

陈端妮, 叶小玲, 胡晓敏, 梁荣, 朱军, 叶超宏, 冯钦钊, 陈红锋. 不同混合基质对钟花樱容器苗生长的影响 [J]. 广东农业科学, 2021, 48(2): 50-55.

## 不同混合基质对钟花樱容器苗生长的影响

陈端妮<sup>1</sup>, 叶小玲<sup>1,2</sup>, 胡晓敏<sup>1,2</sup>, 梁荣<sup>2</sup>, 朱军<sup>2</sup>, 叶超宏<sup>1</sup>, 冯钦钊<sup>3</sup>, 陈红锋<sup>4</sup>

(1. 广州天适集团有限公司, 广东 广州 510335; 2. 英德市旺地樱花种植有限公司, 广东 英德 513000;  
3. 广东天适樱花悠乐园有限公司, 广东 广州 510920; 4. 中国科学院华南植物园, 广东 广州 510650)

**摘要:**【目的】以1年生钟花樱实生苗为材料, 探究不同混合基质对钟花樱容器苗生长的影响, 并筛选出合适的基质组合。【方法】设置5种由育苗圃园土、泥炭土、椰糠和珍珠岩组成的混合基质, 比较各组合的钟花樱容器苗存活率和生长指标。【结果】园土+珍珠岩、泥炭土+珍珠岩、椰糠+珍珠岩、园土+椰糠+珍珠岩等4个混合基质组合间对钟花樱容器苗的地径、株高、分枝长度和冠幅影响无显著差异, 其中椰糠+珍珠岩组合的钟花樱容器苗移栽1年后存活率仅66.7%, 显著低于其他组合( $\geq 80\%$ ); 园土+泥炭土+珍珠岩组合的钟花樱容器苗移栽1年后存活率达100%, 其地径、株高、分枝长度和冠幅分别平均增长5.63 mm、105.46 cm、68.61 cm和70.00 cm, 显著高于其他处理。【结论】通过模糊隶属函数分析方法评价, 在设置的试验环境下, 1年生钟花樱容器苗的最佳混合基质组合为  $V_{\text{园土}} : V_{\text{泥炭土}} : V_{\text{珍珠岩}} = 1 : 1 : 1$ 。

**关键词:** 钟花樱; 容器苗; 混合基质; 生长指标

中图分类号: S723.1

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X(2021)02-0050-06

## Effects of Different Mixed Substrates on the Growth of *Cerasus campanulata* Container Seedlings

CHEN Duanni<sup>1</sup>, YE Xiaoling<sup>1,2</sup>, HU Xiaomin<sup>1,2</sup>, LIANG Rong<sup>2</sup>, ZHU Jun<sup>2</sup>,

YE Chaohong<sup>1</sup>, FENG Qinzhao<sup>3</sup>, CHEN Hongfeng<sup>4</sup>

(1. Tianshi Group Co. Ltd., Guangzhou 510335, China;

2. Yingde Wangdi Cerasus Planting Co. Ltd., Yingde 513000, China;

3. Tianshi Cherry Amusement Garden Co. Ltd., Guangzhou 510920, China;

4. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

**Abstract:** 【Objective】In order to screen out a suitable mixed substrate, study on the effects of different mixed substrates on *Cerasus campanulata* container seedling was carried out by using the one-year-old seedling as material. 【Method】The study set up five kinds of mixed substrates consisting of nursery soil, peat soil, coir dust and perlite, and compared survival rate and growth indexes of *C. campanulata* container seedlings. 【Result】Four mixed substrate combinations (nursery soil + perlite, peat soil + perlite, coir dust + perlite and nursery soil + coir dust + perlite) had no significant different effects on the ground diameter, plant height, branchlet length and crown width of *C. campanulata* container seedlings, but the survival rate of *C. campanulata* after being transplanted for one year under coir dust + perlite treatment was only 66.7%, significantly lower than that of other combinations ( $\geq 80\%$ ). The survival rate of *C. campanulata* container seedlings treated with “nursery soil + peat soil + perlite” was up to 100%. After one year of

收稿日期: 2020-09-15

基金项目: 广州市民生科技攻关计划项目(201903010055); 清远市科技计划项目(DZXQY013); 广州市农村科技特派员项目(GZKTP201911)

作者简介: 陈端妮(1993—), 女, 硕士, 研究方向为樱属植物繁育与开发, E-mail: chan\_danny@163.com

通信作者: 陈红锋(1974—), 男, 博士, 研究员, 研究方向为园林植物学, E-mail: h.f.chen@scbg.ac.cn

transplanting, the ground diameter, plant height, branchlet length and crown width of *C. campanulata* container seedlings increased by 5.63 mm, 105.46 cm, 68.61 cm and 70.00 cm, which were significantly higher than those of other treatments.

