

不同基质处理对洋紫荆幼苗生长的影响^{*}胡柔璇¹ 魏 丹¹ 唐洪辉¹ 冯志坚²
陈友光³ 黄久香² 陈 勇⁴

(1. 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; 2. 华南农业大学 林学与风景园林学院, 广东 广州 510642; 3. 广东如春生态集团有限公司, 广东 广州 510530; 4. 广州市林业和园林科学研究院, 广东 广州 510405)

摘要 文章以黄心土为基础, 选用泥炭土、椰糠、蘑菇渣 3 种常用轻基质材料, 设置不同比例组成 15 种基质配方, 通过研究不同基质配比处理下洋紫荆 *Bauhinia variegata* 的苗高、地径、地上部分干重、地下部分干重、生物量、根冠比、根系生长, 评价其育苗效果, 确定培养基最优配比。结果表明: 不同配方基质对容器苗的生长有显著影响, 处理组 Z7 (黄心土: 泥炭土: 椰糠=2:1:1)、处理组 Z14 (黄心土: 椰糠=1:4)、处理组 Z5 (黄心土: 椰糠=4:1) 的洋紫荆容器苗综合评价值为 0.75, 0.63 和 0.55, Z3 (椰糠=1)、Z13 (黄心土: 泥炭土=1:4)、Z6 (黄心土: 蘑菇渣=4:1) 的洋紫荆容器苗综合评价值为 0.32, 0.39 和 0.43。综上所述, 黄心土: 泥炭土: 椰糠=2:1:1 的基质配比是洋紫荆容器苗最为理想的轻型基质配方。

关键词 洋紫荆; 轻基质; 容器苗**中图分类号:** S723 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2021) 01-0097-08Effect of Medium on the Seedlings Growth of *Bauhinia variegata*HU Rouxuan¹ WEI Dan¹ TANG Honghui¹ FENG Zhijian²
CHEN Youguang³ HUANG Jiuxiang² CHEN Yong⁴

(1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 2. College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China; 3. Guangdong Ruchun Ecological Group Co, Ltd, Guangzhou, Guangdong 510530 China; 4. Academy of Forestry and Gardening of Guangzhou, Guangzhou, Guangdong 510405, China)

Abstract The suitable light mediums precision breeding technology for *Bauhinia variegata* was studied in this paper. The light mediums for *B. variegata* container seedlings was made of yellow soil, peat soil, coconut bran and mushroom residue. The seedling height, ground diameter, dry weight of aboveground part, dry weight of underground part, biomass, root shoot ratio and root growth of *B. variegata* were studied by adjusting the ratio of the four ingredients to evaluate its seedling effect and determine the optimal medium ratio. The results showed that there was a significant difference between growth of container seedlings cultivated in different mediums. For the treatment group Z7 (yellow soil : peat soil : coconut bran = 2 : 1 : 1), the treatment group Z14 (yellow soil : coconut bran = 1 : 4) and the treatment group Z5 (yellow soil : coconut bran = 4 : 1), the comprehensive evaluation values of the *B. variegata* container seedlings were 0.75, 0.63 and 0.55, respectively. For treatment

^{*} 基金项目: 广州市科技计划项目 (201904010397), 广东省林业科技创新项目 (2018KJCX043), 广州市科技计划项目 (201300000105)。

第一作者: 胡柔璇 (1988—), 女, 工程师, 主要从事景观植物选育和森林培育相关研究, E-mail: 512714259@qq.com。

通信作者: 魏丹 (1982—), 女, 高级工程师, 主要从事园林植物选育与推广、古树名木保护工作, E-mail: 13168613@qq.com。

group Z3 (coconut dust = 1), Z13 (yellow soil : peat soil = 1 : 4) and Z6 (yellow soil : mushroom dregs = 4 : 1), the comprehensive evaluation values of *B. variegata* container seedlings were 0.32, 0.39 and 0.43. In summary, the medium ratio of yellow soil : peat soil : coconut bran = 2 : 1 : 1 is the most ideal light medium formula for *B. variegata* container seedlings in this study.

Key words *Bauhinia variegata*; formula light mediums; container seedlings

基质是影响苗木生长的重要因素之一，其配置合理性会直接关系到育苗效果^[1]。早期使用的容器育苗基质多采用天然土，不仅容重大，而且保水和孔隙度均比较差^[2]。随着育苗技术的发展，轻型化育苗基质的筛选和精准配方的研究应用受到广泛的重视。轻基质容器育苗具有容器质量小、苗木运输便利、透水、透气、透根性能好等优点，是目前国内广泛推广应用的育苗技术^[3]。关于轻基质育苗技术，国内学者做了大量相关的研究及应用。秦爱丽等^[4]以森林腐殖土、耕作土、草炭土、珍珠岩和蛭石为基质原料，设置育苗基质对崖柏 *Thuja sutuchuenensis* 种子育苗影响的田间试验。孙开道等^[5]从根、茎、叶三方面系统研究轻基质配方对油茶 *Camellia oleifera* 苗木的生长影响，该研究以椰糠轻基质为基本原料，通过与泥炭土、菌渣和木屑按不同比例混合配置。胡嘉伟等^[6]探讨了添加不同比例的蘑菇渣对油松 *Pinus tabulaeformis* 容器苗基质培养的影响。

