

容器规格、基质配比、缓释肥用量对赤杨叶容器苗生长和质量的影响

杨滨豪¹ 肖兴翠¹ 张羽嘉² 刘闵豪¹ 彭建¹ 史亮¹

(1.四川省林业科学研究院, 森林和湿地生态恢复与保育四川省重点实验室 成都 610081; 2.成都理工大学 成都 610059)

摘要:【目的】通过研究苗基质配比、缓释肥用量、容器规格等因素及其组合对2年生赤杨叶容器苗生长和质量的影响, 探讨赤杨叶容器苗在不同组合中的生长效果差异, 筛选出最优育苗方案, 为培育赤杨叶优质容器苗提供参考。【方法】以赤杨叶幼苗为材料, 采用析因试验设计, 设置3种容器规格、3种基质配比和3种缓释肥用量, 正交组合成9个处理, 研究其对赤杨叶容器苗生长和质量的影响, 运用隶属函数法进行综合评价。【结果】3种因素中, 基质配比与对赤杨叶容器苗苗高、高径比的影响显著 ($P<0.05$), 对地径的影响不具显著性 ($P>0.05$)。容器规格、缓释肥量对赤杨叶容器苗地径、苗高、高径比的影响均不显著 ($P>0.05$)。基质理化性质中, PH值、有机质含量、水解氮、容重与容器苗苗高、高径比均为显著相关, 总孔隙度与苗高呈显著相关, 有效磷含量与高径比相关性显著。隶属函数综合评价表明: 容器规格 A2 (10.0 cm×13.5 cm)、基质配比 B2 (椰糠4: 泥炭4: 土2)、缓释肥用量 C3 (4 kg/m³), 综合排名第一。【结论】容器规格、基质配比和缓释肥用量单一或交互影响赤杨叶容器苗的生长, 隶属综合排名前列的组合方案可在赤杨叶容器育苗生产上加以应用。研究结果为赤杨叶容器育苗技术提供了科学依据, 丰富了赤杨叶幼苗培育方法。

关键词: 容器苗; 赤杨叶; 容器规格; 基质配比; 缓释肥用量

Effects of container size, matrix ratio and SRF on the growth and quality of *Alniphyllum fortunei* container seedlings

Abstract: 【Objective】By studying the effects of factors such as seedling substrate ratio, slow-release fertilizer dosage, container specifications, and their combinations on the growth and quality of 2-year-old *Alniphyllum fortunei* container seedlings, this study explores the differences in growth effects of red poplar leaf container seedlings in different combinations, selects the optimal seedling cultivation plan, and provides reference for cultivating high-quality red poplar leaf container seedlings. 【Method】Using *Alniphyllum fortunei* seedlings as materials, a factorial experimental design was adopted, with three container specifications, three substrate ratios, and three slow-release fertilizer dosages set up. Nine orthogonal combinations were used to study their effects on the growth and quality of red poplar leaf container seedlings. The membership function method was used for comprehensive evaluation. 【Result】Among the three factors, the substrate ratio had a significant impact on the height and height to diameter ratio of container seedlings of *Populus euphratica* ($P<0.05$), but had no significant impact on the ground diameter ($P>0.05$). In the physical and chemical properties of the substrate, pH value, organic matter content, hydrolyzed nitrogen, bulk density are significantly correlated with container seedling height and

基金项目: 四川省重点研发项目 “四川安息香科野生树种资源收集评价及种苗繁育技术研究 (面上项目)” (2022SKJT03)。

*作者2为通讯作者。

height to diameter ratio. The total porosity is significantly correlated with seedling height, while the effective phosphorus content is significantly correlated with height to diameter ratio. The comprehensive evaluation of the membership function shows that the container size A2 (10.0 cm x 13.5 cm), substrate ratio B2 (coconut bran 4: peat 4: soil 2), and slow-release fertilizer dosage C3 (4 kg/m³) rank first comprehensively.【Conclusion】The combination of container specifications, substrate ratio, and slow-release fertilizer dosage can have a single or interactive impact on the growth of container seedlings of *Alniphyllum fortunei*, and can be applied in the production of container seedlings of *Alniphyllum fortunei*, which belongs to the top comprehensive ranking. The research results provide a scientific basis for the container seedling cultivation technology of *Alniphyllum fortunei* and enrich the cultivation methods of *Alniphyllum fortunei* seedlings.

