

杉木第2代种子园效果分析

邹滨¹, 胡德活², 阮梓材², 黄永权³, 林军¹, 李芬好¹

(1 乐昌市龙山林场, 广东乐昌 512221; 2 广东省林业科学研究院, 广东广州 510520; 3 广东省林业局, 广东广州 510173)

摘要: 调查分析了广东龙山林场杉木第2代种子园母树生长、结实情况和种子播种品质及2代园子代测定与现实增益等。结果显示: 嫁接6~8年, 2代园母树保存率74.39%, 正冠率87.65%, 母树生长正常。结实株率50.45%, 单株结实指数1.52。母树结实力中下。球果出籽率、种子千粒质量、发芽率和发芽势分别为3.24%、6.554 g、31.74%和23.16%, 种子播种品质总体上优于同龄初级种子园, 但劣于1.5代种子园。来自广东、广西的建园亲本, 在结实力及子代速生性方面均优于来自福建、贵州、湖南的亲本。4年生子代测定结果表明, 2代园材积现实增益7.58%~10.60%, 建设2代园提高种子遗传品质的关键目的已实现, 广东龙山2代种子园营建基本上是成功的。

关键词: 杉木; 2代种子园; 母树生长; 母树结实; 种子播种品质; 现实增益

中图分类号: S722.83

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2003)04-0013-04

杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.] 是我国特有的重要用材树种, 栽培历史悠久, 生长快, 材质好, 产量高, 是广大城乡重要的建筑和家具用材, 通过加工与改性可作装饰材, 还可造高档复印纸。杉木材是南方林区多数林场和林农的主要经济支柱。从20世纪70年代起, 开展了杉木优树选择、种源试验、子代测定、杂交育种、无性系选育以及初级种子园(简称初级园)、1.5代种子园(简称1.5代园)营建等工作^[1~9]。随着改良工作的深入及生产的需求, 杉木第2代种子园(简称2代园)营建列入国家林木良种基地建设计划。广东省龙山林场杉木2代园于1992年开始筹建, 现已基本建成, 部分投产。现对2代园的效果进行分析评价。

1 材料与方法

1.1 2代园基本情况

龙山林场位于广东省乐昌市东北部, 距乐昌城20 km。龙山杉木2代园面积20 hm², 其中, 种子生产区16.7 hm², 育种区3.3 hm²。种子生产区分为5个大区, 每大区分为4个小区。育种区及种子生产区的株行距为4 m×5 m, 1994~1997年嫁接。建园材料一方面使用本省优良组合的优良个体, 另一方面引进邻近省区的2代材料, 种子生产区共接入优良组合的优良个体133个, 其中, 广东33个, 广西13个, 湖南16个, 贵州31个, 福建40个。

1.2 2代园嫁接株生长状况、结实力调查

2001年7月, 对育种区及种子生产区I大区4

个小区所有母树的树高、胸径、正冠情况、结实情况等进行调查。其中, 结实情况分为4个等级, 即多果(树冠上、中、下部位均有挂果, 且球果普遍挂满枝条)、中果[挂果介于“多果”与“少果”之间, 或局部(如上部或中部或下部)枝条挂满果]、少果(局部枝条有少量挂果, 如上部或中部或下部部分枝条挂果)、无果(当年不挂果或仍未结实), 各等级的结实指数值依次为9、4、1和0; 树冠情况分为正冠(主干偏角 $\leq 20^\circ$)、偏冠(主干偏角 $> 20^\circ$ 或无主干)。

1.3 种子播种品质检测

2001年采种时, 对各亲本的球果分别晒种, 测定球果出籽率、种子千粒质量。2002年4月对各单系种子测定室内发芽率与发芽势。以广东小坑林场1.5代园的种子作对照。

1.4 2代园子代测定

为了解2代园种子遗传品质及各亲本的遗传差异, 于1998年在龙山林场营造2块子代测定林, 面积0.8 hm², 采用随机完全区组设计, 4株小区, 8次重复, 参试家系28个, 并以小坑初级园混合种(CK1)及小坑1.5代园混合种(CK2)作对照。2001年12月对试验林进行树高、胸径测量。

2 结果与分析

2.1 嫁接株生长与结实状况

2代园育种区及种子生产区I大区4个小区嫁接6~8年母树生长、结实调查结果, 总保存率74.39%, 正冠率87.65%, 平均树高5.69 m, 平均胸

径 11.27 cm, 结实母树比例 50.45%, 平均结实指数 1.52, 结实母树比例偏低, 结实力中下. 选择嫁接年份相同的母树, 进行生长、结实 4 个性状方差分析^[7], 结果表明 (表 1), 产地 (省份) 间母树树高、胸径、结实株率、结实指数均存在极显著差异, 产地内无性系间胸径、结实指数也存在极显著或显著差异.