洋紫荆 *Bauhinia variegata* 为苏木科羊蹄甲属观花乔木，主要分布地为我国南部地区，印度、中南半岛亦有分布。近十几年来，国内围绕洋紫荆种子萌发、种子微形态观察、与属内其他物种间的关系、景观应用、扦插繁殖和组织培养等开展了广泛研究^[7-13]，对洋紫荆轻基质的研究未见报道。本次试验以黄心土为基础，分别添加不同比例的泥炭土、椰糠、蘑菇渣作为基质原料，配制成 15 种育苗基质进行对比试验，旨在通过测定不同基质培养的洋紫荆苗木生长状况，综合不同生长指标探讨出最佳的洋紫荆育苗轻基质配比，以提高洋紫荆育苗技术水平以及洋紫荆在生产中的育苗质量。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在广东省林业科学研究院苗圃，位于 113°22'23"E，23°11'40"N，属于海洋性亚热带

季风气候，气候特征为温暖多雨、光热充足、夏季长、霜期短。全年平均气温 20~22 ℃，平均相对湿度 77%，市区年降雨量约为 1 720 mm，全年中，4—6 月为雨季，7—9 月天气炎热，多台风，10 月、11 月和 3 月气温适中，12 月至翌年 2 月为阴凉的冬季。气候条件适合洋紫荆的生长。

1.2 试验材料

选取生长健壮、生长旺盛、无病虫害且长势基本一致的 3 个月洋紫荆实生苗为试验材料，平均苗高 50 cm。将黄土、泥炭土、椰糠、蘑菇渣 4 种基质按不同体积比设置 1 个对照组和 14 个处理组（表 1），每个处理组种植 30 株苗，每个育苗盘为 23 cm × 18 cm，完全随机设计排列重复 3 次。2016 年 2 月定植，试验期间各处理组保持水肥条件一致。

表 1 洋紫荆不同轻基质成分配比
Table 1 The formular ratio of ingredient in different light mediums

处理编号 Treatment no.	黄心土 Yellow soil	泥炭土 Peat soil	椰糠 Coconut bran	蘑菇渣 Mushroom dregs
Z1	1	0	0	0
Z2	0	1	0	0
Z3	0	0	1	0
Z4	4	1	0	0
Z5	4	0	1	0
Z6	4	0	0	1
Z7	2	1	1	0
Z8	2	1	0	1
Z9	2	0	1	1
Z10	1	1	0	0
Z11	1	0	1	0
Z12	1	0	0	1
Z13	1	4	0	0
Z14	1	0	1	0
Z15	1	0	0	4

1.3 生长调查和统计

1.3.1 生长指标测定 2016年3月至2017年3月测定生长指标，每60 d测定一次，共测定6次。在每个处理组随机选取苗木30株，用直尺（精度为0.1 cm）测定其苗高，用数显游标卡尺（精度为0.01 cm）测定其地径。

1.3.2 地下部分形态指标测定 2017年3月，将上述30株苗木从培养基质中取出，用蒸馏水清洗后待用，注意操作时应避免伤害根部。将根系从根茎处切下，用Epson根系扫描仪进行扫描，扫描过程中应操作规范避免损坏扫描仪，将扫描所得图像用win RHIZO根系分析系统分析后得出其地下各形态指标的相关数据。

1.3.3 生长量测定 育苗结束后，将上述30株苗木从基质中取出，将其根、茎和叶分离，放入烘箱（105℃）下杀青20 min，后在65℃烘至恒重，用电子天平（精度为0.01 g）测定其地上部分和根系部分的质量。

1.3.4 叶片元素含量测定 育苗结束后，取上述30株的叶片，将叶片置于烘箱中以75℃烘24 h后取出称重，将烘干的叶片样品粉碎后进行养分分析。用凯氏定氮法^[14]测定叶片样品氮含量；样品用硫酸-双氧水消煮处理后，用钼锑抗比色法^[15]测定P，用火焰光度法测定K。所有试验重复3次。

1.3.5 基质元素含量测定 在育苗结束后，将苗木取出后，将其基质混匀挑出杂物后，取样装进小铝盒中送到广东省生态环境与土壤研究所进行测定与分析。用重铬酸钾-浓硫酸消煮后以凯氏定氮法测定N；样品用硫酸-双氧水消煮处理后，用钼锑抗比色法测定P，用火焰光度法测定K。所有试验重复3次。

1.3.6 统计分析方法 用Microsoft Excel及SAS统计分析软件进行数据分析和作图。采用隶属函数综合评定法^[16]对个基质配比的育苗效果进行综合评价。隶属函数综合评定法运算过程如下：首先，对各指标系数进行计算：指标系数（ X_i ）=处理组指标值/对照组指标值，然后通过隶属函数计算公式对各指标系数进行定量转换，之后算出各指标隶属函数值的平均值，进行综合评价。

隶属函数计算公式： $U(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ ，

公式中， $U(X_i)$ 为隶属函数值； X_i 为某树种

某指标的系数； $X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 为某一指标内系数中的最大值与最小值。当出现某一测定指标与综合评判结果呈负相关的情况，则应该使用反隶属函数进行转换。

反隶属函数计算公式： $U(X_i) = 1 - (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 。

