

容器规格、肥料类型和育苗基质对交趾黄檀苗木生长的影响^{*}

韩东苗 梁承坚 陈 安 陈水莲
程照明 谭瑞坤 赵苗菲 林 宁

(肇庆市林业科学研究所, 广东 肇庆 526020)

摘要 为筛选适合培育交趾黄檀的育苗容器规格、肥料类型及育苗基质, 探讨适合交趾黄檀 *Dalbergia cochinchinensis* 苗木分级的方法和标准, 采用容器规格、肥料类型、育苗基质 3 因素 3 水平正交试验, 以及常规育苗方法开展苗木培育, 测定 8 月龄苗高 (H)、地径 (D)、冠幅、主根长、地上和地下部分质量、苗木高径比、茎根比及全株鲜质量, 应用主成分分析法确定交趾黄檀苗木分级指标, 利用逐步聚类法建立交趾黄檀苗木分级标准。结果表明: 交趾黄檀苗木在 6—8 月之间生长最快, 不同容器规格、肥料类型及育苗基质培育的交趾黄檀幼苗生长表现存在显著差异 ($p < 0.05$)。其中, 表现最优的组合为 $A_2B_3C_1$, 即 15 cm × 15 cm 容器规格、5% 有机肥、70% 黄心土 + 30% 枝叶碎渣。苗高、地径 2 个性状的主成分贡献率分别为 68.34%、16.34%, 累积方差贡献率为 84.68%。因此, 苗高和地径可作为 8 月龄交趾黄檀苗木分级指标, 其苗木分级标准为: I 级苗: $H \geq 90.4$ cm, $D \geq 0.903$ cm; II 级苗: 90.4 cm $> H \geq 68.1$ cm, 0.903 cm $> D \geq 0.615$ cm; III 级苗: $H < 68.1$ cm, $D < 0.615$ cm。

关键词 交趾黄檀; 容器规格; 肥料类型; 育苗基质; 苗木分级

中图分类号: S723.1 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2022) 05-0151-07

Effects of Container Sizes, Fertilizer Type and Seedling Substrate on Growth of *Dalbergia cochinchinensis* Seedling

HAN Dongmiao LIANG Chengjian CHEN An CHEN Shuilian
CHENG Zhaoming TAN Ruikun ZHAO Miaofoi LIN Ning

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

Abstract To screen the seedling container sizes, fertilizer types, and seedling substrates suitable for the cultivation of *Dalbergia cochinchinensis*, and to explore the methods and standards suitable for the classification of *D. cochinchinensis* seedlings, the container sizes, fertilizer types, and seedling substrates were used. Three-factor and three-level orthogonal experiments and conventional seedling methods were used to carry out seedling cultivation. The height (H), ground diameter (D), crown width, main root length, above and below ground parts quality, seedling height-diameter ratio, stem-root ratio, and fresh weight of the whole plant of 8-month-old seedlings were measured. Principal component analysis was used to determine the classification index of *D. cochinchinensis* seedlings. The grading standard of *D. cochinchinensis* seedlings was established by the stepwise clustering method. The results showed that *D. cochinchinensis* seedlings grew fastest from June to August, and

^{*} 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2019KJCX041), 怀集县农村科技特派员工作站。

第一作者: 韩东苗 (1991—), 女, 工程师, 主要从事林木育种与森林培育工作, E-mail: 32686632@qq.com。

通信作者: 梁承坚 (1965—), 男, 高级工程师, 主要从事林木培育及林业规划设计工作, E-mail: lchjzq@163.com。

there were significant differences in the growth performance of *D. cochinchinensis* seedlings cultivated with different container sizes, fertilizer types, and nursery substrates ($P < 0.05$). Among them, the best combination is A2B3C1, that is, 15 cm $\times$ 15 cm container size, 5% organic fertilizer, 70% yellow soil+30% branch and leaf debris. The principal component contribution rates of seedling height and ground diameters were 68.34% and 16.34% respectively, and the cumulative variance contribution rate was 84.68%. Therefore, the seedling height and ground diameter can be used as the grading index of 8-month-old *D. cochinchinensis* seedlings. The seedling grading standard is: Grade I seedlings: $H \geq 90.4$ cm, $D \geq 0.903$ cm; grade II seedlings: 90.4 cm $> H \geq 68.1$ cm, 0.903 cm $> D \geq 0.615$ cm; grade III seedlings: $H < 68.1$ cm, $D < 0.615$ cm.

