

# 扦插基质和生根剂处理对滨梅嫩枝扦插生根的影响

王小敏<sup>1</sup>, 彭大庆<sup>2</sup>, 吴文龙<sup>1</sup>, 朱 泓<sup>1</sup>, 黄 涛<sup>1</sup>, 闫连飞<sup>1</sup>, 李维林<sup>1\*</sup>

(1. 江苏省中国科学院 植物研究所, 江苏 南京 210014; 2. 江苏省盐城林场, 江苏 盐城 224057)

**摘 要:**通过不同扦插基质、不同生根剂及其浓度与浸泡时间对滨梅嫩枝扦插生根效果影响的试验,结果表明,复合基质对滨梅扦插的效果优于单一基质,3种生根剂对滨梅插条生根率的影响顺序是ABT1>IBA>NAA,插条在生根剂中的浸泡时间对生根效果有显著影响。试验筛选出滨梅嫩枝扦插的最佳方案是:珍珠岩:进口泥炭=1:2的复合基质,用1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1浸泡插条基部8 min,扦插40 d后的生根率平均达到89.1%。

**关键词:**滨梅;嫩枝扦插;扦插基质;生根剂

**中图分类号:**S723.132      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2014)04-0114-05

## Effects of Culture Medium and Plant Growth Regulators on the Rooting of Softwood Cuttings of Beach Plum

WANG Xiao-min<sup>1</sup>, PENG Da-qing<sup>2</sup>, WU Wen-long<sup>1</sup>, ZHU Hong<sup>1</sup>, HUANG Tao<sup>1</sup>,  
LYU Lian-fei<sup>1</sup>, LI Wei-lin<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210014, China;  
2. Yancheng Forest Farm, Yancheng, Jiangsu 224057, China)

**Abstract:** Effects of culturing factors, such as single and mixed substrates, plant growth regulators and soaking time on the rooting of softwood cuttings of beach plum (*Prunus maritima*) were investigated. The results showed that the mixed media were better than single medium to the rooting. The promotion effects on rooting rate of 3 plant growth regulators were in an order of ABT1>IBA>NAA. Soaking time exhibited significant effects on rooting. The optimal method was selected as soaking the cuttings with 1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1 for 8 min, then inserting into the mixed substrate of perlite and peat with the ratio of 1:2, 40 days later the rooting rate could reach 89.1%.

**Key words:** *Prunus maritima*; softwood cutting; cutting substrate; plant growth regulator

滨梅(*Prunus maritima*)是蔷薇科李属的一种海滩沙生小乔木,分布于美国纽芬兰到北卡罗莱那州的北大西洋沿岸<sup>[1]</sup>。滨梅根系发达,具有耐旱、耐贫瘠、耐盐碱等方面的抗逆性,可用于海岸滩涂修复和沙丘固定,其果实香甜多汁,色泽宜人,除鲜食外,还可用于生产果酱、果汁、果酒、果冻、软糖等<sup>[2]</sup>,是一种兼有重要经济价值和生态价值的树木<sup>[3]</sup>。

滨梅常用的无性繁殖方法是组织培养和扦插繁

殖。采用组织培养技术可以在短期内获得大量生长均匀的健壮苗木,但是成本较高,目前也未大量应用于生产。有关滨梅组织培养的报道已较多<sup>[4-7]</sup>,但是有关扦插的研究仅宰学明<sup>[8]</sup>等曾研究过丛枝根真菌对滨梅扦插苗生根、生长和抗病相关酶活性的影响。扦插是一种较易操作、成本低且能保持母株优良特性的繁殖技术,扦插前合理使用植物生根剂对插穗进行处理,选用适宜的扦插基质,科学调控水

收稿日期:2013-10-18 修回日期:2013-12-11

基金项目:江苏省科技支撑计划项目(BE2011324);江苏省农业“三新”工程项目(sx(2012)411);江苏省中国科学院植物研究所青年科技创新基金资助项目(青 201101)。

作者简介:王小敏,女,硕士,助理研究员,研究方向:经济植物引种繁育与推广利用。E-mail: xmwang525@163.com

\*通信作者:李维林,男,博士,研究员,研究方向:经济植物引种繁育与推广利用。E-mail: lwlcnbng@mail.cnbg.net

分,便可缩短苗木生根时间、提高生根率,得到生根一致的优质苗木。扦插基质为枝条提供必需的水分和养分,扦插基质的特性直接影响生根的效果以及扦插苗的成活率,而生根剂处理有利于诱导插穗基部组织根原基的分化与形成。耿云芬<sup>[9]</sup>等研究了不同基质对濒危树种景东翅子树扦插生根的影响,结果表明不同基质对景东翅子树扦插的生根率有极显著影响。而郭有燕<sup>[10]</sup>等以大叶黄杨为材料,研究了扦插基质、枝条状况和激素等因素对其生根的影响,结果表明扦插基质对生根效果的影响最大,其次是枝条状况和激素。由此可见扦插基质和激素或植物生根剂对植物的扦插生根起着决定性的作用。目前未见扦插基质和植物生根剂对滨梅嫩枝扦插生根影响的相关报道。因此,探究适合滨梅扦插繁殖的扦插基质和植物生根剂,提高生根率和促进扦插苗的健壮生长,对滨梅的快速繁育具有一定的实际意义。

