

杉木优良无性系龙 15 与闽 33 双系种子园遗传改良效应分析

郑勇平¹, 孙鸿有², 冯建民³, 张建章⁴, 冯建国⁴, 吴隆高⁴,

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 浙江林学院 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300;
3. 浙江省林业种苗管理总站, 浙江 杭州 310020; 4. 浙江省龙泉市林业局, 浙江 龙泉 323700)

摘要: 分别以未经遗传改良杉木 *Cunninghamia lanceolata* 的普种、多系种子园(1 代、1.5 代和 2 代种子园)为对照, 连续 4 a 采集种子, 测定种子品质, 连续 2 a 营造试验林, 进行 2 (a) 次 4 地点 5 重复的子代遗传测验, 对无性系龙 15 与闽 33 双系种子园的遗传改良增益, 反交效应以及遗传效应进行了系统的研究。结果表明, 双系种子园种子品质现实增益为 6.76%~20.44%, 除涩籽率外, 种子千粒质量、种子生活力和种子活力均优于多系种子园; 子代生长在 6 年生时的材积现实增益达 46.14%, 比多系种子园大 10.63%~21.10%。种子品质和子代侧枝性状的正交与反交存在不同程度差异, 子代生长、高径比和冠幅的正交与反交基本相等。树高、胸径和材积生长, 主要是由基因加性效应控制, 非加性效应也占有较大比例。种子千粒质量、发芽指数和活力指数等表现出超显性效应。图 2 表 4 参 16

关键词: 林木育种学; 杉木; 种子园; 双系种子园; 改良效果; 遗传分析

中图分类号: S722.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2009)02-0201-08

Genetic improvement on bi-clonal seed orchard of Chinese fir clone Long-15 and Min-33

ZHENG Yong-ping¹, SUN Hong-you², FENG Jian-min³, ZHANG Jian-zhang⁴,
FENG Jian-guo⁴, WU Long-gao⁴

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. Forest Tree Seed and Stock Master Station of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, Zhejiang, China; 4. Forest Enterprise of Longquan County, Longquan 323700, Zhejiang, China)

Abstract: With both the unimproved *Cunninghamia lanceolata* (Chinese fir) trees (ck1) and the multiple-clonal seed orchards (ck2; i.e., first generation, one-and-half generation, and second generation seed orchards) as experimental controls, we studied the genetic improved gain, direct and reciprocal crossing effects, and genetic effects of a bi-clonal Chinese fir seed orchard (clones Long-15 and Min-33). We measured qualities of seeds collected in four consecutive years, planted seedling in two consecutive years at four different locations with five replications, and analyzed inheritance traits in the progenies. The results showed that compared to ck1, seeds from the bi-clonal seed orchard increased 6.76% – 20.44% quality gains; compared to ck2, thousand-seed weight, seed viability, and seed vigor were superior. The six-year-old progenies derived from the bi-clonal seed orchard had an increase of 46.14% volume gain than ck1, an increase of 10.63% – 21.10% than ck2. Both effects of direct crossing and reciprocal crossing on progeny growth, height-diameter ratio and crown diameter were similar; but height, diameter at breast height (DBH) and volume growth were mostly controlled by the gene additive effect; and thousand-seed weight,

收稿日期: 2008-10-15; 修回日期: 2008-12-09

基金项目: 浙江省科学技术重点项目(991102339)

作者简介: 郑勇平, 教授级高级工程师, 从事林木与花卉引育繁殖研究与产业化开发。E-mail: paul_senhe@yahoo.

com.cn

germination index and seed vigor showed a super dominant effect. [Ch, 2 fig. 4 tab. 16 ref.]

Key words: forest tree breeding; Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); seed orchard; bi-clonal seed orchard; improvement gain; genetic analysis

