

几种农林废弃物复合基质的理化特性及 对浙江楠容器育苗的效果

王旭艳, 林夏珍, 李 琳, 阮 颖, 邢小明

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 将农林废弃物(枯枝落叶、药渣、锯末、山核桃 *Carya cathayensis* 果壳、玉米 *Zea mays* 秸秆)分别与珍珠岩以及蛭石按比例混合成 10 种混配基质, 以浙江楠 *Phoebe chekiangensis* 常用容器苗基质(泥炭、蛭石、珍珠岩的比例为 3:1:1)为对照, 分析了不同混配基质的理化性质, 从中初步确定了处理 2, 处理 3, 处理 4, 处理 5 和处理 7 为较优混配基质, 探讨了筛选出的 5 种混配基质及对照对浙江楠 3 年生大苗生长和生理特性的影响。结果表明: 处理 3 的农林废弃物混配基质(枯枝落叶、玉米秸秆、蛭石、珍珠岩的比例为 3:3:2:2)栽培的 3 年生浙江楠的苗高、地径、分枝数、地上鲜干质量、地下鲜干质量、可溶性糖质量分数及可溶性蛋白质量分数均高于对照, 高径比、根冠比、根系活力及叶绿素质量分数虽略小于对照但与对照不存在显著差异, 说明处理 3 的农林废弃物混配基质可以替代以泥炭为主的对照基质栽培浙江楠, 处理 3 的基质价格为 89.00 元·m⁻³, 明显低于对照为 236 元·m⁻³ 的基质价格, 对实现浙江楠容器苗工厂化生产意义重大。表 7 参 12

关键词: 园艺学; 农林废弃物; 理化特性; 浙江楠; 容器苗; 苗木品质

中图分类号: S723.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2013)05-0674-07

Physical and chemical properties of several kinds of agriculture and forestry waste composite matrix and their effect on container seedling of *Phoebe chekiangensis*

WANG Xuyan, LIN Xiazhen, LI Lin, RUAN Ying, XING Xiaoming

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Litter, drug waste, sawdust, pecan shells, and corn straw were mixed with perlite and vermiculite to form 10 mixed matrixes of different proportions. The physical and chemical properties of the different mixed matrixes were analyzed by comparison with the commonly used container seedling matrix (peat:vermiculite:perlite = 3:1:1, the control). Results showed treatments 2, 3, 4, 5 and 7 are more optimal. The more optimal matrix mixes were then used to determine growth indexes and physiological characteristics of three-year old *Phoebe chekiangensis* seedlings. Results showed height, basal diameter, branch number, shoot fresh and dry weights, root fresh and dry weights, soluble sugar content, and soluble protein content of seedlings of the treatment 3 (litter : corn : straw : vermiculite : perlite=3 : 3 : 2 : 2) were better than the control matrix. The height-diameter ratio, root-shoot ratio, root activity, and chlorophyll content of the treatment 3 were not significantly different from the control matrix ($P>0.05$). Price of treatment 3 is 89 yuan·m⁻³ which could save about 150.00 yuan·m⁻³ by comparison with the control. Thus, the control matrix with peat primarily can be replaced by the treatment 3 on planting in *Ph. chekiangensis*. It is of great significance to realize factory production of the *Ph. chekiangensis* container seedling. [Ch, 7 tab. 12 ref.]

收稿日期: 2012-11-15; 修回日期: 2013-01-14

基金项目: 浙江省科学技术优先主题重点农业项目(2009C12090); 浙江省花卉产业创新团队资助项目(2011R50034-01)

作者简介: 王旭艳, 从事园林植物栽培与管理研究。E-mail: wang-xu-yan@163.com。通信作者: 林夏珍, 教授, 博士, 从事园林植物栽培等研究。E-mail: linxz100@sohu.com

Key words: horticulture; agricultural and forestry waste; physical and chemical properties; *Phoebe chekiangensis*; container seedling; seedling quality