Key words: container seedling; *Toona sinensis*; container specification; matrix ratio; fertilizer application amount of slow-release fertilizer

赤杨叶 (*Alniphyllum fortunei*) 隶属安息香科 *Styracaceae* 赤杨叶属 *Alniphyllum*, 是四川乡土用材树种, 国家储备林建设树种之一, 具有生长迅速、木材细腻、花朵靓丽, 分布广, 适生性强, 野生资源丰富的特点, 可作为用材兼观赏树种, 开发潜力巨大。目前对赤杨叶的研究较少, 主要集中在人工林径级结构和空间分布格局研究方面, 缺少育苗技术的研究, 制约了赤杨叶高效开发利用。容器育苗具有移栽成活率高、苗木质量高、抗性强、造林便捷等特点, 研究赤杨叶容器育苗技术, 提高苗木质量, 也是赤杨叶人工造林的基础。容器规格、基质配比、缓释肥是影响容器苗生长的主要因素, 适宜的容器规格、基质配比、缓释肥施用能有效促进苗木的生长。培忠杉容器育苗试验表明, 合适的容器规格和基质配比能显著提高苗木苗高、地径、生物量和根系指标的增长 (陈金玲等, 2023)。在一定范围内, 降香黄檀容器苗的生长指标随着容器规格的增大而增大 (陈青等, 2023)。檫木容器苗的缓释肥施用试验则表明, 施用缓释肥对苗木生长和非结构性碳水化合物积累有促进作用 (黄逢龙等, 2024)。

因此, 本研究采用析因实验设计方法, 开展容器规格、基质配比、缓释肥用量等 3 因素对赤杨叶容器苗生长和质量的影响。在其他树种容器育苗研究的基础上, 以常用育苗无纺布袋规格为容器, 以椰糠、黄土和泥炭为基质材料, 按体积分数进行配比, 研究 3 种容器规格、3 种基质配比、3 个缓释肥基肥用量对赤杨叶容器苗生长和质量的影响, 对其苗木生长指标进行测定和评价, 并采用隶属函数法对各组合育苗效果进行综合评价, 最后筛选出最优育苗方案, 为培育赤杨叶优质容器苗提供技术参考。

1 试验地概况

试验地位于四川省林业科学研究院用材林研究所苗圃, 四川省泸州市泸县玉蟾山长期科研试验基地 (105°23'E, 29°09'N), 四川盆地南部, 土壤为黄沙土, 海拔 504m, 年平均气温 17.1℃, 极端最高气温 41.3℃, 极端最低气温 -1.6℃, 年有效积温 5300℃, 年降雨量 1110 mm, 无霜期 320 d 左右。

2 研究方法

2.1 试验材料

试验材料为 2021 年沐川县采集的赤杨叶种子播种育苗的实生苗。种子采集后冷藏至翌年 3 月, 去除外壳后用 40℃浸泡 24h, 种子吸涨后采用撒播的方式进行播种, 覆土 3~5cm, 浇透水, 搭建拱棚遮阴和进行日常管护。6 月底长出 4-5 片真叶时进行了移栽。容器采用无纺布袋, 基质根据体积配比混合均匀, 缓释肥使用以色列易乐施 (Everris) 公司生产的爱果利丰控释配方肥料 (16N-10P-16K+2MGO+TE)。

2.2 试验设计

本研究采用析因试验设计, 包括容器规格、基质配比、缓释肥量 3 个因素。其中无纺布容器规格 (A) 设计 3 个水平, 分别为 A1 (8.2 cm × 12.0 cm)、A2 (10.0 cm × 13.5 cm)、A3 (12.5 cm × 16.0 cm); 基质配比设计 3 个水平, 分别为 B1 (椰糠 3: 泥炭 3: 土 4)、B2 (椰糠 4: 泥炭 4: 土 2)、B3 (土);

