

## 毛红椿优树自由授粉子代幼林生长表现

刘 军<sup>1</sup>, 陈益泰<sup>1</sup>, 姜景民<sup>1</sup>, 王胜山<sup>2</sup>, 姜荣波<sup>1</sup>, 徐金良<sup>3</sup>

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所 浙江 富阳 311400; 2. 浙江省富阳市森源苗木场, 浙江 富阳 311400; 浙江省开化县林场, 浙江 开化 234300 )

**摘要:** 对来自 3 个省的 52 个毛红椿 *Toona ciliata* var. *pubescens* 家系在浙江开化进行了造林试验。3 年生幼林的生长结果表明, 毛红椿的树高、胸径、分枝数和分枝高度等 4 个性状在家系间均存在极显著差异; 树高、胸径、分枝数和分枝高度等 4 个生长性状在不同重复间表现出极显著差异; 毛红椿幼林期树高和胸径 2 个性状具有中等以上的遗传力, 而分枝数和分枝高度等 2 个生长性状遗传力相对较低。以树高和胸径为选择性状, 选择出 65 号、31 号、10 号、9 号、80 号、27 号、18 号和 19 号等 8 个在幼林期表现较为优异的家系。表 3 参 16

**关键词:** 林木育种学; 毛红椿; 家系; 幼林; 变异; 家系选择

**中图分类号:** S722.5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5692(2010)06-0956-05

## Growth performance of *Toona ciliata* var. *pubescens* family progeny by open pollination

LIU Jun<sup>1</sup>, CHEN Yi-tai<sup>1</sup>, JIANG Jing-min<sup>1</sup>, WANG Sheng-shan<sup>2</sup>, JIANG Rong-bo<sup>1</sup>, XU Jin-liang<sup>3</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, The Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. Senyuan Seedling Center of Fuyang City, Fuyang 354000, Zhejiang, China; 3. Forest Farm of Kaihua County, Kaihua 234300, Zhejiang, China)

**Abstract:** An afforestation trial for a 3-year-old young forest of *Toona ciliata* var. *pubescens* containing 52 families was conducted in Kaihua, Zhejiang Province. Four growing traits: tree height, diameter at breast height (DBH), number of branches, and branch height were studied. Results showed significant differences ( $P < 0.01$ ) in the four traits with different repeats. Broad heritability for tree height and DBH was above mid-level, whereas broad heritability of branch number and branch height were very low. Fast-growing families selected according to the growing traits of this young forests were No.65, No.31, No.10, No.9, No.80, No.27, No.18 and No.19. [Ch, 3 tab. 16 ref.]

**Key words:** forest free breeding; *Toona ciliata* var. *pubescens*; family; young forest; variation; family selection

毛红椿 *Toona ciliata* var. *pubescens* 是楝科 Meliaceae 香椿属 *Toona* 落叶大乔木, 生长迅速, 树干通直, 材质曙红, 木纹美丽, 是珍贵的用材树种, 具有很高的经济价值和开发前景<sup>[1-2]</sup>。毛红椿主要分布于江西、浙江、云南、广东等省<sup>[2]</sup>。由于环境变化、人为砍伐以及其天然更新比较慢, 数量不断减少。在《中国植物红皮书》中, 毛红椿被列为国家二级保护濒危植物, 也被各分布省列为珍稀濒危树种<sup>[3-4]</sup>。目前对毛红椿研究报道主要集中于育苗和引种等方面<sup>[5-8]</sup>, 对毛红椿遗传改良尚处于起步阶段, 国内仅见刘军等<sup>[8]</sup>对毛红椿优良家系和陶丹等<sup>[11]</sup>对江西省部分种源和家系进行了苗期性状遗传

收稿日期: 2010-01-25; 修回日期: 2010-05-25

基金项目: 中央院所基金资助项目 (RISF6808); 浙江省重大科技专项 (2008C02004-2)

作者简介: 刘军, 博士, 从事亚热带珍贵阔叶树种遗传改良研究。E-mail: liujunyalin@sohu.com

变异研究, 还未见有关毛红椿造林后生长表现的报道。本文通过对毛红椿家系造林后幼林生长情况的调查分析, 以摸清该树种的家系间变异规律, 并进行优良家系初选, 旨在为该树种今后的遗传改良提供依据。