【Conclusion】According to the evaluation of fuzzy membership function analysis method of under the experimental environment, the best mixed substrate for the one-year-old container seedlings of *C. campanulata* is  $V_{\text{nursery soil}} : V_{\text{peat soil}} : V_{\text{perlite}} = 1:1:1$ .

**Key words:** *Cerasus campanulata*; container seedling; mixed substrate; growth index

【研究意义】钟花樱 (*Cerasus campanulata* Maxim.) 隶属蔷薇科樱属, 又名寒绯樱和福建山樱花等<sup>[1]</sup>, 早春开花, 花色以紫红居多, 因具有良好的适应性和耐热性, 是华南地区备受重视的樱属景观树种之一<sup>[2]</sup>。该树种应用形式多样, 孤植群植均可, 在广东、台湾等地多群植或设立专类园, 每年台湾九族文化村和武陵风景区等地农场钟花樱开放季可为当地带来可观的经济收入。钟花樱市场前景广阔, 但优质品种和种苗短缺限制其进一步开发。钟花樱容器育苗技术可延长移栽时间, 提高移栽成活率, 配合经济且有效的容器基质能在节约投入成本的前提下大幅提高苗木质量和产量。为促进钟花樱容器苗的快速生产, 亟待开展钟花樱的基质配比研究。【前人研究进展】国内研究者已对钟花樱群落学<sup>[3]</sup>、繁育与栽培技术<sup>[4-7]</sup>、分子遗传多样性<sup>[8-9]</sup>等领域开展了研究, 但能投入容器苗实际生产实践的研究成果较少<sup>[10-12]</sup>。邹军<sup>[10]</sup>研究认为, 60% 草炭土 +15% 黄心土 +10% 谷壳 +15% 鸡粪是较好的基质配方, 基质中的黄心土是苗高和地径生长差异的主要原因; 郭赋英等<sup>[11]</sup>总结出一套钟花樱容器育苗技术, 推荐使用基质为腐殖土: 园土: 木屑: 鸡粪草: 木灰=6:2:2:1:1; 黄建华<sup>[12]</sup>分析了钟花樱的轻基质容器育苗成本效益, 但仅注明容器基质为营养土, 未给出具体组分比例。基质选择是容器育苗的关键, 基质作为设施栽培植物的固定介质, 是苗木吸收水分和养分的重要途径<sup>[13]</sup>, 选择合适的混合基质可以保证适当的基质容重, 提高植株的抗风性能, 同时兼顾透气性和持水性等<sup>[14]</sup>, 从而保障容器苗质量。苗木生产较常使用的基质中, 珍珠岩透气性好、理化指标稳定、能改善土壤板结, 可搭配各种基质; 泥炭土富含有机质, 持水、保肥, 是良好的土壤调节剂; 椰糠耐腐蚀, 能改善基质透气性。【本研究切入点】钟花樱作为优质的早春开花树种, 培育优质容器苗有利于其大面积推广应用。目前有关钟花樱容器苗的研究中, 可供参考的基质配

比较少, 推荐混合基质比例大多未提供试验依据, 同时存在基质综合成本较高、不适宜大规模推广应用的现象。在实际生产中, 保持田间管理一致、减少基质成本可显著降低生产总成本。在苗木出圃质量稳定的前提下, 选用现地土壤和价格实惠的基质作为容器苗基质有较大生产意义。【拟解决的关键问题】本试验以市场常见的泥炭土、椰糠、珍珠岩和现地土壤配制 5 种混合基质, 对不同混合基质培育下的钟花樱容器苗生长情况及存活率进行研究, 筛选出成本较低、育苗效果较好的混合基质, 为华南地区炎热环境下生产钟花樱容器苗提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验设在广东省清远市波罗镇天适樱花种植基地, 地理位置 112° 58' 39" E、24° 32' 39" N, 海拔 490~510 m。试验地属亚热带湿润气候, 冬季有短期霜冻, 年平均气温 21.1 ℃, 极端最低气温 -3.6 ℃、极端最高气温 40.1 ℃, 年平均降雨量 1 906.2 mm, 相对湿度 77%, 年平均日照时数 1 631.7 h。所在山地土壤以红壤为主。

