

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.05.005

陈山红心杉优树自由授粉子代苗木生长特性研究

刘芙蓉¹, 段爱国², 贾晨¹, 罗建勋^{1*}

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要:在四川省洪雅林场对陈山红心杉二代种子园的32个自由授粉优树子代进行苗期生长测定, 结果表明: 不同家系陈山红心杉的平均苗高为14.08 cm, 平均变异系数为17.58%; 平均地径为3.10 mm, 平均变异系数为16.65%, 家系间苗高和地径的差异均达到显著水平。苗高、地径的遗传力分别为0.866和0.889, 表明其受到较强的遗传控制。通过综合评价, 选出了3个优良家系, 其平均苗高为16.31 cm, 平均遗传增益为13.72%; 平均地径为3.49 mm, 平均遗传增益为11.18%, 经选择的优良家系可进一步测定和评价。

关键词:陈山红心杉; 子代测定; 半同胞家系; 家系选择

中图分类号: S723.1 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2016)05-0026-04

A Study of Seedling Growth Traits of Open Pollinated Families of *Cunninghamia lanceolata* “Chen-shan Red Heartwood”

LIU Fu-rong¹ DUAN Ai-guo² JIA Chen¹ LUO Jian-xun^{1*}

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China;

2. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Based on the 32 open-pollinated families in the second-generation seed orchard of *Cunninghamia lanceolata* “Chen-shan Red Heartwood”, investigations were made on the growth traits of half-sib progeny in Hongya Forest Farm of Sichuan Province. The results indicated that the average seedling height and variation coefficient were 14.08 cm and 17.58%, respectively. The average ground diameter and variation coefficient were 3.10 mm and 16.65%, respectively. And there existed significant differences in seedling height and ground diameter among different families. The family heritability of seedling height and ground diameter was 0.866 and 0.889, indicating the great family heritability control for growth traits. 3 excellent families were selected on the basis of comprehensive assessment. The average tree height was 16.31 cm, the genetic gain was 13.72%, and the average ground diameter was 3.49 mm, and the average genetic gain was 11.18%. The selected excellent families could be reserved for further test and assessment.

Key words: *Cunninghamia lanceolata* “Chen-Shan Red heartwood”, Progeny test, Half-sib family, Family selection

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)为杉科(Taxodiaceae)杉木属(*Cunninghamia*)植物,为我国特有的

用材树种,是南方各省重要的速生商品林树种之一,广泛分布于我国亚热带地区。陈山红心杉是优良的

收稿日期:2016-08-01

基金项目:杉木第三代育种技术与示范(2012BAD01B0201)。

作者简介:刘芙蓉(1987-),女,四川成都,在读博士,主要从事林学经济林研究工作。

通讯作者:罗建勋(1964-),男,四川成都,研究员,主要从事林木遗传育种工作。

杉木种源,天然分布于我国江西省罗霄山脉中段武功山区,安福、永新、莲花 3 县交界的陈山林区^[1]。其树干通直圆满,材质坚硬,纹理美观,红心香溢,具有典雅的天然色彩和优良材质,是工艺和家具制造行业中极其重要的天然材料,深受人们的青睐^[2]。1998 年陈山红心杉经江西省林木良种审定委员会认定为优良种源,在全国适宜推广栽培的区域包括江西、四川、福建、广东、贵州、湖南、广西等杉木种植区^[3-4]。

四川省在 20 世纪 60 至 70 年代就开始在盆地丘陵及盆周低山区大力发展杉木用材林^[5],已取得较好的经济和生态效益。但随着人们对优质木材的需求力度增强,红心杉较普通杉木更受到人们的喜爱。四川引入陈山红心杉资源,在洪雅林场对陈山红心杉二代种子园的优树自由授粉子代进行苗期测定,以评选优良的种质资源材料,为陈山红心杉的优良种质资源收集和保存提供科学依据。

1 试验地概况

试验地位于四川省眉山市洪雅县洪雅林场,地处四川盆地西南边缘,东经 103°10',北纬 29°41',海拔高度为 1 316 m,属中亚热带湿润气候,年降雨量 1 435.5 mm,年日照时长约 1 006.1 h,年无霜期 307 d,年平均气温 16.6℃,土壤类型为山地黄壤。

