

不同种源黑黄檀在海南岛引种的早期测定及适应性分析*

田蜜^{1,2} 曾祥全^{1,2} 杜丽敏¹
郭霞^{1,2} 黄国宁¹ 史丹妮¹(1. 海南省林业科学研究院 / 海南省红树林研究院, 海南海口 571100;
2. 海南省热带林业资源监测与应用重点实验室(筹), 海南海口 571100)

摘要 为了研究黑黄檀 *Dalbergia fusca* 在海南引种的适应性及稳定性, 筛选早期生长性状优良的种源, 为后续引种造林提供一定的试验依据。以云南澜沧、景谷、景洪 3 个种源材料, 分别在海南海口云龙、定安龙州、屯昌枫木、乐东尖峰营造试验林, 对其 1 年生成活率、地径、株高生长性状进行联合分析, 结果表明, 各试验点间的地径、株高均达到极显著水平差异 ($P < 0.01$), 地径性状的种源 \times 试验点互作效应明显, 株高性状的种源 \times 试验点交互作用则较小。引种的黑黄檀在乐东尖峰的生长速度较快, 适应性较强, 可作为黑黄檀在海南引种栽培的首选区域。

关键词 黑黄檀; 种源; 引种

中图分类号: S792 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2021) 03-0098-06

Testing and Adaptability of *Dalbergia fusca* at Early Stage from Different Provenances and Its Introduction Performance in HainanTIAN Mi^{1,2} ZENG Xiangquan^{1,2} DU Limin¹
GUO Xia^{1,2} HUANG Guoning¹ SHI Danni¹

(1. Hainan Academy of Forestry/ Hainan Academy of Mangrove, Haikou, Hainan 571100, China; 2. Key Laboratory of Tropical Forestry Resources Monitoring and Application of Hainan(Preparation), Haikou, Hainan 571100, China)

Abstract In order to study the growth adaptability and stability of Lancang, Jinggu and Jinghong provenance of *Dalbergia fusca* in different sites in Hainan, the early superior provenance were preliminarily selected to provide certain experimental basis for subsequent introduction and afforestation. In this study, the survival rate, ground diameter and tree height of provenance testing for 1-year-old *D. fusca* were investigated and analyzed in Yunlong, Longzhou, Fengmu and Jianfeng in Hainan. There were significant provenance variations in ground diameter and tree height of *D. fusca* within experimental sites ($P < 0.01$). There were significant differences in the correlation of ground diameter traits among the four site combinations, showed that the interaction effect of provenance \times site was obvious. The interaction effect of tree height of provenance \times site was not obvious. The average growth rate and adaptation of the introduced provenances in Jianfeng was the best, so it could be used as the excellent area for introduction and cultivation of *D. fusca* in Hainan.

Key words *Dalbergia fusca*; provenance; introduction

* 基金项目: 海南省省属科研院所技术开发专项 (KYYS-2019-13)。

第一作者: 田蜜 (1985—), 女, 高级工程师, 主要从事珍稀濒危树种保育等研究, E-mail: tianmi1689@126.com。

通信作者: 曾祥全 (1971—), 男, 高级工程师, 主要从事珍稀濒危树种保育、木材鉴定等研究, E-mail: zqx708@163.com。

黑黄檀 *Dalbergia fusca* 为蝶形花科 Papilionaceae 黄檀属植物，又名版纳黑檀，是黑酸枝木类珍贵红木树种之一。黑黄檀原产于我国云南，越南、缅甸也有分布^[1]，有较强的适应性和抗逆性、耐旱、耐瘠薄，木材红色，坚硬致密。由于黑黄檀原生境破碎化和散失^[2-3]，其种群过小，现存林分多为小面积的稀疏块状或点状分布，已被列为《国家重点保护野生植物名录（第一批）》的Ⅱ级保护植物，也是 IUCN 红色名录中近危树种^[4-5]。目前，黑黄檀的木材供需矛盾日益突出，通过在国内适宜地区引种栽培黑黄檀人工林是缓解该矛盾的重要途径。海南岛为热带季风海洋性气候，与原产地气候接近，在海南开展黑黄檀引种栽培试验，对推动黑黄檀引种工作，缓解木材供需矛盾具有重要意义。本研究以来源于云南的 3 个黑黄檀种源种子为材料，将培育出的实生苗在海南海口、定安、屯昌、乐东等地开展引种栽培试验，调查其造林成活率和地径、树高等苗木生长情况，分析不同种源黑黄檀在海南不同试验点的生长差异和适应性，初步选择早期适宜在海南生长的黑黄檀种源和适宜种植区域，为后续引种、造林工作提供一定试验依据。

