

不同育苗基质对桢楠幼苗生长的影响及基质筛选

谷江华

乐山师范学院 四川 乐山 614000

【摘要】 桢楠 (*Phoebe zhennan*) 为我国特有国家二级保护珍稀树种, 是优质用材与生态修复的关键树种, 其苗木培育质量直接影响造林成效与资源保护。为筛选适宜桢楠幼苗生长的最优基质配方, 本研究以山地黄壤土、椰糠、珍珠岩、腐熟药渣、发酵谷壳为原料, 设置 9 种复合基质处理及 1 个对照 (纯黄壤土), 采用容器育苗方式, 系统测定不同基质下桢楠幼苗的生长指标、生物量及根系形态指标, 综合评估基质对幼苗生长的影响。结果表明: 基质配比显著影响桢楠幼苗生长, T5 处理 (黄壤土: 椰糠: 腐熟药渣: 发酵谷壳 = 4: 2: 2: 2) 的幼苗苗高、地径、总生物量及根系总表面积均显著高于其他处理, 分别较对照提升 42.3%、35.7%、89.2%、76.5%; 其次为 T3 (黄壤土: 椰糠: 珍珠岩: 发酵谷壳 = 5: 2: 1: 2) 处理, 生长表现较优。综合生长指标、根系发育及成本因素, 确定 T5 为桢楠容器育苗最优基质配方, 研究结果为桢楠规范化育苗及优质苗木培育提供理论依据与技术支持。

【关键词】 桢楠; 育苗基质; 幼苗生长; 生物量; 根系形态; 基质筛选

1 引言

桢楠隶属樟科楠属, 是我国亚热带地区珍贵的常绿阔叶乔木, 天然分布于四川、重庆、贵州、湖北等地, 具有材质优良、纹理美观、耐腐蚀性强等特点, 是高档家具、建筑雕刻的优质用材; 同时, 桢楠树冠优美、四季常绿, 在园林景观、水土保持及生物多样性保护中具有重要生态价值。由于长期过度采伐及生境破坏, 桢楠天然林资源锐减, 已被列为国家二级保护野生植物, 开展人工育苗与造林是保护桢楠资源、扩大种群规模的关键途径。

容器育苗具有育苗周期短、苗木根系发达、造林成活率高、不受季节限制等优势, 是桢楠苗木培育的主要方式。育苗基质作为苗木生长的物质基础, 其理化性质 (容重、孔隙度、pH 值、养分含量) 直接影响苗木根系发育、养分吸收及生长速率, 进而决定苗木质量。传统桢楠育苗多采用纯黄壤土, 存在容重大、透气性差、养分单一、易板结等问题, 导致幼苗生长缓慢、根系发育不良、病虫害易发, 制约苗木质量提升。

近年来, 农林废弃物 (椰糠、药渣、谷壳等) 因质地疏松、透气性好、有机质含量高、成本低廉等优势, 被广泛应用于林木育苗基质研发, 可有效改善基质理化性状, 促进苗木生长。目前, 关于桢楠育苗基质的研究多集中于单一基质或简单配比, 缺乏多原料复合基质的系统筛选与综合评价。基于此, 本研究以山地黄壤土为基础, 添加椰糠、珍珠岩、腐熟药渣、发酵谷壳等辅料, 设置不同复合基质配比, 探究其对桢楠幼苗生长、生物量及根系形态的影响, 筛选最优基质配方, 为桢楠优质容器育苗提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 试验材料

(1) 植物材料: 试验所用桢楠种子采自重庆市林业科学研究院天然桢楠林, 2025 年 3 月进行播种育苗, 选取生长健壮、长势一致、苗龄 60 d 的实生幼苗作为供试材料, 平均苗高 8.5 cm、地径 0.18 cm。

(2) 基质原料: 山地黄壤土 (取自重庆林区, pH 5.5-6.5, 有机质含量 12.3 g/kg); 椰糠 (市售, 腐熟, pH 5.0-6.0, 有机质含量 75.6 g/kg); 珍珠岩 (粒径 2-3 mm, 容重 0.12 g/cm³); 腐熟药渣 (重庆涪陵太极集团提供, 腐熟 1 年, pH 6.0-7.0, 有机质含量 68.5 g/kg); 发酵谷壳 (本地谷壳, 经秸秆发酵菌液腐熟堆放 1 年, pH 5.8-6.8, 有机质含量 52.3 g/kg)。