2 材料与方

2.1 试验材料

1998 年在江西省安福县陈山林区选出 53 株优树,营建了一代陈山红心杉种子园,随后根据其子代测定结果,选择出 32 个生长快、材性更优良的无性

系营建成二代种子园。2011 年春中国林科院林业研究所与江西省林业科学院将 32 个优良红心杉无性系引至福建省邵武市卫闽国有林场,并建立红心杉第二代专营性种子园 11.13 hm²,2014 年秋季中国林科院林业研究所采集种子园中优树的半同胞自由授粉种子开展全国区域化测定,并在洪雅林场进行播种育苗。

2.2 试验方法

2015 年 3 月,在洪雅林场育苗基地进行整地作床,并对苗床均匀喷洒 1%~2% 的硫酸亚铁溶液,每 667 m² 施 300 kg~400 kg,苗床宽 1 m~1.2 m,床高 20 cm~30 cm,行道宽 25 cm~30 cm,沟深 30 cm。播种前精选种子,并采用 0.5% 高锰酸钾浸种 30 min 进行消毒。采用条播方式,条间距 20 cm 左右,沟深 1 cm,宽 2 cm~3 cm 左右,种子均匀撒播在沟中,用细土覆盖种子,上面再覆盖草。

2015 年 12 月对苗木生长量进行测定,使用钢卷尺和游标卡尺分别测定苗高和地径,每个优树子代测定 20 株以上。利用 EXCEL 及 SPSS17.0 软件对红心杉性状进行分析,分别计算各家系的变异系数、方差、遗传力、现实增益和遗传增益,具体方法见参考文献^[6-9]。

3 结果与分析

3.1 陈山红心杉家系生长情况

不同陈山红心杉家系的苗高和地径的生长统计分析结果见表 1。32 个家系的平均苗高为 14.08 cm,平均变异系数为 17.58%,变异系数范围为 9.22%~28.74%,极差为 9.38 cm。家系 31 号子代苗苗高生长表现最好,为 17.65 cm;家系 15 号苗高生长表现最差,为 11.37 cm。

表 1 陈山红心杉家系生长情况的统计分析

Tab. 1 Statistical analysis of growth traits of *Cunninghamia lanceolata* "Chen-Shan Red heartwood" from different families

家系	苗高 (cm)			地径 (mm)		
	均值 ± 标准差	变异系数 (%)	极差	均值 ± 标准差	变异系数 (%)	极差
1	13.32 ± 2.15 hijkl	16.13	10	3.36 ± 0.64 abcdef	18.94	2.28
2	15.43 ± 3.42 bcdef	22.15	15.3	3.24 ± 0.75 bcdefgh	23.25	3.62
3	15.62 ± 1.91 bcde	12.24	6.8	3.24 ± 0.46 bcdefgh	14.22	1.82
4	14.08 ± 2.18 efghijk	15.52	7.7	3.32 ± 0.75 bcdef	22.6	2.96
5	14.9 ± 3.2 bcdefgh	21.51	12.5	3.16 ± 0.39 cdefghi	12.5	1.7
6	16.39 ± 4.52 ab	27.61	17	3.47 ± 0.69 abc	19.77	2.63
7	14.5 ± 3.82 defghij	26.32	16.6	3.38 ± 0.54 abcd	15.87	2.02
8	11.64 ± 2.72 m	23.39	10.2	3.22 ± 0.39 bcdefgh	12.13	1.44
9	12.36 ± 1.2 lm	9.75	5.2	3.37 ± 0.47 abcde	13.89	1.31
10	13.68 ± 3 ghijkl	21.97	10	2.94 ± 0.3 hijk	10.23	1.13
11	13.58 ± 2.81 ghijkl	20.69	9.5	3.08 ± 0.67 defghij	21.77	2.24
12	11.56 ± 1.81 m	15.7	7.2	3.04 ± 0.41 fghij	13.62	1.38

