

光皮桦优树子代性状遗传变异及选择

郑仁华¹, 邹绍荣², 杨宗武¹, 肖石海³, 傅忠华¹, 肖 晖¹

(1. 福建省林业科学研究院, 国家林业局南方山地用材林培育重点实验室, 福建 福州 350012;
2. 福建省邵武卫闽国有林场, 福建 邵武 354006; 3. 福建省林木种苗总站, 福建 福州 350003)

摘要 在福建省选择 101 株光皮桦(*Betula luminifera* H. Winkl.) 优树, 利用其中 55 株优树的种子在福建省邵武卫闽林场开展子代测定分析。结果表明, 光皮桦种内存在丰富的遗传变异, 优树子代间差异显著, 这些差异主要由遗传因素控制; 3 a 生树高家系遗传力、单株遗传力分别为 0.446 和 0.327, 胸径的家系遗传力和单株遗传力分别为 0.431 和 0.291; 各生长性状与冠幅间存在紧密的相关性; 以 3a 生树高为主要指标, 从参试的家系中初步选出 12 个优良家系和 31 株优良个体, 优良家系的树高和胸径的平均遗传增益分别为 7.95% 和 11.87%; 优良个体的树高和胸径的平均遗传增益分别高达 26.60% 和 40.37%, 选择效果非常明显。这些优良家系和个体可用作种子园建园材料或无性繁殖材料。

关键词: 光皮桦; 优树; 遗传变异; 选择

中图分类号: S718.46 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2004)02-0044-05

Selection and genetic variations of traits among plus trees of *Betula luminifera* ZHENG Ren-hua¹, ZOU Shao-rong², YANG Zong-wu¹, XIAO Shi-hai³, FU Zhong-hua¹, XIAO Hui¹ (1. Fujian Academy of Forestry, Mountain Timber Forest Cultivation Laboratory, the Ministry of Forestry, Fuzhou 350012, China; 2. State-owned Forest Farm of Weimin, Shaowu, Shaowu 354006, China; 3. Forest Seed and Seedling General Station of Fujian Province, Fuzhou 350003, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2004, 13(2): 44-48

Abstract: One hundred and one plus trees of *Betula luminifera* H. Winkl. were selected from Fujian Province, 55 of which were used in progeny test in State-owned Forest Farm of Weimin, Shaowu City of Fujian Province. Based on the investigation of 3-year-old traits from different families, it was showed that there were abundant variations within the *B. luminifera* and very significant difference among families in tree height, tree basal diameter, tree diameter at breast height, crown width, survival rate and preserving rate. The variations were mainly controlled by genetic factors. The family heritabilities of height and diameter at breast height of 3-year-old progeny were 0.446 and 0.431 respectively. The individual heritabilities of height and diameter at breast height of 3-year-old progeny were 0.327 and 0.291 respectively. The correlation coefficients among growth traits and crown width were very high. According to height trait, 12 excellent families were preliminary selected, the average genetic gain for height and diameter at breast height were 7.95% and 11.87% respectively. Thirty-one excellent individuals were preliminary selected, the average genetic gain for height and diameter at breast height were 26.60% and 40.37% respectively. The selection effect was very significant. These selected families and individuals could be used for seed orchard or vegetative propagation.

Key words: *Betula luminifera* H. Winkl.; plus tree; genetic variation; selection

光皮桦(*Betula luminifera* H. Winkl.) 又称亮皮树、亮叶桦, 系桦木科(Betulaceae)桦木属(*Betula* L.) 落叶乔木树种, 零星分布于中国南方各省(区)^[1]。光皮桦是一种用途较广的珍贵树种, 其木材颜色艳丽、纹理美观、材质细致坚韧、刨面光滑、不翘不裂, 加工干燥性能和油漆光亮性能良好, 树干通直圆满, 节疤小而少, 加工出材率高, 是实木家具、地板的优质材种; 光皮桦还可作为生产食用菌用料, 是生产黑木耳的最好材料, 具有生物转化率高、速度快、资源

利用经济、成本低、产量高、质量优、易管理、效益好等优点, 深受菇农喜爱^[2]; 同时, 光皮桦还是一种速生树种。近年来, 由于装饰装修市场对光皮桦木材的需求量急剧增加, 使得天然林遭到过度采伐, 造

收稿日期: 2003-07-07

基金项目: 福建省科学技术厅“光皮桦驯化改良及栽培技术研究”项目(98-Z-117)

