

## 浙江主要生态经济造林树种轻基质育苗的容器筛选

袁冬明<sup>1</sup>, 林磊<sup>1</sup>, 严春风<sup>1</sup>, 周志春<sup>2</sup>

(1. 浙江省宁波市鄞州区林业技术管理服务站, 浙江 宁波 315100; 2. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

**摘要:** 选用木荷 *Schima superba*, 湿地松 *Pinus elliottii*, 苦槠 *Castanopsis sclerophylla*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 杨梅 *Myrica rubra*, 樟树 *Cinnamomum camphora*, 无患子 *Sapindus mukorossi* 和红叶石楠 *Photinia serrulata* 等浙江省主要生态经济造林树种, 开展容器类型和规格对其 1~2 年生容器苗生长影响的系统研究。结果表明, 不同树种容器苗对不同容器类型和规格的生长反应差异很大。对于 1 年生容器苗培育, 以无纺布网袋容器作为育苗容器的各树种容器苗生长表现最优, 在林木穴盘、塑料薄膜容器和软质塑料杯等 3 种育苗容器中各树种容器苗生长均属正常, 而硬质锥形塑料管和纸杯容器其容器苗生长表现较差; 对于 2 年生容器大苗培育, 以可拆式塑料容器作为育苗容器的各树种容器苗生长表现皆显著优于其他类型容器, 以无纺布网袋容器为育苗容器的各树种容器苗生长均较好, 以软质塑料杯和纸杯容器为育苗容器的容器苗生长较差。相关分析发现, 各树种 1 年生容器苗的苗高、地径、干物质积累量和根体积等生长性状与育苗容器直径和高度相关性不显著, 而各树种 2 年生容器苗的主要生长性状与容器规格皆呈显著的正相关, 意味着为培育 2 年生的容器大苗, 选择规格较大的容器是关键的技术措施之一。表 4 参 17

**关键词:** 森林培育学; 生态经济造林树种; 容器苗; 容器类型; 容器规格; 苗木生长

中图分类号: S723.1 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2011)01-0095-08

## Seedling container selection for important ecological and economic afforestation species in Zhejiang Province

YUAN Dong-ming<sup>1</sup>, LIN Lei<sup>1</sup>, YAN Chun-feng<sup>1</sup>, ZHOU Zhi-chun<sup>2</sup>

(1. Yinzhou Forest Extension Center of Ningbo City, Ningbo 315100, Zhejiang, China; 2. Research Institute of Subtropical Forestry, The Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

**Abstract:** To aid in seedling container selection for important ecological and economic afforestation species (*Schima superba*, *Pinus elliottii*, *Castanopsis sclerophylla*, *Cyclobalanopsis glauca*, *Myrica rubra*, *Cinnamomum camphora*, *Sapindus mukorossi*, and *Photinia serrulata*) in Zhejiang Province, effect of container types (non-woven fabric containers, tree plugs, plastic film containers, soft plastic cups, hard conical plastic tubes, paper cup containers and demountable plastic containers) and sizes (container diameter and height) on the annual and biennial seedling growth of the afforestation species mentioned above were determined using the variance and simple correlation analysis. A random block design with three replications were applied in the trials, and the traits survey were conducted in late October of 2008. Result showed significant ( $P < 0.05$ ) differences among different container types and sizes in seedling growth of different species. The LSD multiple range test result showed that, in the annual seedling trial, seedlings in non-woven fabric containers grew best; seedlings in tree plugs, plastic film containers, and soft plastic cups exhibited a moderate growth increment; and seedlings in hard conical plastic tubes and paper cup containers grew slower.

收稿日期: 2010-05-28; 修回日期: 2010-08-17

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划专题项目(2006BAD07B07); 宁波市重大科技攻关计划项目(2007C10023)

作者简介: 袁冬明, 高级工程师, 从事林木种苗生产和林业实用技术与推广。E-mail: yuandmformal@163.com

For biennial seedlings, demountable plastic containers were the best followed by non-woven fabric containers that exhibited a relatively large growth increment and then soft plastic cups and paper cup containers where seedlings grew more slowly. For annual seedlings, no significant correlations between growth traits (seedling height, base diameter, dry matter, root volume) and container diameter and height were found. However, for biennial seedlings there were significant positive correlations ( $P < 0.05$ ,  $r = 0.758 - 0.986$ ) between the growth traits and container diameter and height. Based on the seedling quality, production cost and afforestation effect, non-woven fabric containers were the superior container type for the species. Moreover, selecting a relatively large container type was key to cultivating larger biennial seedlings. [Ch, 4 tab. 17 ref.]

**Key words:** silviculture; ecological and economic afforestation species; container seedling; container type; container size; seedling growth