续表 1

家系	苗高 (cm)			地径 (mm)		
	均值 ± 标准差	变异系数 (%)	极差	均值 ± 标准差	变异系数 (%)	极差
13	12.69 ± 1.62 klm	12.79	5.7	3.06 ± 0.44 defghij	14.26	1.52
14	13.02 ± 2.06 jklm	15.81	9	3.17 ± 0.61 cdefghi	19.15	2.36
15	11.37 ± 1.35 m	11.86	5.6	2.89 ± 0.41 ijk	14	1.23
16	12.68 ± 2.06 klm	16.28	8	2.99 ± 0.56 ghijk	18.88	2.17
17	13.27 ± 2.44 ijkl	18.41	7.1	3.05 ± 0.41 efghij	13.31	1.51
18	14.9 ± 1.68 bcdefgh	11.29	5	2.36 ± 0.48 l	20.55	2
19	13.9 ± 1.71 fghijkl	12.33	8	2.37 ± 0.65 l	27.58	2.7
20	12.9 ± 2.25 jklm	17.41	7	2.17 ± 0.73 l	33.67	2.4
21	16.28 ± 2.16 abc	13.29	7	3.34 ± 0.35 abcdef	10.55	1.24
22	13.99 ± 1.75 fghijk	12.51	6.5	3.54 ± 0.58 ab	16.24	2.27
23	14.87 ± 3.1 bcdefghi	20.86	12	3.07 ± 0.48 defghij	15.7	2.14
24	12.92 ± 1.87 jklm	14.49	6.7	3.47 ± 0.46 abc	13.24	1.51
25	16.04 ± 4.16 abcd	25.96	16.5	2.79 ± 0.35 jk	12.46	1.26
26	15.7 ± 2.41 bcd	15.35	8.6	3.17 ± 0.41 cdefghi	13.01	1.45
27	12.57 ± 3.61 klm	28.74	8.6	2.79 ± 0.43 jk	15.35	1.55
28	14.72 ± 3.01 cdefghi	20.46	13.1	3.51 ± 0.54 ab	15.23	2.35
29	15.2 ± 2.72 bedefg	17.87	12	2.99 ± 0.5 ghijk	16.79	1.81
30	16.26 ± 2.59 abc	15.94	11.4	3.66 ± 0.56 a	15.2	2.47
31	17.65 ± 1.63 a	9.22	6.8	3.31 ± 0.4 bcdefg	12.22	1.49
32	12.68 ± 2.35 klm	18.55	7.4	2.69 ± 0.45 k	16.72	1.79
平均值	14.08 ± 2.48	17.58	9.38	3.10 ± 0.51	16.65	1.93

陈山红心杉平均地径为 3.10 mm, 平均变异系数为 16.65%, 变异系数范围为 10.23% ~ 33.67%, 极差为 1.93 mm。家系 30 号的子代苗地径生长表现最好, 为 3.66 mm; 家系 20 号地径生长表现最差, 为 2.17 mm。各性状的变异幅度较大, 为优良红心杉种质资源的筛选提供了基础。

3.2 陈山红心杉生长性状方差分析

对 32 个陈山红心杉家系的苗高和地径性状进行方差分析(见表 2), 结果表明陈山红心杉半同胞家系间的地径与苗高均存在着极显著差异, 则各优树子代间苗期生长性状有着较大差异, 为优良家系选择提供了一定的基础。

表 2 陈山红心杉家系生长性状的方差分析

Tab. 2 Variance analysis of growth traits of *Cunninghamia lanceolata* "Chen-Shan Red heartwood"

性状	来源	平方和	df	均方	F	显著性
地径	组间	75.906	31	2.449	8.976	0.000
	组内	165.851	608	0.273		
	总数	241.757	639			
苗高	组间	1567.916	31	50.578	7.452	0.000
	组内	4126.398	608	6.787		
	总数	5694.314	639			

3.3 陈山红心杉生长性状的遗传参数估算

遗传力反映了亲代将性状遗传给子代的能力, 是林木遗传育种中的主要参数之一^[10]。由表 3 可知, 陈山红心杉的苗高与地径的遗传力分别为

0.866 和 0.889, 值较大, 这表明地径和苗高受较强的遗传控制, 因此依据苗高和地径性状选择优良家系是可行的, 有利于提高家系筛选效率。

表 3 陈山红心杉苗高与地径的遗传力

Tab. 3 Heritability of growth traits of *Cunninghamia lanceolata* "Chen-Shan Red heartwood"

性状	平均值	遗传力
苗高 (cm)	14.08	0.866
地径 (mm)	3.1	0.889

3.4 陈山红心杉优良家系选择

苗高和地径生长量可作为树种速生性和适应性的早期预测评价指标, 若表现良好, 在一定程度可预测该苗木具有优良的生长特性。我们利用陈山红心杉苗期的苗高和地径两个主要性状, 进行苗期速生优良家系选择。以苗高和地径生长量均超总体均值 7% 以上为标准进行选择, 其中苗高生长量超总体均值 7% 的家系有 2、3、6、21、26、30、31, 地径生长量超总体均值 7% 的家系有 6、7、21、28、30。综合苗高和地径两个性状, 初步选择了 6 号、21 与 30 号三个家系为优良家系(见表 4), 在苗期表现出生长快的特性。入选优良家系的苗高平均生长量为 16.31 cm, 现实增益 15.84%, 遗传增益 13.72%; 地径平均生长量为 3.49 mm, 现实增益 12.58%, 遗传增益 11.18%。

