

火炬松论文集

Collected Papers of Loblolly Pine

CPR/91/153 项目办公室

CPR/91/153 Project Office

June 1997

火炬松论文集

Collected Papers of Loblolly Pine

CPR/91/153 项目办公室

CPR/91/153 Project Office

June 1997

前 言

由联合国开发计划署(UNDP)援助的湿地松、火炬松改良种子园项目(项目编号: CPR/91/153)于1993年开始实施。实施期内,在CPR/91/153项目办公室的组织下,各参加单位在湿地松、火炬松育种改良及其相关领域做了很多工作,取得了不少研究成果,这对深入开展今后的湿地松、火炬松遗传育种工作具有重要的参考价值。为向林业研究工作者介绍本项目的研究成果,现将实施期间所发表和撰写的论文汇集成册,供研究参考。

CPR/91/153 项目办公室

1997 年 6 月于广州

Foreword

The Project of the Improved Slash Pine and Loblolly Pine Seed Orchards (Project Number: CPR/ 91/ 153) is assisted by United Nations Development Programme (UNDP). It has executed since 1993. With the organization from CPR/ 91/ 153 Project office and effort from the involved units, we have achieved to a great deal in the research of slash and loblolly pine improvement and its relative field in the implement term (1993~1997). All of them should be of great value for slash and loblolly pine development of forest genetics and breeding in future. We have compiled this book - 《collected Papers of Slash and Loblolly Pine .》 for all issued - and - wrote Papers in the estimated term in order to introduce reserch achievement of the project to you . It wouldbe a valuable book for research, teaching as well as production practice.

CPR/91/153 Project Office

Guangzhou June 1997

目 录 Contents

1. 火炬松自由授粉子代测定研究
Research on Open - pollination Progeny Test in Loblolly Pine
(Pinus taeda)1
2. 149 个火炬松自由授粉家系的生长表现
Growth Performance in 149 Open - pollinated Families of Loblolly Pine11
3. 69 个组合组成的核心群体苗期生长表现
Growth Performance in 69 Combinations of Loblolly Pine
Nucleus - population18
4. 九曲水林场火炬松优良家系丰产示范林研究
Research on the fast - growth stand of good families of loblolly
pine in Jiushui State Forest farm23
5. 美国火炬松优良家系引种试验
Trial of introduced superior families in loblolly pine from the
United States27
6. 用小区平均值估算单株遗传力的方法
Usage of Estimation of Single Tree Heritability with Plot Mean.....33
7. 火炬松早期生长性状鉴定技术的研究
Research on the Appraisal Techniques for the Early - Stage
Characters of Loblolly Pine39
8. 火炬松优良种源和耐寒个体选择调查报告
Report on fast - growth and cold - resistant and provenance and its
individual selected in loblolly pine47
9. 火炬松木材密度变异初探
Initial research of Variation on wood density of loblolly pine53
10. 火炬松的春接夏移成功
Successful Transplanting in Summer after Grafting in Spring of Loblolly ...58

11. 火炬松建园无性系球果产量研究 Studies on Clonal Cone Yield of Establishment Seed Orchard of Loblolly Pine	63
12. 火炬松种子园无性系产果力变异与选择研究 Research of Variation and Selection on Clonal cone of a Loblolly Pine Seed Orchard	70
13. 火炬松种子园疏伐研究(I) Study on Roguing in a Seed Orchard of Loblolly Pine (I)	78
14. Roguing in seed orchard of loblolly of loblolly pine (English)	85
15. 主成分聚类在火炬松种子园疏伐中的运用(II) The application of principal component analysis on roguing of loblolly Pine seed orchard(II)	94
16. 三种分析方法评选火炬松无性系效果比较 Comparison results among three analysis methods in methods in evaluating loblolly pine clones	101
17. 对英德市火炬松初级种子园疏伐的工作意见 Suggestions on roguing of Loblolly Pine Seed Orchard in Yingde City	108
18. 火炬松种子园球果害虫综合防治 Comprehensive control of harm - cone insect in a loblolly pine seed orchard	113
19. 火炬松改良种子园控制害虫技术 Research on control pest insect for the improvement of loblolly pine seed orchard	117

火炬松自由授粉子代测定研究^{*}

钟伟华 何昭珩 周 达 程候才 黄华喜 林 新

摘要 对 47 个火炬松自由授粉家系进行了苗期和幼林测定, 结果表明, 家系间苗木保存率与苗高均差异显著, 保存率与苗高呈正相关; 但与幼树高生长不相关。家系间树高生长差异显著, 有 1/5 以上明显优良, 此外, 还研究了统计分析方法与比较标准对选择效果的影响, 以及苗期低强度淘汰的有效性。

