

桑枝屑基质化对楠木等 3 个树种的育苗效果研究

黄小辉¹, 蒲廷松², 王玉书¹, 魏立本¹, 冯大兰¹, 张宏¹

(1. 重庆市林业科学研究院, 重庆 400036; 2. 重庆市荣昌区林业局, 重庆 402460)

摘要: 2020 年 3 月上旬至 11 月上旬, 在重庆市, 以桑 *Morus alba* 枝屑发酵物、椰糠、珍珠岩为基质材料, 选择楠木 *Phoebe zhennan*、樟 *Cinnamomum camphora*、油茶 *Camellia oleifera* 3 个树种为育苗对象, 设置 4 种轻基质处理, 即 P1 (桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=8:1:1, 均为体积比, 下同)、P2 (桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=6:3:1)、P3 (桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=4:5:1)、P4 (桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=2:7:1), 以当地土壤 (黄壤) 为对照 (CK) 进行育苗试验, 探讨不同基质配方的育苗效果。结果表明: (1) 楠木、樟、油茶苗在 4 种轻基质处理下, 1 年生苗的苗高、地径、地上部分生物量、根系生物量、根系表面积、总根长、根尖数量均显著高于 CK 处理 ($P<0.05$), 并且其根系活力和净光合速率也显著提高 ($P<0.05$); (2) 3 种苗木在不同轻基质处理下的生长情况存在较大差异, 总体上以 P3 和 P4 处理的苗木长势更好, 其根系活力和净光合速率更高; (3) 苗木的根系表面积、总根长、根尖数量、根生物量、根系活力总体上均与地上部分生长情况 (苗高、地径和地上部生物量)、净光合速率呈显著正相关 ($P<0.05$)。可见, 相较于传统的土壤育苗, 轻基质对楠木、樟、油茶苗的生长具有显著的促进作用, 综合考虑成本, 4 种轻基质配方中以 P3 处理为最优。

关键词: 桑枝屑; 轻基质; 育苗; 樟; 楠木; 油茶

中图分类号: S723.1⁺33 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776 (2022) 01-0062-07

Experiment on Seedling Cultivation on Mulberry Sawdust

HUANG Xiao-hui¹, PU Ting-song², WANG Yu-shu¹, WEI Li-ben¹, FENG Da-lan¹, ZHANG Hong¹

(1. Chongqing Academy of Forestry, Chongqing 400036, China; 2. Rongchang Forestry Bureau of Chongqing, Chongqing 402460, China)

Abstract: In March 2020, seedlings of *Cinnamomum camphora*, *Phoebe zhennan* and *Camellia oleifera* were planted on matrix of different formulas of mulberry sawdust fermentation, coconut chaff and perlite, namely P1 (mulberry sawdust fermentation: coconut chaff: perlite=8:1:1, volume ratio, the same below), P2 (mulberry sawdust fermentation: coconut chaff: perlite=6:3:1), P3 (mulberry sawdust fermentation: coconut chaff: perlite=4:5:1), P4 (mulberry sawdust fermentation: coconut chaff: perlite=2:7:1), and the local soil (yellow soil) was used as the control. The results showed that 4 species seedlings on matrix with 4 formulas had evident better effect of height, ground diameter, aboveground biomass, root biomass, root superficial area, total root length and root tip number than those of CK, as well as root vigor and net photosynthetic rate. There were significant differences in the growth of three species seedlings on different matrix. Seedlings on P3 and P4 had better growth, higher root vigor and net photosynthetic rate. Root superficial area, total root length, root tip number, root biomass and root vigor had significantly positive relation with aboveground growth (height, ground diameter and aboveground biomass) and net photosynthetic rate. The experiment resulted that P3 had the best effect.

Key words: mulberry sawdust; light matrix; seedling cultivation; *Cinnamomum camphora*; *Phoebe zhennan*; *Camellia oleifera*

蚕桑产业作为我国传统优势产业, 所产茧丝量占世界总量的 70% 以上, 在国际市场上占据主导地位^[1-2]。然

收稿日期: 2021-07-11; 修回日期: 2021-12-15

作者简介: 黄小辉, 博士研究生, 林业工程师, 从事植物营养与肥料研究; E-mail: huangxiaohui4260@163.com。通信作者: 冯大兰, 高级工程师, 博士后, 从事植物营养与肥料研究; E-mail: 786182557@qq.com。