随着中国重点生态公益林工程、沿海防护林工程、平原绿化工程和阔叶林发展工程等一系列重点林业生态工程的大力实施,造林绿化苗木需求量不断增大,而传统育苗方式由于其用种量大、育苗周期长、造林季节短、造林成活率低和缓苗期较长等诸多缺点难以满足现代林业生产和市场发展的需求。容器育苗是先进的林木育苗方式,与裸根苗比较,容器育苗具有播种量小、育苗周期短、便于工厂化生产、有效延长造林时间及能显著提高造林成效等优点<sup>[1-3]</sup>。容器苗的质量除了受其自身遗传因子的影响外,还主要受基质、容器类型和规格等环境因子的影响,因此,基质配比和育苗容器的选择是容器育苗的技术关键<sup>[4-5]</sup>。目前,关于容器育苗基质配比的研究报道较多,早期主要集中于松树 *Pinus* 和桉树 *Eucalyptus* 等大宗造林树种<sup>[6-9]</sup>,近年来开始注重对樟树 *Cinnamomun camphora*, 乳源木莲 *Manglietia yuyuanensis*, 鹅掌楸 *Liriodendron chinense*<sup>[10-11]</sup>, 紫楠 *Phoebe shearerii*<sup>[11]</sup>, 浙江楠 *Phoebe chekiangensis*<sup>[12]</sup> 和南方红豆杉 *Taxus chinensis* var. *mairei*<sup>[13]</sup> 等一些优良的乡土阔叶树种和珍贵树种的基质配比技术展开研究。虽然在育苗容器的选择方面也有一些研究,但多侧重于容器类型或容器规格单一因素对容器苗生长的影响进行研究<sup>[10-11,14-15]</sup>,而同时对容器类型和容器规格2个因素对不同树种容器苗生长影响的比较研究目前报道较少,仅见陈秋夏等<sup>[16]</sup>研究了无纺布网袋容器和塑料营养钵2种容器类型及其不同容器规格对木荷 *Schima superba*, 无柄小叶榕 *Ficus concinna* var. *subsessilis* 和法国海岸松 *Pinus pinaster* 等3个树种容器苗生长的影响。本研究选择木荷,湿地松 *Pinus elliotii*, 苦槠 *Castanopsis sclerophylla*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 杨梅 *Myrica rubra*, 樟树, 无患子 *Sapindus mukorossi* 和红叶石楠 *Photinia serrulata* 等浙江省主要生态经济造林树种,分别1年生和2年生设置不同容器类型和规格的育苗试验,系统研究育苗容器类型和规格对容器苗质量的影响,为培育不同树种不同规格容器苗,筛选合适的育苗容器,从而实现林木种苗工厂化繁育提供科技支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在浙江省宁波市鄞州区横街镇森源种苗中心,29°51' N, 121°20' E,海拔为50 m,属亚热带季风性湿润气候区。年平均气温为16.2 °C,极端最高气温为40.8 °C,极端最低气温-8.8 °C,≥10 °C的年积温为5 166.2 °C,年平均降水量为1 538.8 mm,全年无霜期为238 d,土壤pH 5.5~6.0。

### 1.2 试验材料

1.2.1 供试种子和苗木 本研究包括1年生和2年生容器试验2个部分。1年生容器试验选用木荷、湿地松、苦槠、青冈、杨梅、樟树和无患子等7个树种作为供试对象,用种子繁殖,试验用种子来自浙江省林业种苗总站。2年生容器试验中,木荷、苦槠、湿地松和红叶石楠均采用1年生的网袋容器苗为供试苗木。

1.2.2 基质与缓释肥 1年生容器试验基质配比为泥炭:珍珠岩(7:3),缓释复合肥(1.0 kg·m<sup>-3</sup>);2年生容器试验基质配比为泥炭:珍珠岩(6:4),缓释复合肥(2.0 kg·m<sup>-3</sup>)。缓释肥为美国产的爱贝斯(APEX)长效缓释肥,其全氮为180.0 g·kg<sup>-1</sup>,有效磷为180.0 g·kg<sup>-1</sup>,全钾为80.0 g·kg<sup>-1</sup>,肥效9个月。

1.2.3 容器 不同容器的材料与规格见表1。

### 1.3 试验设计与栽培管理

1 年生容器试验 7 个树种 6 种容器, 2 年生容器试验 4 个树种 6 种容器, 均采用完全随机区组设计, 3 次重复, 90 株小区。2008 年 4 月中旬, 当培育的各树种芽苗达到 1 芽 2 子叶大小时及时移入容器, 移栽后及时浇定根水, 并长期保持基质湿润、大棚通风和适当透光, 其他措施同一般生产性育苗。整个育苗过程均在具有喷雾遮

阳设施的钢构育苗大棚内进行, 所有育苗容器均置于架空的育苗塑料筐内以利于空气修根。

### 1.4 数据调查与统计分析

试验于 2008 年 10 月下旬收获。1 年生容器苗试验各试验处理随机选取 15 株生长正常的容器苗, 量测苗高、地径, 并用加拿大 REGENT 公司生产 RHIZO Pro STD1600 + 型根系图象分析系统测定苗木的根系总长、根总表面积和根系总体积等根系参数, 然后将苗木分成根(主根和侧根)、茎、叶等 3 部分, 经 105 ℃杀青 30 min, 80 ℃烘干至恒量, 测定各部分的干物质量。2 年生容器苗试验各试验处理随机选取 10 株生长正常的容器苗, 量测苗高、地径、各部分的干物质量和根系参数。

以单株测定值为单元, 利用 SAS 软件包中的 GLM 和 GR 程序进行性状方差分析和相关分析, 并用最小显著差(LSD)法进行多重比较, 以检验不同处理对苗木生长影响的显著性, 方差分析时根冠比数据经反正弦转换。

## 2 结果与分析

### 2.1 容器类型对 1 年生容器苗生长的影响

方差分析表明(表 2), 不同容器类型对木荷、湿地松、无患子、苦槠、杨梅、青冈和樟树等树种 1 年生容器苗的苗高、地径、干物质量、根冠比、总根长、根表面积和根体积等生长性状、根系形态参数影响非常显著。通过多重比较可以发现, 除湿地松外, 以无纺布网袋容器(A)作为育苗容器的各树种容器苗生长表现皆明显优于其他类型容器, 其苗木高径生长最快, 干物质积累量最大, 根系发达, 如其苗高、干物质量和根体积分别为 6 种容器类型均值的 136% ~ 200%, 120% ~ 197%和 135% ~ 157%, 这与无纺布容器有利于空气修根, 促进苗木多级侧根生长有关。对于林木穴盘(B)、塑料薄膜容器(D)和软质塑料杯(E)等 3 种育苗容器, 各树种容器苗生长均属正常, 但不同树种容器苗对 3 种育苗容器的生长反应有所差异, 如木荷、湿地松、无患子、青冈和樟树其容器苗在软质塑料杯(E)中生长表现均较好, 而苦槠、杨梅则相对较差, 因此, 这几种容器的选用依树种而定。较之于其他类型容器, 以硬质锥形塑料管(C)和纸杯容器(F)为育苗容器的各树种容器苗其生长表现皆较差, 如其苗高仅分别为 6 种育苗容器均值的 41% ~ 78%和 48% ~ 86%, 可利用其培育早期生长速度相对较慢树种的容器苗。

