

10个降香黄檀家系在肇庆地区的早期生长评价^{*}

梁远楠 陈水莲 张丽君 韩东苗 胡 炜 谭瑞坤

(肇庆市林业科学研究所, 广东 肇庆 526020)

摘要 收集广东、海南、广西及福建地区 10 个降香黄檀 (*Dalbergia odorifera*) 种子并培育, 比较分析不同家系的早期生长表现。结果表明: 不同家系间树高、地径、保存率存在极显著差异; 综合生长指标以肇庆广宁中学、广州华农林学院, 海南乐东抱由林业局和海南乐东抱由苗圃场共 4 个家系表现最好, 可作为降香黄檀采种育苗或无性繁殖的材料加以重点研究; 树高与海拔存在显著正相关, 说明一定范围内较高海拔有利于树高的生长; 年均降雨量与地径、保存率均存在显著正相关, 说明一定范围内年均降雨量越大, 越有利于促进降香黄檀径的增长及提高苗木保存率。

关键词 降香黄檀; 家系; 生长表现

中图分类号: S792 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2019) 02-0106-05

Early Growth Evaluation of 10 *Dalbergia Odorifera* Families in Zhaoqing

LIANG Yuannan CHEN Shuilian ZHANG Lijun HAN Dongmiao
HU Wei TAN Ruikun

(Forest Research Institution of Zhaoqing, Zhaoqing, Guangdong 526020, China)

Abstract The early plantation stage growth status of 10 families of *Dalbergia odorifera* from Guangdong, Hainan, Guangxi and Fujian, was studied in this paper. The result showed: There was significant differences of the tree height, ground diameter and survival rate among the families. The GuangNing middle school of Zhaoqing, College of Forestry in South China Agricultural University, BaoYou Forestry Bureau and BaoYou nursery garden could be the material of collect seeds and nursery and reproduce asexually of *D. odorifera* for the superior growth traits. Correlation analysis between growth performance and ecological and geographic factors revealed significantly positive correlation. There annual rainfall demonstrated significantly positive correlation with ground diameter and survival rate.

Key words *Dalbergia odorifera*; families; growth trails

降香黄檀 (*Dalbergia odorifera*) 俗称海南黄花梨、花梨木, 属蝶形花科黄檀属植物, 是常绿半落叶乔木树种。降香黄檀自然分布主要在我国海南岛西部及西南部平原或丘陵地区^[1]。其木材是“国标红木 5 属 33 种材延伸图”中香枝木类的唯一材种^[2]。降香黄檀的心材呈红褐色, 材质坚

硬, 纹理细腻多变, 是制作高档家具、高级工艺品、名贵乐器和饰品的上等材料^[3]; 根部心材名降香, 是高级镇痛药材, 具有抗血凝、氧化、扩冠脉等作用^[4]。

林木生长的变异受到遗传控制, 是进行林木遗传改良及优良品种选择的基础^[5]。不同家系间

^{*} 基金项目: 广东省省级科技计划项目 (2014A020208013), 国家重点研发计划子课题 (2016YED0600601)

第一作者: 梁远楠 (1975—), 男, 高级工程师, 主要从事珍贵树种培育研究, E-mail: 353248918@qq.com。

通信作者: 陈水莲 (1983—), 女, 高级工程师, 主要从事珍贵树种培育研究, E-mail: 104112558@qq.com。

林木生长差异大，即使是同一家系不同个体的生长也受到生长环境及栽培管理措施的影响而产生变异^[6]。近年来，南方地区大力推广种植降香黄檀，绝大部分造林采用的是实生苗，基本没有经过优良种苗筛选，苗木参差不齐、种苗质量低，导致造林后林分质量普遍较低。针对这一现状，笔者通过收集广东省、海南省、广西壮族自治区及福建省不同家系的降香黄檀种子，开展降香黄檀优良家系种源 / 家系子代测定试验研究，为降香黄檀采种育苗提供参考依据。