关键词 火炬松、半同胞子代测定、前一后期相关、早期选择、遗传增益

自由授粉子代测定, 能迅速地提供建园亲本的遗传信息, 为初级种子园疏伐去劣, 选择优良家系和第一代 (即 1.5 代) 无性系种子园建园亲本, 以及选配全同胞子代测定的配偶组合, 推动育种群体向高水平、高世代发展等方面都将起重要作用。因此, 在林木育种的选择——种园改良途径中, 把自由授粉子代测定视为中心环节。本试验就是为了了解建园亲本的一般配合力优劣, 为提高种子园的遗传品质和发展育种种群服务的。

1 试验地概况

试验地设在遂溪县林业试验场 (21°25'N, 110°15'E)。属季风热带气候类型。年平均气温 22.8°C, 极端低温 -1.4°C, 大于 10°C 的天数在 356d 以上。年平均降雨量 1175mm。年平均相对湿度 82%, 年日照时数 1846·1h。台地, 土质为浅海沉积沙壤土, 土层 1m 以上, 土壤有机质含量 0.543%, 全氮 0.25%, 全磷 0.016%, 全钾 0.183%, pH 值 5.4。主要植被为鹧鸪草 (*Eriachne palleseens* R. BR.)、桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.) 等。

2 参试材料

参试材料为火炬松 (*Pinus taeda* L.) 自由授粉种子共 47 个号, 88-1 至 12 号来自英德火炬松种子园的无性系和优树; 88-13 至 25 号为韶关市林科所优树种子; 88-32 至 42 号为湖北省林科所所选优树种子; 88-27 至 30 号为福建省天马林场优树种子 (中国林科院亚林所采集)。85-15 至 18 号为当地优树种子 (1985 年采集)。对照占 3 个 (CK₁、CK₂、CK₃ 分别为韶关市林科

^{*} 钟伟华教授, 何昭珩, 周达 (华南农业大学 广州 510642); 程候才, 黄华喜 (广东省遂溪县林业试验场); 林新 (广东省林业厅种苗站)。

^{*} 本研究是“七五”国家重点科技攻关课题的一部分, 李昌明、徐和运、周新、黄恺、江波、冯志超等同志参加了外业调查。

所、河北省彭场林场母树林和 1985 年由美国进口的生产用种)。

3 试验与研究方法

3.1 苗期试验

1988 年 1 月播种, 按 3 次重复随机完全区组育苗。

3.2 造林试验

1988 年 3 月 25 日栽植。按存苗数分为 3 组, 采用随机完全区组设计, 5~6 株行式小区, 重复 2~6 次, CK_1 与 CK_2 为共同对照 (第 1 组增加 CK_3)。栽植密度 $2.75m \times 2.75m$ 。试验地前作窿缘按 (*Eucalyptus exserta* F. Muell.); 机耕全垦后挖穴大 $50cm \times 50cm \times 40cm$, 每穴施 250g 过磷酸钙作基肥。

每年冬季作每木调查。因子包括树高、地径、侧枝数与枝轮盘数等。

3.3 统计分析方法

采用 Harcher 的水平法 (Performance Level Analysis)^[1,2], 方差分析、LSD 法和相关分析法^[3]及简单 T 检验。

(1) 水平法数学模型: $L_i = [(M_i + 2SD - MP) / (4SD)] \times 100$

当 $M_i \geq MP + 2SD$ 时, 令 $L_i = 100$; $M_i \leq MP - 2SD$ 时, 令 $L_i = 0$ 。

式中 L_i 、 M_i 、 MP 和 SD 分别为 i 区组的 i 家系性状得分、平均值和亚群体平均值与标准差。

$$MF_i = (4MS \times LM_i) / 100 + MT - 2MS$$

式中 MF_i 、 LM_i 、 MT 与 MS 分别为 i 家系全部区组的性状平均值与得分、群体平均值与标准差。

$$DG_i = (MF_i / CK - 1) \times 100$$

DG_i 为与 CK 比较下 i 家系性状当代增益值。

(2) 简单 T 检验公式 $T = (MF_i - CK) / SE_i$ $SE_i = i$ 家系的标准误 (3) 遗传力与遗传进度^[4]

$$\text{单株遗传力 } h^2 = \frac{MS_a - MS_b}{MS_a + (K_0 - 1) MS_b}$$

MS_a 、 MS_b 与 K_0 各为家系均方、机误均方和平均株数。 $K_0 = (N - \sum_{i=1}^f K_i^2 / N) / (f - 1)$, N 为总株数, f 为家系数, K_i 为 i 家系的株数。