2 结果与分析

2.1 洋紫荆容器苗的苗高生长变化规律

洋紫荆的苗高测量值变化趋势如表2所示，洋紫荆容器苗隔月苗高增长呈显著性差异（ $P < 0.05$ ），生长高峰主要出现在5月和翌年3月，9月到翌年1月苗高生长大部分处于暂缓期，而Z4、Z5的生长高峰分别在11月和翌年1月。7—9月苗高增长量最大都是Z15，到11月至翌年3月Z15的苗木增长量大幅度下降，Z15在早期生长快速，之后生长出现停滞。11月至翌年3月苗高增量最大的分别是Z4、Z5、Z10。洋紫荆的苗高年增长量如图1，苗高年增长量的从大到小为：Z14 > Z15 > Z4 > Z10 > Z7 > Z13 > Z3 > Z8 > Z5 > Z9 > Z6 > Z12 > Z1 > Z11 > Z2。

2.2 洋紫荆容器苗的地径生长变化规律

洋紫荆地径测量值变化趋势如表3所示，洋紫荆容器苗地径各月增长呈显著性差异（ $P < 0.05$ ），生长高峰主要出现在9月和翌年1月，11月的地径生长大部分处于低谷。每个月地径增长量最大的基质配比不尽相同，5月地径增长量最大是Z6，7月径增长量最大是Z9，9月地径增长量最大是Z12，11月地径增长量最大是Z5，1月径增长量最大是Z9，3月地径增长量最大是Z13。洋紫荆的地径年增长量如图2，地径年增长量的从大到小为：Z9 > Z11 > Z10 > Z7 > Z8 > Z15 > Z4 > Z13 > Z6 > Z14 > Z12 > Z3 > Z5 > Z2 > Z1。

2.3 不同基质对洋紫荆容器苗生物量的影响

如表4所示，在Z3、Z15、Z7、Z6、Z12、Z14培养基中生长的洋紫荆地上部分平均干重较大，其中最大值为Z3培养基28.69 g，比最小值Z5增加了69.01%；根系部分平均干重较大的基质配比处理为Z7、Z14、Z1、Z2，最大值Z7为18.62 g比最小值Z3增加了54.56%；根冠比平均值较大的基质配比处理为Z5、Z2、Z13、Z1、Z11，这几组处理的根冠比都大于1，即其根部干重大于地上部分的干重，Z3的根冠比最小，平均值仅为0.30；生物量

表 2 不同配比的轻基质洋紫荆苗高隔月增长量
Table2 The height growth of *Bauhinia variegata* in different light mediums

处理编号 Treatment no.	5 月 May	7 月 July	9 月 September	11 月 November	1 月 January	3 月 March
Z1	13.52 ± 1.19a	2.48 ± 0.66c	4.90 ± 0.63b	5.80 ± 0.48b	4.67 ± 0.69bc	14.23 ± 0.80a
Z2	14.72 ± 2.28a	5.04 ± 2.24b	4.34 ± 1.17bc	6.33 ± 1.22b	1.10 ± 0.50c	3.27 ± 0.95c
Z3	12.46 ± 1.21b	29.87 ± 4.68a	10.76 ± 1.69b	2.76 ± 0.65c	2.34 ± 1.33c	5.32 ± 1.44c
Z4	11.63 ± 1.90b	11.00 ± 1.23b	2.80 ± 0.81c	38.27 ± 0.81a	1.43 ± 7.19c	14.80 ± 1.46b
Z5	13.10 ± 1.41b	7.94 ± 2.05c	5.34 ± 1.14bc	6.48 ± 1.90c	25.93 ± 2.41a	1.17 ± 0.49d
Z6	21.83 ± 2.30a	13.30 ± 1.44b	8.07 ± 1.86c	5.87 ± 1.56c	2.10 ± 0.79d	6.30 ± 1.26c
Z7	17.58 ± 2.93b	6.75 ± 2.35c	3.53 ± 1.05c	3.40 ± 1.36c	3.07 ± 1.20c	35.43 ± 4.67a
Z8	20.44 ± 2.83a	4.96 ± 1.18c	11.93 ± 1.31b	16.43 ± 4.69ab	4.21 ± 1.16c	5.30 ± 1.93c
Z9	23.53 ± 7.32a	15.03 ± 4.65b	10.43 ± 1.62bc	6.17 ± 1.96cd	2.67 ± 0.9cd	0.83 ± 0.28d
Z10	10.76 ± 2.57b	2.16 ± 0.81bc	4.15 ± 1.77bc	9.77 ± 2.90bc	1.40 ± 0.73c	50.12 ± 7.66a
Z11	14.93 ± 1.10a	11.24 ± 1.71b	5.83 ± 2.25c	5.80 ± 1.03c	0.27 ± 0.11d	2.47 ± 0.46d
Z12	19.64 ± 2.86a	18.46 ± 1.37a	9.40 ± 2.18b	7.43 ± 1.67b	1.27 ± 0.58c	0.42 ± 0.14c
Z13	19.50 ± 2.09b	2.70 ± 1.25cd	2.87 ± 0.88cd	6.57 ± 1.36d	1.23 ± 0.36d	33.73 ± 4.41a
Z14	19.70 ± 2.73b	17.10 ± 1.05b	17.37 ± 2.66b	3.97 ± 0.62c	1.70 ± 0.33c	30.17 ± 3.16a
Z15	21.90 ± 3.14b	30.53 ± 2.92a	18.80 ± 2.13b	3.13 ± 0.56cd	7.60 ± 1.21c	0.53 ± 0.22d

注：表中数值表示平均值 ± 标准误，同行不同小写字母表示处理之间差异显著（ $P < 0.05$ ）。

Note: the values in the table indicate average ± standard error; different letters mean significant difference ($P < 0.05$).