缓释肥量设计 3 个水平，分别为 C1 (0)、C2 (2 kg/m³)、C3 (4 kg/m³)。采用三因素三水平的正交组合，共 9 个处理，每个处理 30 株，重复 3 次，共计 810 株试验苗。试验设计详见表 1。

表 1 容器育苗试验设计

Tab. 1 Experimental design of the container seedling test

编号 Number	容器规格 container size /cm	基质配比 Matrix ratio (coconut bran: peat: loess)	缓释基肥量 SFR /(kg/m ³)
1	A1 (8.2 cm×12.0 cm)	B1 (椰糠 3: 泥炭 3: 土 4)	C1 (0)
2	A1(8.2 cm×12.0 cm)	B2 (椰糠 4: 泥炭 4: 土 2)	C2 (2 kg/m ³)
3	A1(8.2 cm×12.0 cm)	B3 (土)	C3 (4 kg/m ³)
4	A2 (10.0 cm×13.5 cm)	B1 (椰糠 3: 泥炭 3: 土 4)	C2 (2 kg/m ³)
5	A2 (10.0 cm×13.5 cm)	B2 (椰糠 4: 泥炭 4: 土 2)	C3 (4 kg/m ³)
6	A2 (10.0 cm×13.5 cm)	B3 (土)	C1 (0)
7	A3 (12.5 cm×16.0 cm)	B1 (椰糠 3: 泥炭 3: 土 4)	C3 (4 kg/m ³)
8	A3 (12.5 cm×16.0 cm)	B2 (椰糠 4: 泥炭 4: 土 2)	C1 (0)
9	A3 (12.5 cm×16.0 cm)	B3 (土)	C2 (2 kg/m ³)

2.3 测定指标及方法

2.3.1 容器苗生长指标的测量 分别于 2022 年 11 月、2023 年 11 月，生长季结束后，在每个重复处理中，随机选取 10 株植株，测定苗高、地径， 计算高径比。苗高使用卷尺测定从赤杨叶幼苗土痕处至顶芽基部的苗干长度，地径使用游标卡尺测定幼苗苗干基部土痕处的直径。高径比 = 苗高/地径。

2.3.2 基质理化性质测定 取基质混匀，放在干净的牛皮纸上自然阴干，研磨成粉状，过 0.149 mm 细筛，采用 H2SO4-HCl O4 法消煮基质，用电感耦合离子发射光谱仪(PEptima8000)测定基质养分。水解氮、有效磷、速效钾参照国标分别采用碱解扩散吸收法(LY/T 1229-1999)^[15]、氟化-盐酸浸提法(LY/T 1233 -1999^[15])和火焰光度计法(LY/T 1236-1999)^[16]。C、N 元素使用全自动谈氮分析仪(Vario Macro Cube)测定^[16]。

2.4 数据处理

采用 Excel 2016 软件进行数据的统计分析，使用 SPSS 27.0 软件进行多因素方差分析，各处理间差异进行 Duncan 多重比较分析 (P<0.05)，检验容器规格、基质配比、缓释肥量主效应显著性。采用隶属函数分析法 (Membership Function Analysis) 对各组合处理进行综合评价^[16]。隶属函数的计算公式如下：

$$U(x_i)=(x_i-x_{min})/(x_{max}-x_{min})。$$

式中：U(x_i)表示指标测定值的隶属度，x_i 为指标测定值，x_{max} 为某处理指标最大值，x_{min} 为某处理指标最小值。

3 结果与分析

3.1 容器规格、基质配比、缓释肥用量对赤杨叶容器苗生长指标的影响

3.1.1 不同因素对赤杨叶容器苗生长指标的多因素方差分析 由表 2 可知，基质配比 (B) 与对 2 年生赤杨叶容器苗苗高、高径比的影响显著 (P<0.05)，对地径的影响不具显著性 (P>0.05)。容器规格 (A)、缓释肥量 (C) 对赤杨叶容器苗地径、苗高、高径比的影响均不显著 (P>0.05)。

表 2 赤杨叶 2 年生容器育苗生长指标方差分析^①

Tab. 2 Analysis of variance on growth indicators of 2-year-old container seedlings of *A. fortunei*