Key words *Dalbergia cochinchinensis*; container sizes; fertilizer type; seedling substrates; seedling grading

交趾黄檀 *Dalbergia cochinchinensis* 属豆科黄檀属, 俗称“大红酸枝”、“老挝红酸枝”、“老红木”等, 主产于东南亚地区, 其木材在国家标准《红木》(GB/T 18107-2000) 中被归为红酸枝木类^[1], 是一种具备光泽、高强度、耐腐蚀、加工性能好的名贵红木木材, 国内主要将其作高档家具、装饰单板、工艺雕刻、乐器等用途。目前市场上流通的交趾黄檀木材皆来自于天然林, 木材资源稀缺, 我国所需木材全部依赖进口, 市场需求大^[2-3]。

目前, 有关交趾黄檀树种的研究较少, 主要集中在木材构造和心材化学成分的研究以及木材的鉴定^[4-6]、引种^[7-8]、苗木培育^[9-10]等方面, 关于对交趾黄檀育苗基质的筛选研究尚鲜见报道。随着我国珍贵用材林基地建设的实施, 我国对珍贵树种苗木数量和质量的要求不断提高, 而育苗容器规格和育苗基质配方是提高苗木质量的重要因素^[11], 育苗容器规格影响苗木根系对土壤养分和水分的吸收, 进而影响苗木的生长和形态特征; 育苗基质配比也影响苗木各项生长、生理指标^[12-13]。虽然国内外对许多树种开展了育苗容器、基肥类型、育苗基质等不同育苗条件的试验研究, 但不同树种适合的育苗容器、基肥类型、育苗基质往往不同, 且交趾黄檀苗期分化较为严重, 为了提高交趾黄檀苗木质量和后期造林效果, 本文从育苗容器规格、基肥类型、育苗基质 3 个方面开展交趾黄檀育苗试验研究, 旨在选出最优的育苗方法, 提高苗木质量。同时, 由于受到种植区域气候和土壤条件的影响, 交趾黄檀苗木在不同地区生长性状表现存在差异, 则采用逐步聚类法^[14]对常规方法培育的交趾黄檀 8 月龄苗木进行苗木分

级, 并结合肇庆地区的生产实际制定可供当地参考的种苗分级标准, 为交趾黄檀苗木规范化、标准化生产及提高造林成效提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地处于肇庆市林业科学研究所南方珍贵树种良种选育科技推广转化基地内, 位于肇庆市高要区东南部的蛟塘镇金龙水库畔, 其地理位置为 112°36'E, 22°59'N, 属南亚热带季风气候, 年平均气温 22.0℃, 极端最高气温 39.4℃, 极端最低气温 -2.3℃, 无霜期 350 d, 年平均降雨量 1 647.9 mm, 海拔 35~60 m。土壤属山地赤红壤, 土层厚 80 cm 以上。常见植被有白花鬼针草 *Bidens alba*、臭草 *Melica scabrosa*、芒草 *Epimere-di indica* 等。

1.2 试验材料

供试交趾黄檀种子采自肇庆市祥龙珍贵树种基地人工林。2021 年 3 月将千粒重 35.71 g 的交趾黄檀种子用 0.5% 的高锰酸钾溶液浸泡消毒 30 min, 再用 50℃ 温水浸泡 12 h, 清水洗净、除杂后撒播于已消毒的沙床上, 用沙土覆盖 2 cm, 苗床搭建白色塑料膜, 以保温保湿。