### 1.2 试验材料

以生长状况大体一致的 1 年生钟花樱实生苗为材料, 各处理实生苗具体规格详见表 1。基质采用试验地园土 (酸性红壤) 以及泥炭土、椰糠和珍珠岩 (采购自农贸市场), 肥料为三元复合肥 (N : P : K=3 : 2 : 1)。

### 1.3 试验方法

试验于 2018 年 7 月开展, 观测至 2019 年 7 月。配制 5 种混合基质, 分别为  $V_{\text{园土}} : V_{\text{珍珠岩}} = 2 : 1$  (处理 A, CK)、 $V_{\text{泥炭土}} : V_{\text{珍珠岩}} = 2 : 1$  (处理 B)、 $V_{\text{椰糠}} : V_{\text{珍珠岩}} = 2 : 1$  (处理 C)、 $V_{\text{园土}} : V_{\text{泥炭土}} : V_{\text{珍珠岩}} = 1 : 1 : 1$  (处理 D) 和  $V_{\text{园土}} : V_{\text{椰糠}} : V_{\text{珍珠岩}} = 1 : 1 : 1$  (处理 E)。每个处理 3 次重复, 每个重复 10 株, 共 150 株。

于2018年7月将1年生钟花樱实生苗移栽至装有以上5种混合基质的容器杯(规格为16 cm×18 cm)内。露天全光照培育,试验期间田间管理均按基地常规管护,每季度施加三元复合肥5 g/株。除钟花樱缓慢生长期(2018年12月至2019年2月)外,每隔30 d观测1次,分别测定株高(根颈到顶端距离)、地径(根颈上移1 cm处直径)、冠幅、分枝长度(侧梢基部到末端长度)等生长情况,统计存活率。以2018年7月15日移入容器杯前测定的对实生苗各项生长指标作为试验初始数据,以2019年7月15日对容器苗测定的各项生长指标作为试验截止数据,通过以上两项数据计算各项生长指标增量。

#### 1.4 数据处理

采用Excel 2010进行数据处理和制图,采用SPSS 22.0进行方差分析,采用Duncan多重比较法进行差异显著性测验。根据模糊隶属函数方法对容器苗各生长指标(R)进行综合评价,计算公式为:

$$R(X_i) = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

式中, $X_i$ 为第*i*个指标测定值, $X_{\min}$ 和 $X_{\max}$ 为所有处理中某一指标的最小值和最大值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同混合基质对钟花樱容器苗存活率的影响

由图1可知,钟花樱幼苗移栽至容器杯后,植株死亡主要集中在两个夏季高温段,即移栽后3个月内和移栽后第11~12个月,气温转凉后至春季期间存活率较稳定。处理B、处理D钟花樱容器苗移栽12个月后存活率达95%以上;处理

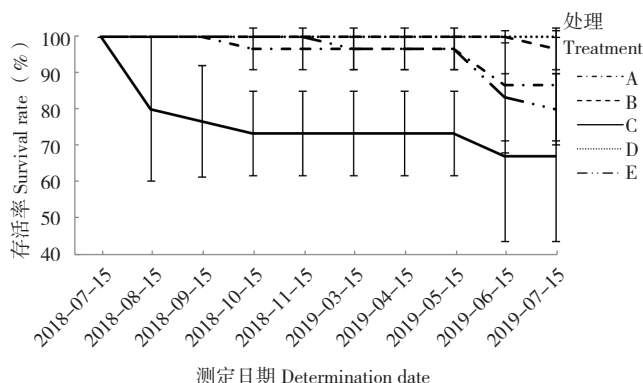


图1 不同混合基质处理钟花樱容器苗的存活率

Fig.1 Survival rates of *Cerasus campanulata* container seedlings under different mixed substrate treatments