家系遗传力 $h^2 = 1 - 1/F$, F 为家系均方的 F 值。

遗传进度 $R = \text{选择差} \cdot \text{遗传力}$; 遗传增益 = $R / \text{群体平均}$ 。

对 3 组数据的共同对照进行差异显著性检验表明, 3 组间无显著差异, 于是将 3 组数据合并分析。

3.4 用下列三种方法作早期筛选并比较其效果

- (1) LSD 去劣法: 剔除最劣家系法;
- (2) 简单 T 检验法: 保留显著高于群体平均值的家系;
- (3) 保留水平得分 50 以上的家系。

4 试验结果

4.1 苗期测验结果

4.1.1 家系间存苗率按播种粒数计差别显著 平均存苗率 32.99% (表 1)。存苗率在 20% 以下和 50% 以上的家系分别占 36.3% 和 23.4%, 存苗率偏低的原因是播种前种子没经低温层积催芽, 空粒率高和贮藏时间较长。

表 1 47 个家系的播种粒数与存苗率

家系号	播种粒数	存苗率 (%)	家系号	播种粒数	存苗率 (%)	家系号	播种粒数	存苗率 (%)	家系号	播种粒数	存苗率 (%)
88-2	110	75.5	88-27	61	47.5	88-42	100	29.0	85-15	120	13.3
88-28	66	66.0	88-37	100	47.0	88-31	130	27.7	88-9	150	12.7
88-6	150	63.3	88-38	100	47.0	88-43	300	26.0	85-18	150	12.0
88-10	150	62.0	88-33	100	46.0	88-36	100	26.7	85-16	150	11.3
88-40	100	61.0	88-30	55	45.5	88-29	82	23.3	88-25	200	11.0
88-1	200	60.5	88-22	200	42.0	88-13	200	23.0	88-32	100	11.0
88-3	104	55.8	88-11	83	41.0	88-14	140	19.3	88-24	200	9.0
88-23	53	52.8	88-8	120	40.0	88-34	100	19.0	88-4	120	5.0
88-5	118	52.5	88-16	200	39.5	88-39	100	17.0	88-41	100	5.0
88-20	106	50.9	88-26	300	36.3	88-19	200	16.5	88-35	100	4.0
88-21	200	50.0	88-18	200	35.5	88-15	200	14.0	85-17	300	1.7
88-7	100	49.0	88-17	200	33.0	88-12	88	13.6	平均		32.99

4.1.2 存苗率与苗高生长量有密切的关系 两者之间为正相关, 相关系数 $r = 0.644^{**}$ ($r_{0.05, 45} = 0.2875$, $r_{0.01, 45} = 0.3721$), 回归方程为 $Y = 15.49 + 0.105x$ 。

4.1.3 家系间苗高差异显著 ($F = 9.42^{**}$) 如表 2, 最大值与最小值相差近 3 倍。按水平法得 50 分以上的家系 (可视为优良家系) 有 13 个。此外, 家系内的变异很大, 尤其是优良家系其变异系数约 30%, 说明优良家系苗期有单株 (超级苗) 选择的潜力。

4.2 幼林测验结果

4.2.1 1~3 年生的树高、地径在家系间差异显著 树高 F 值分别为 2.6758*、2.9554*、2.5031*, 3 年生地径为 1.4078*。可见家系间有一定的选择潜力。3 年试验林总平均树高 195.37cm, 比 CK₁、CK₂、CK₃ 的平均高分别大 2.3%、2.8% 和 3.4% (表 3)。说明经选择的家系群体得到一定程度的改良。

从LSD显著性检验结果看, 1~31号家系间差异显著, 占参试家系的68.9%。若以CK₁、CK₂、CK₃作为优劣标准, 则大于它们的相应为25、26、30个家系; 若以大于水平法得50分为标准, 有88-34至88-7等20个家系为优良家系, 其平均树高增益为7.4%。由此看出, 选择多少个优良家系与方法和比较标准有关。

4.2.2 侧枝数与枝轮盘数的变异 结果表明(表4): 平均年生长5.4个侧枝、3.6个枝轮。两者家系间均无显著差异($F=0.82^{NS}$ 和 0.54^{NS}), 可见其遗传分化较小。