作者简介: 郑仁华(1970-), 男, 福建罗源人, 博士, 高级工程师, 主要从事林木遗传育种研究。

成光皮桦天然林资源锐减,使光皮桦处于渐危状态。有关学者就光皮桦的天然种群结构、种群动态等进行研究,探讨了光皮桦种群结构特征和种群演变规律^[3-6];对苗木繁殖方法和苗期生长特性也进行了探讨,揭示了苗期生长特性随时间序列的变化趋势^[7,8];但在遗传改良方面的研究甚少^[9,10]。鉴于此,作者于1998年开始在福建省内进行光皮桦优树选择、苗期测定、子代测定等工作,本文主要报道光皮桦优树子代测定的初步结果,旨在为光皮桦的遗传改良和进一步研究提供基础。

1 材料与方 法

1.1 材料来源

1999年2-5月,根据光皮桦天然林呈零星分布、资源稀少等特点,以光皮桦单株超过10株且生长表现较好的林分作为光皮桦优树的选择林分,在福建省沙县萝卜岩、邵武中村、邵武归山虎、邵武拿口、邵武金坑、南平茂地、南平王台、武平梁野山、三明三元等地,每个林分选择10~15株光皮桦进行树高、胸径、冠幅、枝下高、树皮厚度、通直度、圆满度、结实和生长状况等性状的调查,在对这些性状作综合分析的基础上,从各林分中选出1~2株优树,共选出101株优树。1999年5月6日-5月10日采集到其中76株优树的单株种子,在福建省邵武卫闽国有林场进行苗期测定,因部分优树种子采收时间偏早而影响种子质量和发芽率,仅获得55株优树家系的苗木用于营建子代测定林。

1.2 测定及统计分析方法

在邵武卫闽国有林场营建子代测定林,该地位于北纬27°03'、东经117°31';地处中亚热带,海拔260 m,年均温18℃,年均降水量1 940.4 mm,无霜期264 d;土壤为山地红壤,立地类型为Ⅱ类,坡度为25°。田间试验采用完全随机区组设计,55个处理、7个重复、4株单列小区,2000年1月造林。2000年底在生长停止后调查树高、地径和造林成活率,2001年调查树高,2002年调查树高、胸径、冠幅和保存率等指标。

对调查数据按单株值为单位进行方差分析、遗传力估算和遗传增益估算等。同时以各家系的平均值为单位进行不同性状间的相关性分析。

方差分析模型^[11]: $Y_{ijk} = \mu + F_i + B_j + (FB)_{ij} +$

ϵ_{ijk} 。式中, Y_{ijk} 为第*i*家系在第*j*重复中的第*k*个观测值, μ 为群体平均值, F_i 为家系效应, B_j 为重复效应, $(FB)_{ij}$ 为家系×重复效应, ϵ_{ijk} 为机误。

遗传参数的估算如下^[11,12]:家系遗传力 $h_f^2 = \delta_f^2 / (\delta_e^2 / NB + \delta_b^2 / N + \delta_f^2)$;单株遗传力 $h_i^2 = 4\delta_f^2 / (\delta_e^2 + \delta_b^2 + \delta_f^2)$;遗传增益 $\Delta G = sh^2 / \mu$ 。式中, δ_f^2 为家系间方差, δ_b^2 为家系×重复的交互作用方差, δ_e^2 为环境方差, N 为小区调和均数, B 为重复数, ΔG 为遗传增益, S 为选择差。

相关系数按下式计算^[13]: $r_{12} = Cov_{12} / (\delta_1 \times \delta_2)$,式中, r_{12} 为性状1和性状2的相关系数, Cov_{12} 为性状1和性状2的协方差, δ_1 、 δ_2 分别为性状1和性状2的标准差。

2 结果与分析

2.1 优树子代性状遗传变异

开展光皮桦的优树子代测定分析,目的是掌握各性状的遗传变异特点,从中选择优良家系和个体。对各年、各生长性状调查数据进行方差分析,结果见表1。从表中可知,所有测定的性状在重复、家系、重复×家系上都存在极显著的差异,所测定的树高*F*值都大于相应的地径或胸径的*F*值。在各次调查的性状中,家系的*F*值也都大于重复×家系的*F*值,说明光皮桦种内存在丰富的变异,优树子代间差异显著,这些差异主要由本身的遗传特性决定,同时也受到环境的影响。

为了解各家系的适应性,调查了各家系在各小区中2000年12月造林成活率和2002年10月保存率2个指标。对2批数据进行反正弦变化后进行方差分析,结果表明各家系在造林成活率和保存率上的差异都达到极显著水平,家系*F*值分别为1.81和1.90。各家系的造林成活率和保存率均较高,平均值分别为91.69%和78.64%,家系变幅分别为64.29%~100.00%和50.00%~92.86%。综上所述,光皮桦优树子代在造林当年成活率和第3年保存率上存在极显著的差异,各家系的成活率和保存率均较高。