容器苗工厂化生产中, 基质是容器苗培育的基础也是关键, 其中泥炭为应用最多的有机基质^[1]。随着中国林业的发展, 生产上用的泥炭资源越来越多, 而中国泥炭资源匮乏, 人们正竭力寻找泥炭的替代品。经过多年研究, 人们提出了目前轻型育苗基质的主要成分应该是农林废弃物、工业固体生物质肥料及适量的土壤^[2]。因此, 开发利用当地成本低、容易获得的农林废弃物替代泥炭, 既起到保护环境作用又降低了育苗成本。浙江楠 *Phoebe chekiangensis* 为樟科 Lauraceae 楠属 *Phoebe* 常绿阔叶大乔木, 中国南方著名的珍稀濒危保护树种。该树种树形高大端庄, 树冠雄伟, 枝叶繁茂, 四季常青, 是理想的行道树、庭荫树或风景树, 且材质上等、经济价值高, 是优良的珍贵阔叶用材造林树种。浙江楠天然野生资源稀少, 现存自然资源已接近枯竭, 属渐危种, 为国家二级重点保护植物。采用农林废弃物复合基质进行浙江楠容器育苗, 在节约育苗成本的基础上, 可以充分利用浙江楠有限的种子资源大量快速繁育苗木, 丰富乡土绿化树种的种类, 扩大浙江楠的栽培范围, 增加经济收入。本研究将农林废弃物(枯枝落叶、药渣、锯末、山核桃 *Carya catnaysensis* 果壳、玉米 *Zea mays* 秸秆)分别与珍珠岩以及蛭石按比例合成不同混配基质, 以栽培浙江楠常用容器苗混合基质为对照, 分析了不同配比基质的理化性质, 从中初步确定了 5 种较优混配基质, 并研究了这 5 种不同混配基质和对照对浙江楠 3 年生大苗生长和生理特性的影响, 从中筛选出可替代泥炭培育浙江楠容器苗的最优农林废弃物基质配方, 以期浙江楠容器苗的工厂化育苗提供技术参考。

1 试验材料与方法

试验在浙江农林大学平山苗圃温室大棚内进行, 均采用 3 年生浙江楠容器苗(于 2011 年从建德林业局购买, 在平山苗圃培育 1 a), 无病虫害, 生长健壮, 规格基本一致, 平均高度 90 cm, 平均地径 7.0 mm。试验苗木栽植容器为 20 cm(直径)×20 cm(高度)的美植袋(购于浙江虹越花卉有限公司资材部), 泥炭、蛭石、珍珠岩购于杭州花卉世界东北泥炭资材部。

1.1 农林废弃物的获得及发酵处理

2011 年 6–7 月, 枯枝落叶收集于浙江农林大学校园, 玉米秸秆收集于平山苗圃旁的农田, 锯末购于杭州临安木材厂, 药渣购于临安制药厂, 山核桃果壳取自顺溪山核桃生产基地。

5 种农林废弃物都经粉碎和发酵消毒处理后使用。首先, 将各种废弃物晒干, 进行机械粉碎至 7~10 mm 颗粒或短茎(锯末不进行粉碎处理); 其次, 向各种废弃物中加入适量的生物发酵剂(其中玉米秸秆加入适量玉米秸秆腐熟剂), 并加入适量的水搅拌, 然后将各基质分别堆成山包状, 盖上塑料薄膜, 四周压实进行发酵, 翻动 1 次·月⁻¹, 发酵时间为 2011 年 8 月至 2012 年 3 月; 最后, 各基质发酵好之后, 用 50.0 g·kg⁻¹ 的高锰酸钾进行消毒处理, 晾干后使用。

1.2 复合基质的组成

为避免单一固体废弃物作为栽培基质存在的物理缺陷, 因此将发酵好的农林废弃物基质两两组合与蛭石、珍珠岩配成各种混合基质。对照为试验上认为栽培浙江楠较好的含泥炭、蛭石、珍珠岩的混合基质, 各基质配方见表 1。试验采用随机区组设计, 单株小区, 15 株·处理⁻¹, 各处理于 2012 年 3 月底上盆, 结合上盆按 3 kg·m⁻³ 的肥料量施入由山东红日阿康化工股份有限公司生产的艳阳天硫酸钾多彩纳米控释肥(N:P₂O₅:K₂O 为 20:10:10, 总养分≥40%), 上盆后进行正常的苗木管理。