1 材料与方 法

1.1 黑黄檀原产地及引种地概况

黑黄檀在我国主要分布于云南西南部的西双版纳、普洱等地，属南亚热带季风气候类型，年均温 17~23 ℃，年降水量 1 000~1 500 mm^[3]；海南属热带季风气候，年均温 22.5~25.6 ℃，年降水量 1 000~2 500 mm。两地的地理气候条件较为相似，均光热充足，雨量充沛。

本试验中，将云南澜沧、景谷、景洪 3 个黑黄檀种源，分别引种至海南海口云龙、定安龙州、屯昌枫木、乐东尖峰 4 个试验点种植。原产地、引种地基本情况见表 1、2。

1.2 试验材料

海南省林业科学研究院于 2019 年 1—2 月，分别从云南澜沧、景谷、景洪采集黑黄檀种子，采回后在海南省林业科学研究院海口云龙基地培育营养袋苗，6 个月后造林。

云南澜沧种子采集地为天然分布的黑黄檀种群，平均胸径 25.3 cm，平均树高 17.9 cm，未见幼苗，周围伴有红木荷 *Schima reinw*、银柴 *Aporosa dioica*、中平树 *Macaranga denticulata*、山稔野

表 1 黑黄檀原产地概况

Tab. 1 Original information of *Dalbergia fusca*

种源地 Provenance	海拔 /m Elevation	年均温 /℃ Annual average temperature	年降水量 /mm Annual rainfall	土壤类型 Soil type	土壤 pH Soil pH
澜沧 Lancang	1 305	19.2	1 624	砖红壤 Laterite	5.24
景谷 Jinggu	1 017	22.1	1 354	砖红壤 Laterite	5.51
景洪 Jinghong	1 008	22.6	1 136	砖红壤 Laterite	5.16

表 2 各试验点的地理气候条件

Tab. 2 Soil types and climatic factors of the test sites

试验点 Site	海拔 /m Elevation	年均温 /℃ Annual average temperature	年降水量 /mm Annual rainfall	土壤类型 Soil type	土壤 pH Soil pH
海口云龙 Yunlong, Haikou	32	24.4	1 816	砖红壤 Laterite	5.00
定安龙州 Longzhou, Ding'an	41	24.0	1 953	砂质黏壤土 sandy clay loam	5.21
屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	180	23.4	2 180	砂质壤土 sandy loam	4.87
乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	106	23.0	1 150	壤质砂土 Loamy sand	5.64

牡丹 *Rhodomyrtus tomentosa*、粽叶芦 *Thysanolaena maxima*、云南毛蕨 *Cyclosorus yunnanensis* 等。

云南景谷种子采集地分布天然黑黄檀种群,共23株,平均胸径12.9 cm,平均树高9.3 m,周围植被有思茅松 *Pinus kesiya*、假烟叶树 *Solanum verbascifolium*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、槟榔青 *Spondias pinnata*、大果榕 *Ficus auriculata*、高山蒲葵 *Livistona carinus*、中平树 *Macaranga denticulata* 等。

云南景洪种子采集地天然分布小片黑黄檀种群,共10株,平均胸径24.7 cm,平均树高20 m,周围自然落种幼苗数十株,林分内有山合欢 *Albizia kalkora*、榕树 *Ficus microcarpa*、密花树 *Rapanea neriifolia*、黑格 *Albizia odoratissima*、水锦树 *Wendlandia uvariifolia*、艳山姜 *Alpinia zerumbet*、算盘子 *Glochidion puberum* 等。