1.3 试验方法

供试育苗容器均为无纺布育苗袋, 规格有 3 种: 12 cm $\times$ 12 cm (直径 7 高 9)、15 cm $\times$ 15 cm (直径 9 高 11)、17 cm $\times$ 17 cm (直径 11 高 13); 肥料类型有 3 种: 磷肥 (钙镁磷肥, 含 P_2O_5 12%)、复合肥 (N- P_2O_5 - K_2O =15-15-15 $\geq$ 45%)、有机肥 (发酵鸡粪, 有机质含量 $\geq$ 45%), 比例按质量比称取; 育苗基质有 3 种: 70% 黄心土+30% 枝叶

碎渣、70% 黄心土 +30% 木糠、70% 黄心土 +30% 泥炭土，按体积比配制。试验采用 3 因素 3 水平的正交设计，按正交表 $L_9(3^4)$ 进行试验（表 1），每个处理 30 株，重复 3 次。

20 d 后，幼苗长出 3 片真叶时，选取生长均匀、健康、苗高约 5 cm 的小苗移栽到已配好基质的容器中；另外再将苗床剩余苗木移栽到普通育苗基质（黄心土 + 磷肥）的塑料营养袋（直径 11 高 13）。采取常规育苗方法进行日常管护，包括淋水、除草、追肥等技术措施。

1.4 项目测定

上袋 2 个月（2021 年 6 月）、4 个月（2021 年 8 月）、6 个月（2021 年 10 月）、8 个月（2021 年 12 月）后，每个处理抽取 10 株苗木进行苗高、地径测量，用卷尺测量苗高（精确到 0.1 cm），用游标卡尺测量地径（精确到 0.001 cm）。

2021 年 12 月中旬，随机抽取 8 月龄的普通基质育苗苗木 150 株（3 次重复，每个重复 50 株），用卷尺测量苗高、冠幅、主根长（精确到 0.1 cm），用游标卡尺测量地径（精确到 0.001 cm），小心去除苗木容器，冲洗干净，采用称重法测定苗木地上部分质量、地下部分质量、全株鲜质量，并计算高径比 = 苗高 / 地径；茎根比 = 地上部分质量 / 地下部分质量^[15]。

1.5 数据分析

Microsoft Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件对正交设计试验进行方差分析和多重比较，对 150 株苗木的 9 个生长性状数据进行统计分析，筛选

出分级指标，采用的精度公式为 $P = (1 - S_x / \bar{X}) \times 100\%$ ，其中 S_x 为标准误， $\bar{X}$ 为平均值。应用逐步聚类方法进行苗木分级，确定分级标准。

2 结果与分析

2.1 不同处理交趾黄檀苗木苗高、地径生长变化

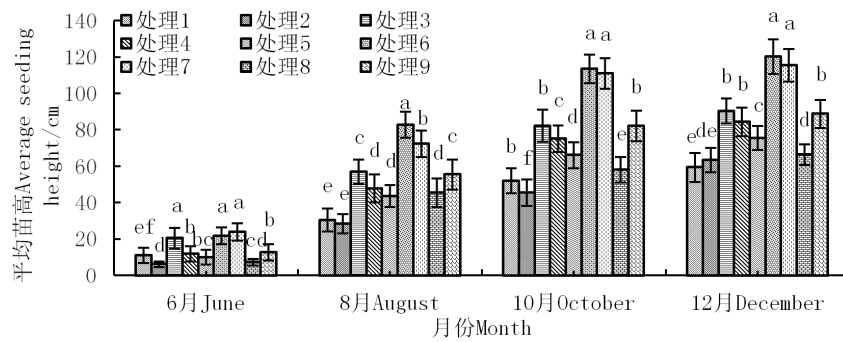
从图 1 可以看出，不同处理的苗木苗高随着时间的变化均呈现逐渐增长的趋势，上袋 2、4、6、8 个月后，9 组处理苗木的平均苗高分别为 13.8、51.4、76.1、84.9 cm，即交趾黄檀苗木在 6—8 月生长最快，平均苗高生长量达到 37.6 cm，其中处理 6 平均苗高生长量高达 61.1 cm。上袋 2 个月后各个处理苗高开始出现显著差异 ($p < 0.05$)，从苗木不同生长阶段来看，不同处理平均苗高大小排序总体为：处理 6 > 处理 7 > 处理 3 > 处理 9 > 处理 4 > 处理 5 > 处理 8 > 处理 1 > 处理 2，其中处理 6、处理 7 平均苗高显著高于其他处理 ($p < 0.05$)。上袋 8 个月后，处理 6 平均苗高最大，其次为处理 7，平均苗高分别为 120.2、115.5 cm；处理 1 平均苗高最小，仅为 59.3 cm。

