

文章编号: 1001-1498(2009)02-0155-06

# 木荷优树子代苗期生长遗传和变异研究<sup>\*</sup>

林 磊, 周志春<sup>1\*\*</sup>, 范辉华<sup>2</sup>, 金国庆<sup>1</sup>,  
冯建国<sup>3</sup>, 陈柳英<sup>4</sup>, 王月生<sup>5</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. 福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012;  
3. 浙江省龙泉市林业科学研究所, 浙江 龙泉 323700; 4. 福建省建瓯市林业科技推广中心, 福建 建瓯 353100;  
5. 浙江省淳安县富溪林场, 浙江 淳安 311700)

**摘要:**利用设置在福建建瓯、浙江龙泉和淳安 3 个试验点的 96 ~ 141 个木荷优树自由授粉家系苗期测定材料, 以研究和揭示其苗木生长和叶片形态性状的家系遗传变异规律。方差分析结果显示, 木荷苗高、地径、叶片数、叶片长和叶片宽等在家系间的遗传差异皆达到极显著水平。性状遗传力估算值显示, 苗高和叶片长分别受中等和较强的家系与加性遗传控制, 而地径、叶片数和叶片宽等则受弱度至中等的家系和加性遗传控制。试验观测到, 与来自较北部和较高海拔地区的家系比较, 来自较南部和低海拔地区的家系在各区试点的苗木生长量大、叶片宽大、叶片数多, 说明木荷苗木生长和叶片形态的家系效应中还存在明显的产地效应。木荷苗高和地径等不仅立地效应显著, 而且存在显著的家系与立地互作效应。基于家系苗期测定结果, 以苗高为标准, 分别为水热条件较好的中心产区 (福建建瓯)、一般产区 (浙江龙泉) 和水热资源较差的北缘区 (浙江淳安) 初选出 20 个速生的优良家系。

**关键词:**木荷; 家系; 苗木性状; 遗传变异; 选择

**中图分类号:** S722.3      **文献标识码:** A

## Inheritance and Variation of Seedling Growth Traits of Open-pollinated Families from Plus-tree in *Schinus molle*

LIN Lei<sup>1</sup>, ZHOU Zhi-chun<sup>1</sup>, FAN Hui-hua<sup>2</sup>, JIN Guo-qing<sup>1</sup>, FENG Jian-guo<sup>3</sup>, CHEN Liu-ying<sup>4</sup>, WANG Yue-sheng<sup>5</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. Fujian Academy of Forestry, Fuzhou 350012, Fujian, China; 3. Forestry Research Institute of Longquan City, Zhejiang Province, Longquan 323700, Zhejiang, China; 4. Extending Center for Forestry S & T of Jian'ou City, Fujian Province, Jian'ou 353100, Fujian, China; 5. Fuxi Forest Fam of Chun'an County, Zhejiang Province, Chun'an 311700, Zhejiang, China)

**Abstract:** The field trails with 96 - 141 open-pollinated families from plus-tree of *Schinus molle*, located at Jian'ou of Fujian, Longquan and Chun'an of Zhejiang, were conducted to investigate the family inheritance and genetic variation for seedling growth and leaf shape traits. The result of variance analysis showed that there existed significant differences among families tested for seedling height, base diameter, number of leaves, leaf length and leaf width. It was found that seedling height and leaf length were respectively under moderate and strong family and additive genetic control, while base diameter, number of leaves and leaf width were under weak or moderate family and

收稿日期: 2008-06-10

基金项目: 国家林业局重点项目 (2008-05); 浙江省重大科技专项重点项目 (2008C02004-2); 浙江省与中国林科院省院合作项目 (2006SY06, 2007SY15); 浙江省林业厅林木良种基础研究项目。

作者简介: 林磊 (1983—), 男, 四川崇州人, 硕士生. E-mail: linleifomal@163.com

\* 参加试验研究的还有中国林科院亚热带林业研究所张蕊, 福建省建瓯市林业技术推广中心马丽珍、叶穗文, 浙江省龙泉市林科所季新良, 庆元县林场陈奕良, 遂昌县林业局华朝晖, 淳安县富溪林场洪桂木、余家中等, 谨致谢忱。