而, 随着蚕桑产业规模的不断扩大, 蚕桑生产中的副产物也越来越多, 其中桑 *Morus alba* 枝是蚕桑生产中数量最多、利用率最低的副产物^[3]。截至 2020 年, 重庆市桑园面积已超过 5 333 hm², 涉及蚕业相关企业有 95 个, 养蚕农户有 9.5 万户, 且同年全市蚕桑年总收入达 12.19 亿元, 名列全国前十。重庆全市每年春伐、夏伐及冬季封梢产生的桑枝达 48 万 t, 仅少部分被用作燃料、造纸、制板及制作食用菌菌袋等, 大部分被当作废弃物乱扔于园地、村旁、路旁等, 不仅污染环境, 还造成资源浪费^[4]。因此, 急需寻找一条桑枝综合利用新途径, 以提高蚕桑产业的综合经济效益。

目前, 轻基质育苗已成为林业苗木培育的重要措施。利用轻基质培育出的苗木质量优异, 须根发达, 根系舒展, 带袋或根团移栽, 根系不会受到损伤, 苗木的成活率大大提高^[5-7]。而草炭因为持水和保水力强、通气性好、保肥力高等优点, 被广泛用作育苗的主要基质材料。但草炭是一种不可再生资源, 开采草炭对环境破坏很大, 并且国家已逐步禁止开采草炭。因此, 开发利用当地成本低, 且容易获得的农林废弃物替代草炭作为育苗基质, 既可促进农林废弃物的再利用, 降低育苗基质成本, 还能起到保护环境的作用。研究表明, 大部分林业废弃物均可通过基质化技术实现资源的再利用, 而有关桑枝基质化利用的研究尚未见到报道^[8-10]。鉴于此, 本研究以桑枝屑发酵物、椰糠、珍珠岩为基质材料, 选择樟 *Cinnamomum camphora*、楠木 *Phoebe zhennan*、油茶 *Camellia oleifera* 为育苗对象, 设置不同轻基质配方进行育苗试验, 探讨桑枝屑发酵物的育苗效果, 以筛选出效果好、易获取, 且可持续的经济环保型育苗轻基质配方, 为培育优质容器苗木提供技术保障和理论依据, 也为桑枝资源化利用探索新途径。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点设在重庆市林业科学研究院温室大棚, 地理坐标为 106°24'56"E, 29°34'53" N, 年平均气温为 18.3℃, 极端最高气温为 39.4℃, 极端最低气温为 -1.3℃, 年平均降水量为 1 085.3 mm, 年平均日照时数为 1 233.7 h。

1.2 试验材料

育苗对象为樟、楠木、油茶 3 种。其中, 樟、楠木采用种子育苗, 种子为 2019 年秋季新采种, 由重庆市渝北区统景林场提供; 油茶采用 1 年生嫁接苗(苗高≥18.0 cm, 地径≥1.8 mm), 由重庆琥珀茶油有限公司提供, 其砧木为‘长林 4 号’种子培育的 1 年生实生苗, 接穗为‘长林 53 号’当年生春梢, 嫁接时间为 2019 年 4 月。育苗容器选择重庆林业科学研究院自主研发的空气切根育苗盘(15 孔, 单孔直径 5 cm, 高 12 cm)。

1.3 试验设计

以桑枝屑发酵物(由粉碎后的桑枝经过微生物发酵腐熟而来)为主要原料, 设置 4 种育苗轻基质处理, 分别为 P1(桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=8: 1: 1, 均为体积比, 下同), P2(桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=6: 3: 1), P3(桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=4: 5: 1), P4(桑枝屑发酵物: 椰糠: 珍珠岩=2: 7: 1)。椰糠、珍珠岩均购于当地花卉市场, 并以当地土壤(黄壤)作为对照基质(CK), 各处理基质的理化性质见表 1。

表 1 不同配方基质的理化性质
Table 1 Physiochemical properties of matrix with different formulas

基质	容重 /(g·cm ⁻³)	孔隙度 /%	pH	电导率 /(mS·cm ⁻¹)	全 N /(g·kg ⁻¹)	全 P /(g·kg ⁻¹)	全 K /(g·kg ⁻¹)	碱解 N /(mg·kg ⁻¹)	有效 P /(mg·kg ⁻¹)	速效 K /(mg·kg ⁻¹)
P1	0.19	75.4	7.4	1.26	2.35	2.55	2.88	89.2	36.8	69.2
P2	0.18	76.5	7.1	1.07	2.14	2.25	2.74	74.8	29.7	65.6
P3	0.17	76.1	6.6	0.72	2.06	1.18	2.57	72.3	27.7	60.3
P4	0.15	81.6	5.9	0.53	2.02	2.12	2.38	62.1	22.3	54.2
CK	1.19	31.4	5.9	0.18	0.71	0.52	0.82	45.4	15.6	29.8