从图 2 可以看出，9 组处理的苗木地径随着时间的变化均呈现逐渐增长的趋势，从苗木不同生长阶段来看，9 组处理之间苗木地径皆存在显著差异 ($p < 0.05$)，上袋 4、6 个月后，不同处理苗木平均地径大小排序总体为：处理 6 > 处理 7 > 处理 9 > 处理 4 > 处理 5 > 处理 3 > 处理 8 > 处理 1 > 处理 2，其中处理 6、处理 7 平均地径显著高于其他处理 ($p < 0.05$)；上袋 8 个月后，不同处理平均地径

表 1 交趾黄檀苗木生长正交试验组合设计

Table 1 Orthogonal experimental combination design of growth of *Dalbergia cochinchinensis* seedlings

组合 Combination	因素 Factor		
	容器规格 Container size	肥料类型 Fertilizer type	育苗基质 Seedling substrate
A ₁ B ₁ C ₁	12 cm × 12 cm	2% 磷肥	70% 黄心土 +30% 枝叶碎渣
A ₁ B ₂ C ₂	12 cm × 12 cm	1% 复合肥	70% 黄心土 +30% 木糠
A ₁ B ₃ C ₃	12 cm × 12 cm	5% 有机肥	70% 黄心土 +30% 泥炭土
A ₂ B ₁ C ₂	15 cm × 15 cm	2% 磷肥	70% 黄心土 +30% 木糠
A ₂ B ₂ C ₃	15 cm × 15 cm	1% 复合肥	70% 黄心土 +30% 泥炭土
A ₂ B ₃ C ₁	15 cm × 15 cm	5% 有机肥	70% 黄心土 +30% 枝叶碎渣
A ₃ B ₁ C ₃	17 cm × 17 cm	2% 磷肥	70% 黄心土 +30% 泥炭土
A ₃ B ₂ C ₁	17 cm × 17 cm	1% 复合肥	70% 黄心土 +30% 枝叶碎渣
A ₃ B ₃ C ₂	17 cm × 17 cm	5% 有机肥	70% 黄心土 +30% 木糠



注：不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，误差线代表标准差。

Note: different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$), and the error line represents the standard deviation.

图1 容器规格、肥料类型、育苗基质对交趾黄檀苗高生长的影响

Figure 1 Impact of container sizes, ground fertilizer type and seeding substrates on seeding height of *Dalbergia cochinchinensis*

大小排序为：处理6>处理9>处理5>处理7>处理3>处理4>处理8>处理1>处理2，即10—12月处理5和处理9苗木地径生长较处理7快，其中处理6平均地径最大，达1.056 cm，显著高于其他处理 ($p < 0.05$)；处理2地径最小，仅为0.686 cm。总体而言，从各个处理交趾黄檀苗高、地径生长表现来看，表现最优的组合为 $A_2B_3C_1$ ，即15 cm × 15 cm、5% 有机肥、70% 黄心土 + 30% 枝叶碎渣。

