

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.03.004

月江杉木2代种子园优树选择研究

杨平¹, 陈炙¹, 黄振¹, 李玉华², 黄正芬²

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 高县月江森林经营所, 四川 宜宾 645152)

摘要:杉木是四川重要的用材林树种。发掘和利用种子园中杉木优良单株和遗传型,是杉木遗传改良的必然要求。本研究以月江杉木2代种子园为选优目标,采用标准地法,选择出84个遗传型的杉木优树,优树群体由197株母株组成,优树胸径处于25 cm~40.7 cm的区间,平均胸径29.7 cm,优树来源广泛,具有较为丰富的遗传基础,可为新一代种子园的建设 and 优株无性系化提供材料。

关键词:杉木;种子园;优树选择;标准地法

中图分类号:S722

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2016)03-0020-05

Plus Tree Selection of the Second-generation Chinese Fir Seed Orchard in Yuejiang

YANG Ping¹ CHEN Zhi¹ HUANG Zhen¹ LI Yu-hua² HUANG Zhen-fen²

(1. Sichuan Forestry Academy, Chengdu 610081, Sichuan; 2. Yuejiang Forest management, Yibin 645152, Sichuan)

Abstract: Chinese fir is one of important timber species in Sichuan province. To explore and utilize the plus tree and good genetic type of the Chinese fir seed orchard is an inexorable demand. The Yuejiang second generation seed orchard of Chinese fir was taken as the selection target in this study. By use of the Standare Block method, 84 genotypes were choosen. the plus tree groups were made up of 197 maternal plants, their diameter at breast height were in the range of 25 cm~40.7 cm, their average diameter was 29.7 cm. These plus tree could provide material for building a new generation seed orchard and clonal propagation due to the wide sources with abundant genetic base.

Key words: *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook, Seed orchard, Pus tree selection, Standard block

杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook] 是四川重要的乡土用材林树种,有着长期的栽培历史^[1]。杉木在四川盆地丘陵及盆周低山区均有大面积的种植,每年造林面积4万hm²左右^[2]。加强对杉木的遗传改良,提高杉木的竞争力,对于有效利用四川盆周山地资源、改善生态环境、提高农民收益具有重要的意义。

四川杉木通过数轮系统的选育研究以及参与国家杉木优良家系区域化试验,相继选育数批优良家系^[2,3]、无性系^[4],并确定了7个杉木良种调拨区

域^[5],建立了3个国家级杉木良种基地。这些研究成果也逐步应用到了造林实践中,并表现出良好的成效。不足的是,四川本土杉木遗传改良水平较低,特别是在高世代种子园的建设方面,落后于国内先进水平^[6]。

为此,本研究以宜宾市高县月江森林经营所国家杉木良种基地的2代无性系种子园22a生亲本为研究对象,通过开展优良无性系初步选择,达到既能筛选下一代种子园部分建园亲本,同时发掘适宜无性系化的杉木遗传型的目的。

收稿日期:2016-03-10

基金项目:四川省省财政专项项目“四川杉木优良种质资源调查、收集与杂交控制授粉技术研究”(ZL2015-24)资助。

作者简介:杨平(1962-),男,高级工程师,研究方向:林业生态。cdyp147@sina.com

1 种子园介绍

高县月江森林经营所国家杉木良种基地位于四川省高县东北角的胜天镇境内,地理坐标东经 $104^{\circ}45'55'' \sim 104^{\circ}48'16''$,北纬 $28^{\circ}42'55'' \sim 28^{\circ}44'34''$ 之间,属中亚热带湿润季风气候,年平均气温 16.5°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温 5288°C ,年降水量 1214.4 mm ,多集中在 4 月~9 月,年蒸发量 1034.3 mm ,相对湿度 85% ,年平均日照时数 1064.6 h ,热量高,雨量丰沛,无霜期长,四季分明,下半年雨热同季。基地土壤主要由砖红色砂岩发育而成的山地黄壤和少量酸性紫色土构成。土层厚度 $60\text{ cm} \sim 80\text{ cm}$,pH 值 $4.60 \sim 5.05$,土壤质地粘性,立地指数 $10 \sim 12$,土层深厚、疏松、肥力中等。