2019 年 12 月下旬, 分别对樟和楠木种子进行处理, 采用 0.5% 的硫酸铜溶液浸泡 0.5 h, 然后置于干净的河沙中进行沙藏, 沙藏时要求河沙的相对含水量保持在 60% ~ 70%。2020 年 3 月上旬, 将各配比的基质分别装入

育苗容器中, 每个配比设置 10 个育苗盘 (共 150 孔), 选择露芽的种子播入每孔, 樟、楠木的每个处理均为 150 株 (150 个重复)。油茶的基本处理同上, 油茶苗同样每孔植入 1 株嫁接苗, 所选油茶苗大小基本一致。所有处理日常管理一致。2020 年 11 月上旬, 对各处理苗的相关生长指标进行测定, 测定指标包括苗高、地径、生物量、根系形态、根系活力及净光合速率。

1.4 测定指标及方法

从 3 种苗木的各基质处理中随机抽取 10 株幼苗进行各指标的测定。苗高测定采用精度为 1 cm 的卷尺进行; 地径测定采用精度为 0.1 mm 的游标卡尺进行; 生物量测定采用烘干法, 将苗木的地上部分和地下部分分别在 80℃ 烘箱中烘干至恒质量, 用万分之一电子天平测定各部位的干质量^[11]; 根系形态测定采用 WinRHIZO 根系分析系统 (加拿大) 进行, 测定内容包括根系表面积、根长及根尖数量^[12]; 根系活力测定采用 TTC 法, 用岛津分光光度计在波长 485 nm 处比色, 以空白试验 (先加硫酸, 抑制植物根系中脱氢酶所引起的 TTC 还原, 其他操作相同) 作参比测出吸光度, 查标准曲线, 即可求出根系活力^[13]; 净光合速率测定采用 Li-6400 光合作用测量系统 (美国 LI-COR 公司生产), 测定时从上至下选择幼苗第 3~第 4 片生长正常、成熟的功能叶, 连续测定 3 d, 取平均值。测定时间选在 11 月的晴天 9:00—11:00, 测定时将叶室内的光强设定为 $1\ 200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, CO_2 浓度同外界大气浓度, 叶片温度为 25~30℃^[14]。

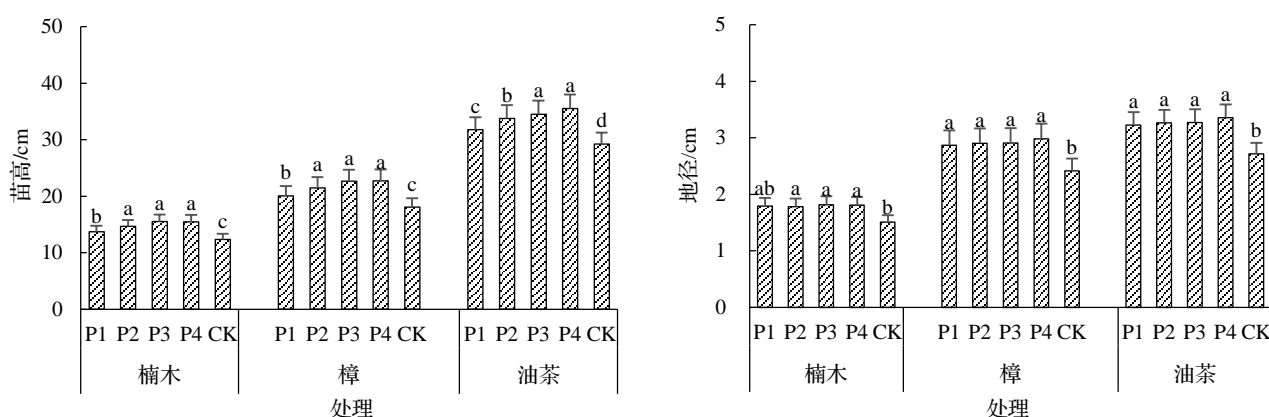
1.5 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 软件进行数据统计与作图, 用 SPSS 17.0 软件进行方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同基质处理对各树种苗高和地径生长的影响

