

文章编号: 1001-1498(2003) 04 0506-05

广东省电白县 5 年生山地木麻黄 种源试验及评选*

林什全¹, 仲崇禄², 白嘉雨²

(1. 广东省电白县森林病虫害防治检疫站, 广东 电白 525400;

2. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520)

关键词: 山地木麻黄; 种源试验; 遗传参数

中图分类号: S722.7 文献标识码: A

山地木麻黄(*Casuarina junghuhriana* Miq.) 原产于印度尼西亚, 属木麻黄科(Casuarinaceae), 树干通直, 生长快, 抗干旱, 耐水湿, 可生长于多种类型土壤, 成熟林木高可达 35 m, 胸径可达 65 ~ 100 cm。其天然分布为 7° ~ 10° S, 110° ~ 127° E, 海拔 1 000~ 3 100 m 的山地, 但海平面附近地区也有出现, 降水为夏雨型, 年降水量为 700~ 1 500 mm, 有的高达 2 000 mm, 年平均气温 13~ 28 °C。山地木麻黄木材热值高, 适于作薪材、木炭产品、建筑用材、矿柱和电杆等。国内外对山地木麻黄的研究主要涉及分类、分布、引种和生长表现^[1~ 11]。1985 年, 中澳合作项目 ACIAR 8457 我国首次引进了山地木麻黄 2 个种源, 在海南省、福建省南部和广东省开展了试验研究^[1~ 6, 10, 11], 其后在广东省建立了一些推广性试验林^[3], 1990 年又引进种源 6 个和 31 个家系^[4, 5]。1996 年, “国际性山地木麻黄种源试验”合作项目启动, 中国林科院热林所在华南地区建立了两个试验点^[6], 电白县是其中之一。试验目的是筛选适合我国华南地区生长的优良种源和估算山地木麻黄种源遗传变异参数, 为山地木麻黄进一步改良研究提供可靠材料。

1 试验地概况与试验方法

1.1 试验地概况

试验地设在广东省电白县, 21°27' N, 110°54' E, 海拔 15 m, 年均温 23.0 °C, 年降水 1 600 mm, 试验地土壤为赤红壤。

1.2 试验材料

山地木麻黄 28 个种源, 种子均由澳大利亚林木种子中心提供(表 1)^[6]。

1.3 试验方法

1.3.1 设计及方法 1995 年 12 月播种育苗, 1996 年 8 月造林; 试验采用随机区组设计, 4 个区组, 每小区 16 株, 穴 40 cm × 40 cm × 40 cm, 株行距 2 m × 2 m, 造林时每穴施过磷酸钙 150 g。

1.3.2 树木测定 造林后定期观测树高、胸径, 计算单株材积和保存率。

1.3.3 数据处理 将观测获得的所有单株数据统计出小区平均值, 然后采用 SAS 数据处理软

收稿日期: 2002 04 15

基金项目: 中澳合作项目“国际木麻黄种源试验”(1996—2002)和 863 项目“生态环境建设抗逆林灌木柠条、沙棘等新品种选育”的子专题: 木麻黄抗逆新品种选育(2002~ 2005)的研究内容

作者简介: 林什全(1967—), 男, 工程师, 广东电白人。

* 广东省电白林业局梁明和黄洪瑶等参加了试验工作。

件中 GLM 方法进行方差分析和采用 TYPE I 法估算方差分量^[12]。方差分析模型 $Y = \mu + Bi + Gk + Eikl$, 其中 Y 为观测值、 μ 为总平均值、 Bi 为区组效应、 Gk 为种源效应、 $Eikl$ 为误差效应。计算种源广义遗传力和种源遗传变异系数^[13]; 多重比较采用邓肯法, 种源筛选采用多目标决策分析法^[14]。

表 1 参试山地木麻黄种源

代号	种源号	纬度/ (° ')S	经度/ (° ')E	海拔/ m	代号	种源号	纬度/ (° ')S	经度/ (° ')E	海拔/ m
1	17844	7° 36'	126° 30'	5	15	18950	7° 55'	112° 55'	1 600
2	17877	9° 54'	124° 14'	550	16	18951	7° 45'	112° 35'	1 350
3	17878	9° 59'	124° 06'	170	17	18952	7° 50'	111° 47'	1 500
4	18845	8° 40'	115° 05'	20 00	18	18954	7° 55'	112° 55'	2 500
5	18846	8° 50'	115° 15'	1 500	19	19237	0° 07'	37° 37'	1 750
6	18847	8° 40'	115° 05'	1 500	20	19238	1° 13'	36° 39'	2 080
7	18848	8° 55'	115° 25'	1 500	21	19239	1° 16'	36° 36'	2 060
8	18849	8° 13'	115° 20'	1 500	22	19240	1° 05'	36° 39'	1 460
9	18850	8° 25'	116° 28'	1 500	23	19241	1° 02'	37° 12'	1 440
10	18851	8° 25'	116° 45'	1 500	24	19242	0° 23'	36° 56'	1 800
11	18852	8° 20'	117° 55'	1 500	25	19489	10° 13'	123° 38'	600
12	18853	4° 19'	38° 14'	1 600	26	19490	10° 05'	123° 57'	600
13	18948	7° 55'	112° 25'	2 000	27	19491	9° 51'	126° 16'	800
14	18949	8° 00'	113° 35'	1 500	28	13950	19° 06'	110° 24'	15

