

文章编号:1001-1498(2011)01-0123-04

杉木 2 代种子园子代主要经济性状遗传变异及单株选择

何贵平¹, 徐永勤², 齐明¹, 沈凤强², 张建忠², 骆文坚³

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 浙江省杭州市余杭区长乐林场, 浙江 余杭 311123;

3. 浙江省林业种苗管理总站, 浙江 杭州 310020)

关键词: 杉木; 2 代种子园; 子代; 主要经济性状; 遗传变异; 单株选择

中图分类号: S791.27

文献标识码: A

Genetic Variation and Individual Plant Selection of Main Economic Traits of Progenies from the Second-generation Seed Orchards of Chinese Fir

HE Gui-ping¹, XU Yong-qin², QI Ming¹, SHEN Feng-qiang², ZHANG Jian-zhong², LUO Wen-jian³

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Changle Forest Experimental Station of Yuhang District of Hangzhou City, Yuhang 311123, Zhejiang, China;

3. Management General Station of Forest Seedling of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, Zhejiang, China)

Abstract: The three main economic traits of *DBH*, *DBH* of dominant tree and wood basic density of dominant tree in 13-year-old progeny stand from the second-generation seed orchards of Chinese fir in Changle of Yuhang district, Zhejiang province were analyzed. The results showed that three economic traits were highly significant on each trait among the families, and their broad heritability was high. The genetic correlation coefficient was weakly negative correlated among growth traits and wood basic density. The correlation coefficient was significant positive correlated among 3-year-old tree height, 7-year-old tree height and *DBH*, 13-year-old *DBH*. Ten better families and individual plants were selected in interim period by index method with two traits of *DBH* and wood basic density, keeping wood basic density unchanged to compared with experiment population, the average *DBHs* of the family and individual plant were 7.59% and 59.16% higher than the experiment population respectively.

Key words: Chinese fir; second-generation seed orchard; progeny; main economic traits; genetic variation; individual plant selection

杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 作为我国南方林区重要的用材树种, 经过几十年的遗传改良已进入到高世代时期, 遗传改良工作取得了较大进展, 林木生长量也已获得较大增长。20 世纪 90 年代初浙江省从杉木 1 代种子园家系子代测定林、杂交试验林和种源试验林中选择出优良

材料营建了 2 代种子园^[1], 对新建的种子园材料进行子代测定是林木遗传改良的重要工作, 不仅可了解其种子园的改良效果和主要经济性状遗传变异规律, 也可为高世代种子园营建提供选择材料。杉木种子园营建技术、种子园丰产技术、家系子代林主要经济性状遗传变异规律、杂交试验林配合力效

收稿日期: 2010-01-13

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目“高产优质多抗杉木新品种选育”(2006BAD01A14); 浙江省科技厅重大项目“优质珍贵用材树种新品种创制及高效培育关键技术研究示范”(2008C02004-2); 浙江省与中国林科院林业科技合作项目“杉木高世代育种群体建立和优质速生新品种选育”(2007SY09)

作者简介: 何贵平(1962—), 男, 湖北黄陂人, 副研究员, 主要从事林木遗传育种和培育研究。

应、无性系选育、生长与材性相关、生长性状的早晚相关、种子园效益评价等方面已做了大量的研究^[2-11],取得较多成果,为我国林木遗传改良作出了较大贡献。

本文对营造在浙江省杭州市余杭区长乐林场的杉木2代种子园子代林进行了测定与分析,旨在了解杉木2代种子园的改良效果和主要经济性状遗传变异规律,同时为高世代育种群体选择优良材料。

1 试验点概况

试验地位于浙江省杭州市余杭区长乐林场缸窑岭林区,地理位置为119°58'E、30°15'N,海拔100 m,≥10℃年积温5 155.7℃,年平均气温15.8℃,极端最高气温40.0℃,极端最低气温-13.6℃,年平均降水量1 478 mm,年均日照时数1 782.9 h,相对湿度77.8%,无霜期221 d,四季分明,属北亚热带季风气候。林地为杉木采伐迹地,土壤为红黄壤,土层厚度80 cm以上,坡度15°左右,坡向东南,肥力中等。