表2 47个家系平均苗高及其水平得分值

家系号	平均值 (cm)	CV (%)	得分	家系号	平均值 (cm)	CV (%)	得分
88-2	27.69±0.92	30.36	78.91	85-18	18.94±2.02	45.18	45.96
88-40	25.92±0.84	25.12	72.24	85-15	18.94±0.88	18.59	45.93
88-37	23.75±1.12	32.23	64.05	88-5	18.81±0.60	24.93	45.44
88-16	23.12±0.76	29.24	61.40	88-8	18.75±0.67	24.80	45.22
88-38	23.02±1.02	30.38	61.32	88-36	18.52±0.99	27.36	44.35
88-34	22.63±1.29	24.92	59.85	88-21	18.26±0.59	32.12	43.36
88-1	21.77±0.54	26.97	56.62	88-22	17.84±0.44	22.69	41.79
88-3	21.64±0.79	27.91	56.11	88-42	17.59±1.10	33.55	40.84
88-6	21.61±0.72	32.98	56.02	88-11	17.53±0.81	27.03	40.62
88-39	20.88±1.29	25.36	53.26	88-30	17.36±1.03	29.52	39.98
CK ₂	20.74±1.36	39.39	52.74	88-15	17.29±1.24	37.92	39.70
88-23	20.45±0.61	15.88	51.62	88-29	16.87±1.26	32.62	38.13
88-10	20.38±0.69	32.84	51.37	88-17	16.58±0.60	29.39	37.03
88-33	20.15±1.07	35.97	50.51	85-16	16.29±1.14	28.81	35.96
88-18	19.80±0.77	32.87	49.19	88-13	16.11±0.53	22.28	35.72
88-20	19.76±0.70	26.17	49.03	88-4	16.03±1.74	26.48	35.17
88-12	19.75±1.73	30.31	48.99	88-25	15.93±0.86	25.21	34.60
CK ₁	19.60±0.64	33.90	48.41	88-9	15.76±1.11	30.76	33.96
88-27	19.45±1.42	39.38	47.85	88-14	15.46±0.62	20.68	32.83
88-24	19.25±0.88	19.44	47.11	88-41	15.08±1.99	32.34	31.40
CK ₂	19.25±0.69	31.99	47.11	88-35	13.38±0.66	9.83	24.96
88-28	19.21±0.79	33.34	46.96	88-32	13.18±0.52	13.17	24.23
88-19	19.17±1.03	30.92	46.79	85-17	9.75±1.25	18.13	11.30
88-7	19.14±0.82	29.98	46.70	总的	20.02±1.45	33.13	50.00

注: 平均值右侧划有黑线者为一类(线内家系两两间无显著差别), 其它为另一类。家系分类以单因素方差分析的LSD法为据, 下同。

表3 3年生平均树高与水平得分值

序号	家系号	平均值	得分	序号	家系号	平均值	得分	序号	家系号	平均值	得分
1	88-34	244.0	76.38	17	88-5	201.0	52.85	33	88-22	187.0	45.72
2	88-4	234.0	70.98	18	88-9	200.0	52.21	34	88-37	187.0	45.19
3	88-29	233.0	70.53	19	88-23	199.0	51.74	35	88-20	186.0	44.98
4	85-18	229.0	68.19	20	88-7	196.0	50.15	36	88-10	186.0	44.88
5	88-39	219.0	62.87	21	88-19	194.0	49.21	37	88-33	185.0	44.48
6	88-40	219.0	62.67	22	88-21	193.0	48.85	38	88-25	185.0	44.40
7	85-15	218.0	62.24	23	88-1	193.0	48.60	39	88-15	182.0	42.64
8	88-36	217.0	61.91	24	88-16	193.0	48.54	40	88-38	182.0	42.63
9	88-6	214.0	60.08	25	88-14	192.0	48.28	41	88-16	182.0	42.60
10	88-17	213.0	59.41	26	CK ₁	191.0	47.90	42	88-2	179.0	41.27
11	88-8	206.0	55.87	27	CK ₂	190.0	47.46	43	88-13	175.0	38.91
12	88-3	206.0	55.75	28	88-30	190.0	47.32	44	88-32	173.0	37.77
13	88-12	203.0	53.86	29	88-18	190.0	47.26	45	88-42	161.0	31.46
14	88-41	202.0	53.59	30	88-24	190.0	47.11	总的		195.37	50.0
15	88-11	201.0	53.28	31	CK ₃	189.0	46.61				
16	88-28	201.0	53.28	32	88-27	188.0	45.98				