如图 1 所示, 经过 8 个月的培育, 3 种苗木在不同基质的生长情况表现出明显的差异。总体上, 楠木、樟、油茶在 4 种轻基质处理 (P1、P2、P3、P4) 下的苗高和地径均显著高于 CK 处理 ($P<0.05$)。其中, 楠木在 P2、P3、P4 三种基质条件下的苗高和地径均无显著性差异 ($P>0.05$), 但显著高于 CK ($P<0.05$); 同样, 樟、油茶在 P2、P3、P4 三种基质条件下的苗高和地径均无显著性差异 ($P>0.05$), 但均显著高于 CK ($P<0.05$); 油茶的苗高和地径以 P3 和 P4 较高, 两者无显著性差异, 但显著高于 CK ($P<0.05$)。



注: 不同小写字母表示同种苗木不同基质处理之间差异显著 ($P<0.05$), 下同。

图 1 不同基质处理对各树种苗高和地径的生长的影响

Figure 1 Height and ground diameter of different species seedlings on different matrix with different formulas

2.2 不同基质处理对各树种苗木生物量分配的影响

如图 2A、2B 所示, 在 4 种轻基质处理 (P1、P2、P3、P4) 下, 楠木苗的地上部分和根系生物量总体上均显著高于 CK 处理的 ($P<0.05$), 且以 P4 最高, 其地上部分生物量比 CK 的高出 21.7%, 根系生物量比 CK 的

高出 115.4%; 樟苗的地上部分和根系生物量均显著高于 CK 处理的 ($P<0.05$), 且以 P3 最高, 其地上部分生物量比 CK 的高出 84.1%, 根系生物量比 CK 的高出 140.7%; 油茶苗的地上部分和根系生物量均显著高于 CK 处理 ($P<0.05$), 且以 P4 最高, 其地上部分生物量比 CK 高出 76.1%, 根系生物量比 CK 高出 121.1%。以上分析表明, 3 种苗木在 4 种轻基质处理下的根系生物量总体上高于地上部分生物量, 尤其以 P3 和 P4 处理更为明显。由此说明, 以桑枝屑发酵物、椰糠等配制成的轻型育苗基质疏松透气、养分充足, 对于植物根系生长和延伸具有很好的促进作用。

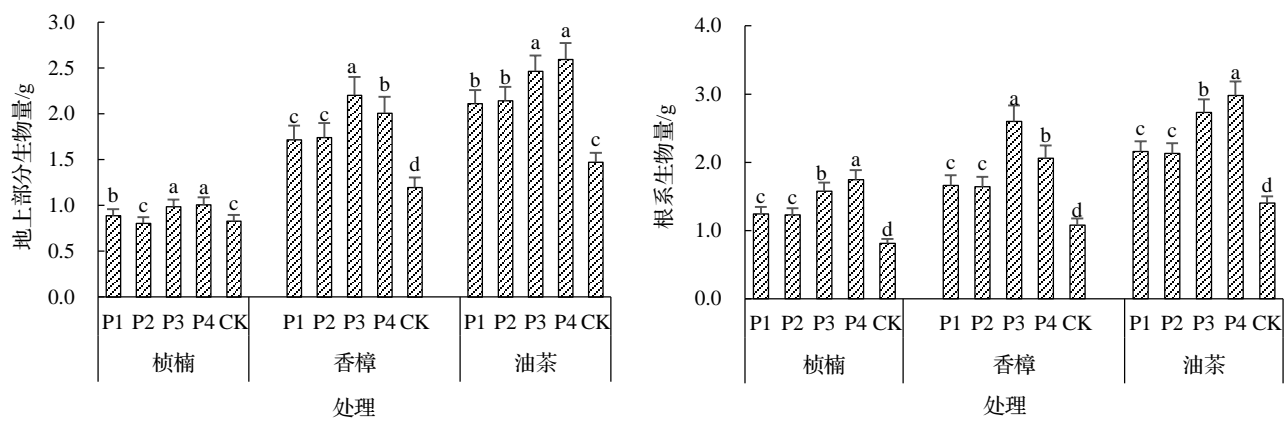


图 2 不同基质处理对各树种苗木生物量分配的影响

Figure 2 Biomass allocation of different species seedlings on different matrix with different formulas