种子园是林木群体良种选育最重要最基本的一环。迄今,国内外林木种子园建设基本上是多系种子园,鲜见有双系种子园的报道。Steiner^[1]和 Werner^[2]曾报道,北美在栎树 *Quercus* spp., 瑞典在桦木 *Betula* spp.等阔叶树种的育种计划中,将双系种子园列入其中,但以后未见其实施与改良效果的研究报道。湖南省林科所杉木课题组^[3]、程政红等^[4]和徐清乾等^[5]先后报道了湖南省自1983年起,选出杉木 *Cunninghamia lanceolata* 无性系5个优良组合,分别建立双系种子园并报道^[4],靖州、会同两地建立的双系种子园,其子代在6年生时的材积增益达45.2%~66.5%。浙江省龙泉市林科所于1982年建立杉木双系种子园。目前,双系种子园已逐渐引起林木育种界的重视^[6-7]。郑勇平等^[8]通过对杉木不同世代不同类型种子园遗传改良的研究,首次得出在1代、1.5代和2代种子园,优良种源种子园,优良双系种子园(龙15与闽33)等5种类型种子园中,以优良双系种子园遗传改良增益最大,提出双系种子园是今后种子园建设的一个重要发展方向,从而把双系种子园提高到应有的重要位置。作者是在此基础上,对杉木双系种子园遗传改良增益、反交效应以及遗传效应等作进一步研究,以便为今后建立双系种子园提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 龙15与闽33双系种子园基本情况

此双系种子园是通过龙泉1代种子园中12个优良无性系,经半双列杂交与配合力选择而选出的1对优良组合。这2个无性系自由授粉的子代,生长优良,分别被浙江省审定优良单亲本家系。

该园建立在浙江省龙泉市林科所省级林木良种基地内。该基地位于浙江省西南,地处28°37'N, 119°04'E,属浙南中山区,海拔高度为150~350 m,属亚热带季风气候,年平均气温为17.6℃,1月均温6.5℃,极端最低温-8.5℃,7月均温27.8℃,极端最高温40.7℃,≥10℃的年积温5 572.6℃,平均无霜期263 d,平均降水量1 664.5 mm,年均相对湿度79%;土壤为凝灰岩形成的黄红壤和幼红壤,土壤深厚,pH 4.6~6.0;原生植被属中亚热带常绿阔叶林,甜槠 *Caslanopsis eyrei*,木荷 *Schima superba* 和马尾松 *Pinus massoniana* 为建群树种。该种子园坡度为13°~15°,建园时采用全面整地,于1980年定砧,1982年嫁接,面积约为1.3 hm²。参加本项试验时,该园嫁接木为15~16年生。双系的排列方式,是顺山坡方向,以水平行隔行交替平行配置。

1.2 试验方法

本项研究是“杉木不同世代、不同类型种子园遗传改良增益研究”的组成部分。除双系种子园和未经遗传改良的普种(对照)外,还有16个多系种子园参试,其中1代、1.5代和2代种子园各5个,优良种源种子园1个;另外,还采集龙泉1.5代种子园中无性系龙15与闽33自由授粉的种子作为亲本代表参试,其种子测定值和子代测定值作为龙15与闽33双系种子园子代遗传分析时的亲本值。试验林是在1996年从龙泉市林科所有者双系种子园中采集,1997年育苗,1998年造林,采用完全随机区组设计,5个区组,6株小区,造林株行距为2 m×2 m。造林后第2年春季,对试验林内死缺植株用同龄同类苗木补植;造林后每年松土除草2次。自造林后第2年开始,每年秋末冬初逐株测定,每个植株都有固定编号,逐株数据对号记录^[8-10]。

种子品质数据为1994年起连续4 a采集种子测定的平均值,其中发芽率、发芽指数、活力指数是排除涩籽粒、空籽粒后的绝对发芽率,绝对发芽指数和绝对活力指数^[9-10],子代生长数据为2(a)次4地点8块试验林在6年生时测定的平均值,侧枝性状数值是临安试验点2(a)次2块试验林测定的平均值^[8]。

2 结果与分析

2.1 双系种子园遗传改良增益分析

由于龙 15 与闽 33 双系种子园是通过配合力选择和全同胞子代测定后,直接选用两者亲本无性系组建的,因此,它们在世代层次上,约相当于 1.5 代种子园的世代层次,但试验结果表明,双系种子园的遗传改良增益远大于 1.5 代种子园和 2 代种子园。现将双系种子园分别与对照(未经遗传改良的普通林分种子,下同)和多系种子园(1 代、1.5 代和 2 代种子园,下同)进行比较,对它们遗传改良增益作全面分析。种子品质和子代生长等方差分析见参考文献[8-10]。