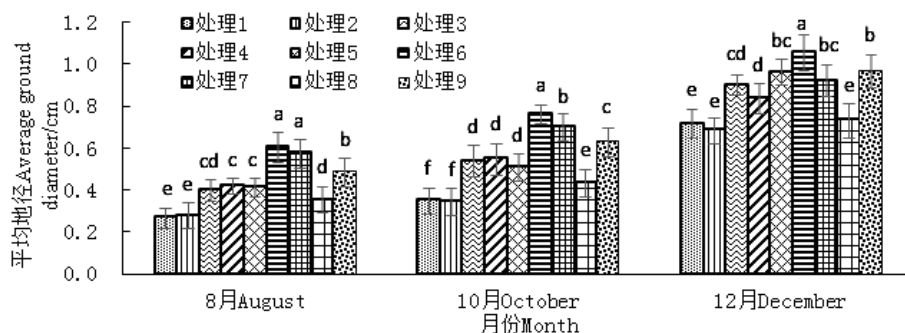
2.2 不同育苗容器、肥料类型、育苗基质对交趾黄檀苗木苗高、地径生长的影响

从表2可以看出，不同育苗容器、肥料类型、育苗基质对交趾黄檀苗木苗高、地径皆存在显著影响 ($p < 0.05$)，在不同因素不同水平的苗

高、地径均值方面，表现最好的3个水平分别为15 cm × 15 cm、5% 有机肥、70% 黄心土 + 30% 泥炭土，为最优水平组合 $A_2B_3C_3$ ，但该组合不在试验方案中，因此，应将最优水平组合 $A_2B_3C_3$ 与试验方案表（表1）中苗高、地径最大的水平组合 $A_2B_3C_1$ ，再做一次验证性试验。但在林业生产中，试验周期较长，同时，又考虑枝叶碎渣作为育苗基质成本较低，又可循环利用变废为宝，且保水性和透气性较好，在实际生产中，可直接选 $A_2B_3C_1$ 为最优水平组合，应用育苗容器规格为15 cm × 15 cm、肥料类型为5% 有机肥、育苗基质为70% 黄心土 + 30% 枝叶碎渣进行交趾黄檀育苗。

2.3 交趾黄檀苗木分级标准

2.3.1 苗木分级指标的确定 从表3可以看出，



注：不同小写字母表示差异显著 ($p < 0.05$)，误差线代表标准差。由于6月（上袋2个月后）9组处理的苗木地径皆较小，差异不明显，且测量误差较大，无需对其测量比较。

Note: different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$), and the error line represents the standard deviation. Because in June (2 months after bagging), the ground diameter of 9 groups of seedlings was small. The difference is not obvious, and the measurement error is large, so it is not necessary to measure and compare them.

图2 容器规格、肥料类型、育苗基质对交趾黄檀地径生长的影响

Figure 2 Impact of non-woven container sizes, ground fertilizer type and seeding substrates on seeding ground diameter of *Dalbergia cochinchinensis*

表 2 各试验因素对交趾黄檀生长的影响
Table 2 Impact of various experimental factors on the growth of *Dalbergia cochinchinensis*

因素 Factor	水平 Level	苗高 Seedling height		地径 Ground diameter	
		均值 /cm	<i>p</i>	均值 /cm	<i>p</i>
A 容器规格 Non-woven container size	12 cm × 12 cm	71.0 ± 4.3	0.01	0.769 ± 0.047	0.01
	15 cm × 15 cm	93.3 ± 4.5		0.953 ± 0.048	
	17 cm × 17 cm	90.2 ± 5.5		0.874 ± 0.023	
B 肥料类型 Fertilizer type	2% 磷肥	86.4 ± 3.3	0.01	0.826 ± 0.034	0.01
	1% 复合肥	68.4 ± 4.8		0.794 ± 0.041	
	5% 有机肥	99.8 ± 5.9		0.975 ± 0.053	
C 育苗基质 Seedling substrate	70% 黄心土 +30% 枝叶碎渣	82.0 ± 5.1	0.01	0.836 ± 0.048	0.01
	70% 黄心土 +30% 木糠	78.8 ± 3.8		0.831 ± 0.042	
	70% 黄心土 +30% 泥炭土	93.8 ± 4.2		0.929 ± 0.035	

交趾黄檀各性状苗木的精度（*P*）均在 95% 以上，符合制定苗木标准精度^[16]要求。为明确影响交趾黄檀苗木质量的主导因子，本文对交趾黄檀苗木苗高、地径、高径比、冠幅、主根长、地上部分质量、地下部分质量、茎根比及全株鲜质量 9 个性状进行主成分分析，得出交趾黄檀苗木不同性状的主成分特征值和贡献率（表 4），可知，苗高、地径 2 个性状的主成分贡献率分别为 68.34%、16.34%，累积方差贡献率为 84.68%，完全能代表原来 9 个指标所反映的苗木生长状况。因此，本文将苗高、地径作为 8 月龄交趾黄檀苗木分级的指标。