杉木 2 代无性系种子园于 1992 年整地造林,1994 年嫁接,220 个无性系采用顺序错位排列的方式进行配置,这些无性系分别来源于叙永大安林场 17 个,珙县民胜林场 41 个,筠连种子园 29 个,月江森林所种子园 17 个,洪雅林场 20 个,富顺林场种子园 55 个,南川林木良种场 41 个。

2 选优方法

2.1 标准地建立与优树选择标准的确定

选择生长迅速、优质、抗病的优良个体是杉木选优的主要目标。其中生殖生长弱、营养生长旺盛的杉木将作为无性系化的候选材料,而雌雄花较多的优株将做为下一代种子园的候选建园材料。

本研究采用标准地法对 2 代种子园的 3 个大区

进行考察。在大区的中心位置、上坡和下坡处的两端各取长宽均为 26 m 的正方形区域为标准地,测量标准地内林分的平均胸径值。由于种子园经过数次的截干处理,园内母株顶梢为后期重新萌发,因此,当前杉木株高不能代表该遗传型的真实表现,本次选优不对杉木株高进行考察。

通过对大区之间以及标准地之间杉木母株平均胸径的比较,得出大区之间、标准地之间杉木母株的胸径生长情况,为优树的选择标准提供具体的参数要求。

2.2 优树选择

对各大区的杉木进行实地测量,对符合选优标准的母株进行编号,并在窝位图上标记。

将窝位图上的优树与原始编号进行对应处理,统计不同优树遗传型重复的次数。重复次数越多的优树,说明该遗传型对环境和砧木的适应能力越强。

为了解雌雄花的发育情况,于 2016 年 3 月初进行现场观察,记录优树的花期情况,包括雌性花数量、分布轮盘数、雌雄花比例等。雌雄花数量较少的优树作为无性系化的材料,雌性花数较多的优树作为下一代杉木种子园的建园候选材料。

3 选优结果

3.1 标准地调查结果与选优标准

杉木标准地所在的 3 个大区处于不同的山坡,朝向和坡度有所不同,调查结果发现(表 1),3 个大区的杉木母株平均胸径介于 $21.91\text{ cm} \sim 22.63\text{ cm}$,说明不同山坡上的杉木母株平均胸径差异不显著,方差分析也证明了这个结果(表 2)。

表 1 杉木标准地的母株平均胸径(cm)调查

大区编号	平均胸径值					平均胸径 ± 标准差	胸径极值	
	1	2	3	4	5		极大值	极小值
16 大区	22.23	21.96	21.84	21.93	22.87	22.17 ± 0.42	33.9	13
17 大区	21.11	21.11	22.43	22.27	22.63	21.91 ± 0.74	36.1	17
18 大区	23.08	22.33	22.79	22.79	22.14	22.63 ± 0.38	39	16

表 2 杉木标准地之间母株平均胸径值方差分析

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
组间	1.31632	2	0.65816	2.265455	0.146321	3.885294
组内	3.48624	12	0.29052			
总计	4.80256	14				

每个大区内选定的标准地处于同一个山坡的不同位置,标准地内杉木母株的平均胸径反映了不同立地条件下杉木母株的生长量,3 个大区内标准地

杉木母株平均胸径标准差介于 $0.38 \sim 0.74$,说明标准地之间的杉木母株生长受地形高低的影响较小。在选优的时候,不同坡位的杉木可以采用同一选优标准进行选择。

同时调查发现,杉木母株胸径极值差较大,最小胸径值 13 cm ,最大胸径值 39 cm 。说明了种子园内杉木的生长性状变异较大,园内蕴含着较为丰富的杉木种质资源,遗传基础较好。

根据杉木选优原则,结合种子园内杉木的生长发育特点,制定本本次杉木优树的选择标准。

- (1) 胸径 ≥ 25 cm;
- (2) 树形完整,树势旺盛,树干笔直,生长旺盛;
- (3) 分枝点低,轮盘紧凑且间距均匀;
- (4) 抗性强的,抗病、抗虫能力强,没有或极少病虫害。

