

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.04.011

## 四川杉木第二代无系种子园洪雅半同胞子代 测定林生长分析

鲜伟<sup>1</sup>, 吴开志<sup>2</sup>, 陈保军<sup>1</sup>, 陈国全<sup>1</sup>

(1. 洪雅县国有林场, 四川 洪雅 620360; 2. 四川省林业厅, 四川 成都 610000)

**摘要:**对洪雅县国有林场八面山杉木2代种子园子代测定林51个家系1个对照进行10 a生调查分析。分析结果表明51个家系间胸径、树高和材积差异明显。现实增益显著,胸径增益6.3%,树高增益3.6%,材积增益16.7%。胸径单株最大值出现在42号家系中,达到23.7 cm,树高单株最大值出现在31号家系中,达到14.8 m,通过综合分析4号、44号、10号、34号、21号、8号、11号、43号、22号、42号、28号、19号、7号和47号等家系具有较好的材积增益和遗传稳定性。

**关键词:**杉木;第二代种子园;子代测定林;增益;稳定

**中图分类号:**S718.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2018)04-0045-04

## Growth Analysis of Half Sib Progenies in Clonal Seed Orchard of Second Generation for *Cunninghamia lanceolata* in Hongya, Sichuan

XIAN Wei<sup>1</sup> WU Kai-zhi<sup>2</sup> CHEN Bao-jun<sup>1</sup> CHEN Guo-quan<sup>1</sup>

(1. State Owned Forest Farm of Hongya County, Hongya 620360, China;

2. Forestry Department of Sichuan Province, Chengdu 610000, China)

**Abstract:** Investigation and analysis were made of semi-sib progenies for forests of ten-year-old Chinese fir in the seed orchard of Bamianshan State-owned Forest Farm in Hongya County. Results showed that there were significant differences in breast diameter, tree height and volume between 51 families. The real gain was significant, with a DBH gain of 6.3%, a tree height gain of 3.6%, and a volume gain of 16.7%. The maximum of DBH reached 23.7 cm in No. 42 family. The highest value of tree height appeared in No. 31 family, reaching 14.8 m. A comprehensive analysis showed that there were good volume gain and genetic stability in No. 4, No. 44, No. 10, No. 34, No. 21, No. 8, No. 11, No. 43, No. 22, No. 42, No. 28, No. 19, No. 7 and No. 47.

**Key words:** *Cunninghamia lanceolata*, Second generation seed orchard, Half sib progeny determination, Gain, Stable

杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.] 是我国特有的重要用材树种之一,其分布广、面积大、产量高、用途广,在国民经济和生态环境建设中发挥了重要作用<sup>[1]</sup>。作为中国南方省区最重要的造林树种之一,杉木在林业发展中占有重要

的地位<sup>[2]</sup>。第八次全国森林资源清查结果显示全国森林面积达  $2.080 \times 10^8 \text{ hm}^2$ ,森林覆盖率为 21.63%,其中杉木林面积达  $1.096 \times 10^7 \text{ hm}^2$ <sup>[3]</sup>。其干形通直圆满,木材纹理通直,材质轻韧,气味芳香,抗虫耐腐,具有很高的经济价值<sup>[4]</sup>。我国大规

收稿日期:2018-06-19

作者简介:鲜伟(1989-),四川眉山人,助理工程师,本科,主要从事造林学、林木育种及造林技术研究。

模的杉木遗传改良工作始于 20 世纪 70 年代,第 1 个杉木种子园在福建建成<sup>[5]</sup>。开展杉木半同胞子代测定,能够在充分发掘第二代种子园遗传品质的同时,为高世代种子园营建提供技术依据<sup>[6]</sup>。洪雅县国有林场在八面山工区建设了杉木 2 代种子园子代测定林。本文对 10 a 生的杉木 2 代无性系种子园半同胞子代测定林调查数据进行分析。研究其遗传变异稳定性,各家系生长情况、增益情况优劣,以能为下一步高世代种子园建设提供帮助。