2.1.1 双系种子园种子品质性状遗传改良增益分析 ①种子千粒质量与涩籽率。龙 15 与闽 33 双系种子园的种子千粒质量平均为 8.396 g,分别比对照和多系种子园大 18.99%和 6.90%~13.91%。究其原因,一是由于亲本无性系龙 15 与闽 33 自身的种子本来就较大,两者的千粒质量平均为 7.888 g,已大于对照和多系种子园,二是由于此双系组合产生的特殊配合力效应。双系种子园种子涩籽率为 43.0%,比对照小,降幅达 10.97%,比多系种子园大,增幅为 4.12%~18.46%。这表明,双系种子园在种子涩籽率方面也有一定程度的改良,但是,由于其自交机会增多,改良程度不及多系种子园。②发芽率。双系种子园种子平均发芽率为 84.6%,大于对照和多系种子园,增幅分别为 12.65%和 5.35%~10.88%。这表明,虽然多系种子园种子生活力改良程度很小^[9],但双系种子园却有较大的改良。③芽苗长度、发芽指数和活力指数。三者都是反映种子活力的重要指标,以活力指数最重要。试验表明,三者分别比对照大 6.76%,14.02%和 20.44%,比多系种子园大-1.25%~8.22%,4.27%~10.91%和 3.06%~18.12%,以活力指数改良程度最大,芽苗长度改良较小。纵观以上分析,可以看出,双系种子园种子品质除涩籽率改良程度不及多系种子园外,其他各项品质均优于多系种子园(表1)。

表 1 双系种子园种子品质增益

Table 1 Gains of seed quality of the bi-clonal seed orchard

项目	千粒质量/g	涩籽率/%	发芽率/%	芽苗长度/cm	发芽指数	活力指数
双系种子园	8.396	43.00	84.60	7.90	12.20	97.80
1 代种子园	7.744	36.30	76.30	7.30	11.00	82.80
多系种子园	7.854	36.70	75.30	8.00	11.20	94.50
2 代种子园	7.371	41.30	80.30	7.60	11.70	89.50
对照	7.056	48.30	75.10	7.40	10.70	81.20
相对于 >1 代种子园	8.420	18.46	10.88	8.22	10.91	18.12
对照和 >1.5 代种子园	6.900	17.17	12.35	-1.25	8.93	3.06
多系种子园 >2 代种子园	13.910	4.12	5.35	3.95	4.27	9.27
增益/% >对照	18.990	-10.97	12.65	6.76	14.02	20.44

2.1.2 双系种子园子代生长遗传改良增益分析 试验表明,龙 15 与闽 33 双系种子园子代生长增益非常显著,不仅明显大于同一世代层次的 1.5 代种子园,而且明显大于 2 代种子园中最优的种子园,在参试的 17 个种子园中位居首位。双系种子园子代在 6 年生时,树高、胸径和材积分别比对照增长 12.02%,19.70%和 46.14%,比多系种子园大 3.79%~7.35%,6.88%~11.33%和 10.63%~21.10%。这一结果充分表明,通过配合力选择而建立的优良双系种子园,比多系种子园具有更大的生长优势和遗传增产潜力(表 2)。

2.1.3 双系种子园子代形质性状遗传改良增益分析 ①高径比和冠幅增益分析。试验表明,双系种子园高径比小于对照和多系种子园,降幅分别为 7.57%和 3.93%~6.68%。这主要是因为双系种子园子代胸径生长增幅大于树高增幅所致。双系种子园子代冠幅比对照和多系种子园分别大 6.42%和 3.11%

表 2 双系种子园子代生长和形质性状增益

Table 2 Gains of progenies of quality of the bi-clonal seed orchard

项目	树高/m	胸径/cm	材积/m ³	高径比	冠幅/m	盘间距/cm	盘枝数/ (枝·盘 ⁻¹)	米枝数/ (枝·m ⁻¹)
双系种子园	4.38	6.68	0.013 43	68.4	2.32	20.4	3.51	11.20
多系种子园								
1 代种子园	4.08	6.00	0.011 09	73.3	2.23	19.3	3.53	18.35
1.5 代种子园	4.15	6.12	0.011 71	72.5	2.24	19.1	3.49	18.36
2 代种子园	4.22	6.25	0.012 14	71.2	2.25	19.0	3.56	18.88
对照	3.91	5.58	0.009 19	74.0	2.18	19.6	3.59	18.38
相对于对								
照和多系								
>1 代种子园	7.35	11.33	21.10	- 6.68	4.04	5.70	- 0.57	- 6.27
>1.5 代种子园	5.54	9.15	14.69	- 5.66	3.57	6.81	0.57	- 6.31
种子园的								
>2 代种子园	3.79	6.88	10.63	- 3.93	3.11	7.37	- 1.40	- 8.90
增益/%								
>对照	12.02	19.70	46.14	- 7.57	6.42	4.08	- 2.23	- 6.42