方差来源	因变量	平方和	自由度	均方	F	P
Source of variation	Dependent variable	Square sum	Degree of freedom	Mean square		
A	地径	10.703	2	5.352	1.542	0.238
	苗高	752.012	2	376.006	0.690	0.513
	高径比	912.490	2	456.245	0.724	0.497
B	地径	14.365	2	7.182	2.069	0.153
	苗高	5928.380	2	2964.190	5.437	0.013*
	高径比	4428.980	2	2214.490	3.515	0.049*
C	地径	1.619	2	0.810	0.233	0.794
	苗高	1982.580	2	991.290	1.818	0.188
	高径比	2172.742	2	1086.371	1.724	0.204

①: A 为容器规格; B 为基质配比; C 为缓释肥施用量。*和**分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著。
A=Container size., B=Stroma mixtur, C=SRFe. ratio * and ** mean significances at the 0.05 and 0.01 level, respectively.

3.1.2 容器规格对赤杨叶容器苗生长指标的影响 由表 3 可以看出,随着容器规格的增大,容器苗的苗高先上升后下降,A1 处理的地径最大,高径比最小,A2 处理容器苗苗高数值最大。综合来看,A1 容器育苗规格最适宜赤杨叶容器苗生长。

3.1.3 基质配比对赤杨叶容器苗生长指标的影响 由表 3 可以看出,不同基质配比中,B2 处理容器苗地径、树高、高径比数值最大,分别为 9.399mm、168.453cm、192.921,且 B2 处理的地径、苗高与其他处理之间差异显著,说明 B2(椰糠 4:泥炭 4:土 2)利于促进赤杨叶容器苗生长发育。B3 处理的高径比最小,但地径、苗高显著低于其余处理。

3.1.4 缓释肥用量对赤杨叶容器苗生长指标的影响 由表 3 可以看出,随着缓释肥施用量的增加,容器苗的地径、苗高均呈先上升后下降的趋势,当缓释肥用量为 C2 处理时,容器苗的地径、树高、高径比数值达到最大,分别为 8.768mm、160.658cm、193.558,说明在一定范围内增加缓释肥用量,能使容器苗地径、苗高增加。C3 处理的高径比最小,但地径、苗高显著低于 C2 处理。

表 3 不同因素对容器苗生长指标的影响^②
Tab. 3 Effects of different factors on the growth index of *A. fortunei* container seedlings

因素	水平	地径/mm	苗高/cm	高径比
Factors	Levels	Basal diameter /mm	Seedling height /cm	Heightdiameter ratio
A	A1	9.394 a	151.899 a	177.432 a
	A2	8.066 a	152.823 a	191.271 a
	A3	8.052 a	141.194 a	181.446 a
B	B1	7.612 a	144.639 b	191.949 b
	B2	9.399 a	168.453 a	192.921 b
	B3	8.501 a	132.824 b	165.279 a
C	C1	8.178 a	143.972 a	184.858 a
	C2	8.768 a	160.658 a	193.558 a
	C3	8.567 a	141.287 a	171.733 a

②同列不同小写字母表示显著差异 (P< 0.05)。下同。
Different lowercase letters in the same column indicate significant differences (P< 0.05). The same below.

综上所述,赤杨叶 2 年生容器苗受容器规格的影响差异不显著,受基质配比、缓释肥用量的影响差异显著。

3.2 基质理化性质与赤杨叶容器苗生长指标相关性分析

由图 1 可以看出，PH 值、有机质含量、水解氮、容重与容器苗苗高、高径比均为显著相关，总孔隙度与苗高呈显著相关，有效磷含量与高径比相关性显著；其中基质 PH 值、容重、有效磷与苗高、高径比呈相反趋势，有机质含量、水解氮含量、速效钾含量、总孔隙度与苗高、高径比呈正相关。



图 1 基质理化性质与容器苗生长指标相关性分析示意图

Fig. 1 Schematic diagram of correlation analysis between physical and chemical properties and the growth index of *A. fortunei* container seedlings

