

文章编号: 1000-5692(2001)03-0257-05

杉木速生优良无性系的选育

陈孝丑

(福建省顺昌县洋口国有林场, 福建 顺昌 353211)

摘要: 对 217 个福建省杉木优良无性系 4 个年度的测定结果进行了分析, 并对各生长性状的遗传参数进行了估算。结果表明, 各主要生长性状的差异在无性系间均达到显著或极显著水平。通过遗传测定, 从 217 个优良无性系中评选出 23 个速生优良无性系, 与杉木第 1 代种子园子代相比, 入选的优良无性系具较高的生产力水平和增产效果, 适宜于在福建省北部或其他生态条件相近的地区推广应用。表 5 参 4

关键词: 杉木; 无性系; 选择育种

中图分类号: S722 **文献标识码:** A

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 是我国特有的重要用材林树种, 自然分布极广, 遍布南方 16 个省, 在针叶树人工造林中占有重要的地位。20 世纪 60 年代以来, 我国林木育种工作者对杉木进行了种源试验、杂交育种和种子园建立等系统的遗传改良研究, 这些研究成果已在生产应用中转化为生产力, 使我国杉木人工造林走上了正规化良种化道路, 并在林业生产上取得了巨大的经济效益^[1~4]。由于杉木易无性繁殖, 并能保持母株的优良性状, 林木育种工作者又在实生繁殖的基础上开展了扦插繁殖及无性系选育的研究。

20 世纪 80 年代以来, 我们对来自不同种源、不同谱系和不同世代的杉木无性系进行了系列研究^[2~4]。本文对来自福建省的 217 个优良无性系的多年度测定结果进行初步报道。

1 材料与方法

1.1 试验材料

从 1 代种子园子代测定林中, 根据子代测定结果, 选择优良家系的优良单株个体, 通过培萌圃压兜繁殖, 共收集了杉木优良无性系 217 个, 分别于 1990 年、1995 年、1996 年和 1997 年建立 4 片无性系测定林, 均采用完全随机区组设计。1990 年无性系测定林 3 次重复, 10 株小区, 61 个无性系, 2 个对照 (ck₁ 为洋口 1 代种子园实生苗, ck₂ 为 2 代种子园实生苗); 1995 年无性系测定林重复 6 次, 4 株小区, 53 个无性系, 2 个对照 (ck₁ 为 1 代种子园混系; ck₂ 为洋口本地商品苗); 1996 年无性系测定林 6 次重复, 4 株小区, 84 个无性系, 2 个对照 (ck₁ 为 1.5 代种子园混系, ck₂ 为洋口本地林分子代); 1997 年无性系测定林重复 6 次, 4 株小区, 19 个无性系, 1 个对照 (ck 为 2 代混系)。以上 4 片试验林均于 1998 年 12 月调查树高、胸径或年高等生长性状。

收稿日期: 2001-06-02

基金项目: “九五” 国家科技攻关项目(96-011-03-01-01)

