

不同基质对棱果花扦插苗生物量分配和根系生长的影响^{*}

荣道军¹ 罗勇志¹ 徐 斌² 潘 文²
张卫华² 朱报著² 陈新宇²

(1. 广东省沙头角林场/广东梧桐山国家森林公园管理处, 广东 深圳 518081; 2. 广东省森林培育与保护利用重点实验室/
广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520)

摘要 以棱果花 *Barthea barthei* 为试验材料, 设置 5 种不同基质处理, 研究扦插基质对棱果花扦插苗生物量、根系形态特征的影响。结果表明: (1) 处理 4 (黄心土: 泥炭土=3: 1) 棱果花扦插苗生根率最高, 苗高最大; 处理 2 (珍珠岩: 泥炭土=3: 1) 棱果花扦插苗地径最粗。(2) 不同基质对棱果花扦插苗的生物量分配格局有较大影响, 处理 4 (黄心土: 泥炭土=3: 1) 中苗木生物量、根冠比显著高于其他处理。(3) 处理 4 (黄心土: 泥炭土=3: 1) 根长、根表面积最大, 处理 1 (珍珠岩: 蛭石=3: 1)、处理 3 (泥炭土: 沙子=1: 1) 中苗木根系直径最大。(4) 单株根系直径在 0~0.5 mm 的棱果花根系平均长度最大, 根尖数最多, 0.5~1 mm 根系表面积最大, 根体积最大。不同基质改变了棱果花扦插苗的根系形态特征, 对棱果花扦插苗生根及生长早期发育影响显著。

关键词 棱果花扦插苗; 基质; 生物量分配; 根系生长

中图分类号: S722.3 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2022) 03-0135-05

Effect of Substrates on Biomass Allocation and Root Growth of Cuttings in *Barthea barthei*

RONG Daojun¹ LUO Yongzhi¹ XU Bin² PAN Wen²
ZHANG Weihua² ZHU Baozhu² CHEN Xinyu²

(1. Guangdong Provincial Sha Tau Kok Forest Farm/Wutongshan National Forest Park Management Office of Guangdong Province, Shenzhen, Guangdong 518081, China; 2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/
Guangdong Academy Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract To explore the effect of substrates on biomass allocation and root growth of cuttings in trees, we conducted experiments of *Barthea barthei* cuttings seedlings. We assessed the traits of 5 substrates on the biomass allocation and root morphology. The results indicated that (1) Treatment 4 had the largest survival rate and height growth. Treatment 2 had the largest ground diameter. (2) Different substrates had great influence on biomass allocation of *Barthea barthei* cuttings seedlings. Treatment 4 had the largest root top ratio. (3) Treatment 4 had the largest root length and root surface area, treatment 1 and treatment 3 had the largest root diameter. (4) It had the largest root length and root tip number in 0-0.5mm, while it had the largest root surface area and root volume in 0.5-1mm. Consequently, substrates could be used to dramatically promote the growth and survival of by improving their root morphology of their roots during early growing stages.

Key words *Barthea barthei* cuttings seedlings; substrates; biomass allocation; root growth

^{*} 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2020KJCX002)。

第一作者: 荣道军 (1971—), 男, 高级工程师, 主要从事乡土树种培育等方面研究, E-mail: 1041539612@qq.com。

通信作者: 陈新宇 (1991—), 女, 助理研究员, 主要从事森林培育研究, E-mail: chenxinyu2014@hotmail.com。

棱果花 *Barthea barthei* 是野牡丹科棱果花属的中国特有灌木, 自然分布在广东、广西、湖南、香港、台湾等地^[1-2]。棱果花颜色艳丽、花期较长, 具有较高的观赏性及较大的开发价值^[3-4]。但是棱果花种子较小、成熟时间不统一, 自然条件下较难收集, 因此研究棱果花无性繁殖技术对于其推广示范尤为迫切。