A(CK)、处理E在移栽当年存活率较高,但进入次年夏季(即移栽第11~12个月)后存活率有一定幅度的下降;处理C移栽1个月后存活率下降20%,移栽12个月后存活率仅66.7%。处理B和处理D均为含泥炭土成分的混合基质,苗木移栽12个月后的存活率明显高于不含泥炭土成分的组合(处理A、C、E),处理C和处理E均含椰糠成分,存活率相对较低。结果显示,处理B和处理D均可提高钟花樱容器苗移栽1年后的存活率。

### 2.2 不同混合基质对钟花樱容器苗地径及株高的影响

从表1可以看出,移栽12个月后,各处理钟花樱容器苗地径增量表现为处理D>处理A≈处理B≈处理C>处理E,株高增量表现为处理D>处理B>处理C>处理A>处理E;处理A(CK)与处理B、C、E间的地径增量、株高增量差异不显著,处理D的地径增量、株高增量均显著高于其他处理。处理D植株地径增量分别为处理A(CK)、处理E的1.27、1.42倍,其株高增量分别为处理A(CK)、处理E的1.51、1.65倍,可见,该处理下钟花樱实生苗移栽至容器杯1年后地径和株高生长表现较好。比较5个处理基质比例及钟花樱容器苗的生长情况发现,在珍珠岩比例不变的情况下,园土、泥炭土和椰糠3种基质对钟花樱容器苗地径和株高生长的影响差异不显著,但由园土和泥炭土2种基质(1:1)搭配的组合可明显促进钟花樱容器苗的地径和株高生长。

### 2.3 不同混合基质对钟花樱容器苗分枝长度及冠幅的影响

由表1可知,移栽12个月后,各处理钟花樱容器苗分枝伸长量表现为处理D>处理B>处理A(CK)>处理E>处理C,冠幅增量表现为处理D>处理E>处理C>处理B>处理A(CK);处理A(CK)与处理B、处理C、处理E间差异不显著,处理D容器苗的分枝伸长量、冠幅增量均显著高于其他处理。处理D钟花樱容器苗的分枝伸长量分别为处理A(CK)、处理C的1.28倍、1.40倍,冠幅增量分别为处理A(CK)、处理B的1.46倍、1.34倍。与各处理地径增量和株高增量结果相似,处理D的钟花樱容器苗分枝伸长量和冠幅表现优异,可见,该处理可有效促进钟花樱容器苗的分枝伸长,从而增大植株冠幅。



表 1 不同混合基质处理钟花樱容器苗的生长指标增长情况

Table 1 Growth indexes increment of <i>Cerasus campanulata</i> container seedlings under different mixed substrate treatments								
处理 Treatment	1 年生实生苗规格 Growth indexes of 1-year-old seedlings				移栽 12 个月后各生长指标增量 Growth indexes increment after transplanting for 12 months			
	地径 Ground diameter ( mm )	株高 Plant height ( cm )	分枝长度 Branchlet length ( cm )	冠幅 Crown width ( cm )	地径增量 Ground diameter increment ( mm )	株高增量 Plant height increment ( cm )	分枝伸长量 Branchlet length increment ( cm )	冠幅增量 Crown width increment ( cm )
A ( CK )	3.68 ± 0.54	40.46 ± 5.23	2.16 ± 2.59	15.32 ± 5.70	4.44 ± 0.29a	70.02 ± 3.79a	53.42 ± 3.19a	47.96 ± 3.89a
B	3.94 ± 0.52	43.46 ± 5.64	3.01 ± 1.55	12.47 ± 2.24	4.44 ± 0.34a	79.14 ± 4.62a	56.48 ± 2.92a	52.12 ± 4.16a
C	3.59 ± 0.64	40.31 ± 6.07	1.89 ± 1.78	12.87 ± 2.24	4.44 ± 0.26a	73.62 ± 4.84a	49.00 ± 3.99a	54.11 ± 4.48a
D	3.59 ± 0.65	43.68 ± 7.32	1.98 ± 1.02	13.28 ± 1.06	5.63 ± 0.41b	105.46 ± 6.93b	68.61 ± 4.28b	70.00 ± 5.20b
E	3.78 ± 0.69	45.59 ± 9.42	3.98 ± 0.35	14.43 ± 1.09	3.97 ± 0.16a	64.06 ± 3.40a	49.86 ± 3.03a	55.20 ± 2.01a

注：同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。  
Note: Different lowercase letters after data in the same column represent significant differences.