~ 4.04%，这是因为其子代生长较快，植株相对较大，冠幅也随之相应增长之故，但是冠幅的增幅远小于植株生长的增幅，两者并非同比增长。这意味着，双系种子园子代不仅生长快，成林成材早，单株材积大，而且单位面积木材产量将大于多系种子园(表 2)。

② 侧枝性状增益分析。在测定的 3 个性状中，双系种子园盘间距(节间距，下同)分别比对照和多系种子园大 4.08%和 5.70%~ 7.37%，米枝数(即主干平均每米长度区间内的侧枝数，下同)则比两者小 6.42%和 6.27%~ 8.90%，而盘枝数(即生于平均每节侧枝数，下同)相差很小。试验表明，双系种子园子代侧枝性状表现与亲本无性系侧枝性状有直接关系。无性系龙 15 与闽 33 的盘间距、米枝数和盘枝数的平均值为 20.1 cm，17.6 枝·m⁻¹和 3.49 枝·盘⁻¹，与两者组成的双系种子园子代基本相同(表 2)。

2.2 双系种子园的反交效应分析

这里所说的反交效应，是指正交值与反交值是否相等。在遗传研究上，反交效应主要用于发现母体遗传效应和由于性连锁基因引起的变异^[1]。在林木育种实践上，反交效应则直接关系到双系种子园的建园技术和生产应用价值。现以双系种子园中龙 15 × 闽 33 为正交(以龙 15 为母株，采集种子试验)，闽 33 × 龙 15 为反交以闽 33 为母株采集种子试验)，进行分析研究。

2.2.1 种子品质反交效应 亲本无性系龙 15 与闽 33 在种子品质上存在不同程度差异，龙 15 种子的千粒质量、涩籽率和芽苗长度大于闽 33，发芽率、发芽指数和活力指数小于闽 33，但两者组成的双系种子园，都是正交(龙 15 × 闽 33)大于反交(闽 33 × 龙 15)。所以，在双系种子园中从龙 15 采集的种子，千粒质量和发芽品质都优于闽 33 的种子，但涩籽率比闽 33 多。这个试验结果表明，双系种子园种子品质存在不同程度的反交效应，其中，种子质量，涩籽率的反交效应与亲本无性系直接相关，表现出母体效应(表 3)。

表 3 双系种子园种子品质反交效应

Table 3 Reciprocal crossed effects for seed quality

项目	千粒质量/g	涩籽率/%	发芽率/%	芽苗长度/cm	发芽指数	活力指数
正交(龙 15 × 闽 33)	9.280	44.1	85.8	12.8	8.6	113.3
双系种子园						
反交(闽 33 × 龙 15)	7.511	41.9	83.4	11.5	7.2	82.3
相较 1/%	23.6	5.3	2.9	11.3	19.4	37.7
龙 15	8.343	39.1	78.0	10.4	8.0	84.5
亲本无性系						
闽 33	7.433	31.1	87.9	12.0	7.4	87.5
相较 2/%	12.2	25.7	- 11.3	- 13.3	8.1	- 3.4

说明：相交 1 是指正交相对于反交的增减百分率；相交 2 是指龙 15 相对于闽 33 增减百分率。

2.2.2 子代生长反交效应 试验表明, 亲本无性系龙 15 子代生长优于闽 33 子代, 其树高、胸径和材积生长分别比闽 33 大 7.2%, 7.6% 和 19.2%。成对 t 检验表明, 这种差异达到显著或极显著水平。但是, 两者组成的双系种子园, 正交与反交基本上没有差异, 差值近于 0。这表明, 双系种子园子代生长不存在反交效应。这个试验结果说明, 在双系种子园中, 从龙 15 植株上采集的种子与闽 33 植株上采集的种子, 尽管在种子播种品质上有不同程度的差异, 但两者培育出的子代, 在生长上是相同的(表 4)。