### 2.2 容器类型和规格对 2 年生容器苗生长的影响

表 3 结果表明, 不同容器类型对木荷、湿地松、苦槠和红叶石楠等 4 个树种 2 年生容器苗苗高、地径、干物质量、根冠比、总根长、根表面积和根体积等生长性状、根系形态参数存在显著影响, 如 4 个树种不同处理的 2 年生容器苗总干物质量最大值分别是最小值的 6.57, 3.38, 4.48 和 6.96 倍。通过多重比较可以发现, 以可拆式塑料容器(4)作为育苗容器的各树种 2 年生容器苗生长表现皆显著优于其他类型容器, 如其苗高、干物质量和根体积分别为 6 种容器处理群体均值的 125% ~ 143%, 187% ~ 265%和 142% ~ 220%。以无纺布网袋容器为育苗容器的各树种容器苗生长均较好, 其 3 种规格处理(1, 2, 3)下各树种容器苗生长性状和根系参数均值均接近于群体均值。对于软质塑料杯(5), 除湿地松容器苗干物质和根系形态参数大于 6 种容器处理均值外, 各树种容器苗苗高、地径、干物质量及总根长、根表面

表 1 不同容器类型与规格

Table 1 Type and size of different containers

1 年生育苗容器			2 年生育苗容器		
序号	容器类型	规格(直径 × 高度)/(mm × mm)	序号	容器类型	规格(直径 × 高度)/(mm × mm)
A	网袋容器	45 × 100	1	网袋容器	120 × 80
B	32 孔林木穴盘	50 × 100	2	网袋容器	120 × 100
C	硬质锥形塑料管	40 × 110	3	网袋容器	120 × 120
D	塑料薄膜容器	45 × 115	4	可拆式塑料容器	190 × 300
E	软质塑料杯	50 × 70	5	软质塑料杯	80 × 100
F	纸杯容器	70 × 85	6	纸杯容器	100 × 105