1 试验地概况

试验地位于广东省肇庆市高要蛟塘镇金龙水库畔，坐标为 112° 33′ 39.01″ E，22° 56′ 26.26″ N，属亚热带季风气候，年平均气温 22 ℃，年平均积温 8 041 ℃，无霜期 340 d。年平均降雨量 1 647.9 mm，4—9 月降雨量最多，占全年降雨量的 83%，历年平均降雨日数 156 d、平均日照时数 1 801.6 h，年平均湿度 80% 左右。试验地属低丘地形，海拔 45~50 m，坡度 15° 左右，土壤类型为花岗岩发育而成的赤红壤。

2 材料与方法

2.1 试验材料

2015 年 12 月，分别在广东、海南、广西及福建省采集 10 个干形通直、分枝较高、心材率较高

的优良降香黄檀单株种子，其地理和生态因子见表 1。

2.2 试验方法

2016 年 2 月播种育苗，2017 年 3 年营建子代测定试验林。共 10 个家系，每个家系为 1 个处理，每个处理 3 个重复，采用随机区组设计，每个小区 0.2 hm²，共营建 2.0 hm²。试验林株行距为 2.5 m × 3.0 m，穴规格为 50 cm × 50 cm × 40 cm，造林密度为 1 335 株 / hm²，各家系林分抚育管护措施一致。连续 2 年对不同家系采用固定标准样地法测定降香黄檀树高、地径及保存率。

2.3 评价方法

由于各个评价指标具有不同的量纲，因此在采用主成分分析评价苗木生长状况之前必须对原始数据进行标准化处理。使得每个变量的平均值为 0，标准差为 1。

各苗木生长指标标准化公式^[7]为：

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} \dots\dots\dots (1)$$

其中， $i=1,2,3,\dots,9$ （不同家系号）， $j=1,2,3$ （指标数）。

X'_{ij} = 标准化后的数据； X_{ij} = 原始数据；

$\bar{X}_j$ = 第 j 个指标的平均值； S_j 第 j 个指标的标准差。

建立有关生长状况评估的回归方程，用不同家系标准化的量化指标进行计算，以此作为苗木

表 1 降香黄檀不同单株地理生态因子明细

Tab.1 Basic information of geographic and ecological factors of *D.odorifera* families

编号 Number	家系 Family	地理坐标 Geographical coordinates		海拔 /m Altitude	年均温度 /℃ Annual average temperature	年均降雨量 /mm Annual rainfall
		N	E			
1	肇庆端州区文明路	23° 04′	112° 48′	15	22.1	1613
2	肇庆市政府大院	23° 04′	112° 48′	15	22.1	1613
3	肇庆肇庆广宁中学	23° 63′	112° 44′	58	20.7	1703
4	云浮云浮郁南革命烈士陵园	23° 23′	111° 53′	27	22.0	1433
5	广州华农林学院	23° 09′	113° 21′	35	21.8	1800
6	海南乐东抱由林业局	18° 74′	109° 18′	163	25.7	1600
7	海南乐东抱由苗圃场	18° 74′	109° 18′	163	25.7	1600
8	海南昌江昌化镇大风村	19° 32′	108° 68′	15	24.3	1600
9	广西龙州龙州镇龙州镇	22° 32′	106° 86′	114	22.2	1300
10	福建龙海海澄镇海澄镇	24° 44′	117° 82′	10	21.5	1563

生长状况的评判。 X_1 (树高生长量), X_2 (地径生长量), X_3 (保存率) 3个变量与主成分 Z_i 的关系方程^[7]为:

$$Z_1 = 0.05708X_1 + 0.5880X_2 + 0.5732X_3 \dots\dots\dots(2)$$

将主成分分析中各主分量的贡献率作为权重, 计算出不同家系降香黄檀苗木生长的综合指标值 (IFI)^[7], 公式如下:

$$IFI = \left(\sum_{i=1}^a a_i Z_i \right) / 0.9411 \dots\dots\dots(3)$$

式中: i 表示主分量编号, Z 表示主分量, a 表示主分量的方差贡献率。

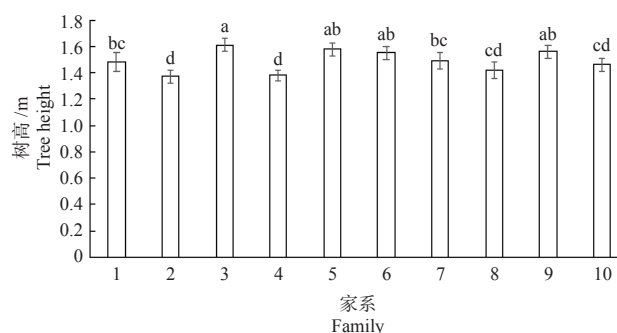
2.4 数据统计

采用 Microsoft excel、SPSS17.0 进行数据统计分析。

3 结果与分析

3.1 不同降香黄檀家系树高生长量比较

由图1可知, 造林2年后, 10个家系降香黄檀树高生长存在显著差异 ($P < 0.05$)。树高生长量由大到小依次为: 肇庆广宁中学 > 广州华农林学院 > 广西龙州龙州镇 > 海南乐东抱由林业局 > 海南乐东抱由苗圃场 > 肇庆端州区文明路 > 福建龙海澄镇 > 海南昌江昌化镇大风村 > 云浮郁南革命烈士陵园 > 肇庆市政府大院。以肇庆广宁中学的树高生长量最大, 为 1.61 m; 肇庆市政府大院的树高生长量最小, 仅为 1.37 m。



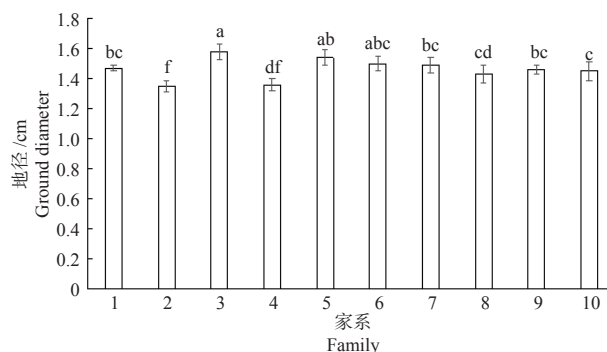
注: 不同小写字母表示 $\alpha = 0.05$ 水平上差异显著
Note: Different letters indicate significant difference at $\alpha = 0.05$
图1 10个降香黄檀家系2年生树高生长量比较

Fig.1 Tree height growth of 10 *D. odorifera* families

3.2 不同降香黄檀家系地径生长比较

由图2可知, 造林2年后, 10个家系降香黄檀地径生长存在显著差异 ($P < 0.05$)。地径生长量由大到小依次为: 肇庆广宁中学 > 广州华农林学

院 > 海南乐东抱由林业局 > 海南乐东抱由苗圃场 > 肇庆端州区文明路 > 广西龙州龙州镇 > 福建龙海澄镇 > 海南昌江昌化镇大风村 > 云浮郁南革命烈士陵园 > 肇庆市政府大院。以肇庆广宁中学的地径生长量最大, 为 1.58 cm; 肇庆市政府大院的地径生长量最小, 仅为 1.35 cm。

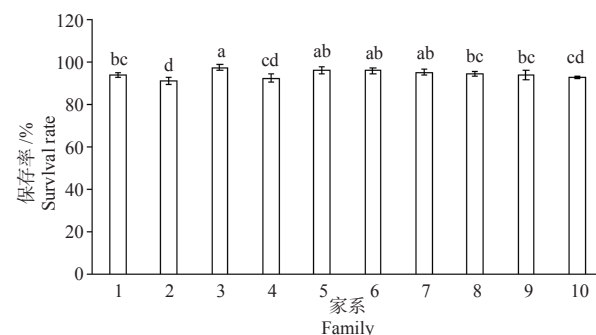


注: 不同小写字母表示 $\alpha = 0.05$ 水平上差异显著
Note: Different letters indicate significant difference at $\alpha = 0.05$
图2 10个降香黄檀家系地径生长量比较