1.3 基质理化性质测定

栽培试验开始前, 对各混配基质的物理化学性质进行测定, 物理性质的测定, 参照连兆煌^[3]和王振龙^[4]的方法, 化学性质的测定参照刘春生^[5]的方法。

1.4 植物形态、生物量及生理指标的测定

2012 年 8 月 29 日抽取 3 株·处理⁻¹, 测量每株的苗高、地径、分枝数量, 并计算高径比。用电子天平测定各处理的地上部分鲜质量和干质量及根部鲜质量和干质量, 并计算根冠比。测定地上部分和根部干质量时, 先将地上部分和根部置于烘箱内经 105 °C 杀青 15 min, 再在 80 °C 烘至恒量。

表 1 基质配方表

Table 1 Treatments of matrix formula

处理	枯枝落叶	药渣	山核桃果壳	玉米秸秆	锯末	蛭石	珍珠岩	泥炭
1	3	3	0	0	0	2	2	0
2	3	0	3	0	0	2	2	0
3	3	0	0	3	0	2	2	0
4	3	0	0	0	3	2	2	0
5	0	3	0	0	0	2	2	0
6	0	3	3	3	0	2	2	0
7	0	3	0	0	3	2	2	0
8	0	0	3	3	0	2	2	0
9	0	0	0	0	3	2	2	0
10	0	0	3	3	3	2	2	0
对照	0	0	0	0	0	2	2	6

说明：基质配方均为体积比。

用氯代三苯基四氮唑(TTC)染色法测定根系活力；用无水乙醇法测定叶绿素质量分数；用蒽酮比色法测定可溶性糖质量分数；用考马斯亮蓝 G-250 比色法测定可溶性蛋白质质量分数^[6]。重复 3 次。

1.5 数据处理

用 Excel 和 SPSS 软件进行数据分析处理

2 结果与分析

2.1 复合基质的理化特性

2.1.1 复合基质的物理特性 通过对不同复合基质配方物理特性指标的测定，由表 2 可以看出：各处理的容重都比对照大并且与对照存在显著差异($P<0.05$)，但都小于 $0.195 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，能满足理想基质(容重为 $0.1\sim 0.8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)^[7]的要求。基质理想的孔隙度范围为 $54\%\sim 96\%$ ^[8]，10 种基质配方及对照都在此范围内，除处理 6 明显小于对照且与对照存在显著差异($P<0.05$)外，其余各组均处于同一水平且与对照无显著差异。基质的通气孔隙影响着植物根系的呼吸作用，从表 2 中可得出：处理 1 明显优于对照，与对照存在显著性差异，处理 9 和处理 10 明显比对照的通气孔隙小，与对照存在显著性差异，其余处理 2，处理 3，处理 4，处理 5，处理 6，处理 7 和处理 8 与对照无显著性差异，其中处理 2，处理 3，处理 7 和处理 8 处于同一水平。持水孔隙的大小是基质保水性强弱的重要反映，在持水孔隙的比较中，处理 1 和处理 6 比对照小，与对照存在显著差异($P<0.05$)，处理 2，处理 3，处理 4，处理 5，处理 7，处理 8，处理 9 和处理 10 与对照无显著性差异，持水孔隙的大小顺序为：处理 9>处理 4>处理 2>处理 10>对照>处理 5>处理 7>处理 8>处理 3>处理 1>处理 6，其中处理 10，处理 4 和处理 2 与对照处于同一水平。理想的基质也需要合理的大小孔隙比，从表 2 中可看出：处理 1 大小孔隙比明显优于对照，与对照存在显著差异($P<0.05$)，处理 2，处理 4，处理 5，处理 9 和处理 10 号小于对照，与对照存在显著差异($P<0.05$)，处理 3，处理 6，处理 7 和处理 8 与对照无显著性差异，其中处理 3，处理 7 和处理 8 与对照处于同一水平。