2 结果与分析

2.1 参试种源的方差分析和生长比较

方差分析表明, 试验中的树高、胸径和单株材积在种源间和区组间均存在显著或极显著差异, 保存率在种源间无显著差异, 但区组的方差分量均小于种源的方差分量(表 2)。4 个性状区组间均有显著差异是由于参试种源较多, 试验占地大, 造成同一种源在各区组间生长有差异, 因而应用邓肯法对参试种源的树高、胸径和单株材积进行多重比较(表 3), 并估算了 3 个性状种源遗传变异系数和广义遗传力(表 2)。

造林后, 1~ 5 年生保存率总均值分别为 93.82%, 92.29%, 86.64%, 74.25% 和 66.57%, 观测发现种

源保存率未受台风的影响, 出现这种现象的可能原因如下: 第一, 由于种源内个体间竞争引起, 从种源的均值看, 前 1~ 2 年生, 郁闭度小, 这种竞争不明显, 保存率变化不大, 从第 3 年开始,

表 2 性状的变异分析

性状	变源	DF	F 值	方差分量 (VCR)	GCV/ %	H ² / %
树高	区组 B	3	78.63***	0.896	23.54	28.87
	种源 G	27	19.97***	1.504		
	误差	965		2.810		
胸径	区组 B	3	83.89***	1.192	35.78	24.98
	种源 G	27	16.62***	1.533		
	误差	1 162		3.411		
单株材积	区组 B	3	17.39***	174.188	84.76	21.21
	种源 G	27	10.90***	726.955		
	误差	1 162		2 526.601		
保存率	区组 B	3	33.30***	-	-	-
	种源 G	27	1.05 ns	-		
	误差	81		-		

注: 保存率经 $\arcsin \sqrt{x}$ 转换。

林分已郁闭,个体间竞争逐渐开始,所以造成年度保存率逐年下降;第二,试验中也发现极少量树木,适应性差、长势较弱,遭受白蚁危害致死(表3)。表3直观地反映出5年生参试种源树高、胸径、单株材积和保存率均值间的差别,试验中较好的种源有17877、17878、19240、19489和19491。17877种源的树高最大为7.04 m,17844种源树高最小2.68 m,前者是后者的2.6倍;19240种源的胸径最大,5.83 cm,17844种源的胸径最小,2.07 cm,前者是后者的2.8倍;19240种源的单株材积最大, $97.88 \times 10^{-4} \text{m}^3 \cdot \text{株}^{-1}$,17844种源的单株材积最小, $6.09 \times 10^{-4} \text{m}^3 \cdot \text{株}^{-1}$,前者是后者的2.8倍。种源保存率极差也有25%。因此,进行参试种源的选择是非常重要的。