\*\* 通讯作者: 周志春 (1963—), 男, 江苏丹阳人, 博士, 研究员, 博士生导师. E-mail: zczhou@fy.hz.zj.cn

additive genetic control. Compared with the families from the higher latitude and higher altitude regions, the families from the lower latitude and lower altitude regions had larger growth increment, longer, wider and denser leaves, which indicated significant effect of seed source besides the family effect for seedling growth and leaf shape. Not only significant location effect but also significant interaction of family by location existed for seedling height and base diameter of *Schin a superba*. Based on the family trial result at seedling stage, recommended for seedling height, 20 superior families were selected respectively for the central distribution area with better water and heat conditions (Jian 'ou of Fujian), the general distribution area (Longquan of Zhejiang) and the northern distribution area with worse water and heat conditions (Chun 'an of Zhejiang).

**Key words:** *Schin a superba*; family; seedling traits; genetic variation; selection

木荷 (*Schin a superba* Gardn et Champ.) 属山茶科 (Theaceac) 木荷属 (*Schin a* Reinw. ex B1) 常绿大乔木, 为我国东部湿润亚热带常绿阔叶林重要成分之一。木荷是木荷属植物中分布最广的一种, 自然分布范围大致在 31°N 以南, 105°E 以东的广大地区, 在浙江、江西、安徽南部、福建西北部、湖南、两广北部、贵州东部及四川东南部皆有其分布<sup>[1]</sup>。木荷树干端直, 生长迅速, 对土壤条件要求不严, 耐旱力强, 少病虫害。其木材坚实致密, 结构均匀, 力学性质良好, 为建筑、器材、国防等特种用材及木地板、木制家具、木制玩具、木制工艺品等优质工艺用材, 已列为国家珍贵用材发展名录。由于树冠浓密、叶片厚革质、含水量大、含油脂少、燃点较高、萌芽力强, 是南方生物防火林带构建的主要树种和高抗的优良生态树种<sup>[2-5]</sup>。

近年来, 木荷作为南方主要的防火树种和珍贵的用材树种已经越来越被重视, 造林用种量上万吨, 急需开展遗传改良, 建立良种基地以大量生产造林用良种。课题组 2001 年启动了速生优质用材和高抗为目标的木荷育种, 已揭示了主要经济性状的地理遗传变异, 初选出一批优良种源供生产应用<sup>[6-9]</sup>。2006 年开始课题组联合浙江、福建、江西等省的科研和生产单位, 在初选木荷优良种源区内进一步开展木荷优树选择及子代测定等, 以为木荷长期遗传改良提供丰富的育种亲本, 同时揭示主要经济性状的多地点、多层次遗传变异规律, 用以制定科学的育种程序。本文利用设置在福建建瓯、浙江龙泉和浙江淳安 3 个区试点的木荷优树家系苗期测定材料, 以研究和揭示其苗期生长和形态性状的家系遗传变异, 据此初选出一批优良家系。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料来自 2006 年在浙南和闽北所选木荷

优树自由授粉家系。优树选择要求在当地起源、面积 1 hm<sup>2</sup> 以上、林龄 20 a 以上以木荷为主的优良天然林或人工林中进行。木荷有速生的薄皮白材型和慢生的黑皮红材型两种类型。薄皮白材型类个体速生, 树皮薄, 呈灰白色, 木材色泽也较白。所选优树要求为薄皮白材型, 树形高大, 干形通直圆满, 枝叶色泽正常, 无病虫害, 高、径生长量明显大于附近的 3~5 株对比木。在天然林中所选优树要求间距在 100 m 以上, 对于人工林, 原则上在同一林分中只选 1 株优树。从福建建瓯及浙江龙泉、庆元和遂昌分别选择优树 67、31、25 和 25 株, 共计 148 株。分单株采集和处理所选优树自由授粉种子, 每一优树家系提供统一育苗用种子 0.20 kg。