表2 容器类型对7个树种1年生容器苗生长的影响

Table 2 Effect of container type on annual seedling growth of seven tree species

树种	容器类型	苗高/cm	地径/mm	干物质量/g	根冠比	总根长/cm	根表面积/cm <sup>2</sup>	根体积/cm <sup>3</sup>
木荷	A	30.65 ± 5.04 a	4.76 ± 0.89 a	4.15 ± 0.93 a	0.45 ± 0.14 d	1 580.30 ± 148.21 a	455.75 ± 29.38 a	8.36 ± 0.48 a
	B	20.89 ± 3.07 c	3.93 ± 0.97 bc	3.53 ± 0.69 b	0.64 ± 0.17 b	1 143.05 ± 273.62 bc	305.11 ± 53.55 bc	6.22 ± 0.84 c
	C	15.72 ± 2.18 d	3.65 ± 0.94 c	2.65 ± 0.73 c	0.70 ± 0.20 ab	934.87 ± 332.76 d	181.38 ± 63.73 e	2.97 ± 0.98 e
	D	21.15 ± 3.41 c	4.10 ± 0.65 b	3.62 ± 0.74 b	0.51 ± 0.13 cd	1 050.79 ± 177.59 c	283.94 ± 39.19 c	4.93 ± 0.70 d
	E	26.25 ± 3.71 b	4.67 ± 0.76 a	4.02 ± 0.75 a	0.51 ± 0.14 cd	1 226.84 ± 352.75 b	336.74 ± 58.28 b	7.07 ± 0.96 b
	F	14.05 ± 3.07 d	3.69 ± 0.71 c	2.81 ± 0.78 c	0.75 ± 0.21 a	969.26 ± 187.30 cd	230.87 ± 42.25 d	4.56 ± 0.54 d
	均值	21.45 ± 5.17	4.13 ± 0.91	3.46 ± 1.00	0.59 ± 0.19	1 150.85 ± 287.19	298.97 ± 65.98	5.69 ± 0.98
湿地松	A	25.91 ± 3.59 ab	5.35 ± 0.87 a	4.61 ± 0.67 a	0.35 ± 0.20 cd	844.45 ± 86.16 ab	267.19 ± 27.01 ab	4.59 ± 0.88 ab
	B	24.75 ± 3.07 b	4.18 ± 0.84 b	4.21 ± 0.83 b	0.38 ± 0.16 c	800.28 ± 156.00 b	223.32 ± 42.53 bc	4.31 ± 0.98 b
	C	18.19 ± 4.39 d	3.64 ± 0.80 c	3.44 ± 1.11 d	0.48 ± 0.13 a	537.93 ± 223.32 d	136.07 ± 54.42 d	2.74 ± 0.62 d
	D	22.93 ± 3.11 bc	3.85 ± 0.38 bc	3.82 ± 0.70 c	0.43 ± 0.17 b	684.80 ± 162.72 c	191.32 ± 31.33 c	3.69 ± 0.50 c
	E	27.89 ± 3.51 a	5.43 ± 1.38 a	4.74 ± 0.85 a	0.33 ± 0.28 d	918.10 ± 304.06 a	292.07 ± 81.71 a	4.72 ± 0.83 a
	F	20.15 ± 4.50 cd	3.61 ± 1.17 c	3.62 ± 0.70 cd	0.45 ± 0.35 ab	512.29 ± 101.35 d	150.47 ± 84.65 cd	2.97 ± 0.89 d
	均值	23.30 ± 3.93	4.34 ± 1.10	4.07 ± 1.15	0.40 ± 0.23	716.31 ± 290.69	210.07 ± 77.06	3.84 ± 0.87
无患子	A	27.17 ± 3.29 a	5.90 ± 1.03 a	4.92 ± 0.68 a	1.46 ± 0.43 e	5 324.51 ± 623.99 a	1 382.17 ± 162.66 a	22.16 ± 3.51 a
	B	24.95 ± 4.08 b	5.45 ± 0.85 b	4.54 ± 0.84 b	1.51 ± 0.99 de	4 457.99 ± 453.56 b	1 022.74 ± 305.72 b	18.76 ± 5.38 b
	C	15.35 ± 3.66 e	4.60 ± 0.91 c	2.55 ± 0.53 e	1.84 ± 1.04 b	1 418.00 ± 372.13 f	365.91 ± 98.53 f	7.56 ± 2.26 e
	D	21.30 ± 2.53 c	5.72 ± 0.91 ab	4.45 ± 0.84 b	1.57 ± 1.01 d	2 831.68 ± 477.49 e	680.29 ± 175.23 de	13.10 ± 5.81 d
	E	23.15 ± 3.27 bc	5.59 ± 1.25 b	3.94 ± 0.68 c	1.82 ± 1.05 c	3 508.57 ± 858.25 c	858.72 ± 207.04 c	16.82 ± 6.11 c
	F	17.50 ± 2.76 d	4.87 ± 1.12 c	3.18 ± 0.76 d	2.12 ± 1.30 a	3 123.73 ± 628.14 d	729.58 ± 241.58 d	13.64 ± 4.71 d
	均值	21.57 ± 5.08	5.36 ± 1.08	3.93 ± 0.86	1.72 ± 0.99	3 444.08 ± 583.82	839.90 ± 313.01	15.34 ± 5.84
苦槠	A	16.30 ± 2.16 a	3.20 ± 0.72 a	3.58 ± 0.68 a	1.14 ± 0.68 cd	1 087.04 ± 343.75 a	322.41 ± 118.98 a	7.65 ± 2.53 a
	B	9.05 ± 1.01 c	2.76 ± 0.25 b	2.44 ± 0.65 c	1.23 ± 0.41 c	738.04 ± 147.88 e	218.59 ± 35.50 d	5.17 ± 0.73 c
	C	7.45 ± 1.12 d	2.34 ± 0.32 cd	1.63 ± 0.18 d	1.55 ± 0.44 b	957.67 ± 169.75 c	275.29 ± 39.61 b	6.31 ± 0.79 b
	D	14.05 ± 1.48 b	3.19 ± 0.43 a	3.01 ± 0.68 b	1.07 ± 0.23 d	1 029.21 ± 268.11 b	304.89 ± 76.49 ab	7.30 ± 2.29 a
	E	9.25 ± 1.01 c	2.44 ± 0.26 c	1.76 ± 0.52 d	1.15 ± 0.28 cd	791.66 ± 180.77 d	233.43 ± 45.64 cd	5.49 ± 0.93 c
	F	7.20 ± 1.42 d	2.09 ± 0.34 d	1.21 ± 0.20 e	1.81 ± 0.58 a	765.21 ± 125.00 de	216.42 ± 24.94 d	4.88 ± 0.37 d
	均值	10.55 ± 2.28	2.67 ± 0.58	2.27 ± 0.63	1.33 ± 0.61	894.81 ± 273.70	261.84 ± 75.27	6.13 ± 1.80
杨梅	A	37.85 ± 6.91 a	6.54 ± 1.20 a	7.96 ± 2.57 a	0.14 ± 0.02 e	1 595.59 ± 105.30 a	396.22 ± 29.88 a	10.18 ± 0.95 a
	B	26.95 ± 4.72 b	5.54 ± 1.14 b	5.46 ± 1.71 b	0.20 ± 0.04 d	1 168.68 ± 212.73 bc	359.85 ± 71.23 ab	8.84 ± 2.06 b
	C	8.60 ± 1.39 e	2.84 ± 0.42 e	1.04 ± 0.25 f	0.26 ± 0.08 ab	570.55 ± 141.66 d	180.46 ± 34.23 d	4.65 ± 1.28 e
	D	24.25 ± 4.83 bc	5.62 ± 0.65 b	4.76 ± 1.54 c	0.22 ± 0.05 cd	968.56 ± 212.98 c	300.25 ± 68.02 b	7.43 ± 1.86 c
	E	16.80 ± 2.43 d	4.44 ± 0.80 c	3.45 ± 0.71 d	0.24 ± 0.06 b	1 240.98 ± 325.76 b	347.63 ± 81.94 ab	7.76 ± 1.65 c
	F	10.75 ± 2.61 e	3.51 ± 0.63 d	1.54 ± 0.58 e	0.29 ± 0.12 a	944.84 ± 177.53 c	269.82 ± 41.79 c	6.16 ± 0.87 d
	均值	20.87 ± 6.09	4.75 ± 1.53	4.04 ± 2.98	0.23 ± 0.08	1081.53 ± 326.38	309.04 ± 88.76	7.50 ± 2.07
	A	23.20 ± 2.49 a	4.53 ± 0.48 a	4.14 ± 0.82 a	0.61 ± 0.32 c	2 423.96 ± 443.76 a	699.71 ± 123.70 a	12.03 ± 3.29 a
	B	19.80 ± 2.34 bc	4.44 ± 0.35 a	3.78 ± 0.78 b	0.62 ± 0.18 c	2 020.09 ± 493.53 b	501.16 ± 117.37 b	9.92 ± 2.36 b