Duncan's 多重比较结果 (表 2) 显示, 来自广东的无性系 4 个性状均居首位, 来自广西的无性系除胸径略小于湖南无性系外, 3 个性状均高于其余 3 个起源的无性系而居第 2. 两广起源的无性系结实能力有显著的优势.

表 1 各产地无性系嫁接株生长及结实的方差分析

Tab. 1 Analysis of variance on growth and fruitage of the clonal grafting trees of different origin

变异来源 variation source	F				Pr > F			
	树高	胸径	结实株率	结实指数	树高	胸径	结实株率	结实指数
	height	DBH	fruit rate	fruit index	height	DBH	fruit rate	fruit index
产地间 origin	11.65	7.22	7.41	65.94	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
产地内无性系间 clone within origin	2.21	1.28		4.89	<0.0001	0.0256		<0.0001

表 2 各产地无性系嫁接株生长及结实比较¹⁾

Tab. 2 Duncan's multiple comparison on growth and fruitage of the clonal grafting trees of different origin

产地 origin	树高 height/m	胸径 DBH/cm	结实株率 fruit rate/%	结实指数 fruit index
广东 Guangdong	6.08 a	12.40 a	71.92 a	2.43 a
广西 Guangxi	5.85 ab	11.53 ab	65.26 a	2.36 a
湖南 Hunan	5.64 bc	11.72 a	37.25 b	0.64 b
福建 Fujian	5.42 c	10.54 bc	23.43 b	0.45 b
贵州 Guizhou	5.19 d	9.95 c	25.00 b	0.61 b

1) 表中数据均为平均值; 同列数据后具有相同字母者表示经 Duncan's 检验在 0.05 水平上差异不显著

能力分类 (表 3). 未结实的无性系 14 个, 占 14.43%. 具有中等以上结实能力的无性系 36 个, 占 37.11%, 而其中来自广东、广西两地的就有 26 个, 占结实力中等以上无性系的 72.22%. 在结实力强与较强的 18 个无性系中, 起源于两广的占了 77.8%. 可见, 该 2 代园的种子产量主要是由两广起源的无性系提供.

2.2 种子播种品质

对 2001 年 2 代园种子播种品质进行检测, 并与 1.5 代园、初级园作比较, 结果见表 4, 嫁接 6~8 年的 2 代园种子播种品质总体上优于嫁接 3~9 年的初级园, 但劣于嫁接 10~11 年、3~4 年的 1.5 代种子园.

对有正常分株 3 株以上的 97 个无性系, 按结实

表 3 无性系结实能力分类

Tab. 3 Classification of clones based on the fruitage

结实能力 fruit ability	结实指数 fruit index	无性系比例 percentage/%	无性系数量 ¹⁾ number of clone				
			广东 Guangdong	广西 Guangxi	湖南 Hunan	福建 Fujian	贵州 guizhou
强 strongest	7.00~9.00	1.03	0	1(5)	0	0	0
较强 strong	2.00~6.99	17.53	6(30)	7(35)	0	3(9.1)	1(10)
中等 moderate	1.00~1.99	18.56	7(35)	5(25)	3(21.4)	0	3(30)
较弱 weak	0.01~0.99	48.45	5(25)	7(35)	11(78.6)	21(63.6)	3(30)
弱 weakest	0	14.43	2(10)	0	0	9(27.3)	3(30)

1) 括号内数据为所占百分比 (%)

表 4 不同类型种子园种子播种品质比较

Tab. 4 Comparison of sowing quality for seed from different type of seed orchard

种子园 ¹⁾ seed orchard	年龄 age/a	出籽率 seed rate/%	千粒质量 1 000-seed mass/g	发芽率 germination rate/%	发芽势 germination capacity/%
2 代园 2 nd generation S. O.	6~8	3.24	6.554	31.74	23.16
1.5 代园 I 1.5 generation S. O. I	10~11	3.99	7.591	37.38	29.36
1.5 代园 II 1.5 generation S. O. II	3~4	4.27	6.920	33.00	
初级园 1 st generation S. O.	3~9	3.25	5.850	25.71	