1.3 整地造林

2019年9月,在海南具有区域代表性的海口云龙、定安龙州、屯昌枫木、乐东尖峰4个试验点开展造林试验。对试验林地进行人工砍杂,清除地面的杂灌,采用块状整地方式,种植株行距3 m×3 m,挖穴规格为40 cm×40 cm×40 cm,种植前每穴施500 g有机肥、250 g缓释复合肥作为基肥,然后回填表土。由于幼林生长快,易出现风倒现象,种植后将幼树主干用竹竿固定,防止苗木倒伏。造林后对黑黄檀林分进行修枝、施肥等常规抚育。

1.4 试验设计

在每一试验点采用完全随机区组试验设计^[6],设置3个小区,3个种源在每一小区内分别种植15株。造林1个月后调查造林成活情况,以后每隔3个月调查每一试验点黑黄檀的株高和地径。

1.5 数据分析及处理

数据处理用Excel 2010和SPSS 21.0软件,对林木生长性状进行方差分析及LSD法多重比较。

2 结果与分析

2.1 黑黄檀生长性状差异分析

2.1.1 引种地各种源成活率 黑黄檀造林1个月后,平均成活率达93.0%,林分保存率较好。3个种源中,澜沧种源的平均成活率最高,达97.5%;景谷种源的平均成活率较低,为90.1%。4个试验点中,枫木试验点的林分株数平均成活率最高,

为97.8%;尖峰试验点最低,为85.0%。

表3 黑黄檀引种造林保存率 %

Tab.3 The afforestation retention rate of *Dalbergia fusca*

地点 Site	澜沧 Lancang	景谷 Jinggu	景洪 Jinghong	平均 Average
海口云龙 Yunlong, Haikou	100	93.8	93.8	95.8
定安龙州 Longzhou, Ding'an	100	86.7	93.3	93.3
屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	100	100	93.3	97.8
乐东尖峰 Ledong, Jianfeng	90.0	80.0	85.0	85.0
平均 Average	97.5	90.1	91.4	93.0

2.1.2 不同试验点间地径生长差异 1年生地径方差分析发现,种源间地径平均生长量差异不显著,地径平均生长量由高到低为景洪种源(1.36 cm)>澜沧种源(1.31 cm)>景谷种源(1.26 cm)(表4)。

4个试验点间黑黄檀的地径平均生长量差异极显著($P<0.01$),最好的为尖峰试验点,达1.46 cm,比各点平均值(1.31 cm)高11.5%;最差的为云龙试验点(1.16 cm)。进一步经LSD多重比较结果见表5,可看出,尖峰试验点和枫木试验点间差异不显著,这两个试验点与龙州试验点、云龙试验点差异达显著或极显著水平。

种源和试验点间互作效应明显($P<0.01$),表明随着种植生境的改变,地径生长受到较大影响。

2.1.3 不同试验点间株高生长差异 由表6-7可知,种植1年后,种源间株高平均生长量差异不显著,分别为120.47、121.60、122.22 cm。

在4个试验点中,不同试验点的株高平均生长量差异极显著($P<0.01$),尖峰试验点各种源的株高平均生长量为最高(141.12 cm),比各点平均值(121.43 cm)高16.2%;云龙试验点最低(87.46 cm)。进一步LSD多重比较可知(表7),尖峰试验点和龙州试验点间差异不显著,这两个试验点与枫木试验点、云龙试验点差异达显著或极显著水平。

种源和试验点间互作效应不显著,表明随着种植生境的改变,株高生长受其影响较小。

表 4 黑黄檀地径平均生长量
Tab.4 The ground diameter average increment of *Dalbergia fusca*

cm

地点 Site	澜沧 Lancang	景谷 Jinggu	景洪 Jinghong	平均 Average
海口云龙 Yunlong, Haikou	1.37 ± 0.16	0.86 ± 0.10	1.24 ± 0.13	1.16
定安龙州 Longzhou, Ding'an	1.11 ± 0.09	1.11 ± 0.11	1.49 ± 0.09	1.24
屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	1.29 ± 0.03	1.49 ± 0.02	1.34 ± 0.05	1.37
乐东尖峰 Ledong, Jianfeng	1.46 ± 0.12	1.55 ± 0.07	1.38 ± 0.02	1.46
平均 Average	1.31	1.25	1.36	1.31

注：数值为均值 ± 标准差 (n=3)。

Note: values represent mean of replicates ± standard deviation (n=3) .