续表 2

树种	容器类型	苗高/cm	地径/mm	干物质量/g	根冠比	总根长/cm	根表面积/cm <sup>2</sup>	根体积/cm <sup>3</sup>
青冈	C	8.65 ± 2.77 d	3.11 ± 0.50 c	1.43 ± 0.30 e	0.81 ± 0.21 a	1 128.34 ± 398.07 e	294.99 ± 87.42 c	6.18 ± 1.46 d
	D	20.85 ± 2.57 b	3.52 ± 0.49 b	2.31 ± 0.72 d	0.49 ± 0.16 d	1 182.02 ± 221.46 de	328.78 ± 39.90 c	7.60 ± 2.76 c
	E	20.65 ± 1.84 b	4.39 ± 0.39 a	3.40 ± 0.64 c	0.74 ± 0.24 b	1 833.78 ± 416.19 c	487.01 ± 107.31 b	10.30 ± 2.22 b
	F	8.85 ± 1.13 d	3.18 ± 0.50 bc	1.65 ± 0.22 e	0.80 ± 0.25 a	1 269.02 ± 202.92 d	309.55 ± 44.57 c	6.01 ± 0.79 d
	均值	17.00 ± 6.35	3.86 ± 0.75	2.79 ± 0.81	0.68 ± 0.25	1 642.87 ± 496.26	436.87 ± 121.91	8.67 ± 2.79
樟树	A	41.15 ± 2.33 a	4.81 ± 0.49 a	4.94 ± 0.87 a	0.68 ± 0.13 d	5 931.81 ± 408.61 a	2 468.95 ± 189.03 a	69.43 ± 7.06 a
	B	24.05 ± 4.57 b	4.39 ± 0.67 b	4.19 ± 0.65 b	0.70 ± 0.24 cd	4 884.05 ± 604.05 bc	1 752.76 ± 264.27 c	54.01 ± 9.26 c
	C	8.72 ± 2.42 d	2.63 ± 0.28 e	0.72 ± 0.19 f	0.96 ± 0.41 a	938.64 ± 261.25 f	348.30 ± 81.34 f	10.36 ± 2.17 f
	D	20.20 ± 2.98 c	4.14 ± 0.47 bc	3.80 ± 0.92 c	0.89 ± 0.32 b	5 123.74 ± 691.04 b	1 998.94 ± 276.79 b	62.34 ± 9.94 b
	E	19.35 ± 4.90 c	4.02 ± 0.30 c	3.36 ± 0.87 d	0.98 ± 0.26 a	4 004.11 ± 539.58 d	1 455.55 ± 332.99 d	42.28 ± 8.92 d
	F	9.95 ± 1.26 d	3.06 ± 0.43 d	1.41 ± 0.46 e	0.92 ± 0.40 ab	2 247.29 ± 463.90 e	875.51 ± 167.51 e	27.29 ± 7.75 e
均值	20.57 ± 5.28	3.84 ± 0.88	3.07 ± 0.94	0.86 ± 0.33	3 854.94 ± 701.33	1 483.34 ± 447.54	44.29 ± 10.07	

说明：a, b, c, d 不同字母表示不同处理间达 0.05 差异显著水平。

表 3 容器类型和规格对 4 个树种 2 年生容器苗质量的影响

Table 3 Effect of container type and size on biennial seedling growth of four tree species

树种	容器类型和规格	苗高/cm	地径/mm	干物质量/g	根冠比	总根长/cm	根表面积/cm <sup>2</sup>	根体积/cm <sup>3</sup>
木荷	1	76.80 ± 9.57 c	9.39 ± 1.34 c	23.92 ± 4.41 c	0.33 ± 0.13 c	4 342.85 ± 584.37 cd	802.74 ± 102.37 d	12.18 ± 3.22 cd
	2	81.62 ± 12.07 bc	9.40 ± 1.38 c	26.27 ± 5.60 c	0.34 ± 0.08 c	4 908.93 ± 648.29 c	954.45 ± 246.84 c	14.81 ± 2.84 c
	3	85.43 ± 15.18 b	10.86 ± 1.42 b	38.53 ± 5.40 b	0.39 ± 0.12 b	8 142.91 ± 1027.87 b	1 624.30 ± 209.36 b	25.45 ± 4.48 b
	4	94.51 ± 16.69 a	14.44 ± 1.81 a	77.23 ± 11.69 a	0.64 ± 0.21 a	16 380.05 ± 3745.16 a	2 757.46 ± 461.58 a	45.02 ± 8.53 a
	5	59.85 ± 11.23 d	7.94 ± 1.12 d	14.48 ± 3.39 d	0.37 ± 0.13 bc	4 975.81 ± 539.46 c	951.25 ± 217.78 c	14.59 ± 3.55 c
	6	44.23 ± 12.40 e	7.65 ± 1.42 d	11.75 ± 3.54 d	0.36 ± 0.08 bc	3 903.28 ± 604.41 d	572.32 ± 98.92 e	11.14 ± 2.09 d
均值	73.74 ± 17.49	9.95 ± 2.67	32.03 ± 6.96	0.41 ± 0.17	7 108.95 ± 2368.08	1 277.04 ± 354.66	20.57 ± 5.47	
湿地松	1	41.87 ± 3.79 cd	11.29 ± 1.69 de	20.21 ± 5.06 e	0.31 ± 0.09 c	2 703.30 ± 379.74 d	563.12 ± 82.03 d	9.34 ± 2.04e
	2	48.55 ± 3.68 b	12.72 ± 2.60 c	27.79 ± 8.71 d	0.27 ± 0.08 cd	3 463.51 ± 531.06 c	838.50 ± 116.54 c	13.63 ± 2.79 d
	3	49.90 ± 6.43 b	15.17 ± 1.01 b	40.59 ± 5.41 b	0.25 ± 0.08 d	3 811.33 ± 660.28 c	906.69 ± 189.36 c	16.94 ± 3.66 c
	4	58.99 ± 6.82 a	16.85 ± 2.28 a	64.20 ± 8.73 a	0.38 ± 0.06 b	8 271.71 ± 1056.39 a	1 647.56 ± 360.96 a	26.18 ± 5.28 a
	5	43.99 ± 4.45 bc	11.83 ± 1.25 cd	34.45 ± 6.58 c	0.46 ± 0.05 a	5 743.27 ± 684.92 b	1 264.03 ± 298.85 b	22.26 ± 4.13 b
	6	38.85 ± 5.59 d	10.56 ± 1.48 e	19.01 ± 5.69 d	0.28 ± 0.07 cd	2 740.12 ± 337.58 d	521.83 ± 97.90 d	7.97 ± 1.98 e
均值	47.03 ± 7.17	12.31 ± 2.42	34.38 ± 7.43	0.33 ± 0.11	4 455.53 ± 1123.49	956.94 ± 302.37	16.07 ± 5.88	
苦槠	1	51.10 ± 10.05 c	7.38 ± 1.52 c	18.02 ± 3.82 d	0.52 ± 0.15 c	4 008.41 ± 658.28 cd	948.29 ± 207.42 cd	13.93 ± 3.56 cd
	2	56.30 ± 11.28 bc	8.49 ± 2.66 b	33.06 ± 5.64 c	0.43 ± 0.10 de	4 718.98 ± 681.83 b	1 039.36 ± 199.38 c	17.64 ± 3.17 bc
	3	57.21 ± 9.80 b	9.02 ± 1.57 b	44.40 ± 6.14 b	0.35 ± 0.07 e	5 160.68 ± 972.55 b	1 141.49 ± 314.60 b	20.16 ± 4.33 b
	4	69.20 ± 10.30 a	13.34 ± 1.88 a	80.74 ± 11.64 a	0.46 ± 0.10 d	6 061.02 ± 850.68 a	1 395.31 ± 338.65 a	25.13 ± 4.98 a
	5	47.10 ± 6.57 cd	6.46 ± 1.24 d	15.46 ± 4.70 e	0.58 ± 0.12 b	3 833.41 ± 534.72 d	926.73 ± 168.04 d	13.09 ± 2.89 d
	6	45.28 ± 5.38 d	7.13 ± 1.15 cd	18.12 ± 5.80 d	0.63 ± 0.11 a	4 221.28 ± 781.36 bc	997.71 ± 200.97 c	16.59 ± 4.16 c
均值	54.37 ± 11.67	8.64 ± 2.83	34.97 ± 11.96	0.50 ± 0.14	4 667.32 ± 1045.17	1 074.85 ± 350.47	17.78 ± 5.04	