## 1 试验地概况

试验地位于浙江省开化县境内(29°12'N, 118°20'E), 属浙西中山丘陵, 亚热带季风性湿润气候, 海拔为 160 ~ 210 m。年平均气温为 16.3 °C, 年平均降水量 1 814.0 mm, 无霜期 257 d。毛红椿家系试验林营造在开化县林场。林场土壤瘠薄, 立地条件较差。

## 2 材料与方 法

### 2.1 材料来源

2005 年 11 月对分布于浙江、安徽和江西等地的毛红椿进行树高、胸径、冠幅、枝下高、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, 选择出 52 个优树。所选优树枝下高较大, 树干通直, 无病虫害, 结实量较大, 树高和胸径分别为 18.00 ~ 27.50 m 和 35 ~ 72 cm, 对所选优树挂牌, 并采集其种子。

### 2.2 试验方法

2006 年 3 月在浙江省富阳市新登镇苗圃(30°05'N, 119°56'E)进行育苗。2007 年 3 月在浙江省开化县林场进行造林。试验为随机区组设计, 4 株单行小区, 10 次重复, 造林苗为 1 年生实生苗。造林后需进行截干, 截干长度为离地面 20 cm 左右, 株行距为 2.00 m × 2.00 m。2009 年 12 月初进行试验林调查, 调查内容包括树高、胸径、分枝数和分枝高度。统计分析以小区平均数为单位, 按常规统计方法进行。家系遗传力  $h^2 = 1 - 1/F$  ( $h^2$  为家系遗传力,  $F$  为方差), 并采用 DPS 软件进行计算<sup>[10]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 毛红椿家系间幼林生长性状差异

从毛红椿 52 个家系造林后 3 年生时树高、地径、分枝数和分枝高度等的方差分析结果(表 1)可知, 树高、胸径、分枝数和分枝高度等 4 个生长性状家系间均达极显著差异水平, 表明各家系间差异较大, 说明进行毛红椿家系对比试验研究, 对优良家系的选择是非常必要和有意义的。从表 1 还可看出, 树高、胸径、分枝数和分枝高度等 4 个生长性状在重复间也达极显著差异程度, 表明立地条件对毛红椿的生长影响较大, 特别是高生长, 故在营造毛红椿林时应选择水肥条件相对较好的立地。

表 1 毛红椿家系幼林生长性状方差分析结果

Table 1 Variance analysis for growing traits of young forest of *Toona ciliata* var. *pubescens*

变异来源	自由度	树高		胸径		分枝数		分枝高度	
		均方	F 值	均方	F 值	均方	F 值	均方	F 值
重复间	9	24 622.6	16.64**	4.888 4	9.44**	6.648 2	14.34**	16 198	11.49**
家系间	51	6 321.047	3.76**	1.164 4	2.25**	0.661 5	1.43**	2 606.2	1.85**
误差	468	1 681.958		0.518 1		0.463 7		1 410.2	
总变异	529								

说明: \* 和 \*\* 显著性概率分别为 0.05 和 0.01。

毛红椿家系幼林生长树高和胸径性状平均值见表 2。从表 2 可以看出, 树高生长较快的为 31 号家系(247.43 cm), 18 号家系(216.39 cm), 19 号家系(213.25 cm), 9 号家系(211.77 cm), 10 号家系(211.0 cm), 27 号家系(210.20 cm), X1 号家系(205.23 cm), 80 号家系(204.78 cm), 65 号家系(204.37 cm)和 72 号家系(198.43.20 cm), 比试验中高生长较慢的 H12 号家系(125.08 cm)分别高出 97.8%, 73.0%,

70.5%, 69.3%, 68.7%, 68.1%, 64.1%, 63.7%, 63.4%和 58.6%。胸径生长较快的为 65 号家系 (1.97 cm), 31 号家系(1.94 cm), 33 号家系(1.85 cm), 10 号家系(1.80 cm), 9 号家系(1.72 cm), 80 号家系(1.70 cm), 27 号家系(1.67 cm), 68 号家系(1.62 cm), 19 号家系(1.61 cm)和 18 号家系(1.56 cm), 比试验中胸径生长较慢的 H5 号家系 (0.60 cm)分别高出 227.8%, 222.5%, 208.7%, 200.6%, 187.0%, 182.8%, 178.0%, 169.2%, 167.5%和 160.2%。