### 1.2 试验设计

木荷优树家系苗期测定分别设置在福建省建瓯市林业技术推广中心、浙江省龙泉市林科所和浙江省淳安县富溪林场的试验苗圃, 这些苗圃皆为农田苗圃, 壤土, 其中福建建瓯的试验苗圃肥力最高、浙江龙泉试验苗圃肥力中等, 浙江淳安试验苗圃肥力较低。苗期测定采用完全随机区组设计, 条播, 3 次重复, 3 行小区, 行距 20 cm。3 个地点的参试家系数分别为 118、141 和 96 个, 并皆以当地商品种作为试验对照 (CK)。试验种子于 2007 年 1 月播种, 5—6 月份进行 2~3 次间苗以使苗木株距在 5 cm 左右。苗期除草、施肥、灌溉及病虫害防治等按正常生产进行管理。

### 1.3 数据收集与统计分析

2007 年 12 月木荷停止生长后, 在 3 个试点每一试验重复小区随机量测 20 株生长正常苗木的苗高、地径、叶片数、叶片长和叶片宽 5 个指标。以单株测定值为单位, 开展单点和多点联合方差分析, 以检验家系、地点、家系 × 地点互作等效应的显著性。方差分析时叶片数经  $X^{1/2}$  数据转换, 分别采用 SAS/GLM 和 SAS/GR 软件进行性状方差分析和相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 苗木生长表现的家系遗传变异

福建建瓯、浙江龙泉和浙江淳安 3 个地点的单点方差分析表明(表 1),木荷不同优树子代的苗高和地径生长皆差异极显著,优良家系选择的潜力很大。如在木荷中心分布区的福建建瓯点,家系苗高和地径变幅分别为 43.99~102.33 cm 和 0.54~1.01 cm,苗高和地径最大家系分别较最小家系高出 1.33 倍和 0.87 倍;在浙南的龙泉点,家系苗高和地径变幅分别为 39.13~77.80 cm 和 0.59~0.84 cm,苗高和地径最大家系分别是最小家系的 198.8% 和 142.4%,在木荷偏北分布区的浙江淳安点,家系苗高和地径变幅分别为 25.30~54.28 cm 和 0.37~0.67 cm,苗高和

地径最大家系较最小家系高出 1.15 倍和 0.81 倍。木荷作为我国南方生物防火林带构建的当家树种,其叶片形态在选种上具有重要意义,叶片的大小和厚度与防火性能的强弱相关<sup>[10]</sup>,也直接影响树木的生长。与生长性状一样,木荷优树子代苗木叶片形态在家系间的差异也极明显,其中以叶片长的家系间差异最大。如在福建建瓯、浙江龙泉和浙江淳安 3 个地点的叶片长变幅分别在 12.3~17.8、10.7~15.4 和 10.6~15.5 cm 间,遗传变异系数分别为 6.6%、6% 和 6.8%,均大于叶片数和叶片宽两个性状。此外从表 1 还发现,在立地条件好和水热资源丰富的福建建瓯点不仅木荷家系苗木生长表现较好,而且其家系遗传变异系数也较高,有利于木荷家系生长的遗传鉴别。

表 1 木荷优树自由授粉家系苗木生长和叶片形态指标单点方差分析

地点	性状	均值	变幅	遗传变异系数/%	变异来源							
					重复	家系	重复×家系	机误				
福建建瓯	苗高/cm	74.77	43.99~102.33	9.5	111.036	302.0**	7.751	711.0**	4.639	635.0**	181.839	0
	地径/cm	0.79	0.54~1.01	7.2	9.489	9**	0.456	3**	0.263	7**	0.031	7
	叶片数/片	6.62	4.45~9.37	5.7	428.163	5**	25.940	1**	17.420	5**	1.477	6
	叶片长/cm	14.90	12.30~17.8	6.6	770.094	4**	71.197	7**	12.996	6**	3.113	4
	叶片宽/cm	4.30	3.90~4.9	5.2	24.758	4**	2.566	6**	1.141	2**	0.244	1
浙江龙泉	苗高/cm	63.34	39.13~77.80	8.3	24.436	950.1**	2.871	720.3**	1.178	205.7**	84.312	0
	地径/cm	0.69	0.59~0.84	3.9	8.844	4**	0.099	7**	0.055	3**	0.014	3
	叶片数/片	6.63	4.92~7.94	5.2	17.425	8**	14.690	5**	7.696	7**	0.818	5
	叶片长/cm	13.20	10.70~15.4	6.0	44.082	8**	51.244	2**	13.029	1**	1.774	1
	叶片宽/cm	4.20	3.60~4.7	3.2	16.621	6**	2.552	3**	1.474	6**	0.207	7
浙江淳安	苗高/cm	37.98	25.30~54.28	9.5	72.166	601.1**	2.037	932.0**	1.243	471.5**	100.382	0
	地径/cm	0.48	0.37~0.67	6.9	5.262	1**	0.149	5**	0.084	7**	0.015	4
	叶片数/片	5.79	4.61~7.83	6.1	380.487	8**	17.845	7**	10.345	0**	1.393	9
	叶片长/cm	13.10	10.60~15.5	6.8	512.750	6**	58.702	9**	11.288	5**	2.714	3
	叶片宽/cm	3.90	3.40~4.4	3.9	30.684	8**	2.221	3**	0.838	0**	0.272	0