1) 2 代园为龙山 2 代种子园 40 个家系平均值; 1.5 代园 I 为小坑 1.5 代种子园 16 个家系平均值; 1.5 代园 II 为大水口及小坑 20 个家系 2 个年份平均值; 初级园为广东 10 个初级种子园种子品质检测样品平均值, 样品均为混合种^[8]

由于本研究中的 2 代园建园材料是根据双亲子代测定的表型选择的,属于 2 代初级园,而表 4 中 10 个初级园实质上是 1 代初级园,2 代初级园种子播种品质优于 1 代初级园,表明本研究的 2 代园从种子播种品质来说是有进步的. 1.5 代种子园实质上是 1 代改良种子园,使用的建园材料是在遗传型选择的基础上,根据亲本在 1 代初级园的表现,又进行了结实力与种子播种品质及花期同步性选择,而 2 代初级园建园材料,未经结实力与种子播种品质及花期同步性选择,种子播种品质逊于 1.5 代园是很正常的,符合一般规律的.

2.3 后代测定与种子园现实增益

对龙山林场 2 块 4 年生子代测定林生长量数据

方差分析,结果(表 5)表明,地点间、家系间的树高、胸径和单株材积生长量均存在极显著差异,家系与地点存在极显著或较显著互作效应.表明家系间生长性状存在遗传差异,在不同地点的生长适应性也有所差异. 2 块子代测定林 28 个家系的平均生长量,树高、胸径和单株材积分别为 3.95 m、6.27 cm 和 0.009 1 m³,与对照的比较结果见表 6,2 代园的材积现实增益可达 7.58%~10.60%.表明 2 代园种子遗传品质必须高于初级园和 1.5 代园的目的已实现,从营建种子园最关键的目的是提高种子遗传品质方面考虑,此 2 代园基本上是成功的.

根据子代生长表现及亲本结实指数,27 个亲本可分成 4 类: I 类——结实指数大于全园平均值,子

表 5 子代测定林生长性状的方差分析

Tab. 5 Analysis of variance on growth of the progeny tests

变异来源 variation source	F			Pr> F		
	树高 height	胸径 DBH	单株材积 single-tree volume	树高 height	胸径 DBH	单株材积 single-tree volume
地点间 site	21.96 **	68.40 **	50.42 **	< 0.000 1	< 0.000 1	< 0.000 1
家系间 family	3.03 **	2.66 **	2.98 **	< 0.000 1	< 0.000 1	< 0.000 1
地点×家系 site×family	2.43 **	1.70 *	1.45	< 0.000 1	0.012 2	0.058 3

表 6 子代测定林生长性状的现实增益¹⁾

Tab. 6 Practical gains for growth of the progeny test

生长性状 growth characteristic	增益 1 gain 1/ %	增益 2 gain 2/ %
树高 height	4.15	5.22
胸径 DBH	5.55	4.07
单株材积 single-tree volume	7.58	10.60

1) 增益 1 和增益 2 分别为相对于 CK1 和 CK2 的现实增益

代树高或胸径大于对照,广东和广西亲本分别为 5 和 2 个; II 类——结实指数小于全园平均值,子代树高、胸径大于对照,广东、广西、湖南和福建亲本分别为 1、4、6 和 1 个; III 类——结实指数大于全园平均值,子代树高、胸径小于对照,广西和福建分别为 2 和 1 个; IV 类——结实指数小于全园平均值,树高、胸径小于对照,广东、湖南和福建分别为 2、1 和 1 个.其中, I 类拟选择作为建园材料推广, II 类适于无性繁殖推广, III 类拟继续观察, IV 类拟淘汰. I 类的 7 个亲本全来自广东、广西,这进一步表明,在两广选用建园亲本,不但 2 代园产量较高,种子造林材积增益也较高.

3 结论与讨论

(1) 广东龙山林场杉木 2 代园母树生长正常,结实力中下.来自广东、广西的亲本的结实能力及嫁接

株生长量均优于福建、贵州、湖南的亲本. 2 代园种子播种品质总体上优于同龄初级园,但劣于 1.5 代园.

(2) 2 代园子代在粤北的多点测定结果,起源于广东、广西的家系生长量较大,遗传增益较高. 2 代园种子遗传品质高于初级园和 1.5 代园,建设 2 代园提高种子遗传品质的关键目的已实现,此 2 代园基本上是成功的.