扦插繁殖具有繁殖效率高、遗传变异小、较大程度保留母本优良性状等优点, 是木本花卉无性繁殖最常选用方法之一^[5-8]。扦插穗条能否生根是苗木扦插成活的决定因素, 基质是苗木根系生长发育的场所, 因此选择和配置适宜基质, 对苗木扦插繁育的成败起决定作用^[9-10]。已有研究表明, 野牡丹属植物扦插常用基质有沙子、珍珠岩、蛭石、泥炭土等, 其中沙子与泥炭土混合基质扦插效果较好^[7]。目前对棱果花的研究主要集中在资源分布, 无性繁殖相关研究尚未见报道。因此, 本研究拟通过比较5种常用扦插基质对棱果花扦插生根与生物量分配的影响, 初步筛选出适合棱果花扦插的基质, 在满足实际生产需求的同时可以为棱果花进一步研究提供理论与材料基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点设置在广东省林业科学研究院(23°36'5"N、113°9'E), 属亚热带季风气候, 年平均气温21.8℃, 年降水量约为1720 mm。

1.2 扦插材料与基质

试验于2021年2月进行, 试验材料采集于棱果花自然分布区深圳沙头角林场, 选择半木质化穗条作为插穗。试验基质设置5种基质, 分别是珍珠岩、蛭石、泥炭土等单一或混合基质, 具体配比见表1。各基质设置3次重复, 每一基质处理中插入30株穗条, 每种基质中共插入90株穗条。

表1 不同扦插基质处理

Table 1 The treatment of different substrates

扦插处理 Treatment	基质配比 Substrate ratios
处理1 Treatment 1	珍珠岩: 蛭石 = 3 : 1
处理2 Treatment 2	珍珠岩: 泥炭土 = 3 : 1
处理3 Treatment 3	泥炭土: 沙子 = 1 : 1
处理4 Treatment 4	黄心土: 泥炭土 = 3 : 1
处理5 Treatment 5	黄心土

1.3 试验方法

剪取穗条长5~10 cm, 每个穗条保留2~3片叶, 每片叶保留1/3叶片。扦插前用3%高锰酸钾溶液对苗床土壤进行消毒, 后淋透苗床基质, 5~8 h后进行扦插。用3%多菌灵对穗条进行消毒, 洗净后将1/3长度穗条放入500 mg/LABT-1号生根粉溶液中浸泡60 min。试验采用直插法, 完成扦插后在苗床上搭设拱棚保持湿度。插后每隔4~7 d淋透水1次, 控制湿度在80%以上, 每隔7 d用0.1%多菌灵杀毒, 预防病菌滋生。

1.4 指标测定

本研究于2021年6月测定棱果花苗木的生长指标以及根系形态指标。生长指标包括生根率、苗高、地径、生物量, 根系形态指标包括根长、根体积、根表面积等。

1.4.1 生长指标测定 生根率: 分别统计不同处理中生根穗条数量, 计算不同处理棱果花穗条生根率, 具体计算公式如下。

生根率 = 生根穗条数量 / 总穗条数量

苗高、地径: 各处理中随机抽取10株穗条进行苗高及地径测量, 测量使用精度为0.1 cm的钢尺及0.02 mm的游标卡尺。

生物量: 采用烘干法测定棱果花扦插苗生物量。从各基质处理中随机抽取10株穗条, 分为地上部分以及根系分别装入信封中并标注, 放入烘箱, 120℃杀青后80℃烘干至恒重, 用万分之一天平测量。

苗木根冠比 = 根系生物量 / 地上部分生物量^[11]

1.4.2 根系形态指标测定 从各基质处理中随机抽取10株穗条, 用清水将根系洗净后使用加拿大WinRHIZO根系分析系统扫描, 读取测定穗条的根系长、根表面积、根体积及根尖数量等指标, 并根据根系直径, 将根系划分为不同径阶, 分别统计不同径阶中根系长、根表面积、根体积等指标。