2.4 综合评价

综合评价分析较多使用模糊数学的隶属函数分析法，通常认为隶属函数值的平均值越大，该处理越好 [15-16]。表 2 为不同基质配比下钟花樱容器苗各项生长指标的隶属函数值，按照各处理

的平均隶属函数值由大到小排序为处理 D> 处理 B> 处理 A ( CK )> 处理 E> 处理 C。处理 D 在各项指标上均排名第一，即  $V_{\text{园土}} : V_{\text{泥炭土}} : V_{\text{珍珠岩}} = 1 : 1 : 1$  的混合基质组合利于钟花樱容器苗的培育。

表 2 不同混合基质处理钟花樱容器苗生长指标模糊隶属函数值及排序  
Table 2 Fuzzy membership values and ranking of *Cerasus campanulata* container seedling growth indexes under different mixed substrate treatments

处理 Treatment	各生长指标隶属度值 Membership values of various growth indexes						排名 Rank
	存活率 Survival rate	株高增量 Plant height increment	地径增量 Ground diameter increment	分枝伸长量 Branchlet length increment	冠幅增量 Crown width increment	$\bar{x}$	
A ( CK )	0.60	0.267	0.316	0.327	0.375	0.377	3
B	0.90	0.330	0.316	0.365	0.415	0.465	2
C	0	0.292	0.316	0.273	0.434	0.263	5
D	1.00	0.511	0.468	0.516	0.587	0.616	1
E	0.40	0.226	0.255	0.283	0.405	0.314	4

3 讨论

不同类型基质之间的体积比变化会直接影响混合基质的容重、持水量和营养元素含量，通过添加通透性能好的基质，改变固、液、气三相比例，能有效改善植株的生长发育情况 [17]，在此基础上选择富含营养物质的基质可进一步提高苗木质量。园艺中常用泥炭土、珍珠岩、椰糠等基质改善土壤性质，本试验结果显示，与园土对照处理相比，泥炭土和椰糠分别混合珍珠岩的组合对钟花樱容器苗的影响除存活率外没有显著区别，在该体积比例 ( 2 : 1 ) 下泥炭土和椰糠均未能有效改善容器苗生长。处理 C 容器苗移栽 1 年后存活率远低于处理 A ( CK )、处理 B，原因可能在于：

( 1 ) 使用的椰糠含盐量较高，前期基质水洗步骤不够彻底，可溶性盐浓度过高，从而对植株造成损伤 [18]；( 2 ) 在同等浇水频率下，椰糠比例过大会导致混合基质保水性变差，在夏季高温情况下，处理 C 水分损耗速度比其他处理快，苗木受限于容器极易出现缺水状况 [19]。结合处理 E ( 含椰糠 ) 钟花樱容器苗生长情况，减少椰糠成分可提高容器苗的存活率，但椰糠是否对钟花樱容器苗生长存在抑制作用尚需进一步研究。  
李军等 [20] 研究认为，浙江楠容器苗适合体积比为泥炭 45%、黄心土 15% 的基质，而浙江樟和南方红豆杉的容器苗适合泥炭 35%、黄心土 25% 的基质，可见不同植物容器苗对基质配比的响应度不同。本试验中，处理 D (  $V_{\text{园土}} : V_{\text{泥炭土}} :$

$V_{\text{珍珠岩}} = 1 : 1 : 1$ ) 与处理 A (CK)、处理 B 和处理 E 的各项生长指标差异显著, 表明该处理能明显改善钟花樱的生长状态, 分析原因在于试验地育苗圃园土为酸性红壤, 土质粘重, 通透性较差, 泥炭土和珍珠岩的加入可有效改善土壤结构, 增加透气性, 同时泥炭土可提供一定的营养物质。多个研究结果显示, 泥炭土成分较多的混合基质对植株生长有较好的正向促进作用<sup>[21-22]</sup>, 本试验中泥炭土与珍珠岩按照 2 : 1 比例混合时的促生长效果不明显, 笔者推测原因可能在于该组合的泥炭土比例过高, 抑制钟花樱容器苗生长, 该现象与吴小林等<sup>[23]</sup>报道的赤皮青冈容器苗基质配比试验结果相似, 但泥炭土比例高低对钟花樱容器苗生长的具体影响仍需进一步探究。