3.2 优树选择结果

按照优树选择标准,共筛选出优树 220 株,从表 3~表 5 中可以发现,优树胸径处于 25 cm~40.7 cm 的区间,平均胸径 29.7 cm。优树来源于月江种子园、珙县林场、叙永林场、筠连、富顺、玉蝉、南川和洪雅等地,所选优树群体具有较丰富的遗传基础。

表 3 月江 2 代种子园杉木优良单株选择

优树编号	来源	胸径 (cm)	枝下高 (m)	优树编号	来源	胸径 (cm)	枝下高 (m)
1	珙县	34.5	2	41	筠连	25.9	2
2	月江	27	1.5	42	玉蝉	27.2	2
3	珙县	30.3	3	43	月江	29.6	2
4	珙县	33	2	44	玉蝉	29	3.5
5	月江	33.6	2	45	月江	26.9	1.5
6	珙县	34	2.5	46	月江	28.8	1.5
7	珙县	32.6	2	47	洪雅	27.2	2.5
8	珙县	28	2	48	富顺	27.7	3
9	珙县	27.5	2	49	月江	30.5	1.8
10	月江	28.3	1.5	50	月江	26.4	2
11	珙县	30	2	51	珙县	31	3
12	珙县	34	1.5	52	珙县	39.3	2.5
13	珙县	28.5	2	53	月江	25.7	1.5
14	珙县	37.7	2	54	玉蝉	29	2
15	珙县	26	2	55	月江	31.6	1.5
16	珙县	32.2	2	56	月江	28.2	3
17	珙县	31.5	2	57	珙县	35.2	2
18	珙县	26	3	58	月江	27.7	2.5
19	珙县	31.1	3	59	珙县	31.8	2
20	珙县	29	2	60	富顺	34.8	2.5
21	珙县	40.7	1.5	61	珙县	32.6	2
22	月江	27	2	62	珙县	27.8	2
23	珙县	29	2	63	月江	31	2
24	珙县	32.2	2.5	64	月江	30.7	1.5
25	珙县	33.7	1.5	65	月江	30.2	4
26	珙县	28.3	3.5	66	珙县	29.4	2
27	月江	33	1.5	67	月江	26.4	1.6
28	珙县	30	2.5	68	珙县	33.8	1.8
29	月江	33.8	1	69	珙县	29.9	2
30	月江	28	2	70	月江	25	2
31	玉蝉	29.2	2	71	月江	33.9	1.5
32	月江	29.7	2	72	月江	31.7	2
33	月江	28.3	3	73	月江	26.7	1.8
34	月江	30.9	2	74	珙县	27.4	3
35	玉蝉	28.2	2	75	珙县	39	2
36	月江	26.6	2	76	珙县	36.1	2
37	月江	29.2	2.5	77	月江	28.4	2.2
38	玉蝉	25	2	78	珙县	31.8	2
39	月江	26	1.7	79	珙县	36.7	3
40	富顺	28.5	2	80	珙县	28.2	4

表 4 月江 2 代种子园杉木优良单株选择

优树编号	来源	胸径 (cm)	枝下高 (m)	优树编号	来源	胸径 (cm)	枝下高 (m)
81	月江	28.8	2.5	121	月江	25.6	6.5
82	珙县	31.5	1.5	122	月江	33.4	2.5
83	珙县	25.9	4	123	月江	26.2	4.5
84	月江	26.3	2	124	珙县	30.4	0.5
85	月江	28.4	2.5	125	富顺	31.6	2
86	珙县	28.2	2	126	珙县	36	1.5
87	珙县	26.8	2	127	月江	27.7	2.5
88	月江	26	1.8	128	月江	26.6	4
89	月江	28.8	2	129	月江	25.3	5
90	珙县	29	2	130	叙永	28.4	1.5
91	月江	31.5	1.5	131	月江	25.4	5
92	月江	28.7	4	132	月江	27.3	6
93	月江	25.7	3	133	月江	26.1	5
94	月江	25.1	2	134	月江	26.7	6
95	月江	28.4	3	135	筠连	28.4	1.5
96	月江	25.2	3	136	月江	28.5	3
97	月江	32.4	2.5	137	月江	29.1	2
98	月江	26.6	2	138	月江	29.4	1.5
99	月江	37	2	139	月江	30.3	1.8
100	筠连	33.9	1.6	140	月江	25.4	1.8
101	月江	30.5	2	141	月江	27	2
102	月江	28.7	2.5	142	月江	25.1	2.2
103	月江	36.1	1.5	143	月江	29.7	2.5
104	月江	25.5	2	144	月江	31.8	5
105	叙永	27	3.5	145	月江	26.3	5
106	叙永	26.4	2.5	146	月江	32.7	2
107	月江	29	2.5	147	月江	27	2.5
108	珙县	32	7	148	月江	26.3	2
109	南川	31.3	1.6	149	月江	25.5	1.7
110	叙永	25.3	2	150	珙县	28.8	2
111	珙县	35.2	1.8	151	叙永	28.6	6
112	珙县	33.6	3	152	叙永	27.4	6
113	月江	29.6	3	153	叙永	25.4	2
114	月江	27.9	2	154	叙永	27	4
115	月江	28	2	155	叙永	27.1	3
116	珙县	33.8	5	156	叙永	25	2.5
117	叙永	26.1	2	157	叙永	25	4
118	月江	32.3	2.5	158	叙永	26.4	1.8
119	珙县	31.3	7	159	叙永	25.5	4
120	月江	30.5	2.2	160	叙永	27.4	2