注：平均值右侧划有线条者为B类，不划线条者为A类。B类中任一家系都与最差的家系88-42无显著差异，属较差一类。A类中任一家系与88-42有显著差异。

表4 3年生平均侧枝数目与枝轮盘数

侧枝数 (个)						枝轮盘数 (盘)					
家系号	X±SE	CV%	家系号	X±SE	CV%	家系号	X±SE	CV%	家系号	X±SE	CV%
88-1	6.14±0.44	38.39	88-2	5.40±0.48	44.08	88-1	3.86±0.16	21.58	88-10	3.53±0.12	20.02
88-7	5.94±0.31	29.62	88-6	5.34±0.37	40.59	88-5	3.84±0.15	22.03	88-37	3.52±0.17	27.35
88-19	5.57±0.31	32.57	CK ₂	5.31±0.33	34.62	88-28	3.82±0.18	24.73	88-11	3.49±0.13	22.41
88-21	5.68±0.40	41.08	88-3	5.29±0.29	32.63	88-7	3.81±0.17	24.00	CK ₃	3.49±0.14	22.82
88-11	5.66±0.31	32.35	88-17	5.21±0.29	29.56	CK ₁	3.78±0.18	27.48	88-20	3.46±0.16	26.18
88-22	5.66±0.41	42.21	88-20	5.18±0.30	32.88	88-17	3.76±0.14	19.67	CK ₂	3.44±0.13	22.09
88-8	5.66±0.40	38.47	CK ₁	5.13±0.29	31.64	88-40	3.73±0.17	26.21	88-6	3.43±0.16	26.74
88-18	5.64±0.36	37.59	88-13	5.03±0.37	40.56	88-8	3.72±0.20	28.61	88-2	3.36±0.16	24.12
88-37	5.62±0.39	38.40	88-40	4.85±0.34	39.65	88-19	3.72±0.14	22.81	88-13	3.29±0.13	22.46
CK ₃	5.62±0.31	36.42	88-10	4.82±0.32	38.69	88-3	3.71±0.15	24.06	88-18	3.64±0.16	26.40
88-38	5.52±0.34	36.10	88-5	4.69±0.36	43.16	88-33	3.70±0.13	19.70	88-22	3.57±0.17	27.40
88-16	5.44±0.31	33.61	88-33	4.67±0.35	42.75	88-30	3.69±0.16	26.13	88-21	3.56±0.15	25.12
88-28	5.43±0.43	41.78	总的	5.39	37.18	88-16	3.65±0.18	29.33	总的	3.62	24.60

注：观察总株数为811株。

相关分析表明：枝轮盘数与树高生长呈正弱相关。 $r = 0.3918^{(*)}$ ($r_{0.10} = 0.3379$, $r_{0.05} = 0.3976$)，回归方程为 $Y_H = 95.61 + 27.291x$ 。侧枝数目与树高生长则不存在相关。所以要选速生、枝轮盘数又少的家系难度较大，而侧枝性状则可独立改良。

4.2.3 性状遗传力 分析结果如表5，1年生苗高家系遗传力比较大，表明苗期按苗高作家系淘汰有可能获得一定效果；家系遗传力大于单株遗传力，家系选择效率要大于单株选择；树高遗传力高于地径遗传力。因此，早期选择应注意树高的优良性；侧枝与枝轮两性状的遗传力较低，

说明要作这两性状的改良不是轻而易举；就家系树高遗传力大小而言，年龄间有变化，3年生时较高，是否随年龄增长递增则有待研究。

表5 性状遗传力

年龄 (a)	树(苗) 高		地 径		枝 轮		侧 枝	
	家系	单株	家系	单株	家系	单株	家系	单株
苗期	0.887	0.262	-	-	-	-	-	-
1	0.690	0.295	-	-	-	-	-	-
2	0.659	0.279	-	-	-	-	-	-
3	0.844	0.419	0.626	0.230	0.354	0.449	0.352	0.102

注：枝轮、侧枝两个性状遗传力由试验组(1)计算而得，其它由3个试验组资料得来。

4.2.4 遗传进度与增益 仅能对3年生树高作遗传增益与进度的估计，结果如表6。按20%选留家系，即有88-34, 88-4, 88-29, 85-18, 88-39, 88-40, 88-36, 88-6和88-17等9个最优家系(表8)，预期树高早期遗传增益可达11.1%，其进度为21.6cm。可见选择对下一代的改良是可观的。当以CK₁为标准，对具有显著差异的12个家系作早期选择在生产中加以利用，可提高树生长量的15.5%(表8)，但要承担过早评价的风险。

表6 3年生树高遗传增益与进度

留种率(%)	保留家系数目(个)	平均值(cm)	遗传力	增益(%)	进度(cm)
50.0	22	195.37	0.844	5.3	10.4
26.7	12 ^①	195.37	0.844	9.4	18.3
20.0	9 ^②	195.37	0.844	11.1	21.6

注：①、②分别表示与CK₁、CK₂和与总平均值比较下，T值达到显著或极显著的家系数(表8)。

4.2.5 前后期生长表型相关 分析结果表明：苗木保存率与苗高密切相关，但与幼林期速生性无关；1年生苗高与1~3年生树高相关不密切；1年生树高与第2、3年生树高紧密相关(表7)。所以在第1年作适度选择与淘汰是有效的。

表7 苗(树)高生长前后期表型相关

年 龄 (a)	1 年 生苗高	1 年 生树高	2 年 生树高	3 年 生树高	苗 木 保存率
1 年 生苗高	1	-0.1444 -0.2606	0.1541 0.0378	0.1548 -0.0278	0.6158** 0.5655**
1 年 生树高	-	1	0.5778** 0.8817***	0.5198** 0.7554**	0.0048 0.0167
2 年 生树高	-	-	1	0.9001** 0.8929**	-0.1262 0.2288
3 年 生树高	-	-	-	1	-0.1066 0.1625

注：①分子、分母分别代表由25、45个家系的前后期相关值；② $r_{0.05(43)} = 0.2909$ ； $r_{0.01(43)} = 0.3805$ ； $r_{0.05(23)} = 0.3975$ ； $r_{0.01(23)} = 0.5069$ 。