## 4 结论

在广东清远试验地, 钟花樱容器苗对试验设置的园土 + 珍珠岩、泥炭土 + 珍珠岩和椰糠 + 珍珠岩的基质配比不敏感, 3 个处理容器苗间的地径、株高、分枝长度和冠幅的差异不大, 仅存活率存在一定差异; 混合基质  $V_{\text{园土}} : V_{\text{泥炭土}} : V_{\text{珍珠岩}} = 1 : 1 : 1$  表现突出, 存活率达 100%, 地径、株高、分枝长度和冠幅均表现优异, 可见该组合对钟花樱容器苗有良好的促生长作用。此外, 结果显示钟花樱容器苗对椰糠的耐受性不高, 使用椰糠的组合在夏季死亡率较高, 椰糠作为林业苗木生产中常用的轻基质, 其成分运用或比例高低对钟花樱容器苗的不利作用尚待进一步研究确定。综上所述, 在华南地区, 钟花樱容器苗生产可使用  $V_{\text{园土}} : V_{\text{泥炭土}} : V_{\text{珍珠岩}} = 1 : 1 : 1$  的混合基质。

## 参考文献 (References) :

- [1] The Editorial Committee of Flora of China. Flora of China [M]. Beijing: Science Press Missouri Botanical Garden Press, 2003.
- [2] 叶超宏, 胡晓敏, 刘湘源, 张丹丹, 叶小玲, 李仕裕. 值得在华南地区推广应用的 3 种野生观赏樱属植物[J]. 广东园林, 2015, 37 (3): 4-6. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2641.2015.03.001.
- [3] YE C H, HU X M, LIU X Y, ZHANG D D, YE X L, LI S Y. Three wild ornamental *Cerasus* plants deserved developing in South China [J]. *Guangdong Landscape Architecture*, 2015, 37 (3): 4-6. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2641.2015.03.001.
- [4] 王贤荣, 闫道良, 伊贤贵. 江西崇义钟花樱种群年龄结构及种群动态研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2006, 30 (5): 47-50. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2006.2006.05.011.
- [5] WANG X R, YAN D L, YI X G. Studies on the aged structure and trends of *Cerasus serasoides* var. *campanulata* population [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2006, 30 (5): 47-50. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2006.2006.05.011.
- [6] 陈雅静, 唐丽, 蒋冬月, 李因刚, 柳新红. 福建山樱花种子生物学特性研究[J]. 种子, 2019, 38 (4): 70-73. DOI: 10.16590/j.cnki.1001-4705.2019.04.070.
- [7] CHEN Y J, TANG L, JIANG D Y, LI Y G, LIU X H. Study on biological characteristics of *Cerasus campanulata* Maxim. [J]. *Seed*, 2019, 38 (4): 70-73. DOI: 10.16590/j.cnki.1001-4705.2019.04.070.
- [8] 谢金兰, 张冬生, 陈新强, 范剑明, 朱昔娇, 黄锦荣, 陈桂琼, 陈娟. 钟花樱扦插繁育研究[J]. 林业与环境科学, 2018, 34 (2): 96-100. DOI: 10.3969/j.issn.1006-4427.2018.02.016.
- [9] XIE J L, ZHANG D S, CHEN X Q, FAN J M, ZHU X J, HUANG J R, CHEN G Q, CHEN J. Study on cutting propagation of *Cerasus campanulata* [J]. *Forestry and Environmental Science*, 2018, 34 (2): 96-100. DOI: 10.3969/j.issn.1006-4427.2018.02.016.
- [10] 陈璋. 影响福建山樱花嫁接成活率的若干因素[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2007, 36 (6): 581-584. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5470.2007.06.005.
- [11] CHEN Z. Several factors affecting the graft survival rate of *Cerasus campanulata* [J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 2007, 36 (6): 581-584. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5470.2007.06.005.
- [12] 邹娜, 陈璋, 林思祖, 林庆良. 福建山樱花愈伤组织的诱导及植株再生[J]. 核农学报, 2013, 27 (10): 1417-1423.
- [13] ZOU N, CHEN Z, LIN S Z, LIN Q L. Callus induction and plant regeneration of *Prunus campanulata* [J]. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 2013, 27 (10): 1417-1423.
- [14] 付涛, 严春风, 林乐静, 王志龙, 林立, 袁冬明, 徐梁. 我国南方野生樱属植物的 SSR 亲缘关系分析[J]. 核农学报, 2018, 32 (10): 1949-1954. DOI: 10.11869/j.issn.100-8551.2018.10.1949
- [15] FU T, YAN C F, LIN L J, WANG Z L, LIN L, YUAN D M, XU L. Analysis of genetic relationship of wild *Cerasus* in South China with SSR markers [J]. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 2013, 27 (10): 1417-1423. DOI: 10.11869/j.issn.100-8551.2018.10.1949
- [16] HUANG K F, WEN C H, WANG C T, CHU F H. Transcriptome and flower genes analysis of *Prunus campanulata* Maxim [J]. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2020, 95 (1): 44-52. DOI: 10.1080/14620316.2019.1641163.
- [17] 邹军. 基质配方和容器规格对福建山樱花幼苗生长的影响[J]. 福建林业, 2017(4): 32-36. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4382.2017.04.019.
- [18] ZOU J. The effects of medium formula and container specification on the seedling growth of *Cerasus campanulata* [J]. *Fujian Linye*, 2017 (4): 32-36. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4382.2017.04.019.
- [19] 郭赋英, 张美珍, 温丽霞, 楼浙辉. 钟花樱桃(蔷薇科)营养杯育苗技术[J]. 江西林业科技, 2012 (5): 30-31. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2505.2012.05.011.
- [20] GUO F Y, ZHANG M Z, WEN L X, LOU Z H. Seedling techniques of *Cerasus campanulata* with nutritive cups [J]. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, 2012 (5): 30-31. DOI: 10.3969/