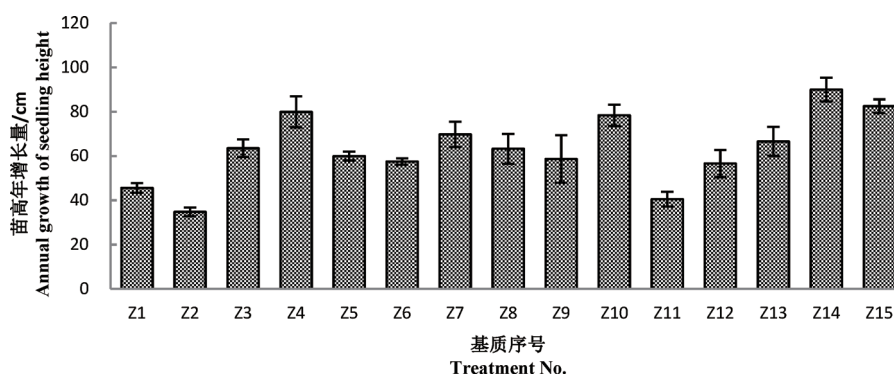


图 1 不同轻基质洋紫荆苗高年增长量

Fig.1 Annual height growth of *Bauhinia variegata* in different light mediums

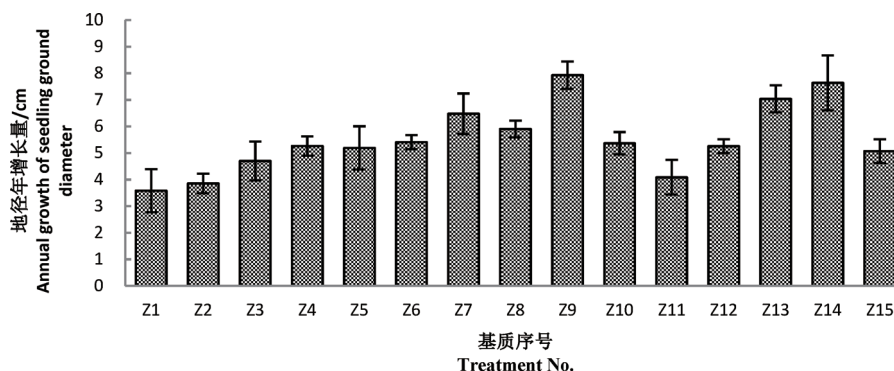


图 2 不同配比较基质的洋紫荆地径年生长量

Fig.2 Annual growth of ground diameter of *Bauhinia variegata* in different light mediums

表 3 不同配比的轻基质洋紫荆地径月增长量
Table3 The ground diameter of *Bauhinia variegata* in different light mediums

处理编号 Treatment no.	5 月 May	7 月 July	9 月 September	11 月 November	1 月 January	3 月 March
Z1	0.54 ± 0.47b	0.02 ± 0.01b	2.57 ± 0.53a	0.28 ± 0.13b	0.14 ± 0.05b	0.02 ± 0.01b
Z2	0.02 ± 0.01d	0.70 ± 0.21bc	1.78 ± 0.44a	0.03 ± 0.01d	1.12 ± 0.26b	0.21 ± 0.06cd
Z3	0.84 ± 0.38b	0.26 ± 0.10b	2.61 ± 0.68a	0.28 ± 0.07b	0.66 ± 0.06b	0.04 ± 0.03b
Z4	0.08 ± 0.04d	1.40 ± 0.61ab	1.77 ± 0.27a	0.98 ± 0.23b	0.22 ± 0.12cd	0.81 ± 0.17bc
Z5	0.03 ± 0.01c	1.12 ± 0.33ab	1.67 ± 0.60a	1.54 ± 0.47a	0.21 ± 0.04c	0.62 ± 0.06bc
Z6	1.13 ± 0.45b	0.65 ± 0.12bc	2.39 ± 0.40a	0.10 ± 0.02c	1.00 ± 0.12b	0.14 ± 0.04c
Z7	0.49 ± 0.30c	0.58 ± 0.08c	2.70 ± 0.41a	0.24 ± 0.10c	0.62 ± 0.15c	1.84 ± 0.35b
Z8	0.42 ± 0.11d	1.43 ± 0.43ab	1.72 ± 0.25a	0.64 ± 0.12cd	1.05 ± 0.24bc	0.65 ± 0.12cd
Z9	0.16 ± 0.03d	1.93 ± 0.62ab	1.34 ± 0.28bc	0.75 ± 0.24a	2.53 ± 0.45a	1.22 ± 0.54bc
Z10	0.97 ± 0.33b	0.13 ± 0.05c	2.50 ± 0.29a	0.10 ± 0.01c	1.44 ± 0.28b	0.31 ± 0.05c
Z11	0.59 ± 0.14b	0.53 ± 0.05b	2.84 ± 0.70a	0.01 ± 0.00b	0.09 ± 0.06b	0.02 ± 0.01b
Z12	1.04 ± 0.13b	0.99 ± 0.28b	2.93 ± 0.21a	0.09 ± 0.05c	0.15 ± 0.04c	0.06 ± 0.02c
Z13	0.10 ± 0.02c	1.88 ± 0.47b	1.27 ± 0.33b	0.05 ± 0.03c	0.23 ± 0.09c	3.51 ± 0.57a
Z14	0.80 ± 0.26bc	1.82 ± 0.68a	1.50 ± 0.30ab	0.59 ± 0.20c	1.86 ± 0.27a	1.06 ± 0.18abc
Z15	0.80 ± 0.13bc	1.32 ± 0.37b	2.07 ± 0.48a	0.62 ± 0.09cd	0.08 ± 0.03d	0.19 ± 0.08cd