作者简介: 陈孝丑(1974-), 男, 福建屏南人, 助理工程师, 从事林木遗传改良研究。

1.2 数据分析方法

1.2.1 方差分析模型

$$Y_{ij} = u + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ij}。$$

其中： u 为群体均值， A_i 为无性系效应， B_j 为重复效应， $(AB)_{ij}$ 为无性系×重复的交互效应。

1.2.2 遗传参数的估算

遗传力：
$$h_f^2 = V_f(V_e/NR + V_{fr}/R + V_f)。$$

单株遗传力：
$$h_i^2 = 4V_f/(V_e + V_{fr} + V_f)。$$

其中： V_f 为因某性状的家系方差， V_{fr} 为重复方差， V_e 为环境方差， N 为小区株数， R 为重复数。

遗传增益：
$$\Delta G = i \times h^2 \times V_p/x。$$

其中： i 为选择强度， $i = s/V_p$ ， V_p 为表现型标准差， x 为选择性状的群体均值。

1.2.3 材积计算
$$V = 0.000\ 087\ 2D^{1.785\ 386} \times H^{0.931\ 39237}。$$

其中： V 为材积 (m^3)， D 为胸径 (cm)， H 为树高 (m)。

2 结果与分析

2.1 各年度无性系间生长性状的方差分析

不同年度无性系测定林生长性状方差分析结果见表1。

表1 不同无性系测定林生长性状方差分析

Table 1 Variance analysis of main growth related traits of clones

年份	性状	变异来源	自由度	均方	F 值
1990	胸径	重复	2	24.106 00	2.47
		无性系	62	20.005 00	2.05**
		重复×无性系	105	13.456 00	1.38*
	树高	重复	2	28.765 70	3.13*
		无性系	62	12.605 60	1.37*
		重复×无性系	105	11.756 80	1.28*
1995	材积	重复	2	0.000 66	0.36
		无性系	62	0.003 77	2.05**
		重复×无性系	105	0.002 76	1.50**
	树高	重复	5	1.602 50	5.13**
		无性系	54	1.196 40	3.83**
		重复×无性系	237	0.923 00	2.96**
1996	年高	重复	5	0.654 50	5.38**
		无性系	54	0.280 60	2.31**
		重复×无性系	237	0.229 00	1.88**
	树高	重复	5	3.199 57	17.71**
		无性系	85	0.352 93	1.95**
		重复×无性系	358	0.204 22	1.13
1997	年高	重复	5	2.216 26	18.19**
		无性系	85	0.238 67	1.96**
		重复×无性系	358	0.147 50	1.21*
	树高	重复	5	4.867.023	12.36**
		无性系	19	1.673.639	4.25**
		重复×无性系	92	383.479	0.97
年高	重复	5	5.140.294	19.14**	
	无性系	19	940.387	3.50**	
	重复×无性系	92	293.938	1.09	

说明：*表示为0.05水平上显著，**表示为0.01水平上显著

著的趋势。

2.2 杉木无性系测定结果

不同年度无性系测定林各生长性状平均值与对照的比较见表 2。4 个不同年度营造的 4 片测定林, 共有参试无性系 217 个, 其中 1990 年 61 个, 1995 年 53 个, 1996 年 84 个, 1997 年 19 个, 分别设 1~2 个对照, 1990 年 (9 年生) 群体平均树高达 9.62 m, 胸径 15.03 cm, 材积为 0.096 15 m³。最优无性系 (118 号) 树高、胸径和材积分别达到 16.91 m, 16.61 cm 和 0.164 04 m³, 比 ck₁ 分别大 77.07%, 14.74% 和 83.51%, 比 ck₂ 分别大 81.81%, 14.06% 和 85.61%。参试无性系中材积超过 ck₁ 的无性系有 35 个, 占 57.4%, 其中大于 ck₁ 5% 以下有 5 个, 占全部无性系的 8.20%, 大于 ck₁ 5%~10% 的有 7 个, 占 11.48%, 大于 ck₁ 10% 以上的有 23 个, 占 37.70%; 材积超过 ck₂ 的无性系有 37 个, 占 60.7%, 其中大于 ck₂ 5% 以下的有 7 个, 占 11.48%, 大于 ck₂ 5%~10% 的有 4 个, 占 6.56%, 大于 ck₂ 10% 以上的有 26 个占 42.62%。1995 年最优无性系 108 号, 树高和年高分别达到 3.36 m 和 1.34 m, 比 ck₁ 分别大 30.2% 和 21.8%, 比 ck₂ 分别大 57% 和 42.6%。

由此可见, 在树高、胸径和材积等生长性状上, 不同无性系间均存在显著或极显著的差异, 各无性系间遗传分化非常明显, 为选择提供了基础。

表 2 不同年度无性系测定林各生长性状平均值与对照的比较

Table 2 Comparison between mean and contrast values of main growth related traits of clones in different years