2 材料与方 法

2.1 试验材料

试验材料来自杭州市余杭区长乐林场杉木2代种子园中自由授粉家系,1995年秋采种,1996年春育苗,1997年春进行试验林营造。试验材料为32个家系加2个对照(CK1为采自余杭区长乐林场广西、湖南等优良种源林的种子;CK2为经浙江省审定的优良家系龙15),试验采用随机区组设计,4株单行小区,10次重复^[1]。林地为杉木采伐迹地,经炼山后挖大穴(60 cm×60 cm×60 cm),造林密度为2 m×2 m,造林前施基肥,穴施0.25 kg钙镁磷肥。

2.2 研究方法

2009年10月对试验林中的8个重复进行了每木调查,调查因子为胸径(因试验林未进行间伐,林分郁闭度较高,树高未进行调查),并在每小区中取1株优势木的木芯(胸高处)测定其木材基本密度(采用饱和含水量法)。

数据处理:胸径用小区平均数,优势木胸径和优势木木材基本密度用单株,3年生树高、7年生树高和胸径(1999年底和2003年底分别对试验林进行了生长性状测定)、13年生胸径相关分析用家系平均数。统计分析在DPS软件上进行^[12],广义遗传力

和遗传变异系数计算方法参见文献[13],家系评选依据胸径和木材基本密度2个主要经济性状,采用指数选择法进行。

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2}, GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}}$$

式中: h^2 为广义遗传力; σ_g^2 为遗传方差; σ_p^2 为表型方差; GCV 为遗传变异系数; \bar{X} 为性状平均值。

3 结果与分析

3.1 杉木2代种子园子代主要经济性状的差异

从13年生杉木2代种子园子代家系的胸径、优势木胸径和优势木木材基本密度3个主要经济性状的方差分析结果和平均值(表1、2)可知:各性状家系间均差异极显著,胸径平均值最大的家系为B163(16.81 cm),最小的为C23(12.16 cm);优势木木材基本密度最大的为B105(0.350 0 g·m⁻³),最小的为B164(0.277 5 g·m⁻³)。表明杉木2代种子园建园材料虽经过再选择,但家系间差异仍较大,这也为优良材料的选择提供了可能。

表1 13年生杉木家系3个经济性状方差分析结果

变异来源	自由度	胸径		优势木胸径		木材基本密度	
		均方	F值	均方	F值	均方	F值
重复间	7	6.722 6	1.78	8.236 1	1.14	0.000 8	1.12
家系间	33	10.057 2	2.66**	18.887 3	2.63**	0.001 9	2.71**
机误	231	3.782 8		7.207 1		0.000 7	

注:**表示差异极显著。

3.2 杉木2代种子园子代主要经济性状遗传参数值

遗传力是林木生长和材质性状的主要遗传参数。对某一树种进行遗传改良,首先就应了解这个树种的遗传特性,以便制定相应的育种策略和改良程序。从杉木2代种子园子代13年生林分3个主要经济性状的遗传参数(表3)可知:胸径、优势木胸径和优势木木材基本密度均有较高的广义遗传力,分别为62.39%、61.84%和63.16%,表明杉木家系的胸径、优势木胸径和优势木木材基本密度3个经济性状的表型差异主要受遗传因子控制;3个经济性状的遗传变异系数分别为5.90%、6.76%和3.88%,优势木木材基本密度的遗传变异程度相对较小,表现出优势木木材基本密度变异相对较小的特性,而胸径的遗传变异程度在6%左右,这可能与经过2代选择后遗传差异变小有关,故在营造高世代种子园时应多收集优良材料,尽量扩大育种群体。