表3 5年生时参试种源性状差异比较和优劣排序

代号	种源号	树高/m	胸径/cm	单株材积/ ($\times 10^{-4} \text{m}^3 \cdot \text{株}^{-1}$)	保存率/ %	评定值	优劣 顺序
1	17844	2.68 i	2.07 k	6.09 h	67.19	0.227	25
2	17877	7.04 a	5.70 a	92.44 a	60.94	0.824	2
3	17878	6.38 ab	5.36 abc	72.17 ab	70.31	0.804	3
4	18845	3.94 efgh	2.89 ghij	15.9 efgh	73.44	0.421	12
5	18846	3.31 fghi	2.43 ijk	10.01 efgh	76.56	0.375	16
6	18847	3.24 ghi	2.58 hijk	9.81 fgh	57.81	0.211	26
7	18848	3.27 ghi	2.49 hijk	15.36 efgh	59.38	0.235	24
8	18849	3.40 fghi	2.46 ijk	8.95 gh	62.50	0.252	22
9	18850	3.26 ghi	2.29 jk	9.57 gh	59.38	0.208	27
10	18851	3.35 fghi	2.55 hijk	9.18 gh	53.13	0.171	28
11	18852	3.88 efgh	2.63 hijk	10.87 efgh	71.88	0.376	15
12	18853	4.25 ef	3.55 efgh	39.21 bcd	65.63	0.464	10
13	18948	3.90 efgh	2.54 hijk	12.00 efgh	68.75	0.347	17
14	18949	3.73 efgh	2.31 jk	6.91 h	65.63	0.284	21
15	18950	3.08 hi	2.13 k	7.70 h	71.88	0.298	19
16	18951	3.32 fghi	2.34 jk	8.92 gh	62.50	0.241	23
17	18952	4.17 efg	3.35 fghi	22.29 efgh	65.63	0.406	14
18	18954	3.74 efgh	2.75 hijk	10.96 efgh	62.50	0.292	20
19	19237	3.46 fghi	2.66 hijk	15.93 efgh	65.63	0.313	18
20	19238	3.80 efgh	3.44 fghi	28.89 cdefg	65.63	0.409	13
21	19239	4.55 de	4.04 def	38.99 cdef	71.88	0.564	8
22	19240	6.24 ab	5.83 a	97.88 a	68.75	0.874	1
23	19241	4.15 efg	3.34 fghi	25.65 cdefg	70.31	0.455	11
24	19242	4.19 efg	3.79 defg	37.60 cdefg	67.19	0.485	9
25	19489	6.17 ab	5.08 abc	58.20 bc	73.44	0.771	5
26	19490	5.75 bc	4.42 cde	50.59 bed	78.13	0.733	6
27	19491	6.66 a	5.56 ab	77.33 ab	65.63	0.801	4
28	13950	5.30 cd	4.69 bed	60.42 bc	62.50	0.610	7
(总均值)		4.33	3.46	31.81	66.57		

注:同一列中,字母相同者种源间无显著差异,检验显著水平 $p = 0.01$ 。

2.2 种源遗传参数估算

表2表明,5年生树高种源遗传变异系数为23.54%,种源广义遗传力为28.87%;胸径的种源遗传变异系数为35.78%,广义遗传力为24.98%,单株材积的种源遗传变异系数为84.76%,广义遗传力为21.21%。3个性状中,以单株材积的遗传变异系数最大,胸径次之,

树高最小, 而 3 个性状的遗传力相近。

2.3 优良种源筛选

山地木麻黄为速生树种, 因培育目的不同, 其轮伐期为 8~ 20 a, 选择短轮伐期的山地木麻黄是其改良目的之一。山地木麻黄人工林经营目标之一是生产纸浆等用材^[15, 16], 因此采用 8 a 轮伐期并用 1/2 轮伐期选择种源是适宜的。

上述分析表明所有测定生长性状在种源间有显著差异, 并且种源保存率均值有 25% 的极差, 同时保存率又是反映种源适应性的性状, 因此, 利用树高、胸径、单株材积和保存率对种源进行综合选择是可行的。表 3 是依据 5 年生树高、胸径、单株材积和保存率性状, 在等权重条件下, 估算的综合评定值大小, 并将参试种源进行了排序。考虑到我国首次开展山地木麻黄种源试验和保持种源的遗传多样性等因素, 筛选的入选率以大于 20% 为宜, 从表 3 看出, 综合评定值大于 0.6 的种源有 7 个, 相当于 25% 入选率 ($i = 1.271$), 因此, 以 25% 的入选率选择这些种源作为初步筛选的优良种源。可计算出选择后种源树高、胸径和单株材积的遗传增益, 分别是 16.08%, 22.73% 和 49.61%。

3 结语

(1) 4 个性状的方差分析结果表明, 树高、胸径、单株材积种源间均有显著差异, 而保存率在种源间无显著差异。5 年生树高种源遗传变异系数为 23.54%, 种源广义遗传力为 28.87%; 胸径的种源遗传变异系数为 35.78%, 广义遗传力为 24.98%, 单株材积的种源遗传变异系数为 84.76%, 广义遗传力为 21.21%。

(2) 以纸浆材为培育目的, 依据 5 年生树高、胸径、单株材积和保存率对参试种源进行综合评定, 有 7 个种源入选, 选择后种源树高、胸径和单株材积的遗传增益分别是 16.08%, 22.73% 和 49.61%, 这 7 个种源可作为进一步遗传改良的材料。

(3) 由于试验为单点试验数据, 对于种源 × 地点互作效应无法分析, 进一步开展多点试验数据分析是必要的。另外, 筛选出的优良种源主要来自山地木麻黄的唯一天然分布国印度尼西亚, 但也有部分种源来自非天然分布国, 因此对“次生种源”材料的收集与引进也应给予足够的重视。