表 4 子代生长、形质性状反交效应

Table 4 Reciprocal crossing effects for grow of progenies

项目		树高/m	胸径/cm	材积/m ³	高径比	冠幅/m	盘间距/cm	盘枝数/ (枝·盘 ⁻¹)	米枝数/ (枝·m ⁻¹)
双系种子园	正交(龙 15 × 闽 33)	4.37	6.65	0.013 47	69.2	2.31	19.8	3.49	17.7
	反交(闽 33 × 龙 15)	4.38	6.66	0.013 50	69.1	2.32	21.1	3.47	16.8
	相较 1/%	- 0.2	- 0.2	- 0.2	0.1	- 0.4	- 6.6	0.6	5.4
亲本无性系	龙 15	4.48	6.67	0.014 09	74.8	2.27	19.5	3.50	18.2
	闽 33	4.18	6.20	0.011 82	74.5	2.27	20.6	3.48	16.9
	相较 2/%	7.2*	7.6*	19.2**	0	0	- 5.6	0.6	7.5

说明: 相交 1 是指正交相对于反交的增减百分率; 相交 2 是指龙 15 相对于闽 33 增减百分率。* 差异显著, ** 差异极显著。

2.2.3 子代形质性状反交效应 试验表明, 双系种子园子代高径比、冠幅的正交与反交, 基本上没有差异, 差值近于 0。这表明, 双系种子园子代高径比、冠幅基本上没有反交效应。在侧枝性状方面, 正交与反交差异与亲本直接相关, 正交子代的盘间距比反交小 6.6%, 米枝数大 5.4%; 正交的盘枝数与反交相关很小, 仅 0.6%。这表明双系种子园在盘间距、米枝数方面存在一定程度的反交效应, 而在盘枝数方面基本上没有反交效应; 同时也表明正交子代节间相对较短, 侧枝数相对较多。

2.3 双系种子园遗传效应分析

遗传学理论认为, 表现型是基因型和环境条件共同作用的结果, 表现型值是基因型值与环境差值之和(即 $P = G + E$), 而基因型值又包含基因加性效应与非加性效应(主要是显性效应)两部分。在本项研究中, 由于双系种子园和亲本无性系, 是处在同一个试验环境中, 在共同环境的影响下, 其环境效应应该是基本上相同的, 它们之间的表型值之差, 基本上可以看作是基因型值之差。因此, 我们可以根据测定值, 绘制遗传模式简图, 分析遗传效应。图中分别以 P_1 , P_2 表示亲本无性系龙 15 和闽 33 的测定值, P_0 表示两者的平均值(中亲值), F_1 表示双系种子园子代测定值。由于数量性状遗传是由微效多基因控制的, 我们无法从模式简图估算出平均每个基因的加性效应值及其相互之间的非加性效应值。但是, 可以从总体上看出遗传效应基本情况。

2.3.1 种子品质遗传效应分析 从数量遗传学观点来看, 双系种子园种子品质如果只是由基因加性效应决定的, 则其测定值应和中亲值相等。试验结果表明, 各品质性状测定值并不等于中亲值, 存在不同程度的基因非加性效应, 其中千粒质量、涩籽率、发芽指数和活力指数表现出超显性。涩籽率的超显性现象与双系种子园自交机会增多有较大关系, 并非都是非加性效应所致(图 1)。

2.3.2 子代生长遗传效应分析 试验表明(图 2), 双系种子园子代生长表现出不完全显性, 显示出杉木双系种子园子代生长, 主要是由基因加性效应决定, 但非加性效应也占有一定的比例。这非加性效应部分, 应是双亲无性系龙 15 与闽 33 特殊配合力的反映。所以, 在建立双系种子园时, 就生长而言, 应着重选择生长突出, 且两者具有最大特殊配合力的无性系, 这样, 才能取得最好效果。

2.3.3 形质性状遗传效应分析 ①高径比、冠幅遗传效应分析。试验表明, 亲本无性系龙 15 与闽 33 之间的高径比、冠幅并没有差异, 但两者组成的双系种子园, 子代高径比却小于中亲值, 冠幅大于中亲值。这种现象, 不能简单地全部归结为非加性效应作用, 因为高径比、冠幅的大小与植株生长有直接关系, 双系种子园子代高径比小于中亲值, 主要是由于其胸径生长增幅大于树高增幅所致, 而冠幅