4.3 分析方法与比较标准对选择效果的影响

4.3.1 比较标准与当代增益 应用水平表现法估算了3年生树高在不同对比标准下的当代增益,表8表明,比较标准不同,增益大小有别。

表8 不同比较标准下3年生树高当代增益和T值

序号	家系号	自由度	与CK ₁ 比较		与CK ₂ 比较		与CK ₃ 比较		与总平均值比较	
			DG ₁	T ₁	DG ₂	T ₂	DG ₃	T ₃	DG ₄	T ₄
1	88-34	11	27.52	3.935**	28.07	3.983**	29.13	4.060**	24.99	3.599**
2	88-4	11	22.30	6.005**	22.82	6.093**	23.84	6.238**	19.87	5.372**
3	88-29	11	21.86	3.578**	22.39	3.632**	23.40	3.720**	19.44	3.194**
4	85-18	9	19.60	3.055**	20.11	3.106**	21.11	3.190**	17.22	2.689**
5	88-39	11	14.47	2.767**	14.95	2.829**	15.91	2.932**	12.19	2.322**
6	88-40	32	14.27	3.761**	14.76	3.847**	15.71	3.988**	12.00	3.148**
7	85-15	9	13.86	1.846**	14.34	1.890**	15.29	1.961**	11.59	1.536
8	88-36	22	13.54	2.585**	14.02	2.647**	14.97	2.749**	11.28	2.141*
9	88-6	34	11.77	2.835**	12.24	2.913**	13.18	3.041**	9.54	2.277*
10	88-17	28	11.12	2.633**	11.59	2.710**	12.52	2.835**	8.91	2.086*
11	88-8	28	7.70	1.923*	8.16	2.002*	9.06	2.133*	5.56	1.353
12	88-3	34	7.59	1.892*	8.05	1.971*	8.95	2.101*	5.45	1.324

注:表中仅列出平均值显著大于各种对照的家系。

4.3.2 正确地使用分析方法与标准 正如表3、8、9所示的,从分析方法上看,以简单T检验最严,水平法次之、LSD法最低,其入选家系数目是依次递增;以试验林总体平均值标准较高,CK₁与CK₂居中,CK₃最低。上述规律说明,采用何种分析方法与比较标准,应依育种目的、阶段和要求而定。总体平均值弥补了CK可能出现偏高或偏低的缺陷,起了权衡CK的作用,提高了选择与淘汰的准确性。

表9 3年生树高选择效果与作用方法和标准的关系

项 目	分析统计方法				比较标准		
	水平法 > 50分入选	LSD法 去劣法	简单T 检验法	总体 平均值	CK ₁	CK ₂	CK ₃
入选家系(个)	20	31	9~12	20	25	26	30
最大增益(%)	24.89	24.89	24.89	24.99	27.52	28.07	29.13
平均值增益(%)	7.49	2.88	13.12 ~11.1	7.41	7.23	6.72	6.54

4.4 苗期选择效果分析

林木生长周期长,早期选择一直是林木育种界关注的问题,本文试就苗期选择强度大小作选择效果和可行性分析,结果(表10)表明:无论参试家系是25个,还是45个,至3年生时,在4/5选留强度下,两者保留率相近(83%与80.8%)。但由于家系名次变化至4/5以外而引起树

高下降率高达 99.3%，前者似乎优于后者。但进一步分析表明，就 3 年生树高达到显著或极显著差异家系中，前者有 6 个，后者有 9 个，它们在苗期落入 4/5 范围者，前者仅占 4 个，后者仍有 8 个（表 10、8、2）。因此，在参试家系较多的情况下，按苗高淘汰 1/5 劣系，既可以保存大多数优良家系，又能减少试验规模与测定工作量和经费开支。若这种趋势在以后的测定年龄中得以保持，这种苗期选留强度或许是可以接受的。

表 10 苗期选择效果

参试家系数目 (个)	选择强度	苗期		1 年生幼林			2 年生幼林			3 年生幼林 ^①		
		选留家系		保留率		树高下降率	保留率		树高下降率	保留率		树高下降率
		(个)	(%)	(个)	(%)	(%)	(个)	(%)	(%)	(个)	(%)	(%)
25	1/3	8	100	3	37.5	7.20	5	62.5	4.39	5	62.5	5.21
	3/5	15	100	11	73.3	3.46	10	66.7	3.85	11	73.3	4.01
	4/5	20	100	14	70.0	1.62	15	75.0	1.19	16	83.0	1.48
45	1/3	15	100	5	33.3	9.32	5	33.3	10.64	5	33.3	9.4
	3/5	26	100	15	57.7	6.11	16	59.6	5.33	17	55.6	4.06
	4/5	35	100	26	74.3	3.51	30	83.3	2.55	29	80.8	2.95