注：表中数值表示平均值 ± 标准误，不同不同小写字母表示处理之间差异性显著（ $P < 0.05$ ）。

Note: the values in the table indicate average ± standard error; different letters mean significant difference（ $P < 0.05$ ）.

表 4 不同基质配比下洋紫荆生物量比较
Table 4 Biomass of *Bauhinia variegata* in different mediums

处理编号 Treatment no.	地上部分干重 /g Dry weight of above-ground	根系部分干重 /g Dry weight of underground	根冠比 Root shoot ratio	生物量 /g Biomass
Z1	13.94 ± 2.26	14.15 ± 0.65	1.10 ± 0.27	28.09 ± 1.63
Z2	11.97 ± 1.46	13.75 ± 1.46	1.17 ± 0.14	25.72 ± 2.57
Z3	28.69 ± 5.14	8.46 ± 1.48	0.30 ± 0.02	37.15 ± 6.58
Z4	9.32 ± 2.19	8.88 ± 3.27	0.91 ± 0.13	18.20 ± 5.43
Z5	8.89 ± 0.99	10.59 ± 1.27	1.20 ± 0.15	19.49 ± 2.01
Z6	18.81 ± 2.32	11.35 ± 1.37	0.60 ± 0.01	30.17 ± 3.69
Z7	19.84 ± 1.34	18.62 ± 4.18	0.98 ± 0.27	38.46 ± 2.86
Z8	15.28 ± 1.34	9.82 ± 2.02	0.64 ± 0.10	25.10 ± 3.19
Z9	14.03 ± 0.79	9.73 ± 1.64	0.69 ± 0.10	23.76 ± 2.10
Z10	12.88 ± 1.22	12.60 ± 3.39	0.94 ± 0.18	25.48 ± 4.61
Z11	12.42 ± 0.66	12.93 ± 1.76	1.03 ± 0.09	25.35 ± 2.41
Z12	18.32 ± 3.42	11.68 ± 0.95	0.72 ± 0.23	30.00 ± 2.47
Z13	10.19 ± 1.14	11.38 ± 1.43	1.12 ± 0.06	21.57 ± 2.50
Z14	18.30 ± 2.13	16.24 ± 1.38	0.90 ± 0.08	34.54 ± 3.20
Z15	23.70 ± 2.49	8.83 ± 2.34	0.36 ± 0.07	32.54 ± 4.79

注：表中数值表示平均值 ± 标准误。

Note: the values in the table indicate average ± standard error.

平均值较大的基质配比处理为 Z7、Z3、Z14、Z15、Z6、Z12, 其中最大值 Z7 为 37.15 g 比最小值 Z4 增加了 51.01%。

2.4 不同基质对洋紫荆容器苗根系的影响

如表 5 所示, Z2、Z8、Z5、Z14、Z12、Z11、Z7 培养基中的洋紫荆根系总长度平均值较长, 其根系总长度平均值都长于 200 cm, 处理组 Z13 的根系总长度最短, 平均值仅为 111.60 cm; 主根长度较长的基质配比处理为 Z15、Z7、Z5、Z4, 处理组 Z13 的根系总长度平均值最短, 仅为 5.33 cm; 根系投影面积平均值较大的基质配比处理为 Z2、Z14、Z7、Z5、Z1, 处理组 Z3 的根系投影面积最小, 平均值仅为 103.54 cm²; 根系表面积平均值较大的基质配比处理为 Z2、Z7、Z14、Z5、Z1, 处理组 Z3 的根系表面积最小, 平均值仅为 325.27 cm²; 根系体积较大的基质配比处理为 Z7、Z5、Z1、Z14, 处理组 Z4 的根系体积最小, 平均值仅为 17.81 cm³; 根系平均直径较大的基质配比处理为 Z11、Z7、Z13, 处理组 Z4、Z8 的平均直径最小, 平均值仅为 0.67 mm。