参考文献:

- [1] 王豁然, 郑勇奇, 王维辉. 7 种木麻黄的引种生长表现及其在我国应用潜力的研究[J]. 林业科学, 1992, 28(4): 343~348
- [2] 仲崇祿, 周文龙. 海南岛东部地区木麻黄树种/种源试验[A]. 见: 洪菊生. 澳大利亚阔叶树种研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 243~ 250
- [3] 仲崇祿, 陈祖沛. 华南地区山地木麻黄引种试验[J]. 广东林业科技, 1995, 11(3): 46~ 49
- [4] 仲崇祿, 白嘉雨. 山地木麻黄家系遗传参数估算与优良家系评选[J]. 林业科学研究, 1998, 11(4): 361~ 369
- [5] 仲崇祿. 木麻黄遗传变异规律的研究(博士论文)[D]. 广州: 中国林业科学研究院热带林业研究所, 2000
- [6] 仲崇祿, 施纯淦, 王维辉, 等. 华南地区山地木麻黄种源试验与筛选[J]. 林业科学, 2002, 38(6): 58~ 65
- [7] Midgley S J, Turnbull J W, Johnston R D. Casuarina Ecology, Management and Utilization [M]. CSIRO, Melbourne, 1983. 102~ 106
- [8] Pinyopusarek P, Turnbull J W, Midgley S J. Recent Casuarina Research and Development [M]. CSIRO, Canberra, 1996. 33~ 40
- [9] El-Lakany M H, Turnbull J W, Brewbaker J L. Advances in Casuarina Research and Utilization[M]. DDC & AUC. Cairo, 1990. 202~ 212

- [10] Zhong Chonglu. Casuarina species and provenance trial on Hainan Island, China [A]. In: EFLakany P H, Turnbull J W, Brewbaker J L. Advances in Casuarina Research and Utilization[M]. DDC & AUC, Cairo, 1990. 32~ 39
- [11] Zhong Chonglu, Bai Jiayu. Introduction trials of casuarina trees in southern China[A]. In: Pinyopusarek K, Turnbull J W, Midgley S J. Recent Casuarina Research and Development[M]. CSIRO, Canberra, 1996. 191~ 195
- [12] 高惠璇, 耿直, 李贵斌, 等. SAS 系统 SAS/STAT 软件使用手册[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997
- [13] 马育华. 植物育种的量遗传学基础[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982
- [14] 洪伟. 多目标决策在林业中的应用[J]. 林业勘察设计, 1987, 14(2): 40~ 46
- [15] 詹怀宇, 岳保珍. 木麻黄纤维特性和制浆漂白性能的初步研究[J]. 中国造纸, 1998, 17(6): 38~ 43
- [16] Namprasert P, Abhijatabutr A. Kraft pulping of *Casuarina junghuhniana* Miq[A]. In: Proceedings of the Forestry Conference[C]. Royal Forest Department, Forest Product Section, 1983. 32~ 45

Provenance Trials of 5-year-old *Casuarina junghuhniana* at Dianbai, Guangdong, China

LIN Shi-quan¹, ZHONG Chong-lu², BAI Jia-yu²

(1 Dianbai Forest Disease and Insect Prevention and Quarantine Center, Dianbai 525400, Guangdong, China;

2 Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

Abstract: A provenance trial of *Casuarina junghuhniana* was established at Dianbai, Guangdong Province in southern China. All the 28 seedlots of seeds came from Australian Tree Seed Centre. A complete randomized block design was employed with 16 trees per plot and 4 replicates. From 1 to 5 years old, tree heights (H) and diameters at breast height (DBH) were measured, the single tree volume (V) and tree survival percentage (S) were calculated. The results at 5 years old provenances showed that there were significant differences in tree height, DBH and single tree volume among provenances, which indicated that those provenances were genetic variation in tree growth indexes. Provenance genetic variation coefficient (GCV) and broad heritability (H^2) were estimated, GCV was 23.54% in tree height, 35.78% in DBH and 84.76% in single tree volume, and H^2 were 28.87% in tree height, 24.98% in DBH and 21.21% in single tree volume. Using H, DBH, V and S of 5 years old provenances, by Multiple Objective Strategic Decision Analysis method, the provenances were optimized and ranked. For the purpose of high timber yield in plantation, the selected provenance rate was 25% of the total seedlots in the trials. Seven seedlots, 19240, 17877, 17878, 19491, 19489, 19490 and 13950, were screened out as better provenances. After selecting, the provenance genetic gains were 16.08% in tree height, 22.73% in DBH and 49.61% in single tree volume.

Key Words: *Casuarina junghuhniana*; provenance trial; genetic variation parameter