1.5 数据处理

以基质为固定项, 不同处理中个体表现值为重复, 对不同处理中棱果花生根率、苗高、地径、地上生物量、地下生物量、总生物量、根冠比、根长、根表面积等根系形态特征指标进行Duncan's差异显著性检验。均值分析和多样性检验均使用SPSS 20.0软件分析, 图表制作使用Excel 2010软件。

2 结果与分析

2.1 扦插基质对梭果花扦插苗生根率、苗高和地径影响

不同基质处理对梭果花扦插苗木生根率、苗高、地径影响显著（图1），其中处理4苗木生根率、苗高最高，分别为60.00%、13.6 cm，处理2苗木生根率最低为34.45%，处理3苗高最低，仅为8.4 cm。处理2梭果花苗木地径最大，达到2.93 cm，处理3地径最小，为2.41 cm。

2.2 扦插基质对梭果花扦插苗生物量分配及根冠比的影响

不同基质处理中梭果花扦插苗生物量分配情况存在较大差异（图2）。处理5、处理4、处理2中梭果花单株地上生物量分别为0.278 g、0.269 g、0.260 g，显著高于处理1、处理3中苗木地上部分

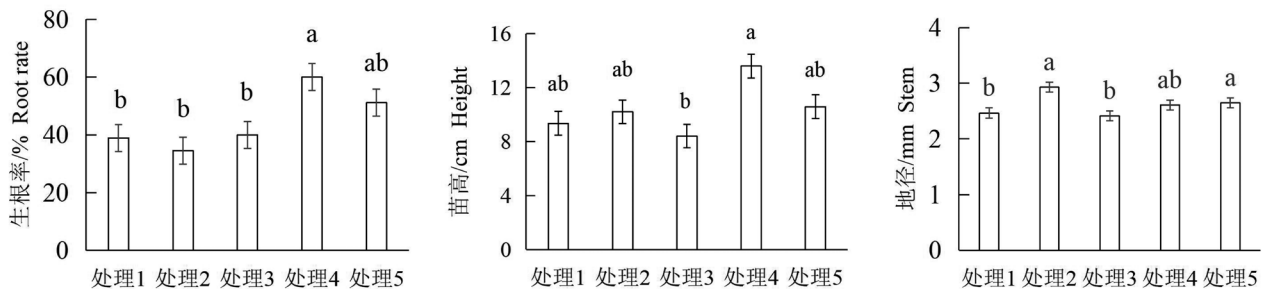
生物量。处理4根系生物量为0.167 g，显著高于其他处理苗木根系生物量。处理4中苗木总生物量分别为0.436 g，显著高于其他处理总生物量。处理4中梭果花扦插苗根冠比为62.20%，显著高于其他处理。

2.3 扦插基质对梭果花根系形态影响

不同基质处理中梭果花扦插苗木根系生长情况见表2。处理4中根长、根表面积最大，显著高于其他处理，其中平均根长346.87 mm，平均根表面积为44.24 cm²。处理1、处理3中苗木根系直径分别为0.57 mm、0.58 mm，显著高于其他处理，5个不同基质处理间梭果花扦插苗根系体积无显著差异。

2.4 扦插基质对梭果花扦插苗不同径阶根长、根表面积、根体积和根尖数的影响

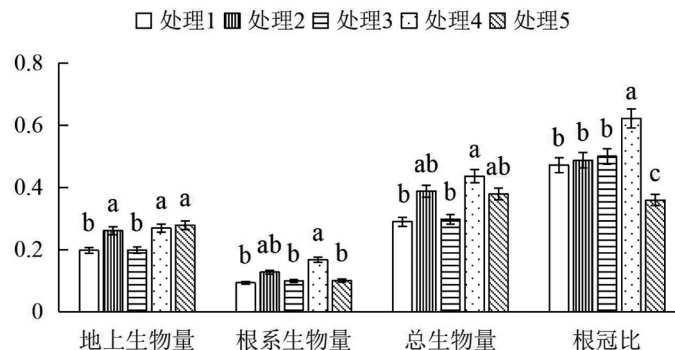
根据根系径阶划分标准（图3），不同基质处



注：图中字母为多重比较结果，字母相同表示差异不显著，字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)。

Note: the letters in the figure are the results of multiple comparisons, the same letters indicate that the difference is not significant, and letters different indicate significant differences showed significant differences ($P<0.05$).