2.3.2 苗木分级 经 3 次聚类修订后样苗分级结果保持不变，从表 5 可看出，交趾黄檀苗木被分为 I、II、III 3 个等级，I 级苗： $H \geq 90.4$ cm, $D \geq 0.903$ cm；II 级苗： 90.4 cm $>H \geq 68.1$ cm, 0.903 cm $>D \geq 0.615$ cm；III 级苗： $H < 68.1$ cm, $D < 0.615$ cm。

表 5 交趾黄檀苗木分级
Table 5 Grading of *Dalbergia cochinchinensis* seedlings

苗木等级 Seedling grade	分级标准 Grading standards
I	$H \geq 90.4$ cm, $D \geq 0.903$ cm
II	90.4 cm $>H \geq 68.1$ cm 0.903 cm $>D \geq 0.615$ cm
III	$H < 68.1$ cm, $D < 0.615$ cm

3 结论与讨论

不同处理交趾黄檀苗木苗高随着时间的变化均呈现逐渐增长的趋势，在 6—8 月生长最快，这与韩东苗等^[17]研究得出 4 个印度黄檀 *Dalbergia sissoo* 种源苗木在 6—9 月生长最快结果相似，说明该时期属于交趾黄檀、印度黄檀等豆科黄檀属珍贵树种的快速生长阶段，在实际生产中可以根据交趾黄檀苗木生长特性，结合苗木培育所需，适当采取施肥、除草等技术措施，加强苗木管护，

表 3 交趾黄檀苗木各性状调查及精度检验
Table 3 Traits and precision tests of *Dalbergia cochinchinensis* seedlings

项目 Item	苗高 /cm Seedling height	地径 /cm Ground diameter	高径比 Height to diameter ratio	冠幅 /cm Crown width	主根长 /cm Taproot length	地上部分质量 /g Aboveground weight	地下部分质量 /g Underground weight	茎根比 Stem to root ratio	全株鲜质量 /g Total weight
$\bar{X}$	75.16	0.706	1.08	13.31	22.97	23.90	15.69	1.53	39.59
<i>S</i>	13.02	0.16	0.13	3.03	4.83	5.49	3.64	0.14	8.99
<i>S_x</i>	2.78	0.03	0.03	0.65	1.03	1.17	0.78	0.03	1.92
<i>P</i> /%	96.31	95.10	97.45	95.15	95.52	95.11	95.05	98.11	95.16

表 4 交趾黄檀苗木不同性状的主成分特征值、贡献率及累积贡献率

Table 4 Eigenvalues, contribution rates and cumulative contribution rates of principal components of *Dalbergia cochinchinensis* seedling traits

主成分 Principle	特征值 Eigenvalue	贡献率 / % Contribution rate	累积贡献率 / % Cumulative contribution rate
苗高 Seedling height	6.151	68.34	68.34
地径 Ground diameter	1.471	16.34	84.68
高径比 Height-to-diameter ratio	0.768	8.53	93.21
冠幅 Crown width	0.256	2.85	96.06
主根长 Taproot length	0.205	2.28	98.34
地上部分质量 Aboveground weight	0.101	1.13	99.47
地下部分质量 Underground weight	0.041	0.45	99.92
茎根比 Stem-to-root ratio	0.007	0.077	≈ 100.00
全株鲜质量 Total weight	1.307×10^{-16}	1.452×10^{-15}	≈ 100.00

