

## 杉木种子园无性系结实遗传与变异研究

胡德活 阮梓材 陈 仲

(广东省林业科学研究所)

韦 战

(广东省信宜县林业科学研究所)

庄县喜

(广东省曲江县小坑林场)

梁建国

(广东省连南县小龙林场)

**关键词** 杉木 无性系 球果产量 结实遗传力

杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook] 是我国特有的主要用材树种, 对其生长性状(如树高、胸径、材积等)遗传与变异的研究, 已有很多报道, 而对其结实的研究却很少。随着国内林业生产的发展, 对杉木良种需求的数量愈来愈大。因此有必要对杉木结实的遗传与变异进行研究, 为种子园营建及经营管理提供依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 材料来源

研究材料来自广东省信宜县林科所、小龙林场和小坑林场3个杉木初级种子园。前者位于杉木分布区最南端, 后两者位于南岭山地南缘。3个种子园土层较深厚, 养分含量中上。密度为5 m × 5 m(小坑)、4 m × 4 m(信宜、小龙)。种子园每年除草松土1~2次, 大多数年份进行了施肥。

信宜种子园嫁接于1978~1980年。1987~1990年对园内1978年嫁接的北I<sub>12</sub>、北I<sub>13</sub>、北II<sub>11</sub>和北II<sub>12</sub>4个小区7个无性系各分株结实量进行调查, 每系16~21分株。

小龙种子园嫁接于1983~1986年。1989~1990年对园内1983~1984年嫁接的I-1、I-2、II-1和II-24小区各株球果产量进行调查。无性系45个, 每系5~18株不等。

小坑种子园嫁接于1977~1978年。1988~1990年对园内第五大区各株球果产量进行调查。无性系40个, 每系5~10株不等。

#### 1.2 材料处理

对3个种子园的球果产量分别进行方差分析。采用的模型<sup>[1]</sup>如表1。因同一种子园各无性系的分株数多少不一, 为便于统计分析, 对信宜的各无性系随机抽取16个分株, 小龙、小坑则随机抽取5个分株, 参与方差分析。因稳产方差的 需要, 对各株球果数( $x$ )进行变换, 公式为 $\sqrt{x}$ 。然后, 输入长城0520 CH计算机计算。利用下面公式估测球果产量的广义遗传力:

$$h^2_{\text{单株}} = \frac{\sigma_C^2}{\sigma_C^2 + \sigma_{CY}^2 + \sigma_E^2} \quad h^2_{\text{无性系}} = \frac{\sigma_C^2}{\sigma_C^2 + \sigma_{CY}^2/y + \sigma_E^2/ry}$$

表1 杉木结实的方差分析模型

变 异 来 源	自 由 度	期望均方(C、R随机, Y固定①)
无 性 系(C)	c-1	$\delta E^2 + y\delta_{R(C)}^2 + ry\delta_C^2$
无性系内分株[R <sub>(C)</sub> ]	c(r-1)	$\delta E^2 + y\delta_{R(C)}^2$
年 份(Y)	y-1	$\delta E^2 + r\delta_{Y}^2 + rc\delta_Y^2$
无性系×年份	(c-1)(y-1)	$\delta E^2 + r\delta_{Y}^2$
误 差(E)	c(y-1)(r-1)	$\delta E^2$

①c、r、y分别代表无性系数、无性系内分株数和年份数。

## 2 结果与分析

### 2.1 方差分析

球果产量经开4次方变换后,  $x^2_{\text{小龙}} = 49.5 < x^2_{0.05}(60.48)$ ,  $x^2_{\text{信宜}} = 8.9 < x^2_{0.05}(12.6)$ ,  $x^2_{\text{小坑}} = 45.6 < x^2_{0.05}(54.16)$ , 可以进行方差分析。

球果产量方差分析(表2)表明, 3个种子园的无性系间、无性系内分株间的结实量存在极显著差异, 年份间以及无性系×年份, 存在显著或极显著差异。方差分量(表3)是信宜、小坑种子园无性系间均高于无性系内分株间, 前者是后者的2倍, 小龙种子园则相反, 前者稍低于后者, 也许是年幼结实不稳定的缘故; 无性系×年份方差也占有一定的比例, 其值稍低于株间的方差; 年份间的方差分量占有绝对的优势, 达62.95%~96.7%, 表明影响杉木种子园结实, 最主要的是年份, 然后才是无性系。