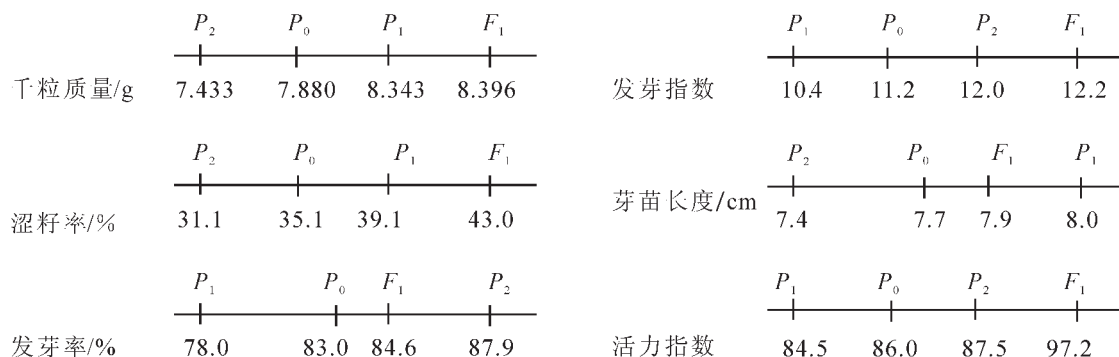


图 1 双系种子园种子品质遗传示意图

Figure 1 Genetic map of seed quality of the bi-clonal seed orchard

大于中亲值, 则是由于双系种子园子代生长较快, 植株较大, 冠幅随之相应增大之故(图 2)。②侧枝性状遗传效应分析。试验结果显示, 双系种子园子代盘间距、盘枝数、米枝数存在不同程度非加性效应, 其中, 米枝数呈现负向非加性效应(图 2)。

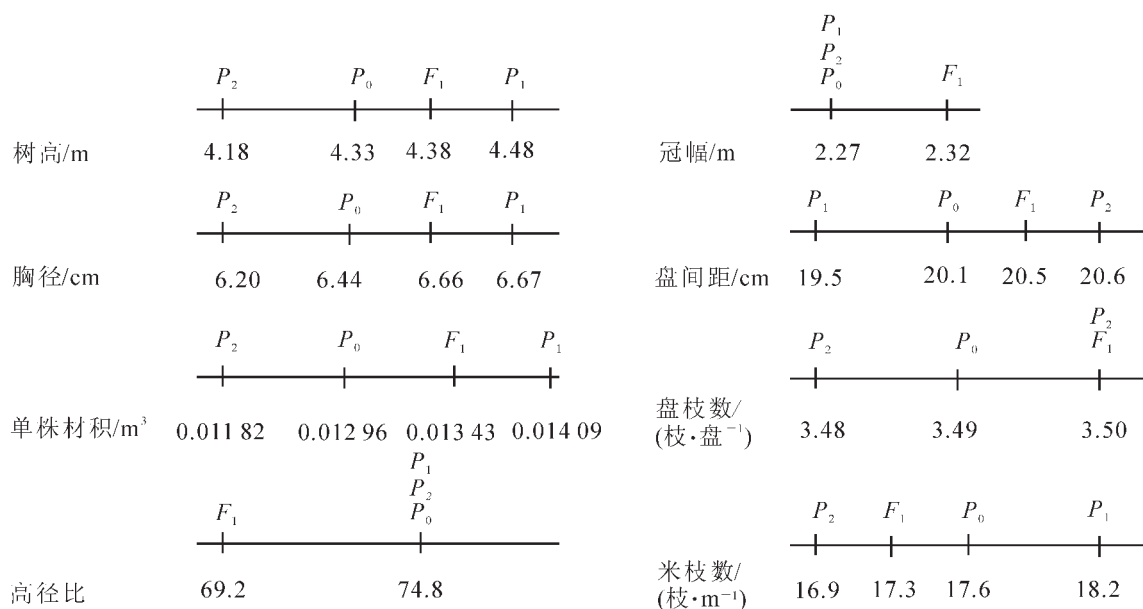


图 2 双系种子园子代生长、形质性状遗传示意图

Figure 2 Genetic map of progeny of the bi-clonal seed orchard

3 结论与讨论

本研究进一步揭示了双系种子园是遗传改良增益最佳的种子园类型, 其遗传改良增益远大于多系种子园。就世代层次而言, 龙 15 与闽 33 双系种子园相当于 1.5 代种子园的世代层次, 但其材积生长却比 2 代种子园中最优种子园大 4.92%, 发展双系种子园, 是今后种子园建设的一个重要方向, 它的发展将为实现林木良种品种化和品种化林业提供了可靠的良种基础。它的增产潜力, 也被其他的研究报道证实。程政红等^[4]报道, 湖南省靖州和会同两地的杉木双系种子园, 其子代在 6 年生时的材积增益达 45.2% ~ 66.5%。目前, 人们对发展双系种子园的最大担忧, 就是由于自交机会增多可能对双系种子园子代产生的不利影响。其实, 双系种子园突出的遗传改良增益就已充分证明, 这种不利影响是非常小的。