## 1 试验地概况

试验区属中亚热带湿润气候区,气候温和,四季分明,雨量充沛,雨热同季,冬无严寒、夏无酷热,霜雪少见,云雾多,湿度大,日照少和霜期短,年平均气温 16.8 ℃,全年无霜期 304 d,无死冬现象,年均日照时数 1 080 h,年日照率 24%,年均降雨量 1 493.8 mm,土壤主要为紫色土、山地黄壤和山地黄棕壤,土层厚度 40 cm ~ 100 cm,pH 值 5.0 ~ 6.5 之间。

## 2 材料与方法

子代测定林造林苗木来源于高县月江森林所杉木第二代嫁接无性系种子园种子 2008 年所育合格的 I、II 级壮苗,2009 年春季完成造林,初植苗木苗龄 1 a,平均地径 0.4 cm,平均苗高 25 cm。共 51 个

参试家系,对照采用洪雅杉木混合种子所育苗木。

本区域采取完全随机区组设计造林,试验区面积 3.66 hm<sup>2</sup>,初植密度 2 505 株·hm<sup>-2</sup>,设置两个区组,重复 28 次,小区株数 4 株,带状整地筑台,台面宽 1.2 m 以上,台距 2 m,按 2 m×2 m 的株行距,采用品字型错位配置方式,植穴规格为 70 cm×70 cm×50 cm。根据杉木长势调查胸径、树高、冠幅、轮盘枝数等。前 6 年每年调查 1 次,2017 年末进行 10 年期调查。

杉木材积计算公式:  $V = 0.00006876801D^4 \cdot 1.867095H^0.9393136$ <sup>[7]</sup>,式中 V 为单株材积,单位 m<sup>3</sup>;D 为单株胸径,单位 cm,H 为单株树高,单位 m。利用 excel 进行统计分析。家系变异系数公式为  $C = \frac{S}{\bar{X}}$ ,其中 C 为变异系数,S 为家系标准差,为家系平均值<sup>[1]</sup>。家系现实增益  $\Delta A = (\bar{X} - CK) / CK \times 100\%$ ,式中: $\bar{X}$ 为家系总平均值,CK 为对照值。由于部分苗木受自然条件等影响,生长异常,数据统计时将该部分数据剔除。

## 3 结果与分析

### 3.1 各性状方差分析

将胸径数据、树高数据、材积数据按照家系分组,用 excel 表格在显著水平  $\alpha = 0.05$  条件下进行单因素方差分析,所得结果如表 1。

表 1 方差分析

性状	差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
胸径	组间	709.0827	51	13.90358	1.979749	4.73E-05	1.350371
	组内	23723.36	3378	7.022901			
	总计	24432.44	3429				
树高	组间	92.05103	51	1.804922	2.021002	2.74E-05	1.350371
	组内	3016.834	3378	0.893083			
	总计	3108.885	3429				
材积	组间	0.092762	51	0.001819	2.080147	1.23E-05	1.350371
	组内	2.953703	3378	0.000874			
	总计	3.046465	3429				

由以上结果可以看出,八面山杉木 2 代子代测定林胸径、树高、材积方差分析中 F 值均大于检验临界值 F crit,所以家系不同,子代林胸径、树高、材积均有显著差异。由此可见八面山杉木 2 代子代测定林对于分析四川杉木 2 代种子园各家系的子代生长特性具有重要的参考意义。

### 3.2 变异系数分析

在高世代种子园建立家系选择过程中,除了家

系性状的优劣作为参考,家系的遗传稳定性也是重要控制指标。由于树高在测定时存在的误差相对较大。本文以胸径为主要指标作遗传变异分析。

分析结果见表 2。表 2 中家系按照变异系数由小到大顺序排列,变异系数越小表示家系性状越稳定。13 号家系变异系数最小,为 0.1652。29 号家系变异系数最大,为 0.2190。子代测定林群体变异系数平均值为 0.1868,变异系数小于群体均值的家