2.2 优树子代性状间的相关性

通过性状间的相关分析,可以了解不同性状间的相互关系,为选择优良家系、单株提供依据。表2

表 1 光皮桦优树子代性状的方差分析¹⁾Table 1 Variance analysis of traits for progeny families of plus tree of *Betula luminifera* H. Winkl.¹⁾

调查时间 Measure time	变异来源 Variation source	自由度 Df	树高 Tree height		胸径 DBH		冠幅 Crown width	
			F 值	方差估值 V_e	F 值	方差估值 V_e	F 值	方差估值 V_e
2000-12	重复 Replicate	6	4.24**	0.003 13	5.37**	0.008 63		
	家系 Family	54	3.63**	0.019 71	2.32**	0.020 41		
	重复 × 家系 Replicate × Family	323	2.07**	0.026 75	2.05**	0.054 66		
	机误 Error	1 026		0.091 83		0.190 61		
2001-12	重复 Replicate	6	4.82**	0.021 01				
	家系 Family	54	2.33**	0.056 55				
	重复 × 家系 Replicate × Family	320	1.96**	0.141 10				
	机误 Error	839		0.465 33				
2002-10	重复 Replicate	6	5.04**	0.038 11	4.79**	0.044 68	3.66**	0.010 78
	家系 Family	54	2.25**	0.090 99	2.12**	0.102 35	2.57**	0.048 96
	重复 × 家系 Replicate × Family	320	1.98**	0.243 10	1.91**	0.294 03	1.80**	0.093 65
	机误 Error	825		0.779 12		1.010 67		0.369 02

¹⁾ 2000 年 12 月测定的是地径 It was basal diameter in Dec. 2000; V_e : Variance estimate; DBH: Diameter at breast height. **: $P < 0.01$

表 2 光皮桦优树子代性状间的相关系数¹⁾Table 2 Correlation coefficients among traits for progeny families of plus tree of *Betula luminifera* H. Winkl.¹⁾

性状 Trait	2002 年胸径 DBH	2002 年冠幅 Crown width	2001 年树高 Tree height	2000 年树高 Tree height	2000 年地径 Basal diameter	2000 年成活率 Survival rate	2002 年保存率 Preserving rate
2002 年树高 Tree height	0.943**	0.919**	0.983**	0.811**	0.742**	0.031	0.194
2002 年胸径 DBH		0.929**	0.945**	0.756**	0.794**	-0.023	0.192
2002 年冠幅 Crown width			0.895**	0.709**	0.711**	0.003	0.209
2001 年树高 Tree height				0.831**	0.764**	0.014	0.182
2000 年树高 Tree height					0.828**	0.175	0.347**
2000 年地径 Basal diameter						0.096	0.377**
2000 年成活率 Survival rate							0.676**

¹⁾ $r_{0.05}(53) = 0.266$, $r_{0.01}(53) = 0.345$; **: $P < 0.01$

列出了各性状间的相关系数值,从表中可知,各生长性状及冠幅间的相关性都达到极显著水平,而且相关系数值较高,均大于 0.71,尤其是 3 次测量的树高间的相关系数值均在 0.81 以上,说明在前 3 a 内,各家系的树高、胸径、冠幅生长存在紧密的相关性;造林当年成活率除与 2002 年保存率的相关性达到显著水平外,与其他性状间的相关性均未达到显著水平,且相关系数值都很小;2002 年保存率除与 2000 年树高和地径、2000 年造林成活率的相关系数达到显著水平外,与其他性状间的相关性均未达到显著水平,说明了成活率和保存率可能是相对独立的性状,它们与其他性状间的相关性较弱,这为选择生长快、适应性强的优良家系提供了依据。

2.3 优良家系和个体的初步选择

初步筛选出的优良家系、个体及其主要性状表现见表 3 和表 4。

表 3 光皮桦优良家系及其 3 a 生性状表现

Table 3 Excellent families of *Betula luminifera* H. Winkl. and the values of their main traits at 3-year-old