表 2 13 年生杉木家系 3 个经济性状平均值

家系号	胸径/cm	优势木胸径/cm	优势木木材基本密度/ (g · m ⁻³)	家系号	胸径/cm	优势木胸径/cm	优势木木材基本密度/ (g · m ⁻³)
A02	16.26	20.55	0.317 2	B124	12.81	15.80	0.329 7
A03	15.47	20.13	0.308 6	B154	16.02	18.00	0.284 8
A06	14.20	16.28	0.304 8	B163	16.81	19.08	0.295 9
A08	14.99	18.15	0.295 3	B164	16.51	20.54	0.277 5
A42	15.51	18.11	0.339 2	C21	14.03	17.26	0.317 0
B02	15.19	17.71	0.322 1	C23	12.16	14.91	0.313 1
B03	13.97	16.91	0.313 4	C25	16.26	18.75	0.309 7
B09	14.34	17.45	0.324 2	C27	15.06	17.89	0.318 9
B44	14.18	17.41	0.297 5	C28	16.28	19.73	0.324 3
B56	15.48	18.93	0.317 0	C30	13.92	16.04	0.323 6
B62	14.33	16.64	0.311 0	C31	12.86	14.90	0.306 0
B68	15.37	17.88	0.299 7	C32	13.68	16.21	0.334 5
B101	14.82	18.75	0.312 6	C41	14.64	16.89	0.314 9
B105	15.47	16.38	0.350 0	C44	15.36	17.33	0.334 1
B109	15.07	19.04	0.329 9	J30	15.34	17.14	0.311 0
B111	16.11	19.19	0.304 3	CK1	16.00	20.86	0.318 9
B121	15.78	18.04	0.343 5	CK2	16.08	18.86	0.327 3

表 3 13 年生杉木家系 3 个经济性状遗传参数值

性状	平均值	变幅	遗传变异 系数/%	广义遗 传力/%
胸径/cm	15.01	12.16 ~ 16.81	5.90	62.39
优势木胸径/cm	17.87	14.90 ~ 20.86	6.76	61.84
优势木木材基本 密度/(g · m ⁻³)	0.315 6	0.277 5 ~ 0.350 0	3.88	63.16

表 4 杉木家系 3 个经济性状间相关关系

性状	胸径	优势木胸径
优势木胸径	P	0.834 4
	G	0.908 1
	E	0.713 7
优势木木材基本密度	P	-0.137 7
	G	-0.072 6
	E	-0.248 4

注:P、G、E 分别表示表型相关、遗传相关和环境相关。

表 5 杉木家系不同年龄各生长性状间相关关系

性状	7 年生树高	7 年生胸径	3 年生树高
13 年生胸径	0.54 **	0.66 **	0.49 **
7 年生树高		0.91 **	0.76 **
7 年生胸径			0.79 **

注:** 表示 $P < 0.01$ 。

3.3 杉木 2 代种子园子代主要经济性状相关分析

用材树种的改良目标是选育出生长快、材质优、抗性强的优良品种。林木的遗传改良方案制定要根据其改良目标以及林木主要经济性状间相关关系的不同,制定相应的遗传改良策略。表 4 为 13 年生杉木 2 代种子园子代主要经济性状间的相关关系。由表 4 可以看出:胸径、优势木胸径与优势木木材基本密度间存在弱度遗传负相关,这同何贵平等^[4]及叶志宏等^[14]的研究结果相似,但也有研究结果为生长性状与木材基本密度间存在中等程度遗传负相关^[4],不同的结果可能同研究材料有关,表明杉木生长过快有导致木材基本密度下降的趋势,这就要求育种者在进行遗传改良时既要考虑生长性状的改良,同时也要考虑材质性状不能过度下降,尽量做到两者兼顾。林木主要生长性状不同林龄的相关程度是衡量能否进行早期选择的关键。从表 5 中可知:杉木主要生长性状在不同林龄时存在显著正相关,表明各家系生长性状在不同林龄有较相似的表现,这为开展杉木主要生长性状的早期选择提供了可行性。

3.4 杉木 2 代种子园中优良家系和优株选择

采用胸径和木材基本密度 2 个主要经济性状,用等经济权重建立选择指数,经计算选择指数方程为 $I = 0.693 7X_1 + 3.977 9X_2$ (X_1 、 X_2 分别为各家系胸径和木材基本密度的平均值),根据指数方程初选出 10 个中期表现较好的家系及优良单株(表 6),它们的木材基本密度与试验群体平均值相近,入选家系胸径平均值和入选优株胸径平均值分别比试验群体平均值大 7.59% 和 59.16%,特别是入选优株表现出极明显的增产潜力,可作为高世代种子园的建园材料。值得注意的是在选择高世代种子园建园材料时,一个优良家系或杂交组合中最好只选择一个