植物从自花授粉进化到异交, 其内在已形成了阻止自花(自株)受精的自交不亲和的生理机制与遗传机制, 在充分自由授粉的情况下, 自交的机会是很少的, 自交成功率就更小了。福克纳^[12]报道, “自花受精后, 胚败育率通常约为 90%”, “在花旗松 *Pseudotsuga menziesii*, 挪威云杉 *Picea abies*, 欧洲赤松 *Pinus sylvestris* 和火炬松 *Pinus taeda* 等树种中, 自交所产生的胚败育平均百分率为 90%”。陈益泰等^[14]报道, 杉木自交苗木, 1 年生苗高平均比异交苗小 33.7%, 表明这些为数很少的自交苗, 在苗期就可以通过选择而基本上淘汰掉。正因为如此, 本项试验研究才能取得双系种子园遗传改良增益最佳的研究结果。

双系种子园在种子品质上, 正交与反交虽然存在不同程度的差异, 但是, 在子代生长、高径比和冠幅等性状上正交与反交相同, 基本上不存在反交效应, 这就是说, 在双系种子园中, 无论是从龙 15 植株或是从闽 33 植株上采种, 其子代生长增益是相同的, 从而保证了双系种子园具有稳定而可靠的增益和生产应用价值。这个试验结果, 是通过连续 4 a 采种测定和 2(a)次 4 地点 8 块子代试验林遗传测定而取得的, 具有较强的可靠性。

闽 33 与龙 15 子代生长性状正交与反交相等, 表明杉木生长性状主要是受核内微效多基因控制的, 不存在细胞质遗传。因而, 其有效基因的加性效应、等位基因之间的显性效应以及非等位基因之间的上位效应, 一般不会因为正反交的不同而有差异。遗传学理论认为“反交遗传型效应在植物一般并不存在”^[11], 如就此理论而言, 本项试验结果, 似应具有普遍性意义。但是, 目前有关这方面的研究报道, 相互之间并不相同, 有一部分报道, 反应杉木等树种在生长、材质等性状上, 普遍存在反交效应^[14-16]。因此, 在林木育种试验中, 对反交效应尚需作进一步研究。正交与反交是否相等, 应是建立双系种子园时选择亲本组合必不可少的条件,

双系种子园子代生长主要是受基因加性效应控制, 但是非加性效应也占较大比重。由于杉木是异株授粉植物, 是杂合体, 各无性系控制生长形状的微效多基因杂合程度的不同, 因而不同的无性系组合, 其子代生长的非加性效应所占的比率大小也不相同。在建立双系种子园时, 对亲本的选择, 应着重选择子代生长等主要性状或目标性状表现突出, 非加性效应也大的一对无性系组合。

参考文献:

- [1] STEINER K C. Genetic improvement of oaks in North America[J]. *Ann Sci For*, 1993, **50** (Supp 1): 359 – 367.
- [2] WERNER M. Breeding broadleaved tree species in Sweden[C]//LEE S J. *Proceedings at Nordic Group for Tree Breeding Progeny Testing and Breeding Strategies*. Edinburgh:[s. n.], 1993: 146 – 150.
- [3] 湖南省林科所杉木课题组. 杉木改良代种子园材料选择及建园技术要点[J]. 湖南林业科技, 1994, **21** (4): 1 – 4.
Chinese Fir Research Team of Hunan Forestry Academy. The material selection of Chinese fir improvement seed orchard and the building orchard technology essential[J]. *J Hunan For Sci Technol*, 1994, **21** (4): 1 – 4.
- [4] 程政红, 徐清乾, 陈孝, 等. 高世代杉木种子园建立技术研究[J]. 湖南林业科技, 1996, **23** (1): 1 – 9.
CHENG Zhenghong, XU Qingqian, CHEN Xiao, *et al.* The building technology research of high generation Chinese fir seed orchard[J]. *J Hunan For Sci Technol*, 1996, **23** (1): 1 – 9.
- [5] 徐清乾, 许忠坤, 程政红, 等. 杉木杂交组配与两系种子园建立技术研究[M]//白嘉雨, 钟伟华. 南方林木遗传育种研究. 北京: 中国林业出版社, 2006: 167 – 171.
- [6] 王章荣. 充分运用杂交技术加速我国林木育种进程[M]//白嘉雨, 钟伟华. 南方林木遗传育种研究. 北京: 中国林业出版社, 2006: 4 – 6.
- [7] 许忠坤, 徐清乾. 湖南杉木育种策略[J]. 湖南林业科技, 2002, **29** (4): 45 – 47.
XU Zhongkun, XU Qingqian. *Cunninghamia lanceolata* breeding strategy of Hunan Province [J]. *J Hunan For Sci Technol*, 2002, **29** (4): 45 – 47.
- [8] 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.
ZHENG Yongping, SUN Hongyou, DONG Ruxiang, *et al.* A study on realized and genetic gains of different generations and types in seed orchards of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*)[J]. *Sci Silv Sin*, 2007, **43** (3): 20 – 27.
- [9] 孙鸿有, 郑勇平, 付顺华, 等. 杉木不同世代、类型种子园种子品质改良效果的研究[J]. 南京林业大学学报: 自然科