2.3 不同基质处理对各树种苗木根系生长及活力的影响

如表 2 所示, 楠木、樟、油茶苗的根系生长情况在不同基质条件下均表现出明显的差异, 但总体上在 4 种轻基质条件下各树种苗木的根系表面积、总根长、根尖数量和根系活力均显著高于 CK 的 ($P<0.05$)。其中, 楠木苗的根系表面积、总根长和根尖数量均在 P4 处理中最高, 根系活力亦是如此, 均显著高于其它基质处理 ($P<0.05$); 樟苗的根系表面积、总根长、根尖数量和根系活力均在 P3 处理中最高, 与 P4 处理无显著性差异 ($P>0.05$), 但均显著高于其它基质处理 ($P<0.05$); 油茶苗的根系表面积、总根长、根尖数量和根系活力均在 P4 处理中最高, 其与 P3 处理无显著性差异 ($P>0.05$), 但总体上显著高于其它基质处理 ($P<0.05$), 表现出更强的吸收能力。

表 2 不同基质处理对各树种苗木根系生长及活力的影响
Table 2 Root growth and vigor of different species seedlings on different matrix with different formulas

树种	基质	根系表面积/cm ²	总根长/cm	根尖数量/个	根系活力/(mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)
桢楠	P1	38.85±2.44 d	103.8±8.45 c	187.5±16.43 c	0.39±0.019 c
	P2	44.55±2.58 c	106.8±7.31 c	177.4±16.87 c	0.44±0.017 b
	P3	52.80±3.73 b	124.8±11.77 b	211.5±17.45 b	0.45±0.022 b
	P4	67.61±3.85 a	138.9±12.53 a	243.5±18.75 a	0.50±0.031 a
	CK	25.82±2.35 e	57.5±5.54 d	111.4±14.45 d	0.36±0.013 d
樟	P1	51.80±3.15 c	138.4±11.24 b	250.4±15.43 b	0.42±0.028 c
	P2	59.40±3.47 b	142.4±12.46 b	236.6±14.23 c	0.48±0.032 b
	P3	79.40±5.65 a	176.4±13.31 a	282.0±16.98 a	0.59±0.047 a
	P4	72.80±6.32 a	161.8±12.87 a	268.4±17.13 a	0.54±0.032 a
	CK	34.40±3.16 d	76.6±4.31 c	148.2±11.48 d	0.29±0.016 d
油茶	P1	75.11±4.63 c	200.68±14.23 b	362.5±24.34 b	0.46±0.032 a
	P2	86.13±4.75 b	206.48±15.56 b	342.2±25.56 b	0.52±0.038 a
	P3	102.08±9.32 a	241.28±18.23 a	408.9±27.12 a	0.54±0.042 a
	P4	111.36±9.65 a	249.11±18.87 a	432.1±28.75 a	0.59±0.044 a
	CK	49.88±5.49 d	111.07±10.09 c	214.6±14.21 c	0.31±0.047 b

注: 不同字母表示各指标在同种苗木不同轻基质配方之间差异显著 ($P<0.05$)。

2.4 不同基质处理对各树种净光合速率的影响

光合作用是植物生长的物质能量来源，光合速率的高低直接关系着植物生长发育的好坏。如图 3 所示，楠木、樟、油茶苗的净光合速率在不同基质条件下均表现出明显差异，在 4 种轻基质条件下的净光合速率均显著高于 CK ($P<0.05$)。其中，楠木苗的净光合速率在 P3 处理时最高,其与 P4 处理无显著性差异 ($P>0.05$)，但显著高于其它基质处理 ($P<0.05$)；樟苗的净光合速率在 P3 处理时最高，并显著高于其它基质处理 ($P<0.05$)；油茶苗的净光合速率在 P4 处理时最高，显著高于其它基质处理 ($P<0.05$)。总体上，3 个树种在各轻基质处理条件下的净光合速率均以 P3 和 P4 最高，其次是 P2 和 P1，CK 最低。

2.5 不同基质处理下各树种苗木根系与地上部分生长情况的相关性

对各轻基质配方条件下 3 种苗木的根系生长量（根系表面积、总根长、根尖数量和根生物量）与地上部分生长量（株高、地径和地上部分生物量）及光合速率进行相关性分析，结果如表 3。