注：①指该两年观察家系增为 47 个。

5 结果与讨论

(1) 家系间苗期保存率有显著差别，并与苗高呈显著正相关，但与 1~3 年生树高不相关。

(2) 家系间苗高生长有显著差别，但苗高生长的潜力未充分展现，得 50 分以上者仅有 14 个家系（含 CK₃），比 3 年生时树高得 50 分以上者少 35% 的家系；苗高生长优异的家系，在幼林阶段中波动较大，这与一些研究者见解不一致^[5]，也许与本试验育苗基质较差，苗木生长不匀，优系与劣系苗高相差 1.8 倍，有些苗木轮生生长未能充分发育等有关。此外，优良家系苗高变异系数较大，有较大的选择超级苗的潜力。

(3) 1~3 年生树高生长，家系间差异明显。3 年生时得 50 分以上的家系有 20 个（不含 CK），占参试家系的 44%，其平均高比总平均高大 7.4%，从这点出发，以水平法得 50 分的评选标准还是较高的，可靠的，也是可行的。1~3 年生树高生长前后期相关较密切，值得进一步观察，从 1 年生树高前 1/3 的家系名次变化看，至 3 年生时，仍有 66% 的家系占据着前 1/3 的地位，可见 1 年生时作第一步选择具有一定的价值。

(4) 家系年平均侧枝数与枝轮盘数，在本试验条件下有偏少现象，其原因有待研究。

(5) 性状遗传力家系的大于单株的，说明早期选择要以家系为主。

(6) 选择效果与准确性和分析方法与比较标准有关。水平法是简便的方法，其缺点是未能揭示出大于平均得分（50 分）的家系，在统计上是否也达到差异显著性水平，而简单 T 检验法则

解决了这一难题,所以如能两者并用,就能更准确地考察家系优劣之实质,也更能恰当地根据生产和育种的要求选择和使用优良家系。

(7) 早期评选出的优良家系及其亲本,可尽早在与试区相似的地区以家系的形式推广试种;而采用并建式的建园单位,可及时地将亲本纳入建园材料,提高建园质量,促使研究成果尽快转化为生产力。

(8) 按苗高大小作低强度淘汰劣系值得进一步探讨。Lowe 等^[6,7]主张将苗期选择纳入育种程序之一。因本文研究的性状是生长速度,既受环境与遗传控制,又受家系生长类型制约,必须进一步研究选择条件,从火炬松看应注意以下4点:①苗龄在12个月到18个月;②苗木进入轮生枝生长阶段,并得到充分发育^[8];③研究家系数量较多;④育苗条件比较均匀一致。

此外,苗期低强度选择的适应范围也得进一步在其它子代测定中探讨,如果确实可行,对于减少试验规模、测定工作量是很有意义的。

参 考 文 献

- 1 王明麻主编,树木育种学概论,北京:中国林业出版社,1989, 80~126。
- 2 Hatcher A V. The use of progeny test data for evaluation of specific crosses and clones. In tree improvement short course, N. C. S. U. —Industry cooperative tree improvement program school of forest sources. N. C. S. U. Raleigh N. C. Tuly, 1981, 30: 184~187.
- 3 北京林学院主编,数理统计,北京:中国林业出版社,1980, 175~186。
- 4 吴促贤.统计遗传学,北京:科学出版社,1977, 80~126。
- 5 Williams C G. Accelerated short-term genetic testing for loblolly pine families. Can J. For. Res., 1988, 18: 1085~1089.
- 6 Lowe W J, van Buijtenen J P. Early testing procedures applied to tree improvement programs. 20th South. Conf. For. Tree Improv. Proc., 1989, 250~258.
- 7 Lowe W J, van buijtenen J P. The incorporation of early testing procedures into an operation tree improvement program. Silvae Genet., 1989, 5-6: 243~250.
- 8 Williams C G. The influence of shoot ontogeny on invenile-mature correlation in loblolly pine. For. Sci., 1987, 33 (2): 411~422.

Research on Open - pollination Progeny Test in Loblolly pine (*Pinus taeda*)

Zhong Weihua He Zhaogeng Zhou Da
Cheng Horcai Huang Huaxi Lin Xin^①

Abstract An investigation was made on the seedling and juvenile stage of 47 open - pollination families in *Pinus taeda* L. . The results show that the variance of preservation percent and height of seedling between the families are significant. The preservation percent is correlated with seedling height, but is not correlated with sapling height growth. The differences of height growth between families are significant. There is over 1/5 of the 47 families superior in height growth. In addition, the influence of startistic analysis method and selection criterion on selection effect were studied, effectiveness of elimination of inferior seedlings was also inverstigated.

Key words *Pinus taeda*, half = sib progeny test, juvenile—mature correlation, early selection, genetic gain.