续表 3

树种	容器类型 和规格	苗高/cm	地径/mm	干物质量/g	根冠比	总根长/cm	根表面积/cm <sup>2</sup>	根体积/cm <sup>3</sup>
	1	65.29 ± 9.24 c	6.35 ± 0.97 d	12.12 ± 4.96 d	0.27 ± 0.07 d	3 017.05 ± 673.97 d	599.48 ± 90.45 c	9.51 ± 1.88 c
	2	78.53 ± 18.14 b	8.43 ± 1.69 b	29.47 ± 5.79 b	0.38 ± 0.06 bc	4 540.97 ± 885.25 c	906.33 ± 135.67 b	14.42 ± 2.71 b
	3	81.68 ± 16.81 b	8.39 ± 1.37 b	30.25 ± 9.42 b	0.42 ± 0.11 b	4 855.75 ± 1047.68 bc	969.83 ± 168.02 b	15.44 ± 3.67 b
红叶石楠	4	115.51 ± 13.93 a	13.82 ± 1.62 a	84.32 ± 17.12 a	0.36 ± 0.09 c	7 412.43 ± 1450.54 a	1 528.40 ± 330.78 a	25.16 ± 4.32 a
	5	76.19 ± 8.11 b	7.38 ± 1.19 c	17.35 ± 5.24 c	0.45 ± 0.07 ab	4 880.11 ± 773.50 bc	966.26 ± 154.77 b	15.25 ± 2.99 b
	6	68.64 ± 14.33 c	7.60 ± 0.97 c	17.75 ± 5.15 c	0.48 ± 0.08 a	5 052.43 ± 981.33 b	988.95 ± 125.68 b	15.49 ± 3.18 b
	均值	80.97 ± 20.39	8.66 ± 2.75	31.88 ± 12.74	0.39 ± 0.12	4 959.81 ± 1247.84	993.27 ± 228.65	15.84 ± 4.59

说明: a, b, c, d 不同字母表示不同处理间达 0.05 差异显著水平。

积和根体积等性状均值低于 6 种容器处理均值。类似于 1 年生试验结果,以纸杯容器(6)为育苗容器的各树种容器苗其生长表现皆较差,这可能是由于其保水性较差,且不利于空气修根。

比较各树种 3 个无纺布规格处理下容器苗各性状均值发现(表 3),无纺布容器规格对 2 年生容器苗生长表现影响显著。随着无纺布容器规格的增大,苗高和地径生长明显提高,干物质量明显增多,各根系参数值增大,如规格(容器直径 × 高度)为 120 mm × 120 mm 的 3 号容器其各树种容器苗根体积比规格为 120 mm × 80 mm 的 1 号容器高出 44.7% ~ 110.3%。通过多重比较还发现,除木荷外,湿地松、苦槠和红叶石楠等 3 种树种其容器规格为 120 mm × 100 mm 的 2 号容器与规格为 120 mm × 120 mm 的 3 号容器间各主要生长性状和根系参数差异不显著,因此从节约生产成本的角度出发,可认为 2 年生容器苗的适宜无纺布容器规格为 120 mm × 100 mm 的 2 号容器。