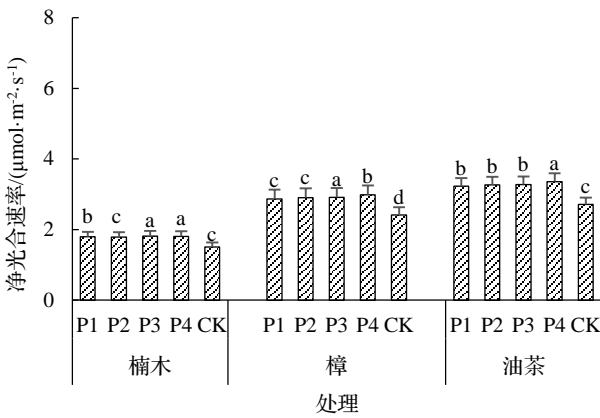


图 3 不同基质处理对各树种苗木净光合速率的影响
Figure 3 The net photosynthetic rate of different species seedlings on different matrix with different formulas

表 3 不同基质处理下各树种苗木根系与地上部分生长情况的相关系数									
Table 3 Correlation coefficient of root and aboveground growth of different species seedlings on different matrix with different formulas									
指标	根系表面积	总根长	根尖数量	根生物量	根系活力	株高	地径	地上部生物量	净光合速率
根系表面积	1	0.913**	0.954**	0.929**	0.983**	0.926**	0.915**	0.951**	0.970**
总根长		1	0.902*	0.864*	0.873*	0.972**	0.947**	0.884*	0.842*
根尖数量			1	0.956**	0.973**	0.960**	0.961**	0.932**	0.931**
根生物量				1	0.981**	0.967**	0.975**	0.965**	0.908*
根系活力					1	0.944**	0.872*	0.948**	0.945**
株高						1	0.984**	0.951**	0.891*
地径							1	0.929**	0.852*
地上部生物量								1	0.962**
净光合速率									1

注：*表示相关性显著 ($P<0.05$)；**表示相关性极显著 ($P<0.01$)。

由表 3 可知，3 种苗木的根系表面积、总根长、根尖数量和根生物量四者之间均呈显著正相关 ($P<0.05$)，而此四者与根系活力总体上也表现出显著的正相关性 ($P<0.05$)；根系表面积、总根长、根尖数量和根生物量总体上均与地上部分生长量（株高、地径和地上部分生物量）、净光合速率呈显著正相关 ($P<0.05$)，并且根系活力同样与地上部分生长量和净光合速率呈显著的正相关 ($P<0.05$)。可见，3 种苗木根系的生长及根系活力的增强对地上部分的生长、净光合速率均有显著的促进作用。反之，净光合速率的提高，又能促进光合产物的增加，进而反哺地下根系的生长。

3 小结与讨论

基质作为容器苗成活和生长发育的基础，是决定苗木质量的关键因素，而育苗基质的好坏会直接反映在苗木地上形态的变化上^[15]。目前，针对樟、楠木、油茶等树种的育苗基质多以泥炭、椰糠为主。如许方宏^[16]以泥炭、火烧土、沙质壤土为原料，通过设计多种配比，发现以泥炭为主的基质培育出的樟苗长势最好，根量最多。金国庆等^[17]同样发现樟在以泥炭为主的基质中生长较快，在以沤制后锯木屑为主的配比基质容器中生长较慢，王伙琴等^[18]在楠木育苗上也发现以泥炭为主的基质显著优于田间泥土。但在油茶的基质选择上，江泽鹏等^[19]发

现椰糠的育苗效果优于泥炭。总体看来,以泥炭、椰糠为主的轻基质育苗效果甚佳,主要原因还是因其疏松透气, pH 值和电导率适中,非常适合苗木生长。然而,泥炭和椰糠的价格相对较高,尤其泥炭属不可再生资源,在未来的育苗生产中,不提倡广泛应用,急需寻找替代物质。本研究利用桑枝屑发酵物、椰糠、珍珠岩3种材料混合,不仅质量较轻、营养丰富,并且3种材料混合后能克服单一基质可能造成的容重过小、过大、透气不良或通气过盛等弊端,同样也达到较好的育苗效果。这从4种轻基质配方处理(P1、P2、P3、P4)下3种苗木的外观生长情况可以明显看出,4种轻基质配方处理的株高、地径、地上部分生物量、根系生物量、总根长、根系表面积、根尖数量等均显著高于CK的($P<0.05$),表现出更强的长势,这与多数研究结果一致,相对于土壤基质,轻基质培育出的苗木质量优异,根系量大,移栽成活率更高^[20-22]。