综上所述，赤杨叶 2 年生容器苗苗高、高径比受基质理化性质影响差异显著，地径受基质理化性质影响差异不显著。

3.3 基于隶属函数法的赤杨叶容器苗生长综合分析

赤杨叶容器苗各组合育苗效果差异，采用隶属函数方法进行综合评价，以差异性达到显著水平的地径、苗高平均隶属函数值作为优选标准，进行综合评价排序。由表 4 可知，排序前 5 的处理中，容器规格 A2（10.0 cm×13.5 cm）、A3（12.5 cm×16.0 cm）占有率较多，但 A2 排名第一，说明在处理组合中，A2 更有利于苗木生长；基质配比 B3（土）占有率最多，但 B2（椰糠 4：泥炭 4：土 2）排名第一，说明 B2 更适宜容器苗生长；缓释肥用量 C3（4 kg/m³）处理占有率最多，且排名第一，说明缓释肥量为 C3 的组合最适宜容器苗生长发育。所有处理组合中，A2B2C3 地径、苗高平均隶属函数值分别为 0.62、0.73，分别排名第二、第一，且平均隶属函数值最大，综合排名第一。

表 4 不同处理组合对赤杨叶容器苗生长的隶属函数评价

Tab. 4 The membership function evaluation of different treatment combinations for the growth of *A. fortunei* container seedlings

容器规格	基质配比	缓释肥量	地径隶属函数平均值	苗高隶属函数平均值	平均隶属函数值	平均隶属函数值排序
Container size (cm×cm)	Substrate ratio	SFR/(kg/m³)	Basal diameter belongs to the mean value of the function	Seedling height belongs to the mean value of the function	Average membership function value	function value sequence
A2	B2	C3	0.62	0.73	0.67	1
A1	B3	C3	0.65	0.55	0.60	2

A3	B3	C2	0.47	0.69	0.58	3
A3	B1	C3	0.55	0.59	0.57	4
A2	B3	C1	0.42	0.61	0.51	5
A3	B2	C1	0.28	0.68	0.48	6
A1	B1	C1	0.25	0.60	0.43	7
A2	B1	C2	0.33	0.41	0.37	8
A1	B2	C2	0.24	0.42	0.33	9

4 讨论

4.1 容器规格对赤杨叶容器苗生长和质量的影响

容器规格与容器苗生长密切相关，容器规格大小通过根系生长空间和养分供给量的不同影响容器苗的生长（刘士玲等，2019；陈琳等，2017）。

本研究选择能直接反映容器苗生长的地径、苗高和反映苗木质量的高径比进行相关分析，发现赤杨叶容器苗地径、苗高、高径比受容器规格影响差异不显著，3 个容器规格中，最小规格 8.2 cm×12.0 cm 的赤杨叶容器苗生长最好。这与香樟、乳源木莲、马褂木 3 种阔叶树种的容器苗在不同基质配比和容器规格下生长的质量状况（金国庆等，2005）的研究结果一致，容器规格对于苗木早期生长影响作用不大，容器规格大小对根系的生长作用迟缓，只有在容器规格不能满足苗木根系生长需要的时候，这种作用才会体现。因此，容器育苗采用合适的容器规格，否则会造成空间和资源的浪费，建议赤杨叶容器育苗采用 8.2 cm×12.0 cm 为佳。

4.2 基质比对赤杨叶容器苗生长和质量的影响

在容器育苗过程中，水、肥和病虫害防治是影响苗木生长和质量的重要因素，合适的基质配比为容器苗生长提供稳定协调的水、肥，不合适的基质会造成资源的浪费，易造成病虫害的发生，影响苗木生长（崔秀敏等，2001）。

本研究 3 种基质配比中，B2 基质配比（椰糠 4：泥炭 4：土 2）地径、树高数值显著优于其他配比。这与基质配比的种类和比例相关，椰糠和泥炭是容器育苗理想的轻基质，具有重量轻、疏松、通气性强的特点，同时椰糠和土为基质主要养分来源，含量超过 50%，可为容器苗生长提供充足的水、肥、气。本研究结果与喜树、峨眉含笑容器育苗（桂子凡等，2022；李利梅等，2023）相关研究结果一致，即椰糠和泥炭等轻基质可促进苗木生长。