### 2.3 容器苗生长与容器规格的相关性

表 4 分别列出了各树种 1 年生和 2 年生容器苗苗高、地径、干物质量和根体积等主要生长和根系性状与育苗容器直径和高度的相关系数。研究发现,各树种 1 年生容器苗高径生长、干物质量及根体积等生长性状与育苗容器直径和高度相关性皆不显著,说明一定容器规格范围内,不同类型育苗容器其容器苗生长表现差异主要受容器类型的影响,而受容器规格的影响较小,如无纺布网袋容器(50 mm × 100 mm)其规格在 6 种供试容器类型中仅属中等,但其各树种容器苗生长表现皆为最优。不同于 1 年生容器苗,除了木荷容器苗苗高与容器高度以及湿地松根体积与容器直径的相关性不显著外,各树种 2 年生容器苗其苗高、地径、干物质量和根体积等性状与容器规格皆呈显著的正相关(0.758 ~ 0.986),说明随着苗龄的增大,育苗容器规格对容器苗生长的影响逐渐明显,意味着为培育 2 年生的容器大苗,选择规格较大的容器是主要的措施之一。

## 3 结论与讨论

已有研究表明,网袋容器苗根系发达<sup>[9]</sup>,无纺布容器苗栽植后,1 a 内无纺布容器自动降解,对环境无污染,而塑料袋容器苗造林时根系易卷曲,在移栽过程中易散团,栽植后存在缓苗期,且塑料容器在土壤中很难降解,影响苗木根系的扩展,还会对环境造成污染<sup>[17]</sup>。本研究 1 年生容器试验中,以无纺布网袋作为育苗容器的各树种容器苗生长表现最优;在林木穴盘、塑料薄膜容器和软质塑料杯等 3 种容器中各树种容器苗均生长正常;以硬质锥形塑料管和纸杯容器为育苗容器的各树种容器苗其生长表现皆较差。2 年生容器试验中,可拆式塑料容器最有利于各树种 2 年生容器苗生长,但其价格较高,不利于降低生产成本;以无纺布网袋容器为育苗容器的各树种容器苗生长均较好;软质塑料杯和纸杯容器中生长的容器苗生长皆较差。从容器苗质量、生产成本及造林效果综合考虑,无纺布网袋容器是浙江省主要生态经济树种容器育苗的理想容器类型,应在生产中大力推广。

研究发现,各树种 1 年生容器苗高径生长、干物质量及根体积等生长性状与供试育苗容器直径和高度相关性皆不显著,这是因为 1 年生容器试验采用不同材质的容器类型,不同容器规格容器苗生长表现差异主要受容器类型的影响而非容器规格的影响,项目组将在下一步研究中对于筛选出的优良容器类型

其不同规格对于容器苗生长的影响进行研究。而各树种 2 年生容器苗其苗高、地径、干物质量和根体积等性状与容器规格呈显著的正相关，因此，对于培育 2 年生以上容器大苗则应根据成本选择较大规格的容器。

本研究是基于春播翌年春造林的育苗模式的，但生产实践中根据造林时间的不同还会采用冬播春造、晚春播种秋冬季造林、晚夏播种次年春季造林等其他育苗模式<sup>[10]</sup>，因此，应当根据具体情况依据树种生物学特性选择适合的育苗容器类型和规格。对于樟树、湿地松和杨梅等早期生长速度较快的树种，可采用冬播春造的育苗模式，选择中等规格的无纺布网袋容器较为适宜。早期生长速度较快的落叶树种无患子等可于晚春播种秋冬季造林，宜采用中等规格的无纺布网袋容器。对于木荷、苦槠等早期生长速度较慢的树种，多采用春播翌年春造林，可选择规格较小的容器，以节省基质，降低育苗成本。对于种子夏季成熟的樟科 Lauraceae 楠木类树种等，可在晚夏播种翌年春季造林，宜采用中小规格的硬质或塑料容器。培育 2 年生以上的容器大苗，对于生长速度快或经济价值较高的树种则可选择大规格的可拆卸式塑料容器，对于一般生态型树种则宜选择中等规格的无纺布网袋容器。

#### 参考文献：

- [1] 钱辉明. 树木容器育苗[M]. 北京：中国林业出版社，1982.
- [2] 刘勇. 我国苗木培育理论与技术进展[J]. 世界林业研究，2000，**13** (5)：43 - 49.  
LIU Yong. Advances in theory and techniques of seedling culture in China [J]. *World For Res*, 2000, **13** (5)：43 - 49.
- [3] LANDIS D, TINUS R W, MCDONALD S E, *et al.* Container tree nursery materials : containers and growing media [G]/NISLEY R G. *Agricultural Handbook* No. 674. Washington D C: USDA Forest Service, 1990: 88.
- [4] 乌丽雅斯, 刘勇, 李瑞生, 等. 容器育苗质量调控技术研究评述[J]. 世界林业研究，2004，**17** (2)：9 - 13.  
WULI Yasi, LIU Yong, LI Ruisheng, *et al.* Reviewing on quality modification and control techniques of containerized seedling [J]. *World For Res*, 2004, **17** (2)：9 - 13.
- [5] 韦如萍, 薛立, 邝立刚. 林木育苗技术研究综述[J]. 山西林业科技，2002 (3)：10 - 17.  
WEI Ruping, XUE Li, KUANG Ligang. Summary of research on seedling-raising of tree [J]. *J Shanxi For Sci Technol*,

表 4 浙江省主要生态经济造林树种容器苗主要生长性状与容器规格的相关系数

Table 4 Relationship between the main growth traits of container seedling of important ecological and economic afforestation species in Zhejiang Province and container size