2.5 不同基质对洋紫荆容器苗氮磷钾含量的影响

植株的氮磷钾养分含量也是评价洋紫荆施肥效果的重要指标, 不同基质对洋紫荆氮磷钾含量

的影响各不相同^[17]。如图 3 所示, 处理组 Z3 的叶片氮含量最多, 其平均值为 34.33 g·kg⁻¹, 叶片氮磷钾吸收比例为 1.00:0.05:0.14, 叶片中氮含量最多, 钾含量次之, 磷含量最少。处理组 Z13 的叶片氮含量最少, 其平均值为 15.10 g·kg⁻¹。不同基质的洋紫荆叶片中磷含量平均值范围为 1.66~5.39 g·kg⁻¹, 各处理组间的差异性不大, 处理组 Z7、Z10 的叶片磷含量较多, 其磷含量平均值分别为 5.39 g·kg⁻¹、5.14 g·kg⁻¹, 处理组 Z3 叶片中磷含量最少, 其磷含量平均值为 1.66 g·kg⁻¹。不同基质的洋紫荆叶片中钾含量平均值范围为 4.78~9.09 g·kg⁻¹, 处理组 Z2 的叶片钾含量最多, 其钾含量平均值为 9.09 g·kg⁻¹, 处理组 Z3 的叶片钾含量最少, 其钾含量平均值为 4.78 g·kg⁻¹。

不同处理基质的氮磷钾含量分析结果如图 4 所示, 氮含量在 2.99~9.76 g·kg⁻¹ 之间, 处理组 Z3 氮含量最多, 其平均值为 9.76 g·kg⁻¹, 处理组 Z2 氮含量最少。基质中磷含量在 0.17~1.82 g·kg⁻¹ 之间, 处理组 Z4 基质中的磷含量最多, 处理组 Z2 基质中磷含量最少。基质中钾含量在 5.3~12.7 g·kg⁻¹ 之间, 处理组 Z1、Z2 基质中钾含量最多, 处理组 Z3 基质中钾含量最少。

表 5 不同基质配比下洋紫荆的根系生长

Table 5 Root growth of *Bauhinia variegata* in different mediums

处理编号 Treatment no.	总长度 /cm Total length	主根长度 /cm Main root length	投影面积 /cm ² Projection area	表面积 /cm ² Surface area	体积 /cm ³ Volume	平均直径 /mm Average diameter
Z1	198.15 ± 38.78	10.17 ± 5.43	160.69 ± 18.68	504.83 ± 58.70	50.85 ± 9.69	0.83 ± 0.07
Z2	281.91 ± 97.72	10.07 ± 2.74	195.13 ± 70.92	613.01 ± 222.81	49.44 ± 25.30	0.69 ± 0.01
Z3	122.60 ± 15.14	9.67 ± 2.74	103.54 ± 13.67	325.27 ± 42.95	26.94 ± 11.18	0.85 ± 0.11
Z4	197.01 ± 57.18	13.67 ± 3.53	119.66 ± 36.72	375.91 ± 115.35	17.81 ± 6.41	0.67 ± 0.03
Z5	243.85 ± 27.79	13.90 ± 1.42	169.13 ± 17.55	531.34 ± 55.14	51.43 ± 28.43	0.68 ± 0.05
Z6	136.55 ± 20.21	10.37 ± 2.07	116.76 ± 2.71	366.80 ± 8.50	34.42 ± 9.78	0.85 ± 0.08
Z7	205.32 ± 34.48	14.00 ± 4.91	183.58 ± 24.01	576.74 ± 75.43	52.04 ± 3.19	0.88 ± 0.03
Z8	248.48 ± 34.25	7.33 ± 1.48	156.58 ± 21.45	491.91 ± 67.40	27.66 ± 4.94	0.67 ± 0.01
Z9	159.30 ± 19.22	11.17 ± 3.09	113.18 ± 6.83	355.57 ± 21.45	25.94 ± 6.22	0.74 ± 0.07
Z10	137.50 ± 15.14	10.80 ± 2.27	122.80 ± 28.15	385.79 ± 88.43	40.60 ± 14.41	0.83 ± 0.09
Z11	213.07 ± 20.63	11.33 ± 2.03	146.71 ± 16.24	460.89 ± 51.01	34.01 ± 6.00	0.92 ± 0.25
Z12	225.22 ± 50.26	10.47 ± 3.97	154.99 ± 21.43	486.93 ± 67.33	33.44 ± 4.44	0.72 ± 0.04
Z13	111.60 ± 9.91	5.33 ± 1.20	104.17 ± 6.84	327.25 ± 21.49	37.54 ± 10.19	0.88 ± 0.10
Z14	230.43 ± 48.55	8.83 ± 1.33	174.27 ± 21.25	547.50 ± 66.75	46.00 ± 2.07	0.77 ± 0.05
Z15	120.21 ± 12.96	15.07 ± 3.85	105.74 ± 16.04	332.19 ± 50.40	40.67 ± 15.37	0.85 ± 0.15

注: 表中数值表示平均值 ± 标准误。

Note: the values in the table indicate average ± standard error.

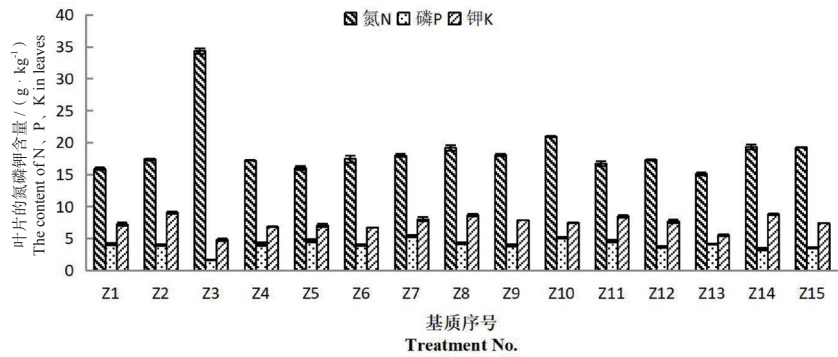


图 3 不同配比的轻基质洋紫荆叶片氮、磷、钾含量

Fig.3 The nitrogen, phosphorus and potassium content in *Bauhinia variegata* leaf of different light mediums