表 5 不同试验点地径多重比较
Tab.5 ANOVA multiple comparisons of ground diameter in different site

试验点 I Site	试验点 J Site	均值差值 (I-J) Mean value difference	标准误差 Standard error	Sig.	95% 置信区间 95% Confidence interval	
					下限 Lower value	上限 Upper value
	定安龙州 Longzhou, Ding'an	-0.08	0.05	0.15	-0.19	0.03
海口云龙 Yunlong, Haikou	屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	-0.22*	0.05	0.00	-0.33	-0.11
	乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	-0.31*	0.05	0.00	-0.42	-0.20
	海口云龙 Yunlong, Haikou	0.08	0.05	0.15	-0.03	0.19
定安龙州 Longzhou, Ding'an	屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	-0.14*	0.05	0.02	-0.25	-0.03
	乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	-0.23*	0.05	0.00	-0.34	-0.12
	海口云龙 Yunlong, Haikou	0.22*	0.05	0.00	0.11	0.33
屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	定安龙州 Longzhou, Ding'an	0.14*	0.05	0.02	0.03	0.25
	乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	-0.09	0.05	0.10	-0.20	0.02
	海口云龙 Yunlong, Haikou	0.31*	0.05	0.00	0.20	0.42
乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	定安龙州 Longzhou, Ding'an	0.23*	0.05	0.00	0.12	0.34
	屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	0.09	0.05	0.10	-0.02	0.20

注：* 表示不同试验点的地径在 0.05 水平上差异显著。

Note: * indicates the ground diameter of different site was significantly different at the 0.05 level.

表6 黑黄檀株高平均生长量

cm

Tab.6 The tree height average increment of *Dalbergia fusca*

地点 Site	澜沧 Lancang	景谷 Jinggu	景洪 Jinghong	平均 Average
海口云龙 Yunlong, Haikou	87.72 ± 10.45	86.81 ± 12.19	87.84 ± 8.00	87.46
定安龙州 Longzhou, Ding'an	140.46 ± 11.33	123.00 ± 10.72	143.89 ± 4.90	135.78
屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	106.55 ± 8.72	138.18 ± 2.30	119.37 ± 30.61	121.37
乐东尖峰 Ledong, Jianfeng	147.17 ± 7.35	138.40 ± 14.51	137.80 ± 7.23	141.12
平均 Average	120.47	121.60	122.22	121.43

注: 数值为均值 ± 标准差 (n=3)。

Note: values represent mean of replicates ± standard deviation (n=3).

表7 不同试验点株高多重比较

Tab.7 ANOVA multiple comparisons of tree height in different site

试验点 I Site	试验点 J Site	均值差值 (I-J) Mean value difference	标准误差 Standard error	Sig.	95% 置信区间 95% Confidence interval	
					下限 Lower value	上限 Upper value
	定安龙州 Longzhou, Ding'an	-46.88*	6.91	0.00	-61.15	-32.62
海口云龙 Yunlong, Haikou	屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	-30.39*	6.91	0.00	-44.65	-16.12
	乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	-51.00*	6.91	0.00	-65.27	-36.73
	海口云龙 Yunlong, Haikou	46.88*	6.91	0.00	32.62	61.15
定安龙州 Longzhou, Ding'an	屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	16.50*	6.91	0.03	2.23	30.77
	乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	-4.12	6.91	0.56	-18.38	10.15
	海口云龙 Yunlong, Haikou	30.39*	6.91	0.00	16.12	44.65
屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	定安龙州 Longzhou, Ding'an	-16.50*	6.91	0.03	-30.77	-2.23
	乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	-20.61*	6.91	0.01	-34.88	-6.35
	海口云龙 Yunlong, Haikou	51.00*	6.91	0.00	36.73	65.27
乐东尖峰 Jianfeng, Ledong	定安龙州 Longzhou, Ding'an	4.12	6.91	0.56	-10.15	18.38
	屯昌枫木 Fengmu, Tunchang	20.61*	6.91	0.01	6.35	34.88