以促进苗木生长。

对于苗木而言, 苗高和地径均是衡量苗木生长优劣的主要指标^[18]。良好的育苗基质能为苗木提供生长所需的养分和氧气, 促进其苗高和地径的生长^[19]。本研究得出不同育苗容器规格、肥料类型、育苗基质对交趾黄檀的苗高和地径均有显著影响, 其中采用育苗容器规格为 15 cm × 15 cm、肥料类型为 5% 有机肥、育苗基质为 70% 黄心土 + 30% 枝叶碎渣进行交趾黄檀育苗, 其生长性状表现最佳, 这与杨德军等^[20]的研究得出桢楠 *Phoebe zhennan* 容器苗培育的最佳肥料类型为 5% 有机肥结果一致, 因为将发酵后的鸡粪有机肥作为基肥添加到育苗基质中, 能够有效增加基质养分, 促进苗木生长。采用规格为 15 cm × 15 cm 的中等型育苗容器育苗效果较好, 本研究结果与徐玉梅等^[21]研究得出的容器规格为 12 cm × 15 cm 的印度黄檀苗木发育最佳结果相似, 一方面可以为交趾黄檀苗木的根系生长提供足够的养分和空间, 有利于根系的生长, 另一方面也节约了育苗成本。采用 70% 黄心土 + 30% 枝叶碎渣作为育苗基质, 枝叶碎渣不但具有较好的透水透气性能, 还能补

充土壤养分, 黄心土则粘性重, 对根系产生一定的保护作用, 还可减少水分流失, 因此, 在苗木生产上, 采用 2~3 种基质原料配比合理的复合基质, 可以发挥基质原料各自的优良性能, 提高育苗效果。

苗木质量由苗木各生长性状综合体现, 对苗木质量进行评价时, 测定指标越多就越能全面测评苗木质量^[22], 但在实际生产中, 如果对苗木所有生长性状进行测定, 将会增加工作量, 况且一些与根系有关的生长性状指标及生理指标很难进行测定。一般情况下, 苗木各器官间生长相对均衡, 苗木各生长性状之间存在一定的相关关系, 各生长性状指标所反映的信息存在重合性, 在简化苗木质量评价的情况下, 可适当选择具有代表性的主要指标进行分析评价^[17,23]。在珍贵树种苗木质量评价上, 多数选择苗高和地径作为苗木质量评价的重要指标^[2,24-25]。本文经过主成分分析得出苗高和地径累积方差贡献率达 84.68%, 说明这 2 项生长性状指标在交趾黄檀苗木质量评价中发挥关键作用, 而且直观易测, 故将其选为交趾黄檀苗木分级的质量指标。采用逐步聚

类法对交趾黄檀苗木进行苗木分级, 将 8 月龄交趾黄檀苗木分为 3 级, I 级苗: $H \geq 90.4$ cm, $D \geq 0.903$ cm; II 级苗: $90.4 \text{ cm} > H \geq 68.1$ cm, $0.903 \text{ cm} > D \geq 0.615$ cm; III 级苗: $H < 68.1$ cm, $D < 0.615$ cm。与罗明道等^[2]研究得出 10 月龄交趾黄檀苗木分级标准为 I 级苗: $H \geq 119.76$ cm, $D \geq 0.766$ cm; II 级苗: $119.76 \text{ cm} > H \geq 69.62$ cm, $0.766 \text{ cm} > D \geq 0.504$ cm; III 级苗: $H < 69.62$ cm, $D < 0.504$ cm; 周双清等^[26]研究得出 6 月龄降香黄檀苗木分级标准为 I 级苗: $H \geq 60.2$ cm, $D \geq 0.41$ cm; II 级苗: $60.2 \text{ cm} > H \geq 41.72$ cm, $0.41 \text{ cm} > D \geq 0.19$ cm; III 级苗: $H < 41.72$ cm, $D < 0.19$ cm 结果相似。I 级、II 级苗为合格苗, 达到了出圃的要求, 可以对其进行炼苗, 使其定植后能够迅速适应露地的不良环境条件, III 级苗还需要继续留圃培育, 以达到规定的标准。除此之外, 苗木出圃时壮苗的选择还需综合考虑苗木的通直, 有无病虫害及机械损伤。由于立地条件不同苗木质量存在差异, 可根据当地的具体情况确定苗木分级标准。