光合作用是植物维持生命的能量来源,净光合速率的强弱直接反应了植物同化CO₂,制造干物质的能力^[23]。总体看来,楠木、樟、油茶苗在几种轻基质配方条件下的净光合速率均显著高于土壤基质上的,说明轻基质条件下各树种的光合产能明显更大,对地上部分和根系的生长均能起到更好的促进作用。土壤结构会影响土壤中氧气和水分的含量,在作物种子萌发及后期生长阶段,水分、温度和氧气都起着重要的作用,而在幼苗生长阶段,充足的有效养分能够更好地促进植株的干物质积累^[24-26]。另外,本研究测得的根系活力是采用TTC(2,3,5-三苯基氯化四氮唑)还原法测得的TTC还原能力,是与呼吸有关的琥珀酸脱氢酶活性,与呼吸作用有着很大的相关性^[27]。因此,在各基质处理水分充足且环境条件一致的情况下,4种轻基质比土壤基质更加地疏松透气,可利用的有效氮、有效磷、有效钾等养分也更多,各树种的根系活力和呼吸作用也显著提高,表现出更强的吸收能力,从多个方面促进了植株的长势。

本研究还发现,3种苗木在不同轻基质处理下的生长情况也存在较大差异,总体上以P3和P4处理的长势更好。一方面这与这两种轻基质配方的氮、磷、钾等有效养分含量适宜有关;另一方面,这两个轻基质配方的电导率和pH值较为适中。而P1和P2处理的pH值和电导率较大,盐分含量偏高,虽然其养分含量较高,对植物幼苗的生长也会存在一定的影响^[28],但总体仍优于土壤基质。许多研究表明,根系是植物吸收水分和矿质营养的主要器官,其大小、分布及活力直接关系着植物吸收养分和水分的数量,对植物生长发育有很大影响^[29-30]。通过对各轻基质处理的根系与地上部分生长情况和光合速率进行相关性分析,发现其根系表面积、总根长、根尖数量、根生物量和根系活力均与地上部分的生长量呈显著的正相关($P<0.05$),与地上叶片的净光合速率同样呈显著正相关($P<0.05$),表明旺盛的根系对地上部分的生长和光合产能均具有显著的促进作用。而地上部分生长旺盛,光合能力增强,产生更多的物质能量,反过来又能促进根系的生长。并且,根系旺盛的植物在移栽后更容易存活,能更快适应新的土壤环境。

综上所述,P3(发酵物:椰糠:珍珠岩=4:5:1)和P4(发酵物:椰糠:珍珠岩=2:7:1)两种轻基质配方条件下,3种苗木的生长情况均较好,两者之间差异不明显。并且本研究选择的几种材料中,以椰糠的成本最高,所以在兼顾成本的情况下,以配方P3为最优。目前,多数轻基质以泥炭为主要材料,且用量较大,而泥炭属于不可再生资源,长期的开采易造成资源耗竭。而本研究以桑枝屑发酵物为原料形成的轻基质营养丰富、疏松透气,能够很好地促进苗木的生长,尤其是促进苗木根系的生长,从而提高其上山造林的成活率,在未来林业行业的育苗中可在一定程度上替代泥炭等不可再生的材料,促进林木容器育苗产业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 李建琴,封槐松. 中国蚕桑产业改革与发展40年回顾与展望[J]. 中国蚕业, 2019, 40(1): 1-8.
- [2] 陈义安,刘俊凤,刘斌彬,等. 我国西部蚕桑产业发展的根本问题[J]. 陕西农业科学, 2011, 57(1): 213-213.
- [3] 华恩顺,吕建秋. 蚕桑副产物资源综合利用研究进展分析[J]. 中国蚕业, 2015, 36(1): 15-19, 24.
- [4] 黄先智. 桑枝条利用研究进展与讨论[J]. 蚕学通讯, 2019, 2(39): 23-24.
- [5] 刘婷岩,郝龙飞,王庆成,等. 不同轻基质和施肥处理对白桦苗木养分承载的影响[J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(10): 16-19, 29.
- [6] 陈代喜,程琳,蓝肖,等. 广西杉木沙床轻基质容器育苗技术与应用[J]. 广西林业科学, 2019, 48(4): 539-542.
- [7] 常恩福,李娅,李品荣,等. 不同育苗基质对铁橡栎和乌桕苗木生长的影响[J]. 西部林业科学, 2018(3), 47(3): 56-62.