表2 杉木结实的方差分析

变异因素	自 由 度			均 方			F 值		
	小 龙	信 宜	小 坑	小 龙	信 宜	小 坑	小 龙	信 宜	小 坑
无 性 系	44	6	39	0.47	1.68	1.15	2.75**	21.60**	6.14**
分株/无性系	180	105	160	0.17	0.08	0.19	1.87**	3.13**	1.74**
年 份	1	3	2	1.61	6.73	33.80	11.01*	42.23**	129.68**
无性系×年份	44	18	78	0.15	0.16	0.26	1.60*	6.41**	2.42*
误 差	180	315	320	0.09	0.02	0.11			

注: \*, \*\*分别表示在0.05、0.01水准上差异显著。

表3 各方差分量的估计值及其占总方差的百分数

方 差 分 量	小 龙		信 宜		小 坑	
	估 计 值	%	估 计 值	%	估 计 值	%
无 性 系 $\delta_C^2$	0.0299	6.44	0.0251	5.20	0.0643	0.93
无性系内分株 $\delta_{R(C)}^2$	0.0397	8.56	0.0133	2.75	0.0267	0.38
年 份 $\delta_Y^2$	0.2921	62.95	0.4104	85.15	6.7080	96.70
无性系×年份 $\delta_{CY}^2$	0.0109	2.35	0.0084	1.74	0.0306	0.44
误 差 $\delta_E^2$	0.0914	19.70	0.0249	5.16	0.1076	1.55
总 计	0.4640	100	0.4821	100	6.9372	100

## 2.2 无性系结实的广义遗传力

球果产量的广义遗传力估计值列于表4。看出,幼龄期(小龙)的结实遗传力比中龄期

表4 杉木结实的广义遗传力估计值

项 目	小 龙	信 宜	小 坑	平 均
单 株	0.23	0.43	0.32	0.33
无性系	0.67	0.91	0.79	0.79

(信宜、小坑)低,单株的平均值为0.33,无性系的平均值为0.79,后者是前者的2倍。单株遗传力属中等,与T. D. Byram等<sup>[1]</sup>报道的火炬松结果( $h^2$ 种子园1 = 0.35、 $h^2$ 种子园2 = 0.40)非常相似。无性系遗传力较高,稍

高于迟健等报道的结果(0.66)<sup>[2]</sup>。无性系具有较高结实遗传力表明,通过挑选丰产无性系进入种子园,可以明显地提高种子园球果产量。

## 2.3 无性系间结实量的差异

将调查期内(2~4 a)各无性系年平均单株球果产量绘成直观图(图1)。表明无性系间球果产量相差悬殊。小龙最高产(34号)与最低产间相差1.18 kg/株;信宜最高产(51号)与最低产(8号)间相差1.74 kg/株;小坑最高产(20号),最低产(75号),相差6.26 kg/株。无性系间球果产量的变异系数(CV)为:小龙90.02%,信宜47.16%,小坑48.90%,小龙2倍于信宜、小坑。表明随着年龄的增长,无性系间结实的相对变异逐渐缩小。如以高于平均值加1个标准差为丰产,低于平均值减去1个标准差为低产,其余为中产作标准,对各种子园的无性系进行划分,中龄种子园丰产:中产:低产的比例为15%:70%:15%,幼龄种子园则低产无性系比例较低,中产比例较高。