表 2 变异系数分析

序号	家系号	胸径平均 (cm)	胸径 标准差	胸径变异 系数	序号	家系号	胸径平均 (cm)	胸径 标准差	胸径变异 系数
1	13	14.1471	2.3374	0.1652	27	51	14.1373	2.6180	0.1852
2	1	14.0117	2.3322	0.1664	28	17	14.1342	2.6288	0.1860
3	4	15.4328	2.5688	0.1665	29	42	14.1851	2.6432	0.1863
4	34	14.7036	2.4702	0.1680	30	32	13.9522	2.6146	0.1874
5	22	14.3770	2.4179	0.1682	31	33	13.9973	2.6310	0.1880
6	47	14.1318	2.3848	0.1688	32	20	14.1573	2.6656	0.1883
7	10	14.9405	2.5280	0.1692	33	40	14.5820	2.7580	0.1891
8	19	14.2123	2.4058	0.1693	34	25	14.1468	2.6814	0.1895
9	14	14.0742	2.3850	0.1695	35	18	14.2855	2.7457	0.1922
10	37	13.7338	2.3561	0.1716	36	23	13.5071	2.5968	0.1923
11	43	14.3679	2.4736	0.1722	37	16	14.4513	2.7809	0.1924
12	26	13.9729	2.4097	0.1725	38	5	13.4580	2.6249	0.1950
13	6	13.8789	2.4276	0.1749	39	2	13.6431	2.6664	0.1954
14	36	14.2855	2.5062	0.1754	40	9	14.2135	2.7866	0.1961
15	8	14.6952	2.5939	0.1765	41	49	14.3841	2.8262	0.1965
16	50	14.2234	2.5468	0.1791	42	27	13.2203	2.6135	0.1977
17	28	14.3800	2.6028	0.1810	43	45	14.4439	2.8861	0.1998
18	7	14.2608	2.5923	0.1818	44	30	13.9078	2.7840	0.2002
19	52	13.8810	2.5234	0.1818	45	15	14.5400	2.9369	0.2020
20	11	14.4789	2.6355	0.1820	46	41	14.4500	2.9249	0.2024
21	48	13.9712	2.5457	0.1822	47	39	13.8809	2.8572	0.2058
22	ck	13.3287	2.4391	0.1830	48	38	13.4683	2.8219	0.2095
23	12	14.0452	2.5871	0.1842	49	24	14.4109	3.1015	0.2152
24	21	14.5537	2.6833	0.1844	50	31	14.8260	3.1936	0.2154
25	44	15.0413	2.7737	0.1844	51	3	13.6899	2.9851	0.2180
26	35	13.8766	2.5688	0.1851	52	29	12.8969	2.8244	0.2190

系有 29 个,占参试家系的 57%。对照 ck 变异系数为 0.1830,胸径变异系数小于 ck 的家系有 21 个,占参试家系的 41%。测定林整体变异系数较 ck 稍大。在家系选优时可以结合各家系增益情况进行综