注:福建建瓯点的重复、家系、家系×重复和机误自由度分别为 2、117、234 和 6 409;浙江龙泉点的重复、家系、家系×重复和机误自由度分别为 2、140、280 和 7 831;浙江淳安点的重复、家系、家系×重复和机误自由度分别为 2、95、190 和 5 192。+、\* 和 \*\* 分别为 0.1、0.05 和 0.01 显著水平,下同。

试验参试的优树家系来自于福建建瓯及浙江龙泉、庆元和遂昌等不同产地,虽然这 4 个产地所处的地理经度相似,但其所处的地理纬度和海拔差异很大。从表 2 可以看出,来自福建建瓯的家系在不同区试点的生长表现均最好,来自浙江龙泉的家系次之,浙江遂昌的家系再次之,如在福建建瓯区试点,来自福建建瓯、浙江龙泉和浙江遂昌产地的木荷家系平均苗高分别为 80.28、69.56 和 68.93 cm,说明来自较低纬度产地的家系苗木生长优于来自较高纬度产地的家系。浙江庆元产地的地理纬度虽低于浙

江龙泉、遂昌,但其所处的海拔却较高(770~820 m),水热资源条件较差,其家系平均生长表现最差,如在福建建瓯点,来自浙江庆元的家系其平均苗高仅为来自福建建瓯家系的 82.4%。

### 2.2 家系对立地环境的反应及其互作

2.2.1 立地效应 多地点联合方差分析结果表明(表 3),木荷优树家系苗高和地径生长性状存在极显著的立地效应,而叶片数、叶片长和叶片宽等地点效应不显著。比较不同立地环境下的家系性状均值发现(表 1),随着立地条件的改善(较差:浙江淳安

点一般:浙江龙泉点较好:福建建瓯点),木荷苗高和地径生长量显著增加,如福建建瓯点家系平均苗高为 74.77 cm,分别较浙江龙泉点和淳安点的 63.34 cm 和 37.98 cm 高出 18.0% 和 96.9%。从表

2 也可以明显看出来自同一产地的家系在福建建瓯点的生长表现最优,浙江龙泉点次之,而在浙江淳安点表现最差,这与 3 个地点水热条件由好到差、地理纬度由低到高的变化是相对应的。

表 2 3 个区试点来自不同产地的木荷优树子代苗木生长和叶片性状值

地点	产地	纬度(N)	海拔/m	苗高/cm	地径/cm	叶片数	叶片长/cm	叶片宽/cm
福建建瓯	福建建瓯	27°03'	50~100	80.28	0.83	6.85	15.47	4.35
	浙江龙泉	28°04'	50~100	69.56	0.77	6.58	14.46	4.34
	浙江遂昌	28°36'	50~100	68.93	0.73	6.22	13.91	4.25
	浙江庆元	27°49'	770~820	66.12	0.71	6.00	13.92	4.41
浙江龙泉	福建建瓯	27°03'	50~100	66.14	0.69	6.82	13.75	4.23
	浙江龙泉	28°04'	50~100	60.83	0.69	6.73	13.06	4.16
	浙江遂昌	28°36'	50~100	61.97	0.68	6.14	12.62	4.09
	浙江庆元	27°49'	770~820	60.87	0.69	6.47	12.53	4.24
浙江淳安	福建建瓯	27°03'	50~100	40.80	0.48	6.10	13.98	3.91
	浙江龙泉	28°04'	50~100	38.13	0.49	6.09	12.88	3.93
	浙江遂昌	28°36'	50~100	36.38	0.47	5.32	12.60	3.82
	浙江庆元	27°49'	770~820	33.53	0.45	5.36	12.07	3.95