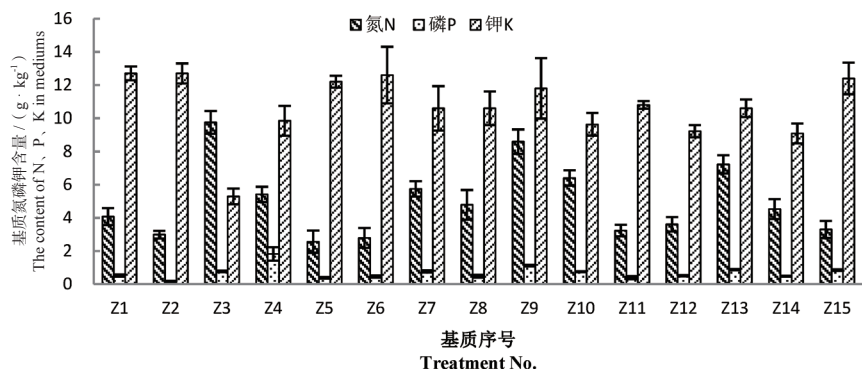


图 4 不同配比的轻基质氮、磷、钾含量

Fig.4 The nitrogen, phosphorus and potassium content in different light mediums

2.6 不同基质对比对洋紫荆容器苗影响的综合评价

各生长指标在不同处理组间的表现存在差异，单一或少数指标难以全面、客观地反映基质配比的育苗效果，因此，采用隶属函数综合评定法对不同基质配比的育苗效果进行综合评价，计算出其变异系数，剔除变异系数大于1的指标，用筛选出的指标计算出不同处理组的评价值，通过得出的评价值对不同处理组进行综合排名。根据数据分析得出（表6）：在15组处理组间，处理组Z7（黄心土：泥炭土：椰糠=2:1:1）为育苗效果最佳的基质配比，处理组Z3（椰糠=1）的育苗效果最差。具体排名由好到差分别为：Z7、Z14、Z5、Z2、Z1、Z15、Z10、Z11、Z9、Z8、Z4、Z12、Z6、Z13、Z3。

3 结论

使用轻质、环保的苗木基质是现代林业苗木培育的发展方向。近年来有很多学者开展了轻基质对不同植物品种的培育研究，陈一群等^[18]选用木荷 *Schima superba*、桃花心木 *Swietenia mahagoni*、闽楠 *Phoebe bournei*、红锥 *Castanopsis hystrix*、

红桂木 *Artocarpus nitidus*5个主要造林树种，开展轻基质与黄心土育苗对比试验，得出轻基质育出的种苗质量高的结果。彭秀等^[19]选用泥炭、稻壳、森林表土、黄心土混合配制成5种轻基质配方，开展鹅掌楸 *Liriodendron chinense* 容器育苗技术研究，其试验结果表明了不同轻基质配方之间容器苗苗高、地径、根系、单株干物质质量达到极显著差异。

由于不同的植物其生物学特性各不相同，针对植物特性和立地条件，本次试验以黄心土为基础，分别添加不同比例的泥炭土、椰糠、蘑菇渣作为基质原料，配制成15种育苗基质进行对比试验。测定不同基质的洋紫荆苗木生长状况，综合不同生长指标筛选出可以提高洋紫荆育苗技术水平的培育基质。结果表明：试验中不同配比的基质对容器苗的生长有显著影响，处理组Z7（黄心土：泥炭土：椰糠=2:1:1）、处理组Z14（黄心土：椰糠=1:4）、处理组Z5（黄心土：椰糠=4:1）的洋紫荆容器苗综合评价值较高，Z3（椰糠=1）、Z13（黄心土：泥炭土=1:4）、Z6（黄心土：蘑菇渣=4:1）的洋紫荆

表 6 不同基质配比洋紫荆容器生长影响的综合评价
Table 6 Comprehensive evaluation value of *Bauhinia variegata* growth with different light mediums

