

# 枫香地理种源变异与选择

刘明宣<sup>1</sup> 辜云杰<sup>2</sup> 夏川<sup>3</sup> 贾晨<sup>2</sup> 罗建勋<sup>2</sup>

(1. 宝兴县林业局 四川 宝兴 625700; 2. 四川省林业科学研究院 四川 成都 610081;  
3. 达州市林业科技推广站 四川 达州 635000)

**摘要:**对我国15个枫香地理种源的4.5年生幼林树高、胸径和冠幅等生长性状进行测定。通过方差分析、相关分析和遗传力参数等的估算结果表明:各地理种源间树高、胸径和冠幅差异极为显著,且树高和胸径有较高的广义遗传力,受中等强度遗传控制。树高、胸径与各种源的地理位置不相关,冠幅与纬度呈显著正相关。采用聚类分析,可以划分为4个种源区。根据枫香幼林生长表现,南部种源区表现最差,以中部种源区的湖南桑梓和东部种源区的江西湖城表现最好。

**关键词:**枫香;种源;选择;区划

中图分类号:S722 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2014)05-0013-04

## A Study of Variations and Selections of *Liquidambar formosana* Geographic Provenance

LIU Ming-xuan<sup>1</sup> GU Yun-jie<sup>2</sup> XIA Chuan<sup>3</sup> JIA Chen<sup>2</sup> LUO Jian-xun<sup>2</sup>

(1. Sichuan Baoxing County Forestry Bureau, Baoxing 625700, China; 2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081;  
3. Scientific and Technical Extension Station of Dazhou City, Dazhou 635000, China)

**Abstract:** The measurement was made of the growth traits of 4.5-year old young forest from 15 *Liquidambar formosana* geographic provenances, such as tree height, diameter at breast height (DBH), and crown breadth. The results of their variance and correlation analysis and genetic parameter estimation showed that there were significant differences among tree height, DBH and crown breadth among different *Liquidambar formosana* provenances. And the broad heritability of tree height and DBH were high and was controlled by moderate genetic strength. There was an uncorrelated relation between tree height and DBH, but the crown breadth had a significant positive correlation with the latitude. The provenances could be divided into 4 provenance zones by using cluster analysis. As for the growth expression of young forest of *Liquidambar formosana*, the performance of the south provenance was worst, the performances of Sangzi town in middle provenance zone and Hucheng county in east provenance zone were best.

**Key words:** *Liquidambar formosana* Provenance Selection Regionalization

枫香 (*Liquidambar formosana*) 为金缕梅科枫香亚科枫香属高大落叶乔木,别名红枫、大叶枫、枫树等,在我国亚热带地区均有分布,垂直分布在海拔1500 m以下平原、丘陵、山谷、山麓,树干通直饱满,枝叶繁茂,适应性较强,对SO<sub>2</sub>和氯化物抗性比较强,在我国南方地区有“荒山先锋”树种之称,是我国优良的乡土速生落叶阔叶树种。<sup>[1-2]</sup>

由于枫香分布范围广泛,分布区内不同的气候、土壤等生态因子,形成了不同的地理种源,在引种栽培时如果种源选择不当,有可能导致枫香生长不良。研究枫香种源生长特性,有利于选择枫香优良家系,对改善生态环境,提供园林绿化材料,改善林地生境等方面有重要意义。<sup>[3-5]</sup>

本文通过对15个枫香地理种源的4.5年生林

收稿日期:2014-05-29

基金项目:四川省林业科学研究院基本科研业务费(JB20130205);本研究材料由国家林木种质资源平台提供。

作者简介:刘明宣(1967-),男,工程师,主要从事森林资源培育与管理工作。

分的生长性状规律进行研究,揭示不同地理种源的生长性状变异规律,并进行优良种源选择和区划,旨在为四川地区选择出适合发展的枫香地理种源。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验地点

试验地位于四川邛崃县国营林场,柳杉采伐迹地,海拔1320 m,年均温15.6℃,降雨量1117.3 mm,土壤为山地棕壤。

### 1.2 试验材料和试验设计

试验材料:2007年在枫香天然分布区的11个省(区、市)选择15个采种县,每个县采集30株母树,树间距50 m以上,树龄20 a以上。30株母树的种子等量混合,作为该种源的种子。种源地及气象因子见表1。2008年在四川北川县国营苗圃育苗后,2009年3月定植在四川邛崃县国营林场。