表 2 毛红椿家系幼林生长性状平均值

Table 2 The average value for growing traits of young forest of *Toona ciliata* var. *pubescens*

家系	树高/cm	胸径/cm	家系	树高/cm	胸径/cm	家系	树高/cm	胸径/cm
31	247.43	1.93	12	183.86	1.34	78	162.98	1.02
18	216.39	1.56	74	183.61	1.4	S1	161.31	1.06
19	213.25	1.61	66	183.56	1.41	44	158.66	1.07
9	211.77	1.72	34	183.36	1.42	30	155.63	0.71
10	211.00	1.80	35	182.72	1.48	63	154.51	1.03
27	210.20	1.67	42	182.10	1.33	H6	152.89	1.10
80	204.78	1.70	29	181.90	1.38	6	151.45	0.70
65	204.37	1.97	38	180.15	1.52	H4	150.91	0.83
X1	203.23	1.52	37	178.10	1.09	52	149.60	0.97
72	198.43	1.51	33	174.02	1.85	75	146.21	1.02
17	193.03	1.34	70	172.64	1.50	51	143.82	1.35
68	190.83	1.62	64	171.31	1.05	48	143.57	0.76
8	189.13	1.48	21	168.37	1.11	24	141.31	1.04
41	189.09	1.43	15	167.74	0.99	H5	129.19	0.6
76	188.61	1.40	7	167.01	1.23	40	128.97	0.88
20	186.26	1.40	56	164.95	0.83	H12	125.08	0.61
28	184.56	1.09	71	164.88	1.09			
13	184.22	1.16	14	164.31	1.07			

### 3.2 毛红椿家系幼林生长性状参数

表 3 是毛红椿家系苗期各性状参数值。从表 3 可以看出, 毛红椿家系幼林树高、胸径、分枝数和分枝高度 4 个性状的平均值分别为 175.75 cm, 1.26 cm, 0.45 个和 28.98 cm; 树高、胸径、分枝数和分枝高度等 4 个性状的广义遗传力分别为 0.73, 0.56, 0.30 和 0.46, 表明毛红椿树高、胸径有中等以上的遗传力。这些生长性状较强地受到遗传控制, 为毛红椿的遗传改良提供可靠保障。分枝数和分枝高度遗传力水平较低, 说明分枝数和分枝高度受环境影响比较大。

### 3.3 幼林期优良家系初选

根据毛红椿幼林 3 年生时的试验结果, 以树高和胸径为选择对象, 采用独立选择法选择出 65 号、31 号、10 号、9 号、80 号、27 号、18 号和 19 号等 8 个在幼林期表现较为优异的家系, 其树高和胸径平均值分别为 215.00 cm 和 1.74 cm, 比全部家系平均值分别大 22.3%和 38.1%。

表 3 毛红椿家系生长性状参数值

Table 3 Parameters of traits for families of *T. ciliata* var. *pubescens*

性状	平均值	变幅	遗传力
树高/cm	175.75	125.08 ~ 247.43	0.73
胸径/cm	1.26	0.60 ~ 1.97	0.56
分枝数/个	0.45	0.11 ~ 1.35	0.30
分枝高度/cm	28.98	6.5 ~ 55.1	0.46

## 4 结论与讨论

对毛红椿优树自由授粉子代幼林生长表现研究发现, 毛红椿家系 3 年生幼林的树高、胸径、分枝数和分枝高度等 4 个生长性状在家系间存在极显著差异, 其差异是家系选择和良种选育的基础; 4 个生长性状在重复间也表现出极显著差异, 表明立地条件的好坏对毛红椿生长也有显著影响, 在营造毛红椿林时应选择水肥条件相对较好的立地。通过对毛红椿天然林群落结构调查时也发现毛红椿群落多分布在山体中下部, 溪边, 土层深厚处<sup>[12]</sup>。阔叶树种生长对立地条件要求比较高, 合欢 *Albizia julibrissin*<sup>[13]</sup>, 枫香 *Liquidambar formosana*<sup>[14]</sup>, 木荷 *Schima siperba*<sup>[15]</sup>和光皮桦 *Petula luminifera*<sup>[16]</sup>等树种均表现出对立地条件较为敏感。