图1 不同基质中梭果花扦插苗生根率、苗高和地径比较 Fig. 1 Comparison of substrate on seedling survival rate, height and ground diameter of cutting seedling of *B. barthei*



注：图中字母为多重比较结果，字母相同表示差异不显著，字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)。

Note: the letters in the figure are the results of multiple comparisons, the same letters indicate that the difference is not significant, and letters different indicate significant differences showed significant differences ($P<0.05$).

图2 不同基质中梭果花扦插苗生物量分配比较

Fig. 2 Comparison of substrate on biomass allocation of cutting seedling of *B. barthei*

理中棱果花扦插苗根系直径主要集中在 0~0.5 mm、0.5~1 mm、1~1.5 mm 共 3 个径阶。从单株根系来看, 0~0.5 mm 的根系数量最多, 根平均长度最大, 在不同基质中分别占总长的 54.86%、73.13%、56.13%、76.61%、67.86%; 1~1.5 mm 的根系数量最少, 根系平均长度最小, 在不同基质中分别占根总长的 2.80%、3.46%、3.92%、2.63%、2.38%。0.5~1 mm 棱果花根系表面积占总面积比例最大,

不同基质中分别占比 65.47%、46.21%、61.72%、46.39%、54.53%; 1~1.5 mm 根系表面积占总表面积比例最低。0.5~1 mm 根系体积占总体积比例最大, 不同基质中分别为 72.10%、54.54%、67.67%、55.24%、65.02%; 1~1.5 mm 中占根总体积比例最低。0~0.5 mm 根尖数占总根尖数比例最高, 分别为 97.88%、98.50%、97.53%、98.46%、97.84%; 1~1.5 mm 占总根尖数比例最低。

表 2 不同基质中棱果花根长、根表面积、根平均直径、根体积比较

Table 2 Comparison of substrate on root length, root surface, root diameter and root volume of cutting seedling of *B. barthei*

指标 Traits	处理 1 Treatment 1	处理 2 Treatment 2	处理 3 Treatment 3	处理 4 Treatment 4	处理 5 Treatment 5
根长 /mm Root length	143.01 ± 34.10b	235.26 ± 83.08b	158.13 ± 65.02b	346.87 ± 196.5a	215.36 ± 67.95b
表面积 /cm ² Root surface	25.13 ± 4.48b	33.66 ± 7.29b	28.05 ± 9.58b	44.23 ± 22.40a	31.16 ± 5.06b
平均直径 /mm Root diameter	0.57 ± 0.05a	0.48 ± 0.08b	0.58 ± 0.07a	0.43 ± 0.07b	0.48 ± 0.07b
根体积 /cm ³ Root volume	0.37 ± 0.05a	0.39 ± 0.05a	0.4 ± 0.12a	0.45 ± 0.21a	0.35 ± 0.05a

注: 表中数值表示平均值 ± 标准误。同列不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。
Note: the data are mean ± SD, different letters in the same column showed significant differences at the 0.05 level.