年份	无性系数	性状	对照	大于 ck 值的无性系数/个			总数
				0~5%	5%~10%	>10%	
1990	61	胸径	ck ₁	13 (21.3)	12 (19.7)	14 (23.0)	39 (63.9)
			ck ₂	12 (19.7)	12 (19.7)	13 (21.3)	37 (60.7)
	树高	ck ₁	20 (32.8)	6 (9.8)	1 (1.6)	28 (45.9)	
		ck ₂	24 (39.3)	17 (27.9)	1 (1.6)	42 (68.9)	
	材积	ck ₁	5 (8.2)	7 (11.5)	23 (37.7)	35 (57.4)	
		ck ₂	7 (27.9)	4 (6.6)	26 (42.6)	37 (60.7)	
1995	53	树高	ck ₁	8 (51.1)	3 (5.7)	3 (5.7)	14 (26.4)
			ck ₂	7 (13.2)	12 (22.6)	27 (50.9)	46 (86.8)
	年高	ck ₁	7 (13.2)	6 (11.3)	12 (22.6)	25 (47.2)	
		ck ₂	2 (3.8)	8 (15.1)	37 (69.8)	47 (88.7)	
1996	84	树高	ck ₁	15 (17.9)	14 (16.7)	16 (19.0)	45 (53.6)
			ck ₂	3 (3.6)	1 (1.2)	2 (2.4)	6 (7.1)
	年高	ck ₁	7 (8.3)	7 (8.3)	31 (36.9)	45 (53.6)	
		ck ₂	3 (3.6)	2 (2.4)	4 (4.8)	9 (10.7)	
1997	19	树高	ck ₁	2 (10.5)		3 (15.8)	5 (26.3)
		年高	ck ₁		2 (10.5)	5 (26.3)	7 (36.8)

说明: 括号中数据为占各年度无性系系数的百分比

2.3 遗传参数估算

2.3.1 遗传力 各性状的遗传力估算见表 3。结果表明, 1995 年 (4 年生) 杉木无性系测定林遗传力较小, 而 1990 年、1996 年和 1997 年测定林主要生长性状均受到中等程度的遗传控制。

2.3.2 遗传增益 遗传增

益的大小与选择性状的遗传力、表型标准差以及选择强度有关。无性系选择的入选率为 0.1, 0.2, 0.3 时, 树高、年高、胸径和材积等性状的遗传增益列于表 4。

表 3 各生长性状遗传力估算

Table 3 The heritability of main growth related traits

测定林	树高	年高	胸径	材积
1990 年 (9 年生)	0.490 92		0.310 80	0.246 87
1995 年 (4 年生)	0.170 57	0.140 26		
1996 年 (3 年生)	0.408 17	0.360 86		
1997 年 (2 年生)	0.766 38	0.683 28		

2.4 优良无性系筛选

根据各无性系的遗传测定结果,我们选择了生长性状表现优良的杉木无性系 23 个(表 5)。树高最优无性系(1118 号) ΔG 与 ck_1 和 ck_2 相比分别为 77.07% 和 81.81%。胸径最优无性系(2843 号) ΔG 与 ck_1 和

表 4 不同入选率时各生长性状的遗传增益

Table 4 The genetic gain of main growth related traits in different collection rates

测定林	入选率/%	树高/%	年高/%	胸径/%	材积/%
1990 年(9 年生)	0.1	8.65		70.52	77
	0.2	6.92		56.42	62
	0.3	5.74		46.75	51
1995 年(4 年生)	0.1	8.38	3.54		
	0.2	6.71	2.83		
	0.3	5.56	2.34		
1996 年(3 年生)	0.1	10.86	7.87		
	0.2	8.69	6.29		
	0.3	7.20	5.22		
1997 年(2 年生)	0.1	15.10	10.37		
	0.2	12.08	8.29		
	0.3	10.01	6.87		

ck_2 相比分别为 35.93% 和 35.13%, 材积增益最优无性系(1118 号) ΔG 与 ck_1 和 ck_2 相比分别为 83.51% 和 85.61%。入选无性系树高和材积和 ΔG 与 ck_1 和 ck_2 相比分别达到 19.65% 和 23.27%, 35.39% 和 36.84%, 说明入选的无性系明显优于对照。值得在条件适宜地区推广应用。