毛红椿树高和胸径 2 个生长性状遗传力分别为 0.73 和 0.56, 表明这些生长性状较强地受到遗传控制, 为优良家系的选择奠定了基础。以树高和胸径为选择对象, 选择出 65 号、31 号、10 号、9 号、80 号、27 号、18 号和 19 号等 8 个在幼林期表现较为优异的家系, 其树高和胸径平均值分别为 215.00 cm 和 1.74 cm, 比全部家系平均值分别大 22.3%和 38.1%。初选的优良家系与苗期只有部分相同<sup>[8]</sup>, 如 31 号和 10 号, 这可能是由于试验地点的不同, 家系间对生长环境的适应性不同; 同时苗期性状对立地条件更为敏感, 圃地立地条件相对较好, 部分家系适宜高肥、高水圃地立地环境, 生长较好。

本研究仅为毛红椿造林后 3 a 的调查研究结果, 综合选育出 8 个优良家系。由于幼林期林木生长遗传上存在不稳定性, 优良家系的选择还有待更长时间的观测。

### 参考文献:

- [1] 张露, 郭联华, 杜天真, 等. 遮荫和土壤水分对毛红椿幼苗光合特性的影响[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, **30** (5): 63 - 66.  
ZHANG Lu, GUO Lianhua, DU Tianzhen, *et al.* The effects of shading and soil water content on photosynthesis of *Toona ciliata* var. *pubescens* seedlings [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2006, **30** (5): 63 - 66.
- [2] 刘军, 孙宗修, 陈益泰, 等. 珍稀濒危树种毛红椿微卫星 DNA 分离及 SSR 反应体系优化[J]. 中国生物工程杂志, 2006, **26** (12): 50 - 55.  
LIU Jun, SUN Zongxiu, CHEN Yitai, *et al.* Isolation of microsatellite DNA from endangered tree *Toona ciliata* var. *pubescens* and optimization of SSR reaction system [J]. *China Biotechnol*, 2006, **26** (12): 50 - 55.
- [3] 楼炉煊, 金水虎. 浙江古田山自然保护区种子植物区系分析[J]. 北京林业大学学报, 2000, **22** (5): 33 - 39.  
LOU Luhuan, JIN Shuihu. Spermatophyta flora of Gutianshan Nature Reserve in Zhejiang [J]. *J Beijing For Univ*, 2000, **22** (5): 33 - 39.
- [4] 张光富. 安徽珍稀濒危植物及其保护[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2000, **23** (1): 36 - 39.  
ZHANG Guangfu. Study on rare and threatened plants of Anhui and their conservation [J]. *J Anhui Nor Univ Nat Sci*, 2000, **23** (1): 36 - 39.
- [5] 邹高顺. 珍贵速生树种红椿与毛红椿引种栽培研究[J]. 福建林学院学报, 1994, **14** (3): 271 - 276.  
ZOU Gaoshun. The study of introduction and cultivation on valuable fast-growing species of *Toona ciliata* and *Toona ciliata* var. *pubescens* [J]. *J Fujian Coll For*, 1994, **14** (3): 271 - 276.
- [6] 胡松竹, 张露, 杜天真, 等. 晾晒对毛红椿苗木活力的影响[J]. 江西农业大学学报, 2004, **26** (5): 666 - 669.  
HU Songzhu, ZHANG Lu, DU Tianzhen, *et al.* Effect of air-drying on seedling vigor of *Toona ciliata* var. *pubescens* [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2004, **26** (5): 666 - 669.
- [7] 沈伟兴, 吴道圣. 毛红椿播种育苗技术[J]. 林业实用技术, 2006 (4): 24 - 24.  
SHEN Weixing, WU Daosheng. Seedling cultivation technique of *Toona ciliata* var. *pubescens* [J]. *Practi For Technol*, 2006 (4): 24 - 24.
- [8] 刘军, 陈益泰, 何贵平, 等. 毛红椿优树子代苗期性状遗传变异研究[J]. 江西农业大学学报, 2008, **30** (1): 62 - 67.  
LIU Jun, CHEN Yitai, HE Guiping, *et al.* A study on genetic variations of seedling traits of plus trees of *Toona ciliata* var. *pubescens* [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2008, **30** (1): 62 - 67.
- [9] 刘军, 陈益泰, 孙宗修, 等. 基于空间自相关分析研究毛红椿天然居群的空间遗传结构[J]. 林业科学, 2008, **44** (6):

45 - 52.