合选择。

### 3.3 各家系现实增益分析

根据测定的各家系胸径、树高、材积平均值,计算各家系与 ck 比较的增益情况,结果见表 3。

表 3 各家系现实增益情况

家系号	胸径平均值 (cm)	增益 (%)	树高平均值 (m)	增益 (%)	材积平均值 (m <sup>3</sup> )	增益 (%)	家系号	胸径平均值 (cm)	增益 (%)	树高平均值 (m)	增益 (%)	材积平均值 (m <sup>3</sup> )	增益 (%)
4	15.43	15.79	8.0	6.13	0.0835	39.24	50	14.22	6.71	7.7	1.97	0.0694	15.73
44	15.04	12.85	8.0	6.22	0.0811	35.17	36	14.29	7.18	7.6	0.76	0.0687	14.63
31	14.83	11.23	8.1	7.19	0.0804	33.99	39	13.88	4.14	7.9	5.05	0.0687	14.62
10	14.94	12.09	8.0	6.24	0.0792	32.13	51	14.14	6.07	7.6	1.52	0.0687	14.51
40	14.58	9.40	8.2	8.25	0.0774	29.07	48	13.97	4.82	7.8	4.12	0.0685	14.17
34	14.70	10.32	8.0	6.53	0.0764	27.46	25	14.15	6.14	7.6	0.55	0.0685	14.17
45	14.44	8.37	8.1	6.91	0.0755	25.91	13	14.15	6.14	7.7	2.18	0.0683	13.88
21	14.55	9.19	8.0	5.71	0.0750	25.10	17	14.13	6.04	7.6	0.34	0.0682	13.74
8	14.70	10.25	7.8	3.63	0.0749	24.84	12	14.05	5.38	7.7	2.86	0.0681	13.64
24	14.41	8.12	8.0	5.60	0.0748	24.78	30	13.91	4.35	7.8	3.43	0.0680	13.42
49	14.38	7.92	7.9	5.30	0.0737	22.94	33	14.00	5.02	7.7	2.82	0.0680	13.33
16	14.45	8.42	7.8	4.20	0.0735	22.51	1	14.01	5.12	7.7	2.17	0.0674	12.47
15	14.54	9.09	7.7	2.89	0.0731	21.91	32	13.95	4.68	7.7	2.39	0.0673	12.21
11	14.48	8.63	7.8	3.28	0.0728	21.32	6	13.88	4.13	7.8	3.68	0.0673	12.19
43	14.37	7.80	7.8	4.09	0.0721	20.16	52	13.88	4.14	7.7	2.44	0.0672	12.07
18	14.29	7.18	7.9	5.02	0.0720	20.09	26	13.97	4.83	7.6	0.86	0.0671	11.97
22	14.38	7.87	7.9	4.63	0.0719	19.91	35	13.88	4.11	7.7	2.30	0.0668	11.41
41	14.45	8.41	7.6	1.53	0.0719	19.85	37	13.73	3.04	7.9	4.70	0.0664	10.75
42	14.19	6.43	8.0	5.78	0.0718	19.69	3	13.69	2.71	7.5	0.05	0.0649	8.23
28	14.38	7.89	7.7	2.74	0.0714	19.13	2	13.64	2.36	7.6	0.83	0.0639	6.54
19	14.21	6.63	7.9	5.53	0.0713	18.86	5	13.46	0.97	7.6	0.81	0.0621	3.61
20	14.16	6.22	7.9	5.52	0.0712	18.79	38	13.47	1.05	7.6	0.42	0.0621	3.50
7	14.26	6.99	7.7	1.84	0.0704	17.32	23	13.51	1.34	7.5	-0.14	0.0620	3.33
47	14.13	6.03	7.8	4.21	0.0701	16.97	27	13.22	-0.81	7.6	1.20	0.0600	0.10
9	14.21	6.64	7.6	1.56	0.0697	16.21	ck	13.33		7.5		0.0600	
14	14.07	5.59	7.9	5.04	0.0695	15.91	29	12.90	-3.24	7.6	0.93	0.0588	-1.98

由表3可知,子代测定林平均胸径现实增益范围-3.24%~15.79%,平均胸径最大值为4号家系,达到15.43 cm。平均树高现实增益范围-0.14%~8.25%,最大家系为40号,达到8.2 m。材积平均值现实增益范围-1.98%~39.24%,最大为4号家系,达到0.0835 m<sup>3</sup>。由于材积由胸径与树高两个因子决定,所以以材积为主要分析指标,家系平均材积大于ck的有50个家系。其中4号家系材积现实增益最大,达到39.24%,29号家系材积现实增益最小为-1.98%,表现不及对照,子代林整体现实增益明显。

### 3.4 遗传稳定与现实增益综合分析

经计算,子代林整体平均胸径14.41 cm,平均树高7.8 m,平均材积0.070 m<sup>3</sup>。对照ck平均胸径13.55 cm,平均树高7.53 m,平均材积0.060 m<sup>3</sup>。整体胸径增益6.3%,整体树高增益3.6%,整体材积增益16.7%。根据表2,子代测定林遗传变异系数群体平均值为0.1868。以变异系数低于群体平均值,材积遗传增益高于群体平均值为选优条件,满足条件的家系有4号、44号、10号、34号、21号、8号、11号、43号、22号、42号、28号、19号、7号和47号,具体情况见表4。