2.1.2 复合基质的化学性质 在基质化学性质的比较中，处理 1 到处理 10 的 pH 值均在理想栽培基质(pH 值为 $6.0\sim 7.5$)^[7]的范围，其中处理 3，处理 6，处理 8 和处理 10 高于对照，且与对照存在显著差异($P<0.01$)，处理 1，处理 2，处理 4，处理 5，处理 7 和处理 9 与对照无显著性差异。在各处理基质配方的比较中，处理 9 的碱解氮比对照小且存在显著差异($P<0.01$)，处理 4 与对照处于同一水平，剩余各处理碱解氮的明显大于对照且与对照存在显著差异($P<0.01$)。各处理的有效磷质量分数均高于对照且与对照存在显著差异($P<0.01$)。有效钾的比较中，处理 7 小于对照且与对照存在显著差异($P<0.01$)，处理 1 和处理 4 与对照无显著性差异，剩余各处理均高于对照且存在显著差异($P<0.01$)。阳离子交换

表 2 不同基质配方的物理性质比较

Table 2 Physical properties of different treatments

处理	容重/(g·cm ⁻³)	总孔隙度/%	通气孔隙/%	持水孔隙/%	大小孔隙比
1	0.182 ± 0.01 b	74.57 ± 0.00 ab	26.80 ± 0.02 d	47.76 ± 0.02 ab	0.564 ± 0.064 c
2	0.195 ± 0.00 b	73.14 ± 0.01 ab	12.30 ± 0.02 abc	60.84 ± 0.00 cd	0.202 ± 0.029 a
3	0.179 ± 0.00 b	67.10 ± 0.05 ab	13.59 ± 0.00 abc	53.49 ± 0.05 abc	0.256 ± 0.017 ab
4	0.181 ± 0.00 b	71.88 ± 0.01 ab	7.43 ± 0.02 ab	64.45 ± 0.01 cd	0.116 ± 0.033 a
5	0.195 ± 0.01 b	65.02 ± 0.00 ab	7.90 ± 0.00 ab	57.12 ± 0.00 bcd	0.138 ± 0.001 a
6	0.194 ± 0.00 b	63.74 ± 0.01 a	18.96 ± 0.00 cd	44.78 ± 0.01 a	0.424 ± 0.019 bc
7	0.177 ± 0.01 b	69.37 ± 0.01 ab	14.15 ± 0.04 abc	55.22 ± 0.03 abcd	0.261 ± 0.086 ab
8	0.180 ± 0.01 b	64.80 ± 0.01 ab	10.88 ± 0.02 abc	53.92 ± 0.03 abc	0.204 ± 0.048 ab
9	0.185 ± 0.00 b	71.75 ± 0.03 ab	4.63 ± 0.01 a	67.12 ± 0.02 d	0.069 ± 0.009 a
10	0.193 ± 0.00 b	64.87 ± 0.00 ab	4.81 ± 0.02 a	60.06 ± 0.00 cd	0.080 ± 0.027 a
对照	0.133 ± 0.00 a	75.12 ± 0.01 b	15.11 ± 0.00 bc	60.02 ± 0.00 cd	0.252 ± 0.000 ab

说明：标有小写字母为 α=0.05 水平差异显著。

量 (CEC)反映基质保存养分和提供速效养分的能力，通常情况下，基质的盐基交换量在 10~100 cmol·kg⁻¹ 比较适宜。从表 3 中看出，处理 1 到处理 10 以及对照均在此范围内，排列顺序为：处理 8>处理 10>处理 3>处理 6>处理 2>处理 5>对照>处理 9>处理 1>处理 7>处理 4。有机质是土壤中营养元素的重要来源，处理 8 与对照无显著性差异，处理 4，处理 7，处理 2，处理 9，处理 5 和处理 10 均高于对照，且与对照存在显著差异 ($P<0.01$)，处理 3，处理 1 和处理 6 小于对照，且与对照存在显著差异($P<0.01$)。电导度(EC)值反映了基质中可溶性盐的浓度，各处理的 EC 值均与对照存在显著差异($P<0.01$)，处理 8 和处理 10 的 EC 值偏高，明显高于对照，处理 3，处理 6，处理 5，处理 2，处理 9，处理 1，处理 7 和处理 4 的 EC 值低于对照。