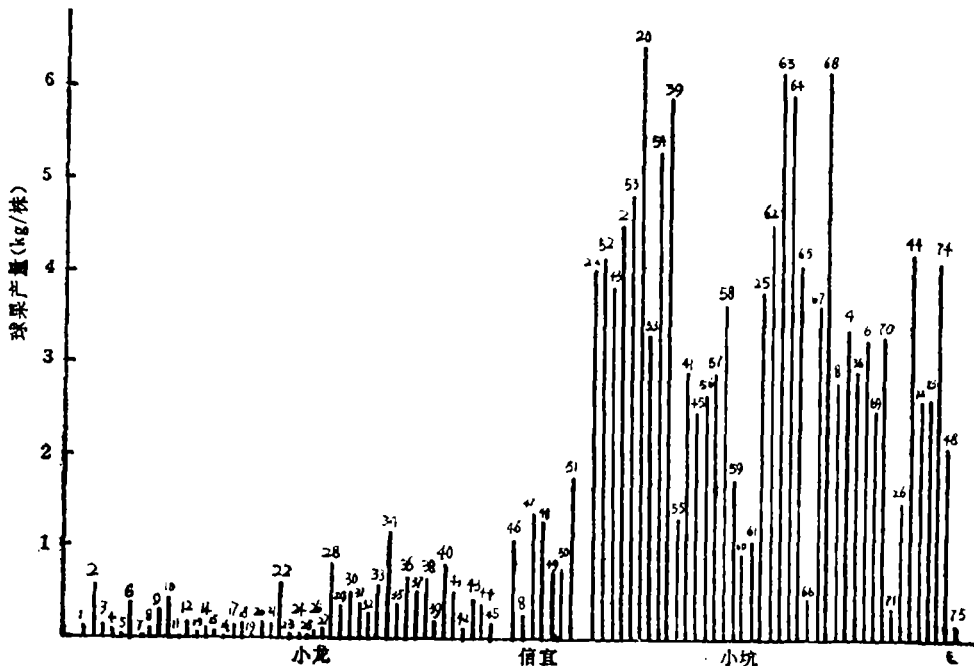


图1 各无性系的平均单株球果产量(图内数字为无性系编号)

对各无性系球果产量从高到低列序,然后累加产量,分别计算占种子园总产量50%、75%和90%时的无性系成数(表5)。表明,占总产90%的无性系成数平均为62.1%。这与

T. D. Byram等报道的火炬松“60—90”规律<sup>[1]</sup>(即种子园90%球果产量由60%无性系产出)相吻合。累计占总产50%和75%的无性系成数平均为22.0%和40.6%。占总产同一比例的无性系成数,一致表现为信宜、小坑种子园较高,小龙种子园较低,即随着年龄的增长,影响种子园产量的无性系成数增大。占总产同一比例的无性系成数,丰年成数高,歉年成数低。

表5 球果产量累计占总产50%、75%和90%的无性系比例

占总产 50%			占总产 75%			占总产 90%		
小 龙	信 宜	小 坑	小 龙	信 宜	小 坑	小 龙	信 宜	小 坑
16.2(6)	27.7(10)	24.0(11)	29.6(6)	49.5(10)	46.6(11)	47.4(6)	65.7(10)	66.1(11)
13.3(7)	32.0(11)	32.5(12)	29.6(7)	57.1(11)	54.7(12)	52.9(7)	79.2(11)	73.1(12)
	25.6(12)	14.4(13)		47.6(12)	29.0(13)		71.4(12)	49.6(13)
	25.5(13)			40.9(13)			68.1(13)	
14.8	27.7	23.6	29.6	48.8	43.4	50.2	71.1	62.9

注:括弧里为年龄(单位:a),最后1栏为平均值。

## 2.4 无性系分株间结实量的差异

先计算调查期内各株的年平均球果产量,然后计算各无性系株间球果产量的极差(图2)与变异系数CV。株间结实量相差很大,极差为,小龙0.01~4.55 kg/株,信宜0.9~3.23 kg/株,小坑1.12~11.08 kg/株。平均极差为,小龙1.12 kg/株,信宜1.99 kg/株,小坑5.09 kg/株。无性系株间结实量的CV,小龙66.30%~263.9%,信宜37.24%~70.76%,小坑19.42%~88.60%,平均CV为,小龙122.82%,信宜54.73%,小坑63.29%。表明随着年龄的增长,株间结实量的极差随之增大,CV却缩小。引人感兴趣的是中龄信宜、小坑种子园的CV非常接近,且为幼龄小龙种子园的一半。