表4 优选家系情况表

家系号	变异系数	材积遗传增益(%)	平均单株材积(m <sup>3</sup> )	家系号	变异系数	材积遗传增益(%)	平均单株材积(m <sup>3</sup> )
4	0.1665	39.24	0.0835	43	0.1722	20.16	0.0721
44	0.1844	35.17	0.0811	22	0.1682	19.91	0.0719
10	0.1692	32.13	0.0792	42	0.1863	19.69	0.0718
34	0.1680	27.46	0.0764	28	0.1810	19.13	0.0714
21	0.1844	25.10	0.0750	19	0.1693	18.86	0.0713
8	0.1765	24.84	0.0749	7	0.1818	17.32	0.0704
11	0.1820	21.32	0.0728	47	0.1688	16.97	0.0701

以上家系平均单株材积为0.0744 m<sup>3</sup>,比群体平均单株材积高出24%。遗传变异系数0.1756,比子代林群体平均值低5.9%。以上单系具有相对更高的稳定性和更好的丰产性。值得在实践中进一步推广应用研究。

## 4 结论与讨论

### (1) 八面山杉木2代子代测定林整体表现与对

照ck相比性状优势明显。胸径、树高、材积均有明显增益。胸径单株最大值出现在42号家系中,达到23.7 cm,树高单株最大值出现在31号家系中,达到14.8 m。4号家系、40号家系分别具有最大单株胸径平均值和最大单株树高平均值。可见四川杉木2代无性系种子园的营造是十分成功的,其所育苗木在大量的营造林实践中产生了巨大的良种效应。

(2) 八面山杉木2代无性系种子园子代测定林不同家系间胸径、树高、材积均有显著差异,具有测定分析选优的价值。子代生长性状受不同家系遗传因素影响,具有不同的表现。子代测定林对营建更高世代种子园具有重要意义。

(3) 测定林群体平均遗传变异系数与本地杉木水平相近,其中21个家系遗传稳定性优于对照。有29个家系遗传稳定性优于子代林群体均值。不同家系间遗传稳定性波动较大,在进行高世代种子园家系选择时,应该参考子代测定林遗传稳定性表现。

(4) 综合现实增益和遗传稳定性,两项指标均优于群体平均的家系有4号、44号、10号、34号、21号、8号、11号、43号、22号、42号、28号、19号、7号、47号,入选率为27.5%。以上家系平均单株材积为0.0744 m<sup>3</sup>,比群体平均单株材积高出24%。通过八面山杉木2代无性系种子园子代测定林表现,以上家系既具有良好的生长形状表现,又具有较好的遗传稳定表现,在营建更高世代种子园,优树选择时可作重点考量,加以利用。

### 参考文献:

- [1] 王明麻. 林木遗传育种[M]. 北京:中国林业出版社,2001:3.
- [2] 毛红,殷建强,龙倩,等. 杉木二代种子园无性系单交子代遗传变异及优良家系选择研究[J]. 种子2013,32(5):69~72.
- [3] 刘圣恩,林开敏,郑文辉,等. 杉木研究科技文献计量分析[J]. 森林与环境学报,2015,35(1):19~25.
- [4] 黄金生. 杉木速生丰产林栽培[J]. 中国林业,2011(9):54.
- [5] 齐明. 我国杉木无性系选育的成就、问题和对策[J]. 世界林业研究,2007,20(6):50~55.
- [6] 曹汉洋. 杉木第2代种子园半同胞子代测定及早期选择[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2011,35(1):19~23.
- [7] 段官安,黄大鑫,杨仕刚,等.《四川省洪雅林场杉木、柳杉人工经营数表和计量数表报告集》1990年.