试验设计:试验采用随机区组设计,4株小区,5次重复。按照株行距2 m×3 m造林,造林前3 a,每年抚育1次,整个生长过程中均没有施肥。

### 1.3 调查统计及分析方法

2013年10月调查各种源的树高、地径和冠幅。每个种源调查4个单株,重复5次。树高和冠幅使

用卷尺测定,胸径用围尺测定。统计分析利用小区平均数值进行统计,SPSS17.0软件进行相关分析。

表1 枫香地理种源采种点地理位置及气候概况

采种地点	地理坐标		海拔 (m)	年均温 (℃)	年降雨量 (mm)
	经度 E(°)	纬度 N(°)			
四川广元	105°65′	32°42′	1500	16.6	900
重庆丰都	107°48′	29°53′	400	18	1220
甘肃康县	105°53′	33°05′	1184	11	757
海南霸王岭	108°48′	18°83′	655	24.3	1676
广西岑溪	111°02′	22°57′	1211	21.4	1450
江西湖城	116°63′	28°86′	430	17.4	1500
浙江开化	118°17′	28°74′	530	16.4	1814
江苏南京	118°42′	31°44′	28	15.4	1200
河南南阳	110°78′	32°57′	1430	14.9	945
湖南桑梓	111°36′	27°72′	896	16.8	1453.5
湖北松滋	110°64′	29°73′	350	15.5	1175
江西铜鼓	114°15′	28°42′	840	16.2	1771.4
江西婺源	117°63′	29°62′	1629	16.8	1962.3
安徽黄山	117°42′	29°34′	1320	15.9	1550
浙江舟山	121°60′	29°72′	350	16	1320

## 2 结果与分析

### 2.1 枫香种源生长性状遗传变异

枫香15个种源树高、胸径和冠幅的平均值、标准差和变异系数见表2所示。

表2 枫香种源生长性状统计分析

种源	胸径		树高		冠幅	
	平均数±标准差(cm)	变异系数(%)	平均数±标准差(m)	变异系数(%)	平均数±标准差(cm)	变异系数(%)
四川广元	3.54±0.55	15.54	3.52±0.57	16.19	216.57±50.73	23.42
重庆丰都	3.54±0.43	12.15	3.48±0.24	6.90	214.61±20.20	9.41
甘肃康县	3.89±0.42	10.80	3.66±0.049	13.39	221.76±19.52	8.80
海南霸王岭	2.98±0.11	3.69	3.11±0.28	9.00	176.46±25.23	14.30
广西岑溪	2.70±0.67	24.81	2.52±0.50	19.84	161.24±22.00	13.64
江西湖城	3.95±0.5	12.66	4.09±0.49	11.98	227.58±35.83	15.74
浙江开化	3.49±0.42	12.03	3.38±0.41	12.13	218.16±9.22	4.23
江苏南京	3.20±0.61	19.06	2.96±0.69	23.31	204.21±29.13	14.26
河南南阳	3.4±0.75	22.06	3.20±0.80	25.00	196.31±30.11	15.34
湖南桑梓	4.26±0.78	18.31	3.87±0.55	14.21	234.84±27.50	11.71
湖北松滋	3.70±0.35	9.46	3.67±0.26	7.08	225.04±23.74	10.55
江西铜鼓	3.26±0.42	12.88	3.19±0.51	15.99	213.91±11.97	5.60
江西婺源	3.84±0.42	10.94	3.71±0.53	14.29	248.4±38.04	15.31
安徽黄山	3.52±0.40	11.36	3.44±0.45	13.08	212.74±25.03	11.77
浙江舟山	3.37±0.28	8.31	3.03±0.24	7.92	202.41±17.35	8.57

从表2可看出,枫香15个种源的树高、胸径和冠幅等性状有较大差异,且各性状的变异系数较大,表明:枫香15个种源的树高、胸径和冠幅性状在种源间有较大差异,这为枫香地理种源的选择提供可能。

#### 2.1.1 种源树高变异分析

15个种源中,树高表现最好的是江西湖城,其次为湖南桑梓,树高分别达到了4.09m和3.87m,比参试种源树高表现最差的广西岑溪(2.52m)分别高了62.30%和53.58%。

树高方差分析见表 3 所示。

表 3 枫香树高方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	概率 P 值
种源	14	11.16	0.80	4.38	<0.0001
区组	4	7.94	1.99	10.92	<0.0001
误差	56	10.18	0.18		
总计	74	29.28			