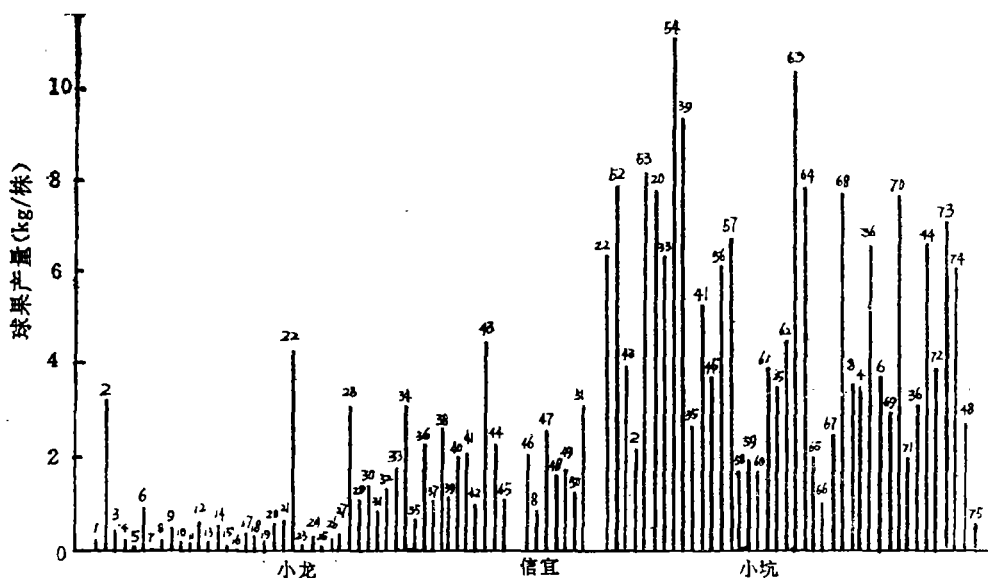


图2 各无性系单株球果产量的极差

## 2.5 年份间结实量的变异

以无性系为单位计算各年份平均单株球果产量,然后计算各无性系年份间球果产量的极

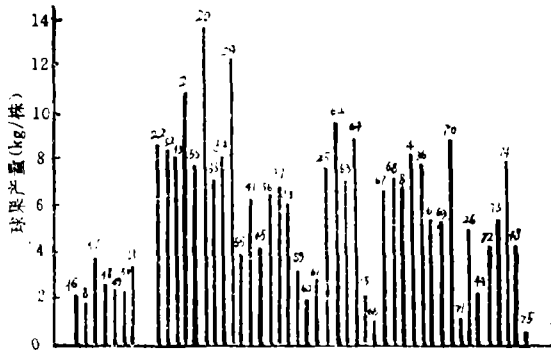


图3 各无性系年份间球果产量的极差

差(图3)及其CV。看出,年份间结实量相差极为悬殊,信宜、小坑平均极差分别为2.19 kg/株和6.25 kg/株。年份间球果产量的CV,信宜84.0%~139.33%,小坑28.54%~166.25%,平均CV分别为104.4%和104.6%。两种子园中龄期的CV高度一致。

### 参 考 文 献

- 1 Byram T D, Lowe W J, McGriff J A. Clonal and annual variation in cone production in Loblolly Pine Seed Orchards. *Forest Sci.*, 1986, 32(4): 1067~1073.
- 2 迟健. 杉木结实与无性系及环境因子的关系. *亚林科技*, 1985, (2), 15~19.

## *Study on the Genetics and Variation of the Clones Fruit Bearing in Chinese Fir Seed Orchard*

Hu Dehuo Ruan Zicai Chen Zhong

(Forest Research Institute of Guangdong Province)

Wei Zan

(Forest Research Institute of Xinyi County)

Zhuang Xianxi

(Xiaoheng Forest Farm, Qujiang County)

Liang Jianguo

(Xiaolong Forest Farm, Liannan County)

**Abstract** Studies on the cone yields from 3 Chinese Fir seed orchard (6~13-years-old) showed that there are significant variations in different clones, trees or year. Variation in different year was the biggest, in a range of 62.95%~96.7%, variation in different clones was lower, in a range of 0.93%~6.44%. The generalized genetic ability of fruit bearing of individual tree was 0.33, while that of different clone was 0.79. The clone which made up 90% of the total cone yield in orchard was 62.1%. The extreme difference of cone yield was 1.18~6.26 kg per tree and the variation coefficient was 47.16%~90.12%. The variation coefficient reduces gradually as the age increases. The average differences of the cone yield among trees in the same clone was 1.12~5.09 kg per tree. The mean variation coefficient was 54.73%~122.82%. The cone yield extreme difference among the year was great.

**Key words** *Cunninghamia lanceolata* clone cone yield genetic ability of fruit bearing