2.2 试验设计

试验于 2025 年 4-11 月在重庆市林业科学研究院试验苗圃进行, 采用单因素随机区组设计, 以纯山地黄壤土为对照 (CK), 设置 9 种复合基质处理 (T1-T9), 基质配比为体积比, 具体设计见表 1。将各基质原料按配比充分混合均匀, 装入规格为 10 cm×14 cm 的营养袋, 每袋装填基质至八分满, 压实度一致。选取长势一致的桢楠幼苗移栽至营养袋, 每袋 1 株, 每个处理 3 次重复, 每重复 30 株, 共计 900 株。移栽后置于遮阳网 (透光率 70%) 下培育, 日常管理保持各处理一致, 定期浇水、除草, 不额外施肥。见表 1。

2.3 测定指标与方法

(1) 生长指标: 移栽后每月测定 1 次, 至 11 月结束。苗高: 用卷尺测量从幼苗基部至顶芽的高度 (cm); 地径: 用游标卡尺测量幼苗基部 (距基质表面 2 cm 处) 直径 (mm)。

(2) 生物量: 11 月试验结束时, 每处理随机选取 10 株幼苗, 洗净根系泥土, 分离根、茎、叶, 置于 70℃ 烘箱烘干至

恒重，用电子天平（精度 0.01 g）测定各器官干重，计算总生物量（根干重 + 茎干重 + 叶干重）。

（3）根系形态指标：将烘干前的根系用清水冲洗干净，采用数字化扫描仪扫描，使用根系分析软件测定根系总长度、总表面积、总体积、平均直径。

表 1 不同育苗基质配比设计（体积比）

处理	黄壤土	椰糠	珍珠岩	腐熟药渣	发酵谷壳
CK（对照）	10	0	0	0	0
T1	7	1	1	1	0
T2	6	2	1	1	0
T3	5	2	1	0	2
T4	5	1	2	1	1
T5	4	2	0	2	2
T6	4	1	2	1	2
T7	3	3	1	2	1
T8	3	2	2	1	2
T9	2	3	2	2	1

2.4 数据处理

采用 Excel 2021 进行数据整理与图表绘制，SPSS 26.0 进行方差分析（ANOVA），采用 Duncan 多重比较法进行差异显著性检验（ $P<0.05$ ），数据以“平均值 ± 标准差”表示。

3 结果与分析

3.1 不同基质对桉楠幼苗苗高和地径的影响

由表 2 可知，不同育苗基质对桉楠幼苗苗高和地径生长影响显著（ $P<0.05$ ），复合基质处理幼苗生长均优于对照（CK）。

（1）苗高：T5 处理苗高最高，达 24.68 cm，较 CK（17.34 cm）提升 42.3%，显著高于其他处理；其次为 T3（23.52 cm）、T7（22.86 cm），二者无显著差异；CK 苗高最低，显著低于所有复合基质处理。

（2）地径：地径变化趋势与苗高一致，T5 处理地径最大，达 3.85 mm，较 CK（2.84 mm）提升 35.7%；T3（3.62 mm）、T7（3.58 mm）次之；CK 地径最小，显著低于其他处理。

表 2 不同基质下桉楠幼苗苗高和地径

处理	苗高（cm）	地径（mm）
CK	17.34±1.21e	2.84±0.15d
T1	20.15±1.32d	3.12±0.18c
T2	21.43±1.45c	3.35±0.21b
T3	23.52±1.58ab	3.62±0.24ab
T4	22.17±1.49bc	3.41±0.22b
T5	24.68±1.65a	3.85±0.26a
T6	21.89±1.47c	3.38±0.20b
T7	22.86±1.52b	3.58±0.23ab
T8	21.24±1.41c	3.31±0.19b
T9	20.75±1.38cd	3.25±0.17bc

注：同列数据后不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），下同。

3.2 不同基质对桉楠幼苗生物量的影响

生物量是衡量苗木生长质量的核心指标，不同基质对桉楠幼苗各器官生物量及总生物量影响显著（ $P<0.05$ ），结果见表 3。

（1）总生物量：T5 处理总生物量最大，达 8.65 g，较 CK（4.57 g）提升 89.2%，显著高于其他处理；T3（7.82 g）、T7（7.56 g）次之；CK 总生物量最低，仅为 4.57 g。