名次 Rank	家系 Family	树高 Tree height		胸径 DBH		冠幅/m Crown width
		值/m Value	增益/% ΔG	值/cm Value	增益/% ΔG	
1	25	3.93	11.58	2.97	17.28	2.14
2	42	3.92	11.44	2.82	14.23	2.16
3	7	3.79	9.58	2.67	11.18	2.25
4	4	3.79	9.58	2.62	10.16	2.15
5	32	3.76	9.15	2.66	10.98	2.21
6	5	3.75	9.01	2.70	11.79	2.02
7	21	3.63	7.29	2.86	15.04	2.19
8	55	3.60	6.86	2.53	8.33	1.88
9	47	3.58	6.58	2.80	13.82	2.13
10	44	3.49	5.29	2.49	7.52	2.09
11	35	3.45	4.72	2.71	11.99	1.98
12	1	3.42	4.29	2.62	10.16	2.00
平均 Average		3.68	7.95	2.70	11.87	2.10

从光皮桦性状遗传变异分析可知,各参试家系在不同性状上均存在极显著的差异,这为开展优良家系、个体的初步选择提供了理论依据。考虑到性状间的相互关系,以2002年10月调查的树高值作为优良家系和个体的选择依据,同时兼顾胸径、冠幅等指标,从参试的55个家系中初步选出12个优良家系,从1206株测定个体中选出优良个体31株。根据方差分析结果计算出2002年10月调查的光皮桦苗树高的家系遗传力为0.446、单株遗传力为0.327;胸径的家系遗传力为0.431,单株遗传力为0.291,据此估算各家系和个体的遗传增益。从调查数据可知,各家系3a生时平均树高为3.12m、胸径为2.12

cm,冠幅为1.72m,树高年生长量达1.0m以上,表现出较明显的速生性。

从表3可知,优选出的12个优良家系具有明显的生长优势,树高、胸径的平均遗传增益分别为7.95%和11.87%,树高、胸径、冠幅的平均值分别为3.68m、2.70cm和2.10m,分别大于整片试验林群体平均值(树高3.12m,胸径2.12cm,冠幅1.72m)的17.95%、27.36%和22.09%。

从表4可知,优选出的31个优良个体表现出非常明显的生长优势,树高、胸径的平均遗传增益分别高达26.60%和40.37%,树高、胸径、冠幅的平均值分别高达5.64m、5.06cm和3.18m,分别大于群体

表4 光皮桦优良个体及其3a生的性状表现

Table 4 Excellent individuals of *Betula luminifera* H. Winkl. and the values of their main traits at 3-year-old

名次 Rank	编号 Code	重复 Replicate	家系 Family	株号 No.	树高 Tree height		胸径 DBH		冠幅/m Crown width
					值 Value/m	增益 $\Delta G/\%$	值 Value/cm	增益 $\Delta G/\%$	
1	Y001	6	14	1	6.6	36.47	6.0	53.26	3.00
2	Y002	5	48	2	6.3	33.33	4.6	34.04	3.35
3	Y003	5	26	2	6.0	30.19	5.8	50.51	3.40
4	Y004	2	42	2	6.0	30.19	5.4	45.02	3.35
5	Y005	7	55	2	6.0	30.19	5.4	45.02	3.05
6	Y006	6	5	3	6.0	30.19	5.2	42.28	3.10
7	Y007	7	55	1	6.0	30.19	5.4	45.02	2.80
8	Y008	2	42	4	5.9	29.14	4.9	38.16	3.70
9	Y009	4	25	2	5.8	28.09	5.0	39.53	3.25
10	Y010	6	1	1	5.8	28.09	5.0	39.53	2.90
11	Y011	2	4	2	5.8	28.09	4.5	32.67	2.75
12	Y012	6	5	1	5.7	27.04	5.3	43.65	3.05
13	Y013	2	28	4	5.7	27.04	4.8	36.78	3.55
14	Y014	7	37	3	5.7	27.04	4.2	28.55	3.75
15	Y015	3	1	4	5.6	25.99	6.6	61.49	3.70
16	Y016	3	25	3	5.6	25.99	6.5	60.12	3.15
17	Y017	6	47	2	5.6	25.99	5.0	39.53	3.70
18	Y018	6	7	3	5.6	25.99	4.3	29.92	3.00
19	Y019	6	44	4	5.5	24.95	4.7	35.41	3.15
20	Y020	3	1	2	5.5	24.95	4.7	35.41	3.00
21	Y021	1	7	3	5.5	24.95	4.2	28.55	3.00
22	Y022	3	25	4	5.5	24.95	5.8	50.51	3.35
23	Y023	1	41	2	5.5	24.95	4.7	35.41	3.40
24	Y024	2	7	2	5.3	22.85	5.0	39.53	3.00
25	Y025	5	55	2	5.3	22.85	5.0	39.53	2.95
26	Y026	5	52	4	5.3	22.85	4.8	36.78	3.35
27	Y027	7	8	3	5.3	22.85	4.2	28.55	3.70
28	Y028	1	30	1	5.2	21.80	4.7	35.41	3.05
29	Y029	7	43	4	5.1	20.75	4.9	38.16	2.15
30	Y030	6	32	1	5.1	20.75	4.5	32.67	2.90
31	Y031	3	46	1	4.9	18.66	5.8	50.51	2.90
平均 Average					5.64	26.60	5.06	40.37	3.18