处理编号 Treatment no.	苗高 Seedling height	地径 Ground diameter	干重 Dry weight	根系 Root						叶片 Leaf		土壤 Soil			U (x)	排名 Ranking
				总长度 Total length	投影面积 Projection area	主根长 Main root length	表面积 Surface area	体积 Volume	平均直径 Average diameter	全磷 Total p	全钾 Total K	全氮 Total N	全磷 Total p	全钾 Total K		
Z1	0.11	0.00	0.49	0.51	0.62	0.50	0.62	0.97	0.64	0.66	0.58	0.21	0.21	1.00	0.51	5
Z2	0.00	0.06	0.37	1.00	1.00	0.49	1.00	0.92	0.08	0.62	1.00	0.06	0.00	1.00	0.54	4
Z3	0.35	0.34	0.94	0.06	0.00	0.45	0.00	0.27	0.72	0.00	0.00	1.00	0.36	0.00	0.32	15
Z4	1.00	0.60	0.00	0.50	0.18	0.86	0.18	0.00	0.00	0.66	0.48	0.40	1.00	0.61	0.46	11
Z5	0.67	0.53	0.06	0.78	0.72	0.88	0.72	0.98	0.04	0.80	0.53	0.00	0.13	0.93	0.55	3
Z6	0.47	0.50	0.59	0.15	0.14	0.52	0.14	0.49	0.72	0.62	0.46	0.03	0.17	0.99	0.43	13
Z7	0.58	0.66	1.00	0.55	0.87	0.89	0.87	1.00	0.84	1.00	0.75	0.44	0.36	0.72	0.75	1
Z8	0.43	0.49	0.34	0.80	0.58	0.21	0.58	0.29	0.00	0.70	0.90	0.31	0.19	0.72	0.47	10
Z9	0.43	0.99	0.27	0.28	0.11	0.60	0.11	0.24	0.28	0.61	0.73	0.84	0.58	0.88	0.50	9
Z10	0.67	0.50	0.36	0.15	0.21	0.56	0.21	0.67	0.64	0.93	0.62	0.53	0.35	0.59	0.50	7
Z11	0.12	0.21	0.35	0.60	0.47	0.62	0.47	0.47	1.00	0.80	0.86	0.09	0.14	0.74	0.50	8
Z12	0.31	0.37	0.58	0.67	0.56	0.53	0.56	0.46	0.20	0.55	0.68	0.15	0.20	0.53	0.45	12
Z13	0.47	0.71	0.17	0.00	0.01	0.00	0.01	0.58	0.84	0.66	0.18	0.65	0.43	0.72	0.39	14
Z14	0.86	1.00	0.81	0.70	0.77	0.36	0.77	0.82	0.40	0.45	0.94	0.27	0.19	0.51	0.63	2
Z15	0.79	0.42	0.71	0.05	0.02	1.00	0.02	0.67	0.72	0.51	0.61	0.10	0.41	0.96	0.50	6
变异系数	0.57	0.56	0.62	0.67	0.79	0.46	0.79	0.51	0.71	0.35	0.42	0.87	0.74	0.35		

容器苗综合评价价值较低。综上所述，基质配比黄心土：泥炭土：椰糠 = 2:1:1 是洋紫荆容器苗理想的轻型基质配方，可以在精准育苗生产中进行推广。

参考文献

[1] 刘斌. 桑树菌根化容器苗应用技术研究[D]. 重庆: 西南大学, 2014.

[2] 林霞, 郑坚, 刘洪见, 等. 不同基质对无柄小叶榕容器苗生长和叶片生理特性的影响[J]. 林业科学, 2010, 46(8): 62-70.

[3] 何书奋. 檀香容器育苗轻基质配比技术研究及应用[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2015.

[4] 秦爱丽, 郭泉水, 简尊吉, 等. 不同育苗基质对圃地崖柏出苗率和苗木生长的影响[J]. 林业科学, 2015, 51(9): 9-17.

[5] 孙开道, 黄礼勒, 邓斌胜, 等. 不同轻基质配方对油茶苗木生长的影响[J]. 广西林业科学, 2012, 41(1): 37-40.

[6] 胡嘉伟, 刘勇, 李国雷, 等. 添加蘑菇渣堆肥对油松容器苗种子萌发和生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(6): 28-33.

[7] 杨和生, 杨期和, 苏丽琼, 等. 洋紫荆种子萌发特性初探[J]. 种子, 2011, 30(2): 76-79.

[8] 邹璞, 廖景平, 张奠湘. 羊蹄甲属植物种子表面微形态观察[J]. 广西植物, 2008, 28(1): 24-32.

[9] 陈伟峰. 羊蹄甲属植物杂交及亲本亲缘关系的鉴定[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.

[10] 刘粹纯, 黄伟锋. 羊蹄甲属乔木的文化意蕴及其园林应用[J]. 现代园艺, 2012(4): 44.

[11] 姚继忠. 洋紫荆繁殖技术初探[J]. 广西热带农业, 2004(4): 33-34.

[12] 魏丹, 唐洪辉, 赵庆, 等. 宫粉羊蹄甲种质资源的评价研究[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(5): 22-30.

[13] 魏丹, 唐洪辉, 赵庆, 等. 景观树种宫粉羊蹄甲的扦插育苗试验[J]. 森林工程, 2016, 32(1): 1-5.

[14] 李晓艳. 浅谈凯氏定氮法测定食品中蛋白质注意事项[J]. 计量与测试技术, 2008(8): 74-77.

[15] 李朝英, 郑路. 流动分析仪快速测定土壤全磷含量[J]. 中国土壤与肥料, 2020(4): 266-270.

[16] 吴宏琪, 林碧英, 李彩霞, 等. 不同茄子品种幼苗期耐盐性评价[J]. 河南农业科学, 2020, 49(10): 92-100.

[17] 高志红, 陈晓远, 林昌华, 等. 不同施肥水平对木薯氮磷钾养分积累、分配及其产量的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(8): 1637-1645.

[18] 陈一群, 蓝燕群, 陈杰连, 等. 木荷等5个树种不同基质育苗效果分析[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(6): 34-38.

[19] 彭秀, 耿养会, 李秀珍, 等. 鹅掌楸容器育苗轻基质配方研究[J]. 湖北林业科技, 2013(1): 5-8.