表 5 月江 2 代种子园杉木优良单株选择

优树编号	来源	胸径 (cm)	枝下高 (m)	优树编号	来源	胸径 (cm)	枝下高 (m)
161	叙永	29.1	2.5	180	珙县	27	3
162	叙永	27.5	2	181	珙县	32.6	1.8
163	叙永	25.4	3	182	珙县	28	2
164	叙永	25.1	2	183	珙县	36.2	3
165	叙永	30.6	4	184	珙县	30.7	4
166	月江	26.2	2	185	珙县	28.2	2.5
167	叙永	33	2	186	珙县	34.7	0.5
168	叙永	28.8	2.5	187	珙县	33	1.3
169	南川	28.5	2	188	珙县	36.8	2
170	筠连	29.3	2	189	珙县	31.2	4
171	富顺	32.5	4	190	珙县	28.7	3
172	筠连	32.2	2.5	191	珙县	31.8	3.5
173	筠连	29.3	2.5	192	珙县	31.7	2.5
174	洪雅	28.5	3	193	珙县	33.5	3
175	富顺	30.8	4	194	珙县	30.9	4
176	富顺	33.9	2	195	珙县	29.5	2
177	玉蝉	26	3	196	珙县	30.7	2.2
178	珙县	36.5	2.5	197	珙县	28.8	2
179	珙县	40	2.5				

其中胸径 ≥ 30 cm 的杉木优树有 79 株,设为优树群体 1,其中胸径最大可达 40.7 cm。这些优树来源于月江、珙县、筠连、叙永、南川和富顺等地。以珙县种源和月江种源的数量最多,分别有 47 株和 22 株,占群体 1 总数的 87%。该群体是进行杉木无性系化和杂交花粉来源的优良种质资源。值得进一步研究和开发。

优树群体中 $25 \text{ cm} \leq \text{胸径} \leq 30 \text{ cm}$ 的杉木优树有 118 株,设为优树群体 2,优树来源于月江种子园、珙县林场、叙永林场、筠连林场、富顺、玉蝉、南川和洪雅等地。与群体 1 相比,群体 2 中杉木优树的数量更多,来源更广泛。为下一次杉木种子园的建设,奠定了较好的遗传基础。而且部分杉木优树所处位置地势平坦、靠近道路,适宜搭设架子后进行高层操作,是进行杉木杂交授粉的候选母株。

选择差(s) = 优树平均值 - 选择群体平均值 = $29.63 - 22.23 = 7.4$

选择强度(i) = 选择差/标准地所有母株胸径

的标准差 = $7.4/5.3 = 1.4$

3.3 杉木优树资源利用策略

由于种子园采用无性系错位排列的方式,导致选优过程中,部分无性系被多次纳入优树群体,通过核对优树窝位图与无性系原始编号,统计无性系重复次数及其胸径区间,能对无性系在不同砧木和立地条件下的差异提供数据支撑。