物理性质方面，处理 2，处理 3，处理 4，处理 5，处理 7 和处理 8 各项指标都比较好。化学性质方面，处理 8 和处理 10 的 EC 值偏高，处理 7 的有效钾较低，其余各处理的各项指标都表现良好。综合各处理基质的理化性质，考虑到基质中的钾元素可以通过后期施肥加以补充，初选出处理 2，处理 3，处理 4，处理 5 和处理 7 混配基质作为栽培浙江楠的试验基质。

表 3 不同基质配方的化学性质比较

Table 3 Chemical properties of different treatments

处理	pH 值	电导度 EC 值/ (ms·cm ⁻¹)	有机质/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷/ (mg·kg ⁻¹)	有效钾/ (mg·kg ⁻¹)	阳离子交换量/ (cmol·kg ⁻¹)
1	6.54 ± 0.09 abc	1.71 ± 0.00 c	287.8 ± 1.55 b	276.55 ± 0.65 fg	116.15 ± 0.75 d	141.15 ± 1.15 b	15.28 ± 0.29 ab
2	6.66 ± 0.30 abc	2.43 ± 0.00 d	406.7 ± 0.40 g	180.75 ± 7.45 c	123.45 ± 1.05 d	571.15 ± 1.15 e	18.67 ± 0.43 bede
3	7.08 ± 0.08 bc	3.15 ± 0.04 e	298.7 ± 1.40 c	319.15 ± 0.45 h	185.90 ± 1.40 e	554.20 ± 4.20 e	19.96 ± 0.72 de
4	6.38 ± 0.03 ab	1.13 ± 0.00 a	484.4 ± 1.05 i	132.70 ± 1.80 b	93.60 ± 0.70 c	132.25 ± 2.25 b	14.22 ± 0.34 a
5	6.65 ± 0.10 abc	2.63 ± 0.03 d	384.3 ± 0.35 f	263.65 ± 5.85 ef	117.75 ± 0.55 d	522.20 ± 2.20 d	17.05 ± 0.83 abcd
6	6.82 ± 0.02 bc	3.05 ± 0.01 e	189.1 ± 0.10 a	287.45 ± 2.55 g	182.85 ± 3.35 e	468.95 ± 1.05 c	19.84 ± 0.50 cde
7	6.40 ± 0.05 ab	1.34 ± 0.00 b	447.6 ± 0.35 h	179.15 ± 2.05 c	71.80 ± 0.20 b	70.50 ± 0.50 a	15.00 ± 0.30 ab
8	7.23 ± 0.07 d	4.44 ± 0.07 g	306.8 ± 2.10 d	247.55 ± 2.75 de	190.40 ± 2.80 e	825.00 ± 5.00 g	27.31 ± 0.58 f
9	6.50 ± 0.06 abc	1.78 ± 0.04 c	404.8 ± 0.25 g	85.6 ± 0.90 a	94.10 ± 0.60 c	554.00 ± 4.00 e	16.13 ± 0.59 abc
10	6.83 ± 0.07 bc	5.21 ± 0.02 h	370.6 ± 1.55 e	225.65 ± 2.35 d	187.70 ± 1.30 e	699.05 ± 0.95 f	22.23 ± 0.46 e
对照	6.01 ± 0.10 a	3.80 ± 0.01 f	307.3 ± 1.15 d	132.85 ± 0.65 b	68.55 ± 0.55 a	148.65 ± 0.65 b	16.67 ± 0.44 abcd