1 材料与方法

1.1 材料

枝条取自江苏省中国科学院植物研究所实验苗圃 6 年生滨梅,在滨梅生长季节选用生长健壮、无病虫害的半木质化枝条。扦插基质有珍珠岩、东北泥炭、进口泥炭(德国维特)、蛭石、河沙,均采购于南京虹彩花卉有限公司。植物生根剂有 ABT 生根粉(ABT1)购于北京艾比蒂研究开发中心,萘乙酸(NAA)和吲哚丁酸(IBA)为分析纯,购于上海稼丰园艺有限公司。

1.2 方法

将滨梅枝条剪成 12~15 cm 长的插穗,上端留 3~4 片叶,用配制好的生根剂浸泡插穗基部 2~3 cm,然后扦插到加满基质的穴盘中,扦插深度为 5 cm,采用全光照自动喷雾系统进行水分管理,前 20 d 保持插穗附近湿度在 90% 以上,后 20 d 白天喷雾,晚上关闭喷雾系统,40 d 后统计生根情况。用 pH 计和电导率仪测定基质的 pH 和电导率。试验中每处理 32 个插穗,重复 4 次。

1.2.1 单一基质试验 插穗经 1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1 处理 8 min 后,插入珍珠岩、东北泥炭、进口泥炭、蛭石、河沙等 5 种不同基质的林木穴盘中,40 d 后统计生根率。

1.2.2 复合基质试验 插穗经 1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1 处理 8 min 后,插入 9 种不同复合基质的林木穴盘中(表 2,基质配比为体积比),40 d 后统计生根率。

1.2.3 植物生根剂试验 插穗经不同浓度的

NAA、ABT1 和 IBA 处理 8 min,插入珍珠岩:进口泥炭=1:2 的复合基质中,40 d 后统计生根率、生根数量和根系长度。

1.2.4 ABT1 生根剂不同浸泡时间试验 插穗用 1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1 分别浸泡 4 min、8 min 和 12 min,用不经任何处理的插穗为对照,插入珍珠岩:进口泥炭=1:2 的复合基质林木穴盘中,40 d 后统计生根率、生根数量和根系长度。

1.3 数据分析

利用 Excel2003 计算每处理的生根率、平均生根数和平均根系长度,再采用 SPSS12.0 对各处理进行方差分析。生根率为 4 次重复的平均值,生根数和根系长度为随机挑选的 20 个生根插穗的平均值。

2 结果与分析

2.1 单一基质对滨梅嫩枝扦插生根的影响

测定 5 种不同单一基质的电导率和 pH 值(表 1)。5 种基质的电导率呈现较大差异,河沙的电导率较低仅有 32.7 μs·cm<sup>-1</sup>,东北泥炭的电导率最高为 895.7 μs·cm<sup>-1</sup>,是河沙的电导率的 27.4 倍,而进口泥炭的电导率是东北泥炭的 58.1%,说明东北泥炭里面的离子含量相对其他 4 种基质较高;5 种基质的 pH 值范围在 5.4~7.9 之间,其中东北泥炭呈酸性的,进口泥炭和蛭石呈弱酸性,珍珠岩和河沙呈弱碱性。

表 1 单一基质对滨梅嫩枝扦插生根的影响  
Table 1 The effect of single substrates on the rooting of softwood cuttings of beach plum

编号	基质	电导率 /(μs·cm <sup>-1</sup> )	pH 值	生根率/%
1-1	珍珠岩	310.0	7.7	42.2±6.0 c
1-2	东北泥炭	895.7	5.4	67.2±4.0 a
1-3	进口泥炭	520.2	6.3	71.1±3.0 a
1-4	蛭石	213.4	6.8	57.3±4.8 b
1-5	河沙	32.7	7.9	49.2±5.3 c

注:同列中不同的小写字母分别表示差异显著( $p<0.05$ ),表 2~表 4 同。

以珍珠岩和河沙为基质的滨梅生根率较低,不足 50%,而东北泥炭和进口泥炭的生根率相对较高。虽然珍珠岩和河沙的电导率相差 10 倍,但 pH 值却相近,二者的生根率均较低且无显著差异,这可能是二者的 pH 值偏高,影响插穗基部的水分运输,且二者的保水性较差,所以单独使用时会造成插穗因缺水而死亡;蛭石的保水性较好、pH 值低,且含有一定的营养,所以生根率略高于珍珠岩与河沙;东北泥炭和进口泥炭含有较全面的营养,有利于插穗生根,但东北泥炭的电导率较高,容易对插穗造成盐害,且东北泥炭的透水性较进口泥炭差,所以东北泥

炭的平均生根率略低于进口泥炭。由此可知,基质的 pH 值是影响滨梅扦插生根的主要因素,最适宜的 pH 值是 5.4~6.8。单一的扦插基质总是存在一些不足,如果几种基质按照适宜的配比使用,则可以取长补短有利于提高滨梅的扦插生根率。

2.2 复合基质对滨梅嫩枝扦插生根的影响

9 种复合基质的电导率和 pH 与配比里的单一基质相比呈现了不同程度的变化。由表 2 可知,9 种复合基质中 2-4 的电导率值最低,只有 151  $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。

表 2 不同基质配比对滨梅嫩枝扦插生根的影响

Table 2 The effect of mixed substrates on rooting of softwood cuttings of beach plum

编号	复合基质	电导率/ ( $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	pH 值	生根率/%
2-1	珍珠岩:进口泥炭=1:1	415.4	7.1	69.5±8.6 bcd
2-2	珍珠岩:进口泥炭=1:2	450.0	6.5	89.1±4.0 a
2-3	