统计结果发现(表 6),一共有 44 个无性系被重复选择,其中 T83 号出现 13 次,232 号出现 11 次,其余号重复次数从 7 次到 2 次不等,重复出现的次数越多,说明该遗传型的稳定性越高,与砧木的亲合力越强。这些优树是进行杉木无性系化的目标植株,表现稳定的无性系可以嫁接保存及幼化。有些无性系胸径极值差较大,如 17 号无性系,最小胸径仅为 13 cm,最大胸径 31.7 cm,这可能是由于该无性系与砧木的亲合力不高所致,可以直接采用扦插或组培的方式进行扩繁,同时,这些材料是研究杉木砧穗互作机制的优良材料。

表 6 月江种子园优树群体中被多次统计的优树号及其胸径值(cm)

序号	原始编号	重复数	平均胸径	极小值	极大值	序号	原始编号	重复数	平均胸径	极小值	极大值
1	T83	13	35.43	30.40	40.70	23	99	3	29.37	26.40	31.00
2	232	11	28.15	24.80	33.80	24	123	3	26.90	25.00	28.70
3	T17	7	29.30	25.50	37.00	25	313	3	24.57	11.00	33.90
4	T56	7	29.37	25.10	31.30	26	T7	3	31.73	29.50	33.40
5	T11	6	29.13	26.20	32.70	27	T75	3	28.33	27.40	29.40
6	T60	6	32.27	27.00	36.20	28	T88	3	30.87	28.20	32.20
7	T78	6	29.60	27.00	34.80	29	T90	3	33.40	28.00	37.70
8	T3	5	27.50	25.40	29.10	30	T364	3	28.00	27.40	29.10
9	T6	5	28.60	25.40	35.20	31	T372	3	24.87	24.40	25.50
10	T12	5	26.32	24.90	29.70	32	8	2	30.50	28.00	33.00
11	T59	5	30.84	28.50	33.50	33	239	2	30.00	26.40	33.60
12	T85	5	31.84	27.80	39.30	34	310	2	27.90	27.00	28.80
13	T376	5	26.00	23.80	28.40	35	T4	2	28.70	25.00	32.40
14	38	4	26.40	25.20	27.70	36	T5	2	28.65	27.70	29.60
15	T57	4	32.40	29.90	34.70	37	T16	2	26.60	24.50	28.70
16	T63	4	31.93	30.00	33.60	38	EQ29	2	27.60	26.40	28.80
17	T77	4	29.53	26.00	33.70	39	T66	2	31.05	30.30	31.80
18	T92	4	31.80	31.00	32.60	40	T89	2	27.50	26.00	29.00
19	T377	4	26.13	25.00	27.10	41	T147	2	26.60	26.20	27.00
20	17	3	24.37	13.00	31.70	42	T205	2	27.85	27.20	28.50
21	80	3	28.90	28.20	30.20	43	T363	2	25.25	25.10	25.40
22	86	3	25.80	24.80	26.90						

单一遗传型入选的杉木数量为 40 株。尽管这些杉木遗传型只有一棵入选,但不能说明该遗传型的遗传品质不优良,可能与该遗传型穗条与砧木的亲合力有关。为避免潜在的亲和力瓶颈,这些优树将优先采用扦插的方法进行无性系化。

4 结论与讨论

优树选择是林木遗传改良的开端,优树及其遗

传型的数量,决定了遗传改良特别是多世代改良能达到的高度^[7,8]。种子园是介于遗传育种和良种生产的特殊群体,研究种子园中母株的生长变化规律,既能为育种提供遗传参数,又能更好的服务生产^[9]。

本次选优是月江 2 代种子园初步踏查的结果,调查了 15 块标准地中杉木母株的数据,实地测量了 3 个大区的杉木母株,最后选出了 197 株胸径 ≥ 25 cm 的杉木优树,由 84 个遗传型组成。选择覆盖面

广、强度大、入选率低、标准要求高。为新一代种子园的建设奠定了一定的材料基础,下一步将综合候选优树花期观察和子代测定结果,根据雌雄花期散粉和可授期,子代遗传增益比较等情况确定新一代种子园入园材料。

同时,本次选优获得的营养生长旺盛、生殖生长较弱的优株,将作为下一步无性系开发的材料,采用嫁接或组培的手段进行幼化,建立采穗圃后,进行规模化扩繁。

参考文献:

- [1] 赵翼. 杉木栽培利用史料综述[J]. 四川林业科技,1980(02): 85~92.
[2] 四川省杉木种子园科研协作组. 四川省第二批杉木优良家系

选择研究[J]. 四川林业科技,1996(03):41~45.