说明：标有小写字母为 α=0.01 水平差异显著。

2.2 不同基质对浙江楠容器苗生长的影响

2.2.1 不同基质对浙江楠容器苗形态指标的影响 基质不同对比对苗木的苗高、地径等有着较大的影响^[9]。高径比反映苗木地上部伸长生长与加粗生长之间的协调关系。从表 4 中可见,筛选出的 5 种基质配方栽培的浙江楠的地径、苗高、高径比、分枝数与对照相比都无显著性差异。在苗高方面,处理 3 基质栽培的浙江楠最高(116.17 cm),处理 2 和处理 5 苗木与对照处于同一水平,处理 7 苗高值最小(95.83 cm)。处理 2,处理 3 和处理 7 号苗木地径略高于对照,处理 4 和处理 5 苗木略低于对照。除 7 号苗木分枝数低于对照外,处理 2,处理 3,处理 4 和处理 5 苗木分枝数多于对照,最多的为处理 3(11.5 枝)。

表 4 不同基质对浙江楠容器苗形态指标的影响

Table 4 Effects of different matrix on morphological indices of *Ph. chekiangensis* container seedlings

处理	苗高/cm	地径/mm	高径比	分枝数
2	109.67 ± 2.52 ab	12.15 ± 0.56 a	90.51 ± 3.10 a	9.0 ± 1.00 a
3	116.17 ± 3.05 b	13.02 ± 0.08 a	89.22 ± 1.82 a	11.5 ± 0.50 a
4	97.83 ± 0.60 a	11.09 ± 0.78 a	89.10 ± 6.28 a	10.0 ± 2.00 a
5	103.33 ± 4.76 ab	11.17 ± 0.34 a	92.46 ± 2.80 a	9.5 ± 1.50 a
7	95.83 ± 2.20 a	11.76 ± 0.42 a	81.82 ± 4.45 a	6.5 ± 0.50 a
对照	109.83 ± 5.55 ab	11.43 ± 0.26 a	96.27 ± 6.34 a	8.5 ± 0.50 a

说明:标有小写字母为 $\alpha=0.05$ 水平差异显著。

2.2.2 不同基质对比对浙江楠容器苗生物量的影响 从表 5 可看出:各处理栽培的浙江楠地上干鲜质量、根部干鲜质量及根冠比与对照均无显著性差异,处理 3 的地上鲜质量及干质量(115.86 g, 92.34 g)最大。处理 3 和处理 4 根部鲜质量及干质量均大于对照,处理 2 和处理 5 略小于对照,处理 7 最小(42.38 g, 28.40 g)。根冠比能反映植物的生长状况以及环境条件对地上部与地下部生长的影响,从表中数据可得出处理 4 和处理 5 的根冠比大于对照,处理 2,处理 3 和处理 7 略小于对照。

表 5 不同基质对浙江楠容器苗生物量的影响

Table 5 Effects of different matrix on biomass of *Ph. chekiangensis* container seedlings

处理	地上鲜质量/g	地上干质量/ g	根部鲜质量/g	根部干质量/g	根冠比
2	105.33 ± 5.63 a	80.16 ± 8.08 a	61.13 ± 0.91 a	42.90 ± 4.44 a	0.585 ± 0.115 a
3	115.86 ± 0.24 a	92.34 ± 2.20 a	69.41 ± 2.04 a	49.0 ± 2.80 a	0.600 ± 0.020 a
4	98.76 ± 1.78 a	75.39 ± 1.29 a	87.04 ± 3.02 a	61.49 ± 2.57 a	0.855 ± 0.155 a
5	83.80 ± 1.12 a	63.22 ± 1.14 a	63.87 ± 4.18 a	41.68 ± 6.00 a	0.770 ± 0.050 a
7	70.14 ± 0.56 a	52.91 ± 0.27 a	42.38 ± 0.97 a	28.40 ± 0.31 a	0.605 ± 0.015 a
对照	94.37 ± 1.34 a	78.14 ± 0.99 a	67.58 ± 1.08 a	42.91 ± 4.01 z	0.715 ± 0.015 a