Fig.2 Ground diameter growth of 10 *D. odorifera* families

3.3 不同降香黄檀家系保存率比较

由图3可知, 造林2年后, 10个家系降香黄檀保存率存在显著差异 ($P < 0.05$)。保存率由高到低依次为: 肇庆广宁中学 > 广州华农林学院 > 海南乐东抱由林业局 > 海南乐东抱由苗圃场 > 海南昌江昌化镇大风村 > 肇庆端州区文明路 = 广西龙州龙州镇 > 福建龙海澄镇 > 云浮郁南革命烈士陵园 > 肇庆市政府大院。以肇庆广宁中学的保存率最高, 为 97.5%; 肇庆市政府大院的保存率最低, 为 91.2%。10个家系的降香黄檀保存率都在 91% 以上, 说明降香黄檀合适在肇庆地区种植, 效果良好。



注: 不同小写字母表示 $\alpha = 0.05$ 水平上差异显著。
Note: Different letters indicate significant difference at $\alpha = 0.05$.
图3 10个降香黄檀家系保存率比较

Fig.3 Survival rate growth of 10 *D. odorifera* families

表 2 不同家系生长性状指标的标准化值
Tab.2 Standardization of growth indexes of *D.odorifera* families

家系 Family	X_1	X_2	X_3
肇庆端州区文明路	-0.119 2	0.097 5	-0.235 9
肇庆市政府大院	-1.429 7	-1.573 6	-1.620 9
肇庆广宁中学	1.429 7	1.629 3	1.610 7
云浮郁南革命烈士陵园	-1.310 6	-1.434 3	-1.056 7
广州华农林学院	1.072 3	1.072 3	1.046 4
海南乐东抱由林业局	0.714 9	0.515 3	0.789 9
海南乐东抱由苗圃场	0	0.375 9	0.430 9
海南昌江昌化镇大风村	-0.834 0	-0.459 6	0.071 8
广西龙州龙州镇	0.834 0	-0.041 8	-0.235 9
福建龙海海澄镇	-0.357 4	-0.181 0	-0.800 2

表 3 不同降香黄檀家系主要成分得分及综合评估得分
Tab.3 Main component score and comprehensive evaluation score of *D.odorifera* families

家系 Family	Z_1	IFI	综合得分 Comprehensive rankings
肇庆端州区文明路	-0.145 9	-0.145 9	6
肇庆市政府大院	-2.670 5	-2.670 5	10
肇庆广宁中学	2.697 4	2.697 4	1
云浮郁南革命烈士陵园	-2.197 2	-2.197 2	9
广州华农林学院	1.842 4	1.842 4	2
海南乐东抱由林业局	1.163 8	1.163 8	3
海南乐东抱由苗圃场	0.468 1	0.468 1	4
海南昌江昌化镇大风村	-0.705 1	-0.705 1	7
广西龙州龙州镇	0.316 2	0.316 2	5
福建龙海海澄镇	-0.769 2	-0.769 2	8

3.4 不同降香黄檀家系生长性状的评价

3.4.1 建立评价指标体系 通过选择降香黄檀树高生长量、地径生长量及保存率指标值建立苗木生长综合指标体系。根据公式(1)对各生长指标值进行标准化,结果见表2。

3.4.2 苗木生长指标的主成分分析 通过主成分分析,原来3个苗木生长因子缩减为1个新的变量,1个新变量(Z_1)包含原始数据信息量达94.11%,完全能代表原来3个因子指标所反映的苗木生长状况。

不同家系降香黄檀主要成分得分及综合评估得分见表3,苗木生长指标的综合得分排序依次

为:肇庆肇庆广宁中学>广州华农林学院>海南乐东抱由林业局>海南乐东抱由苗圃场>广西龙州龙州镇>肇庆端州区文明路>海南昌江昌化镇大风村>福建龙海海澄镇>云浮郁南革命烈士陵园>肇庆市政府大院。以肇庆广宁中学综合得分最高,肇庆市政府大院综合得分最低。