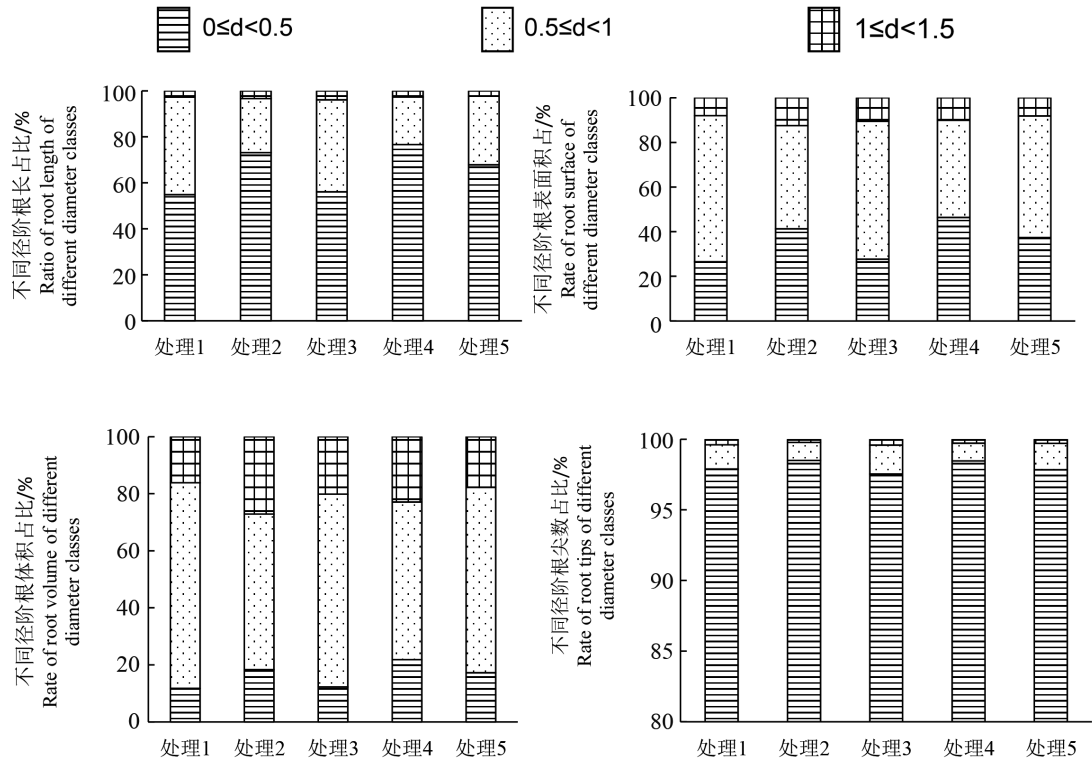


图 3 不同基质中不同径阶根长、根表面积、根体积和根尖数占比

Fig. 3 Rates of substrate on root length, root surface area, root volume and root tip number of different diameters

3 讨论与结论

基质是苗木根系生长发育的场所,而苗木地上发育形态可以直接反映出基质对于苗木的影响^[12-15]。本研究选取珍珠岩、蛭石、沙子、泥炭土、黄心土单一或混合基质作为扦插基质,发现黄心土:泥炭土=3:1混合基质中棱果花扦插苗木生根率最大、苗高最高、生长最快。泥炭土质量轻且营养丰富,黄心土营养丰富且保水性好,因此二者混合后更利于棱果花扦插苗木生根及发育。

生物量是植物生长发育过程中物质能量累积,植物可以通过改变生物量分配模式来更好地适应环境^[16-17]。不同基质对棱果花苗木的生物量分配格局具有较大影响,黄心土:泥炭土=3:1处理中棱果花苗木地下生物量较高,且0~0.5 mm径阶中根系占比在5个处理中最高,这可能是因为棱果花根系在基质中主动调整根系形态,通过增加0~0.5 mm根系占比增大根表面积,增加根系与基质接触面积,扩大根系吸收水分和养分空间,促进棱果花苗木根系发育。同时黄心土:泥炭土=3:1处理中地上部分生物量较大,间接表明该基质促进根系发育的同时,促进了地上部分的生长。不同处理间棱果花扦插苗木地上部分生物量和根系生物量分配表现出差异,可能是因为不同基质影响了棱果花扦插苗的生物量分配策略,保证总生物量不断增加^[18]。