参考文献

- [1] 国家质量技术监督局. 红木: GB/T 18107-2017[S]. 北京: 国家标准出版社, 2017.
- [2] 罗明道, 洪舟, 李科, 等. 交趾黄檀 1 年生容器苗分级标准研究[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(2): 76-82.
- [3] 吴培衍, 张荣标, 张金文. 红木树种新贵: 交趾黄檀[J]. 福建热作科技, 2016, 41(4): 51-54.
- [4] 魏鑫, 秦志永, 陈复明, 等. 4 种东南亚黄檀属红木的表面润湿性能[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(6): 240-244.
- [5] 孟晓伟. 降香和交趾黄檀心材的化学成分比较及活性成分阔叶黄檀酚的大鼠体内过程研究[D]. 南昌: 江西中医药大学, 2020.
- [6] 孙书冬, 周旭, 罗旸, 等. 四种红酸枝木类树种的鉴别[J]. 林产工业, 2012, 39(3): 50-53.
- [7] 麦宝莹, 洪舟, 徐大平, 等. 交趾黄檀种源苗期生长性状地理变异和遗传稳定性分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(2): 168-174.
- [8] 刘福妹, 韦菊玲, 庞圣江, 等. 不同种源和家系交趾黄檀种子活力及其在广西凭祥的引种表现[J]. 南方农业学报, 2019, 50(1): 110-117.
- [9] 洪舟, 张宁南, 杨曾奖, 等. 供氮方式和水平对交趾黄檀幼苗生长和生理的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2020, 40(7): 18-24.
- [10] 曾秀珍. 交趾黄檀实生苗培育技术[J]. 福建热作科技, 2017, 42(2): 39-41.
- [11] 邓华平, 杨桂娟, 王正超, 等. 容器大苗培育技术研究现状[J]. 世界林业研究, 2011, 24(2): 36-41.
- [12] 陈琳, 曾杰, 贾宏炎, 等. 容器规格和基质配方对红锥幼苗生长及造林效果的影响[J]. 林业科学, 2017, 53(3): 76-83.
- [13] 王月生, 周志春, 金国庆, 等. 基质配比对南方红豆杉容器苗及其移栽生长的影响[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(5): 643-646.
- [14] 封丹, 张厚江, 季梦婷. 苗木质量分级方法研究综述[J]. 林业机械与木工设备, 2016, 44(4): 10-15.
- [15] 闫彩霞, 杨锦昌, 尹光天, 等. 米老排不同高度级苗木形态特征的分析[J]. 林业资源管理, 2013(5): 98-102.
- [16] 张力华. 苗木调查方法的研究[J]. 河北林果研究, 2012, 27(1): 31-33.
- [17] 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, 34(4): 95-100.
- [18] 乌丽雅斯, 刘勇. 造林树种苗木定向培育理论探讨[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(4): 85-90.
- [19] 孙洁, 刘俊, 郁培义, 等. 不同基质配方对降香黄檀幼苗生长生理的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(7): 45-49.
- [20] 杨德军, 邱琼, 张快富, 等. 容器规格、肥料种类和育苗基质对桢楠容器苗生长的影响[J]. 广东林业科技, 2015, 31(4): 52-55.
- [21] 徐玉梅, 杨德军, 邱琼, 等. 容器规格对印度黄檀小苗生长影响试验研究[J]. 陕西林业科技, 2015(5): 37-39.
- [22] 王印肖, 田冬. 苗木质量分级与检测方法[J]. 河北林业科技, 2005(4): 61-62.
- [23] 潘超美, 黄崇才, 郑芳昊, 等. 药用植物土沉香种苗分级标准的研究[J]. 广州中医药大学学报, 2012, 29(2): 180-184.
- [24] 黎明, 黄柏华, 韦叶桥, 等. 降香黄檀轻基质容器苗分级标准研究[J]. 南方农业学报, 2016, 47(12): 2103-2107.
- [25] 陈孝, 纪程灵, 周正清, 等. 1 年生桢楠容器苗质量分级研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(16): 30-34.
- [26] 周双清, 周亚东, 吴群富, 等. 海南降香黄檀种苗分级标准[J]. 西部林业科学, 2015, 44(3): 26-30.