- j.issn.1006-2505.2012.05.011.
- [12] 黄建华. 福建山樱花轻基质育苗成本效益分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43 (27):366-367. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2015.27.137. HUANG J H. Cost control and benefit analysis of *Cerasus campanulata* maxim light medium seedlings [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2015, 43 (27):366-367. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2015.27.137.
- [13] 马英, 尹淑莲. 设施栽培基质理化性质研究初探[J]. 北方园艺, 2007 (10):79-81. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0009.2007.10.030. MA Y, YIN S L. Preliminary study on physical and chemical properties of substrates in facility cultivation [J]. *Northern Horticulture*, 2007 (10):79-81. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0009.2007.10.030.
- [14] 朱报著, 廖焕琴, 杨晓慧, 杨会肖, 潘文, 王裕霞, 张卫华, 徐放. 广东含笑苗期生长基质筛选研究[J]. 广东农业科学, 2019, 46(7):1-9. DOI: 10.16768/j.issn.1004-874X.2019.07.006. ZHU B Z, LIAO H Q, YANG X H, YANG H X, PAN W, WANG Y X, ZHANG W H, XU F. Research on selection of cultivation substrate for *Michelia guangdongensis* seedlings [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2019, 46 (7):1-9. DOI: 10.16768/j.issn.1004-874X.2019.07.006.
- [15] 陈蕾, 张艳波, 崔龙, 王雪松, 李锋. 基于隶属函数法的李涂白防寒措施筛选[J]. 分子植物育种, 2020, 18 (6):2070-2076. DOI: 10.13271/j.mph.018.002070. CHEN L, ZHANG Y B, CUI L, WANG X S. Selection of the optimum cold-proof treatment with white paint on plum by using Subordinate Function Method [J]. *Molecular Plant Breeding*, 2020, 18 (6):2070-2076. DOI: 10.13271/j.mph.018.002070.
- [16] 朱丽伟, 石桃雄, 黄凯丰, 黄娟, 邓娇, 蔡芳, 张锦阁, 陈庆富. 基于模糊隶属函数法评价苦苣不同栽培品种种子质量[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2019, 37 (1):53-58. DOI: 10.16614/j.gznuj.zrb.2019.01.010. ZHU L W, SHI T X, HUANG K F, HUANG J, DENG J, CAI F, ZHANG J G, CHEN Q F. Study on quality evaluation of different varieties seeds of tartary buckwheat by Fuzzy Subordinate Function Method [J]. *Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences)*, 2019, 37 (1):53-58. DOI: 10.16614/j.gznuj.zrb.2019.01.010.
- [17] 杜国栋, 吕德国, 李学强, 秦嗣军, 李慧峰. 限根条件下混配基质对甜樱桃生长发育的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 38(1):40-43. DOI: 10.3969/j.issn.1000-1700.2007.01.008. DU G D, LYU D G, LI X Q, QIN S J, LI H F. Influence of mixed media on the growth and development of sweet cherry in root-restricted condition [J]. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2007, 38 (1):40-43. DOI: 10.3969/j.issn.1000-1700.2007.01.008.