(3) 根据种子园连续多年球果产量测定结果,年份间、无性系与年份互作效应均存在显著差异^[9, 10],即结实性状年份间波动较大,其稳定性随年龄变化也较大,要较准确评价种子园亲本结实力,仅凭 1 年的测定数据来判断,明显存在偏差,有时甚至误差很大.对于 2 代种子园的现实增益,由于参加子代测定的亲本仅有 28 个,且林龄不长,仅有 4 年,要准确估测本 2 代种子园的现实增益,仍需对园内其他亲本进行子代测定,以及对现有的子代测定林继续观测研究.

致谢:参加试验研究的还有广东龙山林场李荣增、曾繁助、赖旭恩、刘晓东,华南农业大学林学院黄少伟教授对本文的撰写作了指导,特此一并致谢!

参考文献:

[1] 广东省杉木子代测定组. 广东省杉木优良家系选择研

- 究 A]. 涂忠虞, 沈熙环. 中国林木遗传育种进展 [C]. 北京: 北京科学技术文献出版社, 1993. 158—163.
- [2] 叶志宏, 施季森, 翁玉榛, 等. 杉木十一个亲本双列交配遗传分析 [J]. 林业科学研究, 1991, 4(4): 380—385.
- [3] 阮梓材, 胡德活, 徐和运, 等. 杉木第一代改良种子园 [A]. 沈熙环. 种子园优质高产技术 [C]. 北京: 中国林业出版社, 1994. 93—100.
- [4] 陈岳武, 施季森, 刘大林, 等. 杉木种内杂种优势及亲本配合力分析 [J]. 南京林产工业学院学报, 1982, 6(2): 1—20.
- [5] 广东省杉木种源试验协作组(陈建新执笔). 杉木地理种源试验续报 [J]. 广东林业科技通讯, 1984, (4): 7—13.
- [6] 胡德活, 林绪平, 阮梓材, 等. 杉木无性系早—晚龄生长性状的相关性及早期选择的研究 [J]. 林业科学研究, 2001, 14(2): 168—175.
- [7] 黄少伟, 谢维辉. 实用 SAS 编程与林业试验数据分析 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001. 36—63.
- [8] 广东省林业科学研究所, 广东省韶关地区林科所, 国营曲江林场, 等. 杉木研究(第一集)——杉木初级种子园的营建技术 [R]. 广州: 广东省杉木科研协作组, 1984. 1—10.
- [9] 方乐金. 杉木种子园无性系结实遗传变异及高产稳产技术策略研究 [D]. 南京: 南京林业大学林学系, 1998. 28—37.
- [10] 胡德活, 阮梓材, 陈仲, 等. 杉木种子园无性系结实遗传与变异研究 [J]. 林业科学研究, 1992, 5(5): 606—610.

Study on the Effects in the Second-Generation Orchard of *Cunninghamia lanceolata*

ZOU Bin¹, HU De-huo², RUAN Zi-cai², HUANG Yong-quan³, LIN Jun¹, LI Fen-hao¹

(1 Longshan Forest Fam, Lechang 512221, Guangdong China; 2 Guangdong Forestry Research Institute, Guangzhou 510520, China; 3 Forestry Department of Guangdong Province, Guangzhou 510173, China)

Abstract: The growth and seeding situation of parental trees, the seed quality of sowing, the performance of progeny and the practical gains for the second-generation orchard were assessed. The results were summarized as follows. In 6 to 8 years after graft, the remaining rate of trees in the second-generation seed orchard was 74.34% and the rate of straight trunk was 87.65%. Trees in the orchard have grown well. Rate of seeding trees was 50.45%, and cone production index was 1.52. The seed rate of cone was 3.24%. The thousand-grain mass was 6.554 gram. The germination rate was 31.74%, and the germination capacity was 23.16%. The quality of sowing of the seed in the second-generation seed orchard was higher than those in the first-generation orchard with the same age, but was lower than those in the 1.5-generation orchard. The parents from Guangdong and Guangxi are better than those from Fujian, Guizhou and Hunan according to their seeding ability. The results from 4-year-old progeny tests indicated that the practical gain of volume in the second-generation seed orchard was 7.58%—10.60%, and the key targets of developing second-generation seed orchard and improving genetic quality of seeds were realized. The establishment of the second-generation seed orchard in Longshan state-own forest fam was basically successful.

Key words: *Cunninghamia lanceolata*; second-generation seed orchard; growth of parental tree, seeding of parental tree; seed sowing quality; practical gain

【责任编辑 李晓舟】