优良单株,要尽量避免其之间的亲缘关系,以免在建国后引起近交衰退^[15]。

表6 根据指数方程入选的杉木家系群体改良效果

家系号	胸径 /cm	木材基本密度 /(g·m ⁻³)	优株胸径 /cm	优株木材基本密度 /(g·m ⁻³)
B163	16.81	0.2959	24.3	0.2871
C28	16.28	0.3243	26.6	0.2845
A02	16.26	0.3172	24.3	0.3279
B164	16.51	0.2775	22.2	0.3017
C25	16.26	0.3097	22.2	0.3411
CK2	16.06	0.3273	23.4	0.3217
B111	16.11	0.3043	22.0	0.3172
CK1	16.00	0.3189	30.3	0.3150
B121	15.78	0.3435	22.8	0.3321
B105	15.47	0.3500	20.8	0.3316
入选群体平均值	16.15	0.3169	23.89	0.3160
试验群体平均值	15.01	0.3156		

4 结论

(1)在杭州市余杭区长乐林场13年生的杉木2代种子园子代试验林中,胸径、优势木胸径和优势木木材基本密度3个经济性状在家系间均表现出极显著差异水平,表明经过2代选择后其家系间差异仍较大,进行子代测定非常重要。

(2)杉木家系的胸径、优势木胸径和优势木木材基本密度均有较高的遗传力,而生长性状的遗传变异系数高于材质性状,优势木木材基本密度的变异相对较小,表明杉木家系主要经济性状有较高的遗传稳定性,为优良材料的选择提供了可靠性和可行性。

(3)杉木家系的胸径和优势木胸径与优势木木材基本密度间表现为弱度遗传负相关。如果过分强调生长性状的改良将有导致材质性状下降的趋势,故在进行杉木遗传改良时,应同时兼顾到材质性状。另外,3年生树高、7年生树高和胸径以及13年生胸径等生长性状间存在显著正相关,为开展杉木主要生长性状的早期选择提供了可行性。

(4)采用胸径和木材基本密度2个性状,用等经

济权重建立选择指数,选择出10个中期表现较好的家系和优良单株,它们在木材基本密度保持试验群体平均水平的前提下,入选家系和优株的胸径平均值比试验群体平均值分别大7.59%和59.16%,特别是优株表现出极明显的增产潜力。

参考文献:

- [1] 张建忠,徐永勤,沈凤强,等. 杉木2代种子园单亲子代试验[J]. 林业科学研究,2005,18(5):632-635
- [2] 徐清乾,许忠坤,程政红,等. 第二代杉木种子园建立技术研究[J]. 湖南林业科技,2002,29(2):16-19
- [3] 余荣卓. 杉木种子园子代优良无性系测定及选择[J]. 福建林业科技,2008,35(1):17-20,25
- [4] 何贵平,陈益泰,张国武. 杉木主要生长、材质性状遗传分析及家系选择[J]. 林业科学研究,2002,15(5):559-563
- [5] 支济伟,陈益泰. 杉木主要材质性状配合力研究[J]. 林业科学研究,1994,7(5):531-536
- [6] 何贵平,骆文坚,金其祥,等. 杉木无性系主要生长、材质性状遗传差异及无性系选择[J]. 江西农业大学学报,2009,31(1):91-93,118
- [7] 赵赵民,张建忠. 浙江省杉木种子园丰产技术研究[J]. 林业科学研究,1996,9(6):602-609
- [8] 洪舟,吴建辉,杨立伟,等. 杉木8×8双列杂交组合子代树高遗传分析及早期选择[J]. 林业科技开发,2009,23(4):20-24
- [9] 齐明,彭九生,何贵平. 关于杉木双列杂交试验若干问题的探讨[J]. 林业科学研究,2008,21(5):724-728
- [10] 翁玉榛. 杉木第二代种子园自由授粉子代遗传变异及优良家系选择[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2008,32(1):15-18
- [11] 郑勇平,孙鸿有,董汝湘,等. 杉木不同世代不同类型种子园遗传改良增益研究[J]. 林业科学,2007,43(3):20-27
- [12] 唐启义,冯明光. DPS数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2007:1
- [13] 马育华. 植物育种的量变遗传学基础[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1982:3
- [14] 叶志宏,施季森,翁玉榛,等. 杉木十一亲本双列交配遗传分析[J]. 林业科学研究,1991,4(4):380-385
- [15] 陈益泰,何贵平. 杉木种子发芽率和苗木高生长的近交效应[J]. 林业科学研究,1989,2(5):420-426