表 3 木荷优树子代苗木生长和叶片形态多点联合方差分析

性状	变异来源					
	地点	重复/地点	家系	家系×地点	家系×重复/地点	机误
苗高/cm	1.7908**	23.67940**	2.09885**	1.26987+	19.32963**	120.79800
地径/cm	1.4743**	44.30016**	2.01538**	1.33341*	6.86486**	0.01983
叶片数	1.10648	19.80520**	2.65156**	0.92027	9.93607**	1.17774
叶片长/cm	0.91983	28.05556**	9.58947**	1.40478*	4.51909**	2.50457
叶片宽/cm	1.04367	17.00034**	2.95294**	1.25172+	4.41055**	0.24627

注:地点、重复/地点、家系、家系×地点、家系×重复/地点和机误的自由度分别为 2、6、76、152、456 和 12786。

2.2.2 家系与立地环境互作 表 3 结果表明,木荷优树家系苗高、地径、叶片长和叶片宽等存在显著或极显著的家系×地点和家系×重复/地点互作效应,反映了不同家系在各区试点上的苗木生长相对表现差异显著,如家系 JO-42 在福建建瓯点苗高生长最优,苗高达 102.3 cm,但在浙江龙泉点和淳安点,其苗高生长仅分别列第 137 和第 23 名,为 45 cm 和 36.6 cm。表 4 给出的 3 个区试点 77 个共有家系苗高的秩次相关系数(0.23~0.26)均未达到显著水平,进一步说明了木荷家系生长和叶片形态性状存在显著的家系×地点互作效应,说明在一个区试点筛选出的优良家系不能简单地推广应用于造林区立地生境迥异的其他地点或地区,而应根据区域试验分别为不同地区推选出适用的家系。

表 4 不同区试点木荷家系苗高秩次相关分析

地点	福建建瓯	浙江龙泉
浙江龙泉	0.26	
浙江淳安	0.23	0.26

## 2.3 苗木生长和叶片形态的遗传和性状相关

2.3.1 苗木性状所受遗传控制 表 5 给出了 3 个区试点木荷苗木生长和叶片性状的单株和家系遗传力估算值。从表可以看出,各试点苗高、地径、叶片数和叶片宽等性状皆受中等强度的家系遗传控制,家系遗传力为 0.39~0.62,而单株遗传力依性状差异较大,其中苗高单株遗传力较高,变化在 0.31~0.68 间,地径、叶片数和叶片宽单株遗传力较低,单株遗传力 0.01~0.36,受到弱至中度的加性遗传控制。在研究的叶片性状中,叶片长所受到家系和加性遗传控制都较强,家系遗传力和单株遗传力分别为 0.75~0.82 和 0.80~0.86。

2.3.2 苗木性状相关 性状简单相关结果显示(表 6),除福建建瓯点木荷家系苗高与叶片宽的相关性不显著外,3 个区试点木荷家系苗木生长和叶片形态性状间皆呈显著或极显著的正相关(0.20~0.79),说明生长表现优良的家系,叶片宽大、叶片数多,根据叶片大小和多少即可进行木荷优良家系的初选。

表 5 木荷苗木生长和叶片形态性状的家系和单株遗传力估算值

性状	福建建瓯		浙江龙泉		浙江淳安	
	单株遗传力	家系遗传力	单株遗传力	家系遗传力	单株遗传力	家系遗传力
苗高	0.45	0.40	0.68	0.59	0.31	0.39
地径	0.28	0.42	0.17	0.45	0.22	0.43
叶片数	0.24	0.39	0.36	0.45	0.25	0.43
叶片长	0.85	0.82	0.86	0.75	0.80	0.81
叶片宽	0.01	0.56	0.25	0.42	0.29	0.62