苗龄	树种	容器规格	苗木性状			
			苗高	地径	干物质量	根体积
1 年生	木荷	D(上口直径)	- 0.412	- 0.278	- 0.283	- 0.049
		H(高度)	- 0.182	- 0.370	- 0.247	- 0.394
	湿地松	D	- 0.121	- 0.233	- 0.148	- 0.213
		H	- 0.486	- 0.518	- 0.526	- 0.381
	无患子	D	- 0.195	- 0.251	- 0.185	- 0.079
		H	- 0.141	- 0.044	0.066	- 0.309
	苦槠	D	- 0.419	- 0.562	- 0.528	- 0.668
		H	0.356	0.526	0.478	0.600
	杨梅	D	- 0.314	- 0.258	- 0.318	- 0.111
		H	0.220	0.187	0.167	- 0.106
	青冈	D	- 0.381	- 0.222	- 0.226	- 0.310
		H	- 0.024	- 0.331	- 0.232	- 0.245
樟树	D	- 0.316	- 0.227	- 0.262	- 0.185	
	H	0.074	- 0.018	0.027	0.133	
2 年生	木荷	D	0.759+	0.955**	0.956**	0.885*
		H	0.551	0.896*	0.932**	0.954**
	湿地松	D	0.845*	0.804+	0.768+	0.468
		H	0.853*	0.817*	0.912*	0.758+
	无患子	D	0.937**	0.968**	0.930**	0.884*
		H	0.851*	0.945**	0.931**	0.876*
	苦槠	D	0.855*	0.885*	0.916**	0.773+
		H	0.969**	0.983**	0.986**	0.943**

说明：+，\* 和 \*\* 分别为 0.10，0.05 和 0.01 显著水平。

- 2002 (3): 10 - 17.
- [6] 陈连庆, 韩宁林, 裴致达. 不同基质对马尾松容器苗及其菌根的影响[J]. 热带亚热带土壤科学, 1997, **6** (4): 251 - 254.
- CHEN Lianqing, HAN Ninglin, PEI Zhida. Effect of substrate on seedling growth and mycorrhiza of masson pine in pot [J]. *Trop Subtrop Soil Sci*, 1997, **6** (4): 251 - 254.
- [7] 周永学, 樊军锋, 杨培华, 等. 奥地利黑松与油松 1 年生苗生长和生物量对比分析[J]. 浙江林学院学报, 2003, **20** (2): 438 - 441.
- ZHOU Yongxue, FAN Junfeng, YANG Peihua, *et al.* Comparative studies on growth and biomass of one-year-old seedlings of *Pinus nigra* var. *austriaca* and *Pinus tabulaeformis* [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2003, **20** (2): 438 - 441.
- [8] 程庆荣. 蔗渣和木屑作尾叶桉容器育苗基质的研究[J]. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2002, **23** (2): 11 - 14.
- CHENG Qingrong. Study on container medium of *Eucalyptus urophylla* with bagasse and sawdust [J]. *J South China Agric Univ Nat Sci Ed*, 2002, **23** (2): 11 - 14.
- [9] 韦小丽, 朱忠荣, 尹小阳, 等. 湿地松轻基质容器育苗技术[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2003, **27** (5): 55 - 58.
- WEI Xiaoli, ZHU Zhongrong, YIN Xiaoyang, *et al.* Studies on container seedlings cultural techniques of light media for *Pinus elliottii* [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2003, **27** (5): 55 - 58.
- [10] 金国庆, 周志春, 胡红宝, 等. 3 种乡土阔叶树种容器育苗技术研究[J]. 林业科学研究, 2005, **18** (4): 387 - 392.
- JIN Guoqing, ZHOU Zhichun, HU Hongbao, *et al.* Studies on container seedlings cultural techniques of three native broad-leaved tree species [J]. *For Res*, 2005, **18** (4): 387 - 392.
- [11] 余琳, 余新娟, 余忠敏, 等. 阔叶树种容器育苗配套技术试验[J]. 浙江林业科技, 2005, **25** (4): 35 - 38.
- YU Lin, YU Xinjuan, YU Zhongmin, *et al.* Studies on container seedlings cultivation techniques of broad-leaves tree species [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 2005, **25** (4): 35 - 38.
- [12] 杜佩剑, 徐迎春, 李永荣. 浙江楠容器育苗基质的比较和筛选[J]. 植物资源与环境学报, 2008, **17** (2): 71 - 76.
- DU Peijian, XU Yingchun, LI Yongrong. Comparison and selection on the substrate of container nursery of *Phoebe chekiangensis* [J]. *J Plant Resour Environ*, 2008, **17** (2): 71 - 76.
- [13] 王月生, 周志春, 金国庆, 等. 基质比对南方红豆杉容器苗及其移栽生长的影响[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (5): 643 - 646.
- WANG Yuesheng, ZHOU Zhichun, JIN Guoqing, *et al.* Growth of *Taxus chinensis* var. *mairei* for container seedlings in different media mixtures and for bare root versus container seedlings in a young stand [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2007, **24** (5): 643 - 646.
- [14] 蒋云东, 王达明, 杨德军, 等. 热区几种阔叶树种的育苗基质和容器规格研究[J]. 云南林业科技, 2003 (4): 19 - 23.
- JIANG Yundong, WANG Daming, YANG Dejun, *et al.* A study on seedling medium and container standard of several tropical hardwood species [J]. *J Yunnan For Sci Technol*, 2003 (4): 19 - 23.
- [15] 张纪卯. 不同基质和容器规格对油杉容器苗生长的影响[J]. 福建林学院学报, 2001, **21** (2): 176 - 180.
- ZHANG Jimao. Studies on effect of different medium and container size on growth of *Keteleeria fortunei* container seedling [J]. *J Fujian Coll For*, 2001, **21** (2): 176 - 180.
- [16] 陈秋夏, 郑坚, 林霞, 等. 不同容器对木荷等 3 个容器苗生长的影响[J]. 西北林学院学报, 2009, **24** (2): 75 - 79.
- CHEN Qiuxia, ZHENG Jian, LIN Xia, *et al.* Effects of different containers on the growth of seedlings of 3 tree species [J]. *J Northwest For Univ*, 2009, **24** (2): 75 - 79.
- [17] 王月海. 山东干旱瘠薄山地造林新技术试验[J]. 中国水土保持科学, 2007, **5** (2): 60 - 64.
- WANG Yuehai. New techniques of afforestation on the dry and barren land in the mountainous region of Shandong Province [J]. *Sci Soil Water Conserv*, 2007, **5** (2): 60 - 64.