说明:标有小写字母为 $\alpha=0.05$ 水平差异显著。

2.2.3 不同基质对比对浙江楠容器苗生理指标的影响 根系活力是衡量容器苗质量的重要指标之一^[10]。由表 6 可以看出:用处理 5 混配基质培育的浙江楠苗木根系活力高于对照且与对照存在显著差异($P<0.05$),处理 2,处理 3 和处理 7 与对照无显著性差异,处理 4 的根系活力最小且与对照存在显著差异($P<0.05$)。叶绿素质量分数与植物光合作用密切相关,是反映植物生长情况的重要指标。由表 6 数据可看出:处理 7 叶绿素质量分数最高($4.455 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$),显著高于对照,处理 3 与对照无显著差异,处理 2 和处理 5 小于对照与对照存在显著差异($P<0.05$),处理 4 最小($2.815 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$),与对照差异极显著。研究表明,苗木体内可溶性糖及可溶性蛋白质质量分数是反映苗木质量的重要指标^[10],各处理基质栽培的浙江楠苗木可溶性糖无显著差异,由大到小排列顺序为:处理 2>处理 7>处理 3>处理 4>对照>处理 5;除处理 3 可溶性蛋白质质量分数与对照无显著性差异外,其余各处理栽培的苗木可溶性蛋白质显著小于对照,最小的为处理 5($1.365 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)。

表 6 不同基质对浙江楠容器苗生理指标的影响

Table 6 Effects of different matrixon physiological indices of *Ph. chekiangensis* container seedlings

处理	根系活力/(mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	叶绿素/(mg·g ⁻¹)	可溶性糖/(g·kg ⁻¹)	可溶性蛋白/(mg·g ⁻¹)
2	2.405 ± 0.105 b	3.530 ± 0.000 b	47.25 ± 1.55 a	2.065 ± 0.375 a
3	2.380 ± 0.060 b	3.865 ± 0.045 c	44.80 ± 0.90 a	5.945 ± 0.005 b
4	1.860 ± 0.040 a	2.815 ± 0.025 a	43.20 ± 3.00 a	1.705 ± 0.005 a
5	3.295 ± 0.035 c	3.485 ± 0.005 b	41.50 ± 2.50 a	1.365 ± 0.555 a
7	2.690 ± 0.110 b	4.455 ± 0.045 d	45.15 ± 0.65 a	1.795 ± 0.085 a
对照	2.410 ± 0.060 b	3.875 ± 0.005 c	41.60 ± 0.40 a	5.375 ± 0.005 b

说明：标有小写字母为 α=0.05 水平差异显著。

2.3 复合基质价格

从表 7 可看出：处理 3 农林废弃物混合基质的价格与对照相比，低 147.00 元·m⁻³。目前泥炭资源匮乏，价格比较昂贵，而农林废弃物容易获得、成本低，利用农林废弃物混配基质代替泥炭栽培浙江楠更加经济且满足当前建设生态化城市的需求。

3 结论与讨论

在容器育苗过程中，基质特性决定了对苗木水分和营养的供给状况，影响着苗木的生长发育^[11]。通过对不同农林废弃物混合基质理化性质的比较，初选出处理 2，处理 3，处理 4，处理 5 和处理 7 混配基质作为栽培浙江楠的试验基质。基质特性是影响苗木生长与品质的制约因素，基质材料的配比不同，苗木的地上部与地下部干质量、叶绿素质量分数和根系活力等均有差异^[12]。对初选出的 5 种农林废弃物混合基质及对照栽培的浙江楠苗木进行综合比较，得出处理 3 混配基质(枯枝落叶：玉米秸秆：蛭石：珍珠岩=3：3：2：2)栽培的浙江楠 3 年生苗木的苗高、地径、分枝数、地上鲜干质量、地下鲜干质量、可溶性糖质量分数及可溶性蛋白质质量分数均高于对照，高径比、根冠比、根系活力及叶绿素质量分数虽略小于对照但与对照不存在显著性差异，可以替代泥炭栽培浙江楠 3 年生容器苗。采用处理 3 基质栽培浙江楠，基质材料容易获得、成本低，价格为 89.00 元·m⁻³，明显低于对照为 236.00 元·m⁻³的基质价格（近似是对照价格的 1/3），而且起到了保护环境的作用，对实现浙江楠的工厂化育苗意义重大。其次处理 2 基质配方(枯枝落叶：山核桃壳：蛭石：珍珠岩=3：3：2：2)在各项指标上也表现较好，也可作为栽培浙江楠 3 年生苗木的混配基质。