表 6 木荷苗木主要性状的简单相关分析

性状	福建建瓯				浙江龙泉				浙江淳安			
	地径	叶片数	叶片长	叶片宽	地径	叶片数	叶片长	叶片宽	地径	叶片数	叶片长	叶片宽
苗高	0.66**	0.63**	0.49**	0.19+	0.57**	0.43**	0.32**	0.34**	0.77**	0.79**	0.49**	0.43**
地径		0.73**	0.51**	0.36**		0.49**	0.20*	0.34**		0.70**	0.40**	0.35**
叶片数			0.50**	0.29**			0.30**	0.24*			0.31**	0.27**
叶片长				0.40**				0.55**				0.48**

注:福建建瓯、浙江龙泉和浙江淳安点的相关分析样本数分别为 118、141 和 96。

2.4 优良家系初选

以苗高为标准,以各区试点当地商品种对照,分别为木荷中心产区(福建建瓯)、一般产区(浙江龙泉)和水热资源较差的北缘区(浙江淳安)初选出 20 个优良家系(表 7)。在水热资源较好的中心产区福建建瓯点,在初选的优良家系中除了排名第 6 和 13 的家系是分别来自浙江龙泉和浙江庆元产地外,其他 18 个优良家系皆来自福建建瓯,20 个初选家系

苗高生长大于商品对照的 5.47%~23.44%。在浙江龙泉点初选的 20 个优良家系苗木生长都明显优于当地对照,达到 32.87%~45.69%。在浙江淳安点因当地商品对照苗木生长较差,初选优良家系苗木高生长增益达到 59.31%~103.85%。值得注意的是,在 3 个区试点初选的优良家系中,产地为木荷中心分布区福建建瓯的占了绝大多数,这也体现出了木荷苗木生长存在明显的种源效应<sup>[6]</sup>。

表 7 浙江淳安、龙泉和福建建瓯 3 个区试点优选木荷家系及其苗高生长

家系	福建建瓯		家系	浙江龙泉		家系	浙江淳安	
	苗高/cm	>CK/%		苗高/cm	>CK/%		苗高/cm	>CK/%
JO-42	102.33	23.44	JO-17	77.80	45.69	JO-45	54.28	103.85
JO-46	101.10	21.95	JO-27	76.25	42.79	JO-41	51.88	94.85
JO-13	100.75	21.53	JO-1	75.85	42.04	SC-23	50.48	89.61
JO-50	98.43	18.74	JO-55	74.23	39.01	JO-48	50.33	89.05
JO-36	96.93	16.93	JO-5	73.80	38.20	JO-1	50.22	88.61
LQ-13	94.18	13.61	JO-53	73.62	37.86	JO-40	49.52	85.98
JO-45	92.87	12.02	JO-46	73.08	36.86	SC-7	47.37	77.90
JO-26	91.25	10.07	JO-19	72.73	36.20	JO-6	46.65	75.21
JO-34	91.03	9.81	JO-32	72.30	35.39	LQ-25	46.55	74.84
JO-17	90.73	9.44	JO-40	72.05	34.93	JO-13	46.18	73.46
JO-4	90.00	8.56	LQ-9	71.88	34.61	JO-9	46.15	73.35
JO-16	89.55	8.02	JO-4	71.67	34.21	JO-34	45.42	70.58
QY-3	89.32	7.74	CK-2	71.62	34.11	JO-59	45.37	70.39
JO-47	89.12	7.50	JO-36	71.47	33.83	JO-3	44.85	68.45
JO-23	88.82	7.14	SC-6	71.45	33.80	JO-5	44.82	68.33
JO-5	88.37	6.60	JO-15	71.38	33.68	LQ-10	44.70	67.89
JO-41	88.35	6.57	JO-47	71.33	33.58	JO-25	44.55	67.32
JO-39	88.30	6.51	QY-24	71.13	33.21	JO-47	42.80	60.75
JO-28	87.48	5.53	JO-49	70.98	32.93	JO-15	42.55	59.81
JO-10	87.43	5.47	JO-59	70.95	32.87	LQ-24	42.42	59.31
CK	82.90		CK	53.40		CK	26.63	
总体均值	74.77		总体均值	63.34		总体均值	37.98	