- [3] 罗建勋,吴春艳,王国良,等. 杉木优树自由授粉子代测定及优良家系选择[J]. 西南林学院学报,2009(04):1~5.
[4] 王德银,朱益川,王启和,等. 全国杉木优良家系的表型测定[J]. 四川林业科技,1988(04):13~18.
[5] 全国杉木种源试验协作组. 杉木造林区种源选择[J]. 林业科学研究,1988,1(01):1~13.
[6] 许鲁平. 第3代杉木种子园产量与土壤微生物关系的研究[J]. 南昌工程学院学报,2013(04):38~41.
[7] 许鲁平. 杉木种子园高产、稳产研究概述[J]. 南昌工程学院学报,2011(06):49~53.
[8] 黄开勇,陈琴,唐文,等. 截杆处理对大龄杉木种子园种子产量与品质的影响研究[J]. 西部林业科学,2015(02):29~35.
[9] 何林. 杉木优树与种子园半同胞子代试验结果分析[J]. 浙江林学院学报,1990(02):79~81.

(上接第111页)

香樟无性系繁殖技术体系。

香樟苗的生长与栽培基质有着直接的关系,优良的栽培基质能更好地促进扦插苗快速生长,更好地为市场提供香樟苗木。但不同的栽培基质对香樟扦插苗的生长影响作用是各不相同的。珍珠岩具有很好的透水性,使扦插苗的成活率达到38.4%,平均生根数量也达到6.3个,显著高于砗糠灰和复合土,但却保水保肥性不足,苗高、地径和叶片数显著少于砗糠灰。而砗糠灰弥补了珍珠岩基质存在的缺陷,因此对香樟扦插苗的生长起到了更好地促进作用。从本实验的研究结果来看,砗糠灰基质处理的香樟扦插苗的苗高和地径分别达到27.1 cm和0.51 mm,叶片数也最多,为18.7片,全株叶面积和全株叶鲜重也达到最高,分别为147.35 cm²和27.48 g,显著高于珍珠岩和复合土。综上所述,本研究认为珍珠岩能促进香樟扦插苗单叶叶片和根系的生长,显著提高成活率,但砗糠灰更能促进香樟扦插苗总叶片数的增加以及苗高、地径的生长,更能促进壮苗的培育。

参考文献:

- [1] 殷国兰,周永丽,鄢武先,等. 香樟扦插育苗试验[J]. 四川林业科技,2011(06):99~101.
[2] 马莲花,罗豫川,陈诚,等. 都江堰灵岩山香樟过熟林种子雨分布特征[J]. 四川林业科技,2015,06:27~31.
[3] 魏丹,唐洪辉,赵庆,等. 景观树种宫粉羊蹄甲的扦插育苗试验[J]. 森林工程,2016,32(1):1~5.
[4] 施晓文,王会仁,杨立学. 嫩江云杉扦插繁殖技术[J]. 森林工程,2014,30(4):54~56.
[5] 张建忠,姚小华,任华东,等. 香樟扦插繁殖试验研究[J]. 林业科学研究,2006,(05):665~668.
[6] 张旻桓,张汉卿,刘二东,等. 耐寒樟树的短根扦插快速繁殖技术研究[J]. 湖北农业科学,2012(24):5704~5707.
[7] 晏增,马永涛,罗晓雅,等. 香樟的几种繁殖技术[J]. 河南林业科技,2012,04:76~79.
[8] 李彦强,胡晓健,高柱,等. 大棚内不同基质扦插对香樟苗生长的影响[J]. 北方园艺,2015(22):58~60.
[9] 李芳,黎祖尧,金志农. 樟树育苗技术研究进展[J]. 江西科学,2015(03):330~334.
[10] 龚成忠. 四川省荣县地区香樟的繁殖技术[J]. 北京农业,2013(24):79~80.
[11] 辛全伟. 香樟优良无性系繁殖技术的研究[D]. 福建农林大学,2010.