根系是植物进行水分和养分吸收的主要器官,其数量与分布对植物生长发育具有较大影响^[19-20]。对比各基质处理中,黄心土:泥炭土=3:1中苗木根长、根表面积、根体积均显著高于其他处理中根系指标,珍珠岩:蛭石=3:1、泥炭土:沙子=1:1中苗木根系平均直径显著高于其他处理,这可能是由于珍珠岩、沙子颗粒较大,混合蛭石或泥炭土后基质蓬松空隙较大,因此苗木根系直径发育较大。本研究筛选的5种基质配方中,黄心土:泥炭土=3:1的棱果花扦插苗木生根率最高,苗木地上及根系生长较好,为最优基质处理。但本试验只针对棱果花扦插苗木基质处理进行了初步研究,要满足棱果花苗木繁育的实际需求,还需对棱果花生根机理和其他影响因素进行深入研究。

参考文献

[1] 王荷生,张懿铨.中国种子植物特有科属的分布型[J].

地理学报,1994(5):403-417.

- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:第53卷[M].北京:科学出版社,1984.
- [3] 徐晔春.清秀的棱果花[J].花木盆景(花卉园艺),2014(4):2.
- [4] 黄丹,朱根发.广东省野牡丹科观赏植物资源利用现状[J].南方农业,2014,8(16):1-7.
- [5] 陈鹏飞.不同处理对多花野牡丹繁殖的影响研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [6] 刘艳杰.不同激素和基质对欧洲花楸扦插生根效果的影响[J].林业科技,2021,46(4):1-3.
- [7] 何雪娇,余智城,林秀香,等.野牡丹属植物繁殖育种研究进展[J].福建热作科技,2019,44(3):53-57.
- [8] 孙文,安三平,王丽芳,等.川西云杉扦插繁育及强化培育技术研究[J].中国园艺文摘,2015,31(7):20-29.
- [9] 郑坚,马晓华,廖亮,等.基质成分比对木荷容器苗生长及存苗率的影响[J].森林与环境学报,2017,37(2):218-224.
- [10] 陶永明,司剑华.不同轻基质配方对川西云杉幼苗生长的影响[J].浙江林业科技,2017,37(4):66-70.
- [11] 贺文君,韩广轩,颜坤,等.微地形对滨海盐碱地土壤水盐分布和植物生物量的影响[J].生态学杂志,2021,40(11):3585-3597.
- [12] 李宝财,梁文汇,蓝金宣,等.不同沙土配比基质对岗松幼苗根系形态及营养吸收的影响[J].广西林业科学,2021,50(2):157-163.
- [13] 及利,杨雨春,王君,等.不同轻基质配比对核桃楸容器苗根系形态和养分累积的影响[J].西部林业科学,2021,50(1):42-49.
- [14] 余远国,张莹,曹克丽,等.基质配方对油茶容器苗根系生物量及形态的影响[J].经济林研究,2020,38(4):11-16.
- [15] 张芳,郑旭芳,高梦雅,等.不同激素配方、土壤基质对蒙古黄芪根系生长发育的影响[J].分子植物育种,2022,20(2):564-569.
- [16] 冯志培,杨果果,郭二辉,等.空气断根对侧柏实生苗生物量分配和根系生长的影响[J].生态学报,2017,37(23):7854-7861.
- [17] 卓露,管开云,李文军,等.不同生境下细叶鸢尾表型可塑性及生物量分配差异性[J].生态学杂志,2014,33(3):618-623.
- [18] 杨晓慧,徐放,杨会肖,等.红锥育苗基质筛选[J].林业与环境科学,2021,37(1):73-83.
- [19] 郝龙飞,李星月,武晓倩,等.施肥方式及接种菌根真菌对1年生油松苗木根系构型的影响[J].西北林学院学报,2021,36(3):168-174.
- [20] 王雪莹,郭素娟.切根与不同形态氮素对板栗苗木根系构型及生长的影响[J].东北林业大学学报,2020,48(4):15-19.