### 3 结论与讨论

木荷是我国亚热带地区生物防火林带构建的主要树种和重要的珍优阔叶用材树种,分布广泛,种内变异丰富,不仅存在显著的地理种源差异<sup>[6,11]</sup>,而且在同一种源内个体类型多样。试验研究表明,参试的 96~141 个优树子代其苗高、地径、叶片数、叶片长和叶片宽等存在显著的遗传差异,说明开展以珍优用材和高抗生态为目标的家系选择潜力很大。虽然试验的木荷家系来自浙南和闽北这一较小分布区,但所处地理位置却相差了 1.5 个纬度,研究观测到来自福建建瓯这一较低纬度产地的家系苗木生长明显地优于来自浙江龙泉、遂昌两个较高纬度产地的家系,进一步证实了木荷生长性状呈明显纬向变异的地理变异模式<sup>[6,11]</sup>,也说明应在优良种源内进行优树选择的重要性。来自浙江庆元的木荷优树家系其产地为庆元林场千坑岗林区,面积有 1 000 多  $\text{hm}^2$ ,所处海拔较高(770~820 m),成片的成熟天然木荷林经受住 2008 年春的严重冰雪灾害。虽然来自浙江庆元的优树家系苗木平均生长量明显地小于来自相同地理经纬度、海拔较低的浙江龙泉优树家系,但这却为抗寒、抗冰雪育种提供了大量的优良种质。

苗木性状的遗传力估算研究表明,木荷苗高的家系遗传力和单株遗传力分别变化在 0.39~0.59 和 0.31~0.68 间,受中等强度的家系和加性遗传控制,这一结果初步说明可采用建立多无性系种子园的育种途径以利用木荷高生长的加性遗传方差。木荷苗木叶片长是一个受强度遗传控制的叶片形态性状,不仅家系间的遗传差异显著,而且与苗高呈极显著的正相关,可通过对叶片长的间接选择来选育速生的优良家系。下一步将通过大田遗传测定和分析来验证这一结论。相对于苗高和叶片长,木荷苗木地径、叶片数和叶片宽等受弱度至中度的家系和加性遗传控制。木荷的适应性很广泛,但对立地条件

仍很敏感。试验发现,木荷优树家系苗高和地径生长的立地效应显著,随着育苗立地条件的改善,家系平均苗高和地径生长量明显增加。此外,还发现木荷苗木生长和叶片形态性状存在显著的家系 $\times$ 立地交互作用,反映了不同家系在各区试点上的苗木生长相对表现差异很大。在生产上须重视木荷家系与立地交互及其利用,应分别不同区域筛选适用的优良家系。以苗高为选择标准,分别为水热条件较好的中心产区(福建建瓯)、一般产区(浙江龙泉)和水热资源较差的北缘区(浙江淳安)初选出 20 个速生的优良家系。

#### 参考文献:

- [1] 倪建. 中国木荷与木荷林的地理分布与气候的关系[J]. 植物资源与环境, 1996, 5(3): 28-34
- [2] 阮传成, 李振问, 陈诚和, 等. 木荷生物工程防火机理及应用[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1995
- [3] 李振问, 阮传成, 詹学齐. 南方主要阔叶防火树种的栽培与利用[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1998
- [4] 田晓瑞, 舒立福, 乔启宇, 等. 南方林区防火树种的筛选研究[J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(5): 43-47
- [5] Tian Xiaorui, Shu Lifu, He Qingtang. Selection of fire-resistant tree species for southwestem China[J]. Forestry Studies in China, 2001, 3(2): 32-38
- [6] 张萍, 金国庆, 周志春, 等. 木荷苗木性状的种源变异和地理模式[J]. 林业科学研究, 2004, 17(2): 192-198
- [7] 曾志光, 肖复明, 包国华, 等. 木荷地理种源苗期性状遗传变异研究[J]. 林业科学研究, 2005, 18(1): 27-30
- [8] 肖复明, 曾志光, 包国华, 等. 木荷种源苗期生长性状地理变异及遗传参数估算[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(4): 545-550
- [9] 范辉华, 陈柳英, 吴兴德, 等. 木荷苗期生长性状的地理种源变异[J]. 福建林业科技, 2003(3): 11-14
- [10] 舒立福, 田晓瑞. 国外森林防火工作现状与展望[J]. 世界林业研究, 1997, 10(2): 28-36
- [11] 周志春, 范辉华, 金国庆, 等. 木荷地理遗传变异和优良种源初选[J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 718-724