表 5 各测定林中入选的优良无性系

Table 5 The selected super clone from all test materials

年份	序号	无性系号	性状表现水平	材积大于 ck_1 的	材积大于 ck_2 的	树高大于 ck_1 的	树高大于 ck_2 的
				百分数/%	百分数/%	百分数/%	百分数/%
1990	1	1118	0.164 04	83.51	85.61		
	2	2843	0.513 13	71.30	73.26		
	3	2594	0.130 34	45.81	47.48		
	4	2509	0.122 91	37.50	39.07		
	5	1189	0.121 39	35.79	37.35		
	6	2259	0.117 64	31.60	33.11		
	7	2307	0.112 04	25.34	26.77		
	8	2577	0.110 46	23.57	24.98		
	9	2255	0.110 35	23.45	24.86		
	10	2367	0.108 03	20.86	22.24		
	11	2280	0.107 80	20.59	21.97		
	12	1233	0.107 77	20.57	21.94		
	13	2582	0.107 45	20.21	21.58		
1995	14	10878	2.36			30.53	57.30
	15	4417	2.99			16.28	40.13
	16	2227	2.90			12.62	35.22
	17	7319	2.79			8.33	30.55
	18	4011	2.75			6.62	28.49
	19	22020	2.71			5.34	26.95
	20	2017	2.70			4.85	26.36
	21	22818	2.69			4.42	25.84
	22	6616	2.66			3.40	34.61
	23	5715	2.66			3.30	24.49

3 结论

217 个参试的无性系, 树高、年高、胸径和材积主要生长性状差异均达到显著或极显著水平。各

无性系间遗传分化非常明显, 从群体中选择一些优良无性系进行造林, 能获得较大的遗传增益。

杉木无性系测定林 9 年生时, 树高、胸径和材积遗传力分别为 0.49, 0.31 和 0.25; 树高和年高遗传力分别为 4 年生 0.17 和 0.14; 3 年生为 0.41 和 0.36; 2 年生为 0.77 和 0.68。从 217 个无性系中评选出 23 个无性系, 与杉木 1 代种子园子代 (对照) 相比, 遗传增益期望值树高为 19.65% (3.3% ~ 55.4%), 材积为 35.39% (20.2% ~ 83.51%), 可作为在福建省重点推广的优良无性系。

致谢: 承蒙南京林业大学施季森教授和何祯祥博士对本研究的支持和帮助。

参考文献:

- [1] 王明麻. 林木育种学概论[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [2] 何祯祥. 杉木无性繁殖机理研究[D]. 南京: 南京林业大学, 1992.
- [3] 方乐金. 杉木优良家系及单株综合选择研究[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(1): 17-20.
- [4] 王金富. 杉木二代家系区域选择[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(1): 24-26.

Selection and breeding of fast growth super clone of Chinese fir

CHEN Xiao-chou

(Yangkou Forest Fam of Shunchang County, Shunchang 353211, Fujian, China)

Abstract: The genetic test of 217 super clones of Chinese fir in Fujian Province in four years were analyzed in this paper. The genetic parameters of growth related traits were also estimated. The results showed that the difference of main growth related traits among clones were significant. Twenty-three super clones of Chinese fir were selected from 217 clones according to this genetic test, which have higher productive level and genetic gain than that of progeny from first generation seed orchard and therefor fit for the application in north of Fujian Province and similar ecological condition related areas.

Key words: Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); clone; growth characteristic; selection breeding