- 学版, 2003, 27 (2): 40 - 44.
- SUN Hongyou, ZHENG Yongping, FU Shunhua, *et al.* A study on improvement effects of seed quality for different generations and categoris of seed orchards of Chinese fir[J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2003, 27 (2): 40 - 44.
- [10] 孙鸿有, 郑勇平, 翁春媚, 等. 杉木种子园种子品质性状变异及遗传参数[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22 (1): 61 - 65.
- SUN Hongyou, ZHENG Yongping, WENG Chunmei, *et al.* Seed quality character variation and seed genetic parameters of *Cunninghamia lanceolata* in seed orchard[J]. *J Zhejiang For Coll*, 2005, 22 (1): 61 - 65.
- [11] 马育华. 植物育种的数量遗传学基础[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982: 410 - 426.
- [12] 福克纳 R. 林木种子园[M]. 徐燕千, 译. 北京: 中国林业出版社, 1982: 170 - 182.
- [13] 陈益泰, 何贵平, 李恭学. 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.
- CHEN Yitai, HE Guiping, LI Gongxue. The effect of inbreeding on seed germination and seedling height growth of Chinese fir [J]. *For Res*, 1989, 2 (5): 420 - 426.
- [14] 叶志宏, 施季森, 翁玉榛, 等. 杉木 11 个亲本双列交配遗传分析[J]. 林业科学研究, 1991, 4 (4): 380 - 385.
- YE Zhihong, SHI Jisen, WEN Yuzheng, *et al.* Genetic analysis for eleven parent incomplete diallel of Chinese fir[J]. *For Res*, 1991, 4 (4): 380 - 385.
- [15] 李寿茂. 杉木优良无性系双列交配优势及配合力研究[J]. 福建林学院学报, 1999, 19 (4): 338 - 341.
- LI Shoumao. A study on heterosis and combining ability in 6 parents diallel matting system of Chinese fir[J]. *J Fujian Coll For*, 1999, 19 (4): 338 - 341.
- [16] 阮梓材. 杉木遗传育种[M]. 广州: 广东科技出版社, 2003: 181 - 185.

《浙江林学院学报》第 5 次入选全国中文核心期刊

北京大学出版社出版的《中文核心期刊要目总览》2008 年版(即第 5 版)已出版,《浙江林学院学报》再次入选全国中文核心期刊,这是《浙江林学院学报》被《中文核心期刊要目总览》1992 年版(即第 1 版)列为全国中文核心期刊以来第 5 次入选。

全国中文核心期刊每 4 年评审一次,采用定量评价和定性评审相结合的方法,使之更趋科学合理,使评价结果符合客观实际。定量评价指标体系采用了被引量、被摘量、被引量、他引量、被摘率、影响因子、获国家奖或被国内外重要检索工具收录、基金论文比、Web 下载量等 9 个评价指标;参加全国核心期刊评审的学科专家达 5 500 多位。经过定量筛选和专家定性评审,从我国正在出版的 12 400 余种中文期刊中评选出 1 980 余种核心期刊。

核心期刊的研究,主要是为读者导读、为作者投稿、为图书信息部门对中文期刊的评估与订购提供参考。