4.3 缓释肥用量对赤杨叶容器苗生长和质量的影响

容器苗中施用缓释肥，可作为基质养分消耗后的补充，具有养分释放缓慢、肥料效率高、持久等特点（陈连庆等，1996；韦华等，2014）。同时具有减少施肥次数，可为各个生长阶段的幼苗提供养分支持，促进容器苗生长和质量的提高（张乐华等，2014）。

本研究发现，随着缓释肥施用量的增加，容器苗的地径、苗高均呈先上升后下降的趋势，当缓释肥用量为 C2(2 kg/m³)处理时，容器苗的地径、树高最大。这与大叶桂樱、喜树（阮颖等，2013；桂子凡等，2022）容器育苗研究结果一致，即在一定范围内，施用缓释肥有促进容器苗生长的作用，当超过一定范围，生长量开始下降。因此，赤杨叶容器育苗施用缓释肥浓度以 2 kg/m³ 为宜。

4.3 赤杨叶容器育苗最佳容器规格、基质配比、缓释肥用量组合的筛选

容器规格、基质配比和缓释肥用量对容器育苗生长综合作用，存在单一或交互效应（陈琳等，2017）。在筛选容器育苗最佳组合时，应综合考虑单因素及其相互作用的影响。同时，在考虑苗木基本生长指标时，还应考虑苗木形态指标。

本研究通过隶属函数法对赤杨叶容器育苗容器规格、基质配比、缓释肥用量综合评价，筛选出最佳容器育苗组合方案：容器规格 A2 (10.0 cm×13.5 cm)、基质配比 B2（椰糠 4：泥炭 4：土 2）、缓释肥用量

C3 (4 kg/m³), 综合排名第一。其中容器规格 A2 (10.0 cm×13.5 cm)、缓释肥用量 C3 (4 kg/m³) 在单因素分析中, 生长指标数值均不是最大, 可能与三因素间交换作用有关。本研究结果与乌桕、香樟容器育苗相符, 在选择最适组合方案时, 要综合考虑因子间相互作用(史亮等, 2022)。

5 结论

本研究以赤杨叶容器苗生长指标、形态指标为标准, 利用隶属函数法对容器规格、基质配比、缓释肥用量各组合综合分析, 考虑因子间交互作用, 筛选出最佳组合方案, 容器规格 A2 (10.0 cm×13.5 cm)、基质配比 B2 (椰糠 4: 泥炭 4: 土 2)、缓释肥用量 C3 (4 kg/m³), 2 年生苗木表现最佳, 可培育地径 8 mm, 苗高 160cm 以上的 2 年生壮苗。但对赤杨叶容器育苗研究深度和广度有待提高, 各因素对育容器苗的根系生长、养分积累、光合利用效率、抗性影响等有待进一步研究。