注: * 表示不同试验点的株高在 0.05 水平上差异显著。

Note: * indicates the tree height of different site was significantly different at the 0.05 level.

2.2 抗逆性表现

试验林种植后尚未出现台风、低温等极端异常气候, 抗性还有待于继续观察。黑黄檀的苗期和幼林树冠顶部的嫩叶有卷叶蛾、蚜虫轻微食叶危害^[7], 可喷洒 75% 辛硫磷 1 000 倍液; 常见的病害是叶斑病, 在雨季蔓延比较迅速, 严重时整个叶片均显黑色, 致使叶子大量脱落, 但病害会自然消失, 并萌发新叶。病虫害抗性也需要进一步观察。

3 结论与讨论

从苗木成活率来看, 参试的澜沧、景谷、景洪 3 个种源黑黄檀的平均成活率达 93.0%, 表明其苗期生长适应性较强, 容易存活。

对 3 个种源黑黄檀的地径生长量、株高生长量指标之间的相关性分析发现, 海口云龙、定安龙州、屯昌枫木、乐东尖峰 4 个试验点间黑黄檀的地径生长量、株高生长量均达到极显著差异 ($P < 0.01$), 地径性状的种源 × 试验点互作效应明显, 株高性状的种源 × 试验点交互作用较小。

4 个试验点中, 乐东尖峰试验点黑黄檀的总体生长表现要优于其他试验点, 究其原因, 可能是由于乐东尖峰的光热水等自然条件与原产地更为接近, 有利于黑黄檀的生长, 可作为黑黄檀在海南引种栽培的首选区域, 该地区适宜推广种源为澜沧、景谷。

黑黄檀是珍贵的红木类用材树种, 采种繁殖、人工造林是保护和拯救黑黄檀的有效方法, 也是保护其种群的有效措施, 可为黑黄檀的种群恢复

提供后备资源^[2]。黑黄檀生长周期较长, 引种后的林分生长情况和木材材质均应作为重要的评估指标^[8]。但在幼林阶段, 仅能对成活率、地径、株高等衡量苗木生长优劣的主要指标进行初步分析^[9], 后期应持续观测, 并结合材性性状进行适应性和优良种源选择, 促进黑黄檀在海南的推广种植。

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: 第40卷[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 119.
- [2] 张辉, 王立新, 付强, 等. 澜沧江中下游黑黄檀种群结构及保护对策[J]. 西南林学院学报, 2010, 30(1): 25-28.
- [3] 曾祥全, 田蜜, 黄国宁, 等. 濒危植物黑黄檀集中分布区种群现状[J]. 南方林业科学, 2020(4): 20-23.
- [4] 傅立国, 金鉴明. 中国植物红皮书稀有濒危植物[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 512.
- [5] 国家林业局. 国家重点保护野生植物名录(第一批)[R]. 北京: 国家林业局办公室, 1999.
- [6] 林清锦. 闽南低海拔山地大果紫檀种源引种试验[J]. 林业与环境科学, 2019, 35(6): 32-37.
- [7] 刘倩丽. 降香黄檀黑痣病分子诊断、发生规律及无公害防治研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2015.
- [8] 韩东苗, 梁远楠, 张丽君, 等. 9种金花茶组植物在肇庆地区引种的早期评价[J]. 林业与环境科学, 2018, 36(4): 95-100.
- [9] 徐放, 张卫华, 杨晓慧, 等. 红椎2代种子园半同胞子代苗生长差异分析[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(5): 28-33.