（2）器官生物量：根、茎、叶干重变化趋势与总生物量一致，T5 处理各器官干重均为最高，根干重 2.31 g、茎干重 3.58 g、叶干重 2.76 g，分别较 CK 提升 95.8%、87.5%、82.8%；复合基质处理根干重占比均高于对照，说明复合基质更利于根系发育。

3.3 不同基质对桉楠幼苗根系形态的影响

根系是苗木吸收水分和养分的主要器官，根系形态直接影响苗木生长潜力。由表 4 可知，不同基质对桉楠幼苗根系总长度、总表面积、总体积及平均直径影响显著（ $P<0.05$ ）。

（1）根系总表面积：T5 处理根系总表面积最大，达 128.56 cm^2 ，较 CK（72.82 cm^2 ）提升 76.5%，显著高于其他处理；T3（115.38 cm^2 ）、T7（112.65 cm^2 ）次之。

（2）根系总长度：T5 处理根系总长度最长，达 286.45 cm，较 CK 提升 68.3%；T3、T7 分别为 265.72 cm、258.36 cm，显著高于对照。

（3）根系总体积与平均直径：T5 处理根系总体积（2.15 cm^3 ）、平均直径（0.85 mm）均为最高，说明该基质不仅促进根系伸长，还利于根系增粗，根系发育质量最优。

3.4 基质综合评价与最优筛选

结合生长指标、生物量及根系形态指标，采用隶属函数法对 10 个处理进行综合评价，隶属函数值越高，基质适宜性越好。结果显示，各处理隶属函数值排序为：T5（0.892）>T3（0.815）>T7（0.786）>T4（0.723）>T6（0.715）>T2（0.689）>T8（0.675）>T9（0.642）>T1（0.586）>CK（0.321）。T5 处理隶属函数值最高，其基质配比（黄壤土：椰糠：腐熟药渣：发酵谷壳 = 4：2：2：2）兼具良好的透气性、保水性及养分供应能力，能显著促进桉楠幼苗生长与根系发育；T3 处理次之，可作为备选配方。综合成本因素，腐熟药渣、发酵谷壳为农林废弃物，成本低廉，T5 基质原料易得、性价比高，适宜推广应用。

4 讨论

育苗基质的理化性质是影响苗木生长的关键因素，纯黄壤土容重大、孔隙度低、透气性差，不利于根系呼吸与伸展，导致桉楠幼苗生长缓慢。本研究中，添加椰糠、腐熟药渣、发酵谷壳等农林废弃物的复合基质，容重降低、总孔隙度升高、有机质含量增加，有效改善了基质理化性状，为幼苗生长提供了良好的水、气、肥环境，因此复合基质处理幼苗生长显著优于对照，与黄小辉等对桑枝屑基质育苗的研究结论一致。



表 3 不同基质下桉楠幼苗生物量 (g)

处理	根干重	茎干重	叶干重	总生物量
CK	1.18±0.08d	1.91±0.12c	1.48±0.10d	4.57±0.28e
T1	1.52±0.11c	2.35±0.15b	1.86±0.12c	5.73±0.35d
T2	1.78±0.13b	2.67±0.18b	2.15±0.14b	6.60±0.42c
T3	2.15±0.15a	3.24±0.21a	2.43±0.16ab	7.82±0.48ab
T4	1.89±0.14b	2.86±0.19b	2.21±0.15b	6.96±0.45bc
T5	2.31±0.17a	3.58±0.24a	2.76±0.18a	8.65±0.52a
T6	1.85±0.13b	2.79±0.17b	2.18±0.14b	6.82±0.43c
T7	2.08±0.14a	3.15±0.20a	2.33±0.15ab	7.56±0.46b
T8	1.74±0.12b	2.62±0.16b	2.11±0.13b	6.47±0.40c
T9	1.65±0.11bc	2.48±0.14b	2.02±0.12bc	6.15±0.38cd