表 7 各基质价格

Table 7 Price of different matrix

材料	种类	价格/(元·m ⁻³)
原料	泥炭	270.00
	蛭石	210.00
	珍珠岩	160.00
废弃物	枯枝落叶	0
	玉米秸秆	0
	发酵剂	5.00
复合基质	人工费	10.00
	处理 3（枯枝落叶：玉米秸秆：蛭石：珍珠岩为 3：3：2：2）	89.00
	对照(泥炭：蛭石：珍珠岩为 6：2：2)	236.00

说明：各原材料均不包括储存、运输等费用。

参考文献：

[1] 范双喜, 伊东正. 树皮草炭混配基质对生菜生长的影响[J]. 中国蔬菜, 2002(6): 18 – 20.
FAN Shuangxi, YI Dongzheng. Effects of mixed culture media on the growth and yield of lettuce[J]. *China Veget*, 2002(6): 18 – 20.

[2] 张建国, 王军辉. 网袋容器育苗新技术[M]. 北京：科学出版社, 2007: 3 – 4.

[3] 连兆煌. 无土栽培技术与原理[M]. 北京：中国农业出版社, 1994: 70 – 72.

- [4] 王振龙. 无土栽培教程[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008: 67 – 69.
- [5] 刘春生, 杨守祥. 农业化学分析[M]. 北京: 农业出版社, 1996: 63 – 65.
- [6] 郝建军. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 141 – 142.
- [7] 李静, 赵秀兰, 魏世强, 等. 无公害蔬菜无土栽培基质理化特性研究[J]. 西南农业大学学报, 2001, **22**(2): 112 – 115.
- LI Jing, ZHAO Xiulan, WEI Shiqiang, *et al.* Study on the physico-chemical properties of soil-less cultural substrates of pollution-free vegetable[J]. *J Southwest Agric Univ*, 2001, **22**(2): 112 – 115.
- [8] 游幕贤. 茶花[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 50 – 51.
- [9] 尚秀华, 谢耀坚, 张沛健, 等. 不同轻基质桉树出圃苗木质量评价[J]. 桉树科技, 2011, **28**(1): 23 – 26.
- SHANG Xiuhua, XIE Yaojian, ZHANG Peijian, *et al.* Quality evaluation of eucalypt seedlings by different light media [J]. *Eucalypt Sci Technol*, 2011, **28**(1): 23 – 26.
- [10] 鲁敏, 姜凤岐, 宋轩. 容器苗质量评定指标的研究[J]. 应用生态学报, 2002, **13**(6): 763 – 765.
- LU Min, JIANG Fengqi, SONG Xuan, Assessing indices of container seedling quality [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2002, **13**(6): 763 – 765.
- [11] 马常耕. 世界容器育苗研究、生产现状和我国发展对策[J]. 世界林业研究, 1994, **7**(5): 33 – 41.
- MA Changgeng. The current research and production of container seedlings in the world and the development strategy in China[J]. *World For Res*, 1994, **7**(5): 33 – 41.
- [12] 周跃华, 聂艳丽, 赵永红, 等. 国内外固体基质研究概况[J]. 中国生态学报, 2005, **13**(4): 40 – 43.
- ZHOU Yuehua, NIE Yanli, ZHAO Yonghong, *et al.* Research on solid substrate in the whole world [J]. *Chin J Eco-Agric*, 2005, **13**(4): 40 – 43.