参 考 文 献

- 陈琳, 曾杰, 贾宏炎, 等. 2017. 容器规格和基质配方对红锥幼苗生长及造林效果的影响. 林业科学, 53(3): 76-83.
(CHEN L, ZENG J, JIA H Y, et al. 2017. Effects of container size and matrix formula on seedlings growth and early field performance of *Castanopsis hystrix*. *Scientia Silvae Sinicae*, 53(3): 76-83. [in Chinese])
- 陈连庆, 韩宁林. 1996. 马尾松、杉木容器苗培育基质研究. 林业科学研究, 9(2): 60-64.
(CHEN L Q, HAN N L. 1996. Study on mediums for seedlings in pot of *Pinus massoniana* and *Cunninghamia lanceolata*. *Forestry Research*, 9(2): 165-169. [in Chinese])
- 陈金玲, 谢健, 孙燕, 等. 2023. 容器规格和基质配比对培忠杉容器苗生长的影响. 东北林业大学学报, 51(07): 33-38.
(CHEN J L, XIE J, SUN Y, et al. 2023. Effects of Container Size and Substrate Composition on the Growth of *Taxodi-
mera peizhongii* Container Seedlings. *Journal of Northeast Forestry University*, 51(07): 33-38. [in Chinese])
- 陈青, 王新龙, 陈健, 等. 2023. 不同类型及规格育苗容器对橡胶树组培苗生长的影响. 分子植物育种, 1-13.
(CHEN Q, WANG X L, CHEN J, et al. 2023. Effects of Seedling Container Type and Size on Growth of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Seedlings. *Molecular Plant Breeding*, 1-13. [in Chinese])
- 崔秀敏, 王秀峰. 2001. 黄瓜穴盘育苗基质特性及育苗效果的研究. 山东农业大学学报(自然科学版), (02): 124-128.
(CUI XM, WANG X F. 2001. THE FEATURES OF SEVERAL MEDIA FOR PLUG-SEEDLINGS OF CUCUMBER AND NURSURY EFFECT. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)*, (02): 124-128. [in Chinese])
- 黄逢龙, 刘泽茂, 许樊蓉, 等. 2024. 缓释肥对檫木容器苗生长和非结构性碳水化合物积累的影响. 南方林业科学, 52(02): 17-20+53.
(HUANG F L, LIU Z M, XU F R, et al. 2024. Effect of slow-release fertilizer on growth and nonstructural carbohydrate accumulation of *Sassafras tzumu* container seedlings. *South China Forestry Science*, 52(02): 17-20+53. [in Chinese])
- 洪舟, 刘小金, 张宁南, 等. 2022. 不同基质和容器规格对降香黄檀苗期及造林早期生长的影响. 中南林业科技大学学报, 42(10): 22-29+38.
(HONG Z, LIU X J, ZHANG N N, et al. 2022. Effects of different mediums and container sizes on the growth performance of *Dalbergia odorifera* at seedling and early afforestation stages. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 42(10): 22-29+38. [in Chinese])
- 金国庆, 周志春, 胡红宝, 等. 2005. 3 种乡土阔叶树种容器育苗技术研究. 林业科学研究, (04): 387-392.
(LIU J Q, ZHOU Z C, HU H B, et al. 2005. Studies on Container Seedlings Cultural Techniques of Three Native Broad-leaved Tree Species. *Forest Research*, (04): 387-392. [in Chinese])
- 刘士玲, 贾宏炎, 陈琳, 等. 2019. 容器规格和添加生物炭的基质配方对西南桦幼苗生长的影响. 生态学杂志, 38(09): 2875-2882.
(LIU S L, JIA H Y, CHEN L, et al. 2019. Effects of container size and medium formula with biochar addition on the growth of *Betula alnoides* seedlings. *Chinese Journal of Ecology*, 38(9): 2875-2882. [in Chinese])
- 阮颖, 林夏珍, 王旭艳, 等. 2013. 缓释肥对大叶桂樱容器苗生长发育及质量的影响. 中国农学通报, 29(10): 70-73.
(RUAN Y, LIN X Z, WANG X Y, et al. 2013. The effects of slow-release fertilizer on growth and quality of *Prunus zippeliana*. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 29(10): 70-73. [in Chinese])
- 史亮, 陈国涛, 何芝然, 等. 2022. 川南地区香樟容器育苗技术研究. 四川林业科技, 43(03): 94-99.
(SHI L, CHEN G T, HE Z R, et al. 2022. Study on Container Seedling Raising Technology of *Cinnamomum camphora* i

n Southern Sichuan. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 43(03):94-99. [in Chinese])

韦华,何振革,黄开勇,等.2014.杉木轻基质容器苗育苗技术.广西林业科学,43(3):332-334.

(WEI H, HE Z G, HUANG K Y, et al. 2014. Cultivation techniques with light medium of *Cunninghamia lanceolata* [J]. Guangxi Forestry Science, 43(3) : 332-334. [in Chinese])

张乐华,王书胜,单文,等.2014.基质、激素种类及其浓度对鹿角杜鹃扦插育苗的影响.林业科学,50(3):45-54.

(ZHANG L H, WANG S S, SHAN W, et al. 2014. Influences of growth media, and hormone types and concentrations on cutting propagation of *Rhododendron latoucheae* [J]. Scientia Silvae Sinicae, 50(3):45-54. [in Chinese])