从表 3 可以看出,枫香不同地理种源树高在种源和区组间均达到差异极显著,表明环境和种源因素对枫香树高有显著影响。

### 2.1.2 种源胸径变异分析

枫香 15 个地理种源胸径范围在 2.70 cm ~ 4.27 cm 之间,变幅较大,胸径较大的前 2 个种源分别为湖南桑梓、江西湖城,胸径分别达到了 4.27 cm 和 3.95 cm,比参试种源胸径最小的广西岑溪(2.70 cm)分别高了 58.15% 和 46.30%。胸径方差分析见表 4 所示。

表 4 枫香地径方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	概率 P 值
种源	14	10.97	0.78	4.03	<0.0001
区组	4	8.21	2.05	10.57	<0.0001
误差	56	10.88	0.19		
总计	74	30.06			

表 6 生长性状与环境的相关性分析

相关系数	经度	纬度	海拔	年均温	年降雨量	树高	胸径	平均冠幅
经度	1	0.053	-0.309	-0.079	0.558*	-0.104	-0.027	0.157
纬度	0.053	1	0.117	-0.913**	-0.540*	0.377	0.509	0.579*
海拔	-0.309	0.117	1	-0.089	-0.044	0.059	0.083	0.068
年均温	-0.079	-0.913**	-0.089	1	0.479	-0.376	-0.549*	-0.574*
年降雨量	0.558*	-0.540*	-0.044	0.479	1	-0.017	-0.104	0.108
树高	-0.104	0.377	0.059	-0.376	-0.017	1	0.929**	0.855**
胸径	-0.027	0.509	0.083	-0.549*	-0.104	0.929**	1	0.891**
平均冠幅	0.157	0.579*	0.07	-0.574*	0.108	0.855**	0.891**	1

从表 6 可以看出:在枫香生长性状因子中,胸径、冠幅与树高均呈现两两显著相关,尤其以树高和胸径呈现极为显著的正相关。在生长性状与环境的相关性分析中,纬度与冠幅呈显著正相关,年均温与冠幅呈显著的负相关。

结合表 1 分析,纬度最低的海南霸王岭和广西岑溪表现最差。从树高、和胸径生长量来看,以亚热带分布区的中部种源为好、其次为东部种源、西部种源,最差为南部种源。当然由于经度、纬度与枫香的主要生长性状均不相关,因此在种源选择上,不能单纯以地理位置进行选择,还应当综合考虑种源地所在小生境及引种地的生态环境、气候等因子。

从表 4 可以看出,区组和种源间的地径显著性水平均小于 0.01,说明在区组和种源水平上地径差异均极显著。表明枫香幼林对造林地水肥条件反应比较敏感,生长在肥力条件较好的地块树木生长量明显好于其他地块。所以在枫香造林地选择上,应当选择土壤深厚,水肥条件较好的地块。

### 2.1.3 种源冠幅变异分析

从表 5 可以看出,冠幅在种源间呈现极显著差异,而区组间在 0.05 水平上呈现显著差异。

表 5 枫香冠幅方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	概率 P 值
种源	14	33306.90	2379.06	2.80	0.0032
区组	4	9713.28	2428.32	2.86	0.0315
误差	56	47513.98	848.46		
总计	74	90534.16			

## 2.2 枫香种源生长的地理变异

枫香在我国亚热带产区均有分布,生态条件复杂,环境差异显著,必然会造成类型多样的地理种源。本试验利用树高、胸径两个主要性状与各种源地理气候因子作相关分析,结果见表 6。

### 2.3 枫香种源生长性状的遗传力

遗传力是树木生长性状的主要遗传参数,它是衡量某性状遗传能力,对某树种进行遗传改良,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。表 7 为枫香幼林生长性状的遗传参数。

表 7 枫香幼林生长性状的遗传参数

性状	平均值	变异幅度	变异系数(%)	广义遗传力
树高(m)	3.39	2.52-4.09	10.23	0.77
胸径(cm)	3.51	2.70-4.26	11.28	0.75

从表 7 可以看出,树高和胸径的广义遗传力分别为 0.77 和 0.75,受中等水平遗传控制。树高遗

传力略高于胸径遗传力,说明树高的稳定性相对较好一些,在性状改良方面,应当把树高作为主要改良性状,同时兼顾胸径这一性状。从两个主要性状的变异系数看,树高变异系数为10.23%,胸径变异系数为11.28%,变异幅度不是很大,且4.5 a生时树高平均值为3.39 m,胸径平均值为3.51 cm,说明枫香在四川地区柳杉采伐迹地生长较为稳定,长势较好。