- [18] 赵远方, 张天天, 韩莹琰, 郝敬虹, 刘超杰, 范双喜. 浸泡时长对椰糠基质理化性状的影响[J]. 北京农学院学报, 2019, 34 (4):45-49. DOI: 10.13473/j.cnki.issn.1002-3186.2019.0410. ZHAO Y F, ZHANG T T, HAN Y Y, HAO J H, LIU C J, FAN S X. Effects of the soaking time on physical and chemical properties of coir dust [J]. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2019, 34 (4):45-49. DOI: 10.13473/j.cnki.issn.1002-3186.2019.0410.
- [19] 刘娟, 刘凯, 张长坤, 赵永利. 不同比例椰糠替代泥炭栽培基质对夏季辣椒幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2019, 47 (24):57-59. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.24.019. LIU J, LIU K, ZHANG C K, ZHAO Y L. Effects of different proportions of coconut bran replacing peat culture substrate on the growth of pepper seedlings in summer [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2019, 47 (24):57-59. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.24.019.
- [20] 李军, 王秀花, 楚秀丽, 张东北, 周志春. 轻基质配比对3种珍贵树种2年生容器苗生长及氮和磷吸收的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2017, 34 (6):1044-1050. DOI: 10.11833/j.issn.2095-0756.2017.06.011. LI J, WANG X H, CHU X L, ZHANG D B, ZHOU Z C. Substrate proportion for growth and N/P absorption in two-year-old container seedlings of three precious tree species [J]. *Journal of Zhejiang A & F University*, 2017, 34 (6):1044-1050. DOI: 10.11833/j.issn.2095-0756.2017.06.011.
- [21] 王定跃, 王春春, 谢利娟, 韩蕾, 张华. 不同基质和容器类型对筋杜鹃生长的影响[J]. 西南林业大学学报(自然科学版), 2018, 38 (6):42-47. DOI: 10.11929/j.issn.2095-1914.2018.06.005. WANG D Y, WANG C C, XIE L J, HAN L, ZHANG H. Effects of different culture mediums and containers on the growth of *Bougainvillea spectabilis* [J]. *Journal of Southwest Forestry University*, 2018, 38 (6):42-47. DOI: 10.11929/j.issn.2095-1914.2018.06.005.
- [22] 柏小娟, 芦建国, 李小茹, 朱磊. 容器规格与基质配比对美国蜡梅容器苗生长的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2018, 45 (3):462-467. DOI: 10.13610/j.cnki.1672-352x.20180619.009. BAI X J, LU J G, LI X R, ZHU L. The effects of container size and growing medium on the growth of *Calycanthus floridus* seedlings [J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2018, 45 (3):462-467. DOI: 10.13610/j.cnki.1672-352x.20180619.009.
- [23] 吴小林, 张东北, 楚秀丽, 王秀花, 周志春. 赤皮青冈容器苗不同基质配比和缓释肥施用量的生长效应[J]. 林业科学研究, 2014, 27 (6):794-800. DOI: 10.13275/j.cnki.lykxyj.2014.06.014. WU X L, ZHANG D B, CHU X L, WANG X H, ZHOU Z C. Effect of substrate ratio and slow-release fertilizer dose on the growth of containerized *Cyclobalanopsis gilva* seedlings [J]. *Forest Research*, 2014, 27 (6):794-800. DOI: 10.13275/j.cnki.lykxyj.2014.06.014.

(责任编辑 张辉玲)