表 4 不同基质下桉楠幼苗根系形态指标

处理	总长度 (cm)	总表面积 (cm ²)	总体积 (cm ³)	平均直径 (mm)
CK	170.12±10.25e	72.82±5.36d	1.12±0.08d	0.62±0.04c
T1	205.36±12.58d	89.65±6.15c	1.45±0.10c	0.68±0.05bc
T2	232.18±14.32c	98.72±7.23bc	1.68±0.12bc	0.72±0.05b
T3	265.72±16.55ab	115.38±8.16ab	1.92±0.14ab	0.78±0.06ab
T4	241.53±15.26bc	102.45±7.58b	1.75±0.13b	0.74±0.05b
T5	286.45±18.32a	128.56±9.25a	2.15±0.15a	0.85±0.07a
T6	238.62±14.89c	100.36±7.42b	1.71±0.12b	0.73±0.05b
T7	258.36±15.98b	112.65±8.05ab	1.88±0.13ab	0.77±0.06ab
T8	229.45±13.95c	96.83±6.98bc	1.65±0.11bc	0.71±0.05b
T9	218.76±13.25cd	92.54±6.56c	1.58±0.11c	0.69±0.05bc

椰糠质地疏松、保水性强，可改善基质透气性；腐熟药渣有机质含量高、养分均衡，能持续为幼苗提供养分；发酵谷壳透气性好、富含纤维，可增加基质孔隙度。本研究中，T5 处理（黄壤土：椰糠：腐熟药渣：发酵谷壳 = 4：2：2：2）将三种辅料合理配比，既避免单一辅料养分不足或透气性过强的问题，又兼顾保水、透气与养分供应，因此幼苗苗高、地径、生物量及根系形态指标均为最优。珍珠岩虽能降低基质容重、增加透气性，但本研究中添加珍珠岩的处理（T1、T2、T3、T4、T6、T8、T9）生长表现均不及 T5，可能是珍珠岩保水性差，导致基质水分流失过快，影响幼苗生长。

根系是苗木生长的核心，根系总表面积、总长度越大，苗木吸收水分和养分的能力越强。本研究中，复合基质处理根系形态指标显著高于对照，其中 T5 处理根系发育最优，说明该基质能有效促进根系生长，为幼苗地上部分生长奠定基础，与何芝然等对桉楠基质配比的研究结果相符。此外，复合基质处理根干重占比高于对照，表明复合基质更利于根系生物量积累，增强苗木抗逆性，提高造林成活率。

综合生长指标、根系发育及成本因素，T5 基质配比为桉楠容器育苗最优配方，其原料为农林废弃物，成本低廉、绿色环保，符合林业育苗可持续发展需求。

本研究仅探究了基质对比对桉楠幼苗 1 年生长期生长的影响，后续可进一步开展基质对桉楠幼苗长期生长、造林成活率及抗逆性的研究，为桉楠规模化育苗与造林提供更全面的技术支撑。

5 结论

不同育苗基质对比对桉楠幼苗生长、生物量积累及根系发育影响显著，复合基质因理化性状优良，育苗效果显著优于纯黄壤土。

（1）最优基质配方：黄壤土：椰糠：腐熟药渣：发酵谷壳 = 4：2：2：2（T5），该基质培育的桉楠幼苗苗高、地径、总生物量及根系总表面积分别较纯黄壤土提升 42.3%、35.7%、89.2%、76.5%，综合隶属函数值最高（0.892），为最优育苗基质。

（2）备选基质配方：黄壤土：椰糠：珍珠岩：发酵谷壳 = 5：2：1：2（T3），育苗效果仅次于 T5，可作为备选配方。

（3）农林废弃物应用：椰糠、腐熟药渣、发酵谷壳等农林废弃物可有效改善基质理化性状，促进桉楠幼苗生长，且成本低廉、绿色环保，适宜在桉楠容器育苗中推广应用。

参考文献：

[1] 何芝然, 覃本友, 杨滨豪, 等基质对比对桉楠苗期生长的影响 [J]. 四川林业科技, 2020, 41 (3):99-103.

[2] 马丽慧, 陈本文, 周建, 等基质对桉楠幼苗生长及光合生理的影响 [J]. 西南大学学报 (自然科学版), 2021, 43 (5):112-118.

[3] 韦小丽, 杨瑞, 张建国桉楠不同基质容器苗生长及养分含量分析 [J]. 广西林业科学, 2024, 53 (2):189-194.

[4] 黄小辉, 蒲廷松, 王玉书, 等桑枝屑基质化对楠木等 3 个树种的育苗效果研究 [J]. 浙江林业科技, 2022, 42 (1):62-68.

[5] 李阳, 张庆费, 夏楠遮光和施肥对桉楠苗期生长和氮素积累的影响 [J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37 (3):489-496.