平均值的80.77%、138.68%和84.88%。对照表3、表4可知,入选的31株优良个体中有21株来自12个优良家系,可见优良个体选自优良家系的概率较大。

3 小结与讨论

方差分析结果表明,在树高、地径、胸径、冠幅、成活率和保存率等性状上,光皮桦种内存在丰富的遗传变异,优树子代间存在显著差异,这些差异主要由遗传因素制约。3a生树高的家系遗传力为0.446、单株遗传力为0.327;胸径的家系遗传力为0.431、单株遗传力为0.291,估算的遗传力不太大,这可能是由于树种本身的特性或采用单株观测值统计分析而引起的,相对而言,树高比胸径受遗传控制的程度更大。相关分析表明,各家系在树高、胸径、地径、冠幅生长上存在紧密的相关性,成活率和保存率可能是相对独立的性状,它们与其他性状间的相关性较弱,这为选择生长快、适应性强的优良家系提供了依据。

3a生的光皮桦优树子代测定林表现出较明显的速生性,群体平均树高、胸径和冠幅分别为3.12 m、2.12 cm和1.72 m。以树高为主要指标,从参试的55个家系中初步选出12个优良家系,这些优良家系的树高、胸径的平均遗传增益分别达到7.95%和11.87%,树高、胸径、冠幅的平均值分别为3.68 m、2.70 cm和2.10 m,生长优势明显。选出的Y001、Y002等31个优良个体的树高、胸径的平均遗传增益分别高达26.60%和40.37%,树高、胸径、冠幅的平均值分别高达5.64 m、5.06 cm和3.18 m,分别大于群体平均值的80.77%、138.68%和84.88%,

表现出非常明显的生长优势。这些优良家系、个体可用作种子园建园材料或无性繁殖材料。考虑到这些优良家系、个体选自3a生的试验林,其在生产中的表现有待于验证。

致谢:参加本项研究的还有傅玉狮、赵世荣、陈文龙、方炜、卢介龙、涂育合、黄金桃等同志,在此深表谢意!

参考文献:

- [1] 郑万钧. 中国树木志(第二卷)[M]. 北京:中国林业出版社, 1985. 2124-2131.
- [2] 潘新建. 光皮桦资源的利用与发展前景[J]. 资源开发与市场, 2000, 16(4): 220-221.
- [3] 宋丁全, 郑作孟. 卫闽光皮桦种群优势度增长动态的研究[J]. 山东农业大学学报, 1998, 29(4): 465-468.
- [4] 宋丁全, 姜志林, 郑作孟, 等. 福建卫闽光皮桦种群与主要伴生树种的生态位[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(1): 53-56.
- [5] 宋丁全, 姜志林, 郑作孟, 等. 光皮桦种群不同空间层次的分布格局研究[J]. 福建林学院学报, 1996, 19(1): 4-7.
- [6] 李建民. 光皮桦天然林群落特征研究[J]. 林业科学, 2000, 36(2): 122-124.
- [7] 叶芬. 光皮桦繁殖方法[J]. 林业科技开发, 1998, 12(4): 42-43.
- [8] 易咏梅, 罗世家. 光皮桦苗期生长特性的初步研究[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 1998, 16(6): 16-19.
- [9] 吴子成, 王乐辉. 光皮桦选择群体特征和改良技术[J]. 四川林业科学, 1996, 17(4): 17-28.
- [10] 郑仁华, 杨宗武, 肖石海, 等. 光皮桦优良单株自由授粉子代苗期性状的遗传变异[J]. 植物资源与环境学报, 2001, 10(4): 52-54.
- [11] 王明庠. 林木遗传育种学[M]. 北京:中国林业出版社, 2001. 156-177.
- [12] Jonathan W W. 森林遗传学[M]. 郭锡昌, 胡承海译. 北京:中国林业出版社, 1981. 201-214.
- [13] Robert G D S, James H T. 数理统计的原理和方法[M]. 杨纪珂, 孙长鸣译. 北京:科学出版社, 1979. 226-230.