表4 入选优良家系的生长指标和遗传增益

Tab.4 Growth index and genetic gain of the selected families

家系号	苗高 (cm)	现实 增益 (%)	遗传 增益 (%)	地径 (mm)	现实 增益 (%)	遗传 增益 (%)
6	16.39	16.41	14.21	3.47	11.92	10.60
21	16.28	15.59	13.50	3.34	7.84	6.97
30	16.26	15.48	13.41	3.66	18.06	16.06
入选均值	16.31	15.84	13.72	3.49	12.58	11.18
群体均值	14.08			3.10		

4 结论与讨论

本研究中 32 个家系的陈山红心杉苗,平均苗高为 14.08 cm,平均变异系数为 17.58%;平均地径为 3.10 mm,平均变异系数为 16.65%。其方差分析结果表明,不同家系间的苗高、地径存在显著性差异,则家系间具有明显的遗传变异,这对红心杉优良种质资源选择具有重要意义。

苗高和地径遗传力分别为 0.866 和 0.889,遗传变异系数较高,说明该性状受到较强的遗传控制,子代在遗传改良中能很好地保持亲本的优良品质^[11]。地径的遗传力略高于苗高遗传力,这表明地径的稳定性也略高于苗高。

综合考虑苗高和地径的生长表现,本研究初选出了 3 个生长优良的陈山红心杉家系,入选家系的平均苗高为 16.31 cm,平均遗传增益 13.72%;平均地径为 3.49 mm,遗传增益 11.18%。初选出的 3 个优良家系,可以作为后期重点培育对象进行观察。苗高和地径的表型多样性与林分质量具有很大的相关性,优良家系的选择可为林木遗传改良和营建速生丰产林提供依据^[12~15],但对其适应性、结实能力、木材密度和纤维长度等方面,还有待于进行深入研

究,这将对红心杉用材林培育提供指导依据。

参考文献:

- [1] 张运根. 不同立地红心杉生长试验[J]. 林业科技开发, 2010, 24(4): 95~97.
- [2] 曾志光, 杨先锋, 肖复明, 等. 陈山红心杉材性变异及其基因资源利用的研究[J]. 江西林业科技, 2001(3): 1~6, 39.
- [3] 李燕山. 陈山红心杉发展现状与开发对策[J]. 江西林业科技, 2010(1): 20~22.
- [4] 朱新传, 董南松, 刘志云, 等. 江西省安福县陈山红心杉二代种子园结实调查研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(6): 2543~2544, 2570.
- [5] 胡庭兴, 李贤伟, 杨祯祿. 四川盆地丘陵及盆周低山区杉木实生林生长特点及提高产量的途径[J]. 四川林勘设计, 1998(3): 44~49.
- [6] 王明麻. 林木育种学概论[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [7] 乔纳森. H. w. 赖特(美). 森林遗传学[M]. 郭锡昌, 胡承海译. 北京: 中国林业出版社, 1981.
- [8] 孔繁浩. 森林数量遗传学[M]. 南京: 南京林业大学, 1985.
- [9] 陈孝丑. 枫香优树子代测定林生长性状遗传分析及家系选择[J]. 亚热带农业研究, 2015, 11(1): 6~10.
- [10] 刘明宣, 辜云杰, 夏川, 等. 枫香地理种源变异与选择[J]. 四川林业科技, 2014, 35(5): 13~16.
- [11] 贾晨, 辜云杰, 夏川, 等. 枫香半同胞家系子代测定及优良家系选择[J]. 西部林业科学, 2014, 43(5): 122~128.
- [12] 郑仁华. 杉木种子园自由授粉子代遗传变异及优良遗传型选择[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2006, 30(1): 8~12.
- [13] 欧阳磊, 郑仁华, 肖晖, 等. 杉木第一代种子园自由授粉子代表型性状的多样性[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(3): 22~26.
- [14] 白天道, 徐立安, 王章荣, 等. 马尾松实生种子园自由授粉子代测定及亲本家系选择增益估算[J]. 林业科学研究, 2012, 25(4): 449~455.
- [15] 张著奎. 闽西马尾松优树自由授粉子代遗传分析与选择[J]. 福建林业科技, 2012, 39(1): 13~16.