3.5 降香黄檀生长性状与生态地理因子的相关性分析

通过对10个家系降香黄檀生长性状与生态地理因子进行相关性分析,结果见表4:树高与地径、保存率存在极显著正相关($P<0.01$),相关系数分别为0.759、0.636;地径与保存率存在极显著正

表 4 降香黄檀生长性状与生态地理因子的相关性分析结果

Tab.4 The result of correlation coefficient among the growth with geographic and ecologiocal factor of *D.odorifera*

因子 Factors	树高 Tree height	地径 Ground diameter	保存率 Survival rate	海拔 Altitude	年均温度 Annual average temperature
地径	0.759**				
保存率	0.636**	0.707**			
海拔	0.396*	0.339	0.401*		
年均温度	-0.064	0.007	0.182	0.692**	
年均降雨量	0.246	0.435*	0.426*	-0.197	-0.033

注: ** 表示在 0.01 水平 (双侧) 上显著相关; * 表示在 0.05 水平 (双侧) 上显著相关
Note:** indicate significant difference at 0.01 level;* indicate significant difference at 0.05 level

相关, 相关系数为 0.707; 海拔与年均温度存在极显著正相关, 相关系数为 0.692。
树高与海拔存在显著正相关 ($P<0.05$), 相关系数为 0.396; 年均降雨量与地径、保存率均存在显著正相关, 相关系数分别为 0.435, 说明一定范围内年均降雨量越大, 越有利于促进降香黄檀径的粗生长及提高苗木保存率。

4 结论与讨论

4.1 对降香黄檀不同家系树高, 地径, 保存率间做比较, 结果表明各生长指标均达到极显著差异 (图 1-3), 说明各家系间生长表现差异较大, 进行家系选育试验意义重大。参试的 10 个家系中, 综合生长指标以肇庆广宁中学、广州华农林学院, 海南乐东抱由林业局和海南乐东抱由苗圃场 4 个家系在生长性状中表现最好, 其母株可作为降香黄檀采种育苗或无性繁殖的材料, 在以后的试验中作为重点对象深入研究。
4.2 不同家系降香黄檀生长表现和地理生态因子的相关分析结果表明, 树高与地径、保存率存在极显著正相关; 地径与保存率存在极显著正相关; 海拔与年均温度存在极显著正相关。树高与海拔存在显著正相关, 说明一定范围内高海拔有利于树高的生长。年均降雨量与地径、保存率均存在显著正相关, 说明一定范围内年均降雨量越大, 越有利于促进降香黄檀径的增长及提高苗木

保存率。
4.3 本研究仅采用降香黄檀家系测定 2 a 的数据, 尚处于降香黄檀生长的幼龄期阶段, 选择的结果仅是早期表现, 有必要继续对测定林进行跟踪调查、观测, 开展中期选择及晚期决选研究。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[J].北京: 科学出版社, 2006.
[2] 国家质量技术监督局.GB/T18107-2000红木[S].北京: 国家标准出版社, 2000.
[3] 梁建平, 蒋军林, 秦武明, 等. 广西南宁46年生降香黄檀人工林生长规律[J].浙江农林大学学报, 2015, 32(4): 523-528.
[4] YU X WANG W, YANG M.Antioxidant activities of compounds isolated from *Dalbergia odorifera* T.Chen and their inhibition effects on the decrease of glutathione level of rat lens induced by UV irradiation[J].Food Chemistry, 2007, 104(2): 715-720.
[5] WRIGHT J W. Introduction to forest genetics[M].Academic Press, 1976: 427-438.
[6] 南京林产工业学院.林木遗传育种学[M].北京: 科学出版社, 1980.
[7] 韩东苗.柏木低效林生态经济型改造对土壤微生物、酶活性及养分的影响[D].成都: 四川农业大学, 2016.