^① Zhong Weihua Professor, He Zhaogeng, Zhou Da (South China Agricultural University Guangzhou 510642); Cheng Houcai, Huang Huaxi (Forestry Experiment Plantation of Suixi County, Guangdong Province); Lin Xin (Station of Seed and Seedling, Forestry Department, Guangdong Province).

149 个火炬松自由授粉家系的生长表现^①

钟伟华 周 达 何昭珩 陈炳铨 石 斌 黄少伟

(华南农业大学林学院, 中国广州 510642)

摘要 本文总结了 6 个测验年度, 5~8 年生的 149 个火炬松自由授粉家系测验结果, 表明家系间材积生长有显著差异。按水平表现法得 50 分以上的系占 46%, 它们的材积增益平均为 11.13%。按选择目的、用途及测验持续时间长短, 将它分为 4 组: 结果还表明, 不同来源的家系群优秀率不同, 中选家系均优于任一 CK, 有力地说明选择改良的有效性。

关键词: 火炬松、自由授粉家系、子代测验、增益、水平表现法

火炬松 (*Pinus taeda* L.) 这个引自美国的亚热带树种, 70 年代以来, 已发展成我国亚热带地区速生丰产林营建的一个重要树种。80 年代以来, 有组织地开展遗传改良工作, 其中主要的是选择一种子园途径的改良工作。为了收到或加速选择——种子园途径的改良效果, 在选择建立种子园的同时, 开展优树子代测定是遗传改良工作中十分重要的环节。而优树自由授粉子代测定是既经济又快捷的方法, 它省时、省力、省金钱。如果要及早了解亲本的一般配合力大小, 它是独占鳌头的。当然, 种子园或无性系基因库已经建立起来, 且进入了结实阶段, 则另当别论。因火炬松在我国的遗传改良起步较晚, 自由授粉子代测定研究报道不多^[1], 在原产地的美国则做了大量的工作, 至今, 改良工作已经进入第三个世代, 仍坚持做自由授粉子代测定。为了公平地评定亲本的一般配合力, 也推行互补配偶设计 (混合授粉的一种)。本研究是 1983 年与英德火炬松种子园营建同步开展的子代测定, 至 1990 先后测定 6 批, 现总结如下。

1 材料与方方法

1.1 材料

自 1983 年至 1989 年先后测定自由授粉子代 6 批, 合计 198 个 (次) 家系 (含年度重复测定的系), 其中安徽省马鞍山市林场 78 个, 湖北省彭场林场 17 个, 广东省 86 个 (含种子园 58 个), 福建省天马林场 3 个, 中林院亚热带林科所 2 个, CK7 个, 共参试 12 次。其中 CK₁、CK₃, 台山种子园混合种。CK₂、CK₄、CK₆ 分别为马鞍山市、彭场林场、广东韶关市林科所母树林混合种、CK₇ 英德火炬松种子园家系混合种、CK₅ 美国国际林木种子子公司 1985 年商品种子。

1.2 方法

^① 谭碧霞同志参加了部份研究

测定工作与英德火炬松种子园营建同步逐步开展, 计 1983 年测定半同胞家系 32 个, 1985 年 30 个, 1987 年 41 个, 1988 年 20 个, 1989 年 49 个, 1990 年 26 个, 合计 198 个次。其中有 36 个家系, 年度间重复 1 至数次, 1983 年与 1989 年的测定有地点重复。各测定年度间的田间试验设计均采用 6 株小区, 6 次重复的随机完全区组设计, 5~8 年生的年终测定数据。数据采用常规方差分析^[2]和水平表现法分析^[3], 并在 IBM 微机上处理, 按材积水平得分进行家系综合排序, 评价家系优劣。材积公式:

$$V = 0.375 \times D^2 \times H / 10000$$

2 试验地点的自然条件

子代测定试验分别设在广东省英德火炬松种子园等 4 个地点, 他们的地理位置, 平均雨量等如下表。

试验地点的自然条件

项目	英德火炬松种子园	韶关市林科所	梅州市林科所	遂溪县林业试验场
北纬	24°15′	24°48′	24°18′	21°25′
东经	113°	113°35′	116°7′	110°15′
海拔 (m)	50	250	252	20
年雨量 (mm)	1917.7	1562.0	1439.2	1175
年均温 (°C)	20.7	20.3	21.1	22.8
相对湿度 (%)	79	76	78	82

3 结果与分析

3.1 家系间生长差异

表 1 列出各年度家系试验林的平均树高、胸径与材积, 以及单、双因素方差分析结果的均方比值。从材积均方比值看, 除梅州和英德 90 年的试验外, 家系间均在 5% 水准上差异显著, 表明家系间在遗传上存在差异, 可以选出较优良的家系。以 1985 年 3 个试点看, 韶关市林科所的试验林生长最好, 分别比英德、梅州试点材积大 140% 和 302%。