167.9	212.7	261.3	302.7	354.4
试验林树高平均值(cm)	86.99	148.6	196.4	243.5	281.1	330.3
I级苗树高增益(%)	17.7	12.3	8.3	7.3	7.7	7.3

表9 1990年等级苗材积增益

等级	得分	平均材积(m <sup>3</sup> )	I级苗水平增益(%)
I	58.94	0.005 479	
II	55.43	0.005 181	6.0
III	46.97	0.004 532	21.0
IV	39.72	0.003 947	38.7
林分		0.004 786	14.5

平均值大10%~7.5%。用水平法计算第6年生各等级苗材积(表9), 发现I级苗的平均材积比III级苗大21.0%, 比林分平均值大14.5%。可见用I级苗造林可增加木材产量。

等级苗种植后, 因轮枝数和顶芽数不同, 植株高生长有差异, 用双方方差分析可见, 轮枝数不同, 从1年生开始均达显著差异, 而顶芽数不同却无差异(表7)。苗木轮枝数以7轮以上(4类)的高生长量最大, 各年度1~4类树高、胸径平均值排序由小到大。6年生时4类苗与林分树高增益为3.5%(表10), 说明苗期轮枝数与林分材积生长有关, 而苗木顶芽数与树高生长无明显关系。

表10 轮枝数类树高平均值

年 份	1类(0枝)	2类(1~3枝)	3类(4~6枝)	4类(7枝以上)	林 分	4类与林分
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_{总}$	增益(%)
1985	82.34	85.27	82.37	96.73	87.17	10.97
1986	141.76	148.60	152.60	164.35	150.47	9.22
1987	184.46	183.61	199.66	207.54	196.04	5.87
1988	233.09	239.87	245.69	254.51	242.07	5.14
1989	269.51	277.36	288.11	292.62	280.71	4.24
1990	315.70	328.70	338.90	342.00	330.30	3.50

### 3 结论与讨论

综上所述, 可以初步得出如下结论:

(1) 火炬松 1 年生的苗高可以作为早期性状预测因子。1 年生超级苗(I 级苗)造林后 6 年, 树高生长一直保持优势, 与 II、III、IV 级苗高生长差异极显著, 比同一林分树高平均值大 7.3%; 第 6 年生材积增益 14.5%~21.0%。这正如 Zobe 等人(1957)认为, 超级苗在 5 年生时其高生长平均值比对照大 25%。Dorman 也指出, 通过火炬松等级苗研究而确定的早期生长特性可以保持 10 年之久<sup>[6]</sup>。本文通过理论推算, 超级苗高生长优势可以维持到 16 年或更长。是否与实际相符, 还需继续观测。若与 Dorman 就以轮伐龄为 15~45 年的树种而言的说法一致, 这也是值得借鉴的。虽然超级苗选择属混合选择, 但是由于其选择强度大, 以  $\bar{x}_H + 2S$  的苗木而言, 在常态分布情况下, 入选率为 8% 左右, 这样既可以减少造林面积, 充分利用土地, 又可获增产效果。尤其子代测定, 据 1 年生苗高筛选家系效果更显著, 种植 5 年后树高生长在平均值以上的家系占 80%。

(2) 苗木的轮枝数、茎粗、地上部分和地下部分的干鲜重等性状在早期鉴定中有参考价值, 尤其是轮枝数可作直接选择的性状。若能挑选轮枝数多的超级苗造林, 材积产量将会更高。茎粗、根及茎的干鲜重在等级苗间虽有显著差异, 与 1 年生苗高相关密切, 但测定方法较复杂, 机误较大, 生产上使用不方便。

(3) 种子重量、发芽速度和苗木顶芽数等不能作早期性状的选择因子。不论混合种子或家系种子的千粒重只在苗龄 80 天以前对高生长有影响。种子发芽速度和千粒重一样同苗木后期高生长无关。1 年生苗木顶芽数在等级苗中没有什么规律, 定植 2 年后不同顶芽数苗木间的树高生长无显著差异。

上述 3 个结论可以用 Robinson J. F.(1984)的论点作为结束语: 火炬松苗期性状测定可作为后期材积改良的选择依据, 只依种子品质作为 5 年生材积改良的选择方法并不能证明是有效的, 不过出圃前进行苗木特征选择却非常有效<sup>[7]</sup>。

### 参 考 文 献

- 1 陈铁英, 于德风, 丛祥安, 等. 樟子松早期生长预测的初步研究. 林业科学, 1981, 17(1): 4~77.
- 2 孙光新. 火炬松栽培. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1983, 12~13.
- 3 Cannel M G R. Early genetic evaluation of tree, Institute of terrestrial ecology, Annual

- report, 62~63.
- 4 Michael S W, Buijtenen J P. Early genetic evaluation of loblolly pine. *Can. J. For. Res.*, 1981, 11(2), 351~355.
  - 5 David B. South. Survival and growth of loblolly pine as influenced by seedling grade, 13-year results. *Southern Journal of Applied Forestry*, 1985, 9(2), 76~81.
  - 6 Dorman Keith W. The genetics and breeding of southern pines. *Wash. G. P. O.*, 1976, (471), 186~188.
  - 7 Robinson John F. Traits measured on seedling can be used to select for later volume of loblolly pine. *South. J. Appl. For.*, 1984, 8(1), 59~64.

## *Research on the Appraisal Techniques for the Early-Stage Characters of Loblolly Pine*

Tan Bixia    Zhong Weihua

(College of Forestry, South China Agricultural University)

**Abstract** The research on the appraisal techniques for the early-stage characters of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) was conducted, which included the correlation between seed weight and seedling height, the measurements of seed germination and the plant morphology in the seedling stage, the growth of dominant trees in free pollinated families in descendant seedling stage and the growth of graded seedling used for planting. The results have shown that seed weights have an effect on seedling height growth in the early 80 days or before seedlings reach 15 cm in height, which disappears gradually. The height growth at the fifth year can be predicted according to that in the descendant seedlings stage in the same family. There is not obvious correlation between seedling height and early or late seed germination. The height growth have a positive relationship with numbers of whorled branch when lifted from nursery. There is no significant relationship between terminal bud numbers and graded seedlings. The height and diameter breast height of graded seedling I (predominant seedling) have been maintaining a dominance after the planting of six years, and its stem volume is 14.5 % more than that of the average of stand.

**Key words** Loblolly Pine    early-stage characters    graded seedling gain