LIU Jun, CHEN Yitai, SUN Zongxiu, *et al.* Spatial genetic structure of *Toona ciliata* var. *pubescens* populations in terms of spatial autocorrelation analysis [J]. *Sci Silv Sin*, 2008, **44** (6): 45 - 52.

[10] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其DPA数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[11] 陶丹, 武来成, 张露, 等. 毛红椿不同种源及家系间苗期生长变异性研究[J]. 南昌工程学院报, 2007, **26** (4): 9 - 13.

TAO Dan, WU Laicheng, ZHANG Lu, *et al.* Variation research on seedling growth of *Toona ciliate* var. *pubescens* in different provenances and families [J]. *J Nanchang Inst Technol*, 2007, **26** (4): 9 - 13.

[12] 刘军, 陈益泰, 罗阳富, 等. 毛红椿天然林群落结构特征研究[J]. 林业科学研究, 2010, **23** (1): 93 - 97.

LIU Jun, CHEN Yitai, LUO Yangfu, *et al.* Study on community characters of *Toona ciliata* var. *pubescens* natural forest [J]. *For Res*, 2010, **23** (1): 93 - 97.

[13] VEENENDAAL E M, SWAINE M D, LECHA R T, *et al.* Response of west African forest tree seedling to irradiance and soil fertility [J]. *Func Ecol*, 1996, **10**: 501 - 511.

[14] 骆文坚, 何贵平, 陈益泰, 等. 南酸枣地理种源幼林生长性状变异和种源选择[J]. 江西农业大学学报, 2007, **29** (3): 365 - 371.

LUO Wenjian, HE Guiping, CHEN Yitai, *et al.* A study on variation of growing traits of young *Choerospondias axillaris* forest in its geographic provenances and its provenance selection [J]. *Acta Agric Univ Jiangxi*, 2007, **29** (3): 365 - 371.

[15] 林磊, 周志春, 范辉华, 等. 木荷优树子代苗期生长遗传和变异研究[J]. 林业科学研究, 2009, **22** (2): 155 - 160.

LIN Lei, ZHOU Zhichun, FAN Huihua, *et al.* Inheritance and variation of seedling growth traits of open-pollinated families from plus-tree in *Schima superba* [J]. *For Res*, 2009, **22** (2): 155 - 160.

[16] 曹健康, 方乐金, 项阳. 光皮桦人工幼林不同立地条件生长效应分析[J]. 黄山学院学报, 2009, **11** (5): 43 - 46.

CAO Jiankang, FANG Lijin, XIANG Yang. An analysis of the growth effect of young *Betula luminifera* plantation under different site conditions [J]. *J Huangshan Univ*, 2009, **11** (5): 43 - 46.

## 《浙江林学院学报》更名为《浙江农林大学学报》

经新闻出版管理部门批准,《浙江林学院学报》更名为《浙江农林大学学报》。《浙江农林大学学报》的国内统一连续出版物号为CN 33-1370/S,国际标准连续出版物号为ISSN 2095-0756;主办单位由浙江林学院改为浙江农林大学。

《浙江农林大学学报》定于2011年第28卷第1期正式启用新刊名出版发行。《浙江农林大学学报》是浙江农林大学主办的学术刊物,主要刊登农学、林学、植物保护学、园艺学、园林学、动物学、生态学、农业工程、生物技术、水土保持学、土壤学等学科的学术论文与研究简报。办刊宗旨为坚持四项基本原则和科学发展观,贯彻执行党的方针政策,报道科研成果,开展学术交流,活跃学术空气,促进科技成果向生产力转化,为社会主义现代化建设培养和发现人才服务。

更名后,《浙江农林大学学报》将继承《浙江林学院学报》的身份、荣誉和办刊传统。作者已投《浙江林学院学报》的论文,将自动改投《浙江农林大学学报》,不再另行通知。今后,作者须登录<http://zlxz.zafu.edu.cn>在线投稿。希望广大作者和读者一如既往地关心和支持《浙江农林大学学报》。