#### 2.4 枫香地理种源选择与区划

开展种源试验目的在于优良种源的选择。对枫

香幼林主要生长性状的方差分析及地理变异规律研究表明:枫香幼林主要生长性状在种源间存在显著差异。以树高和胸径为主要选择指标,湖南桑梓和江西湖城表现最优,其中湖南桑梓种源4.5 a生树高3.87 m、胸径4.26 cm,江西湖城种源树高4.09 m、胸径3.95 cm,其树高和胸径的平均值分别比参试种源高21.23%和13.39%。

根据国内15个枫香地理种源的地理位置,结合枫香幼林树高、胸径主要生长性状为依据进行聚类分析,结果如图1。

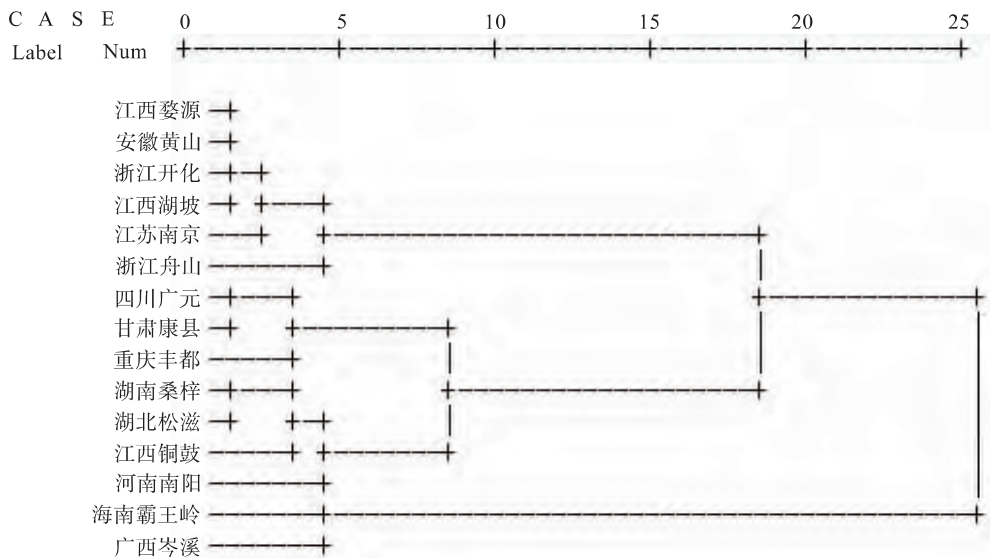


图1 枫香种源聚类分析

从图1可以看出,以阈值为5可以明显分为4类,海南霸王岭和广西岑溪聚为一类,为南部种源;江西婺源、安徽黄山、浙江开化、江西湖城、江苏南京、浙江舟山聚为一类,主要为东部种源,生长较好;江西铜鼓、河南南阳、湖北松滋、湖南桑梓聚为一类,为中部种源;重庆丰都、甘肃康县、四川广元聚为一类,为西部种源。总体上看,南部种源生长最差,中部种源生长最好,西部、东部种源生长次之,这有可能是引种地地处西部中山地区造成。

一般而言,同一个种源区应该是连续的,从本文种源区划结果看,总体也呈现连续分布,表明利用上述因子进行聚类可行。当然要准确地划分种源区比较复杂,需要对各地区的种源表现做长期观测,而且参试种源各省的数量多少不一致,也有可能引起一定误差。

### 3 结论与讨论

(1) 枫香各种源的树高、胸径在种源和区组间

都存在差异,并达到极显著水平,表明种源和立地条件对枫香的生长有明显影响。

(2) 各种源的树高、胸径和经纬度均不相关,说明不能单纯从地理位置对优良种源进行选择。

(3) 枫香15个种源初步划分为4个种源区:南部种源、东部种源、西部种源和中部种源。初步确定湖南桑梓和江西湖城为最佳种源,广西岑溪种源最差。当然如果要判断种源区的种源优劣,需要做长期的、大量的观测。

#### 参考文献:

- [1] 刘增荣. 枫香的多种用途和适应能力[J]. 湖南林业科技, 1990, (2): 32~33.
- [2] 周家骏, 高林. 优良阔叶树种造林技术[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1985.
- [3] 施季森, 朱胜利. 中国枫香多目标育种的研究(1): 中国枫香优树选择[J]. 林业科技通讯, 1997, (10): 15~16.
- [4] 许鲁平. 枫香优良家系和单株选择研究[J]. 福建林业科技, 2002, 29(2): 26~30.
- [5] 方乐金, 施季森, 李力, 等. 枫香子代性状的遗传变异研究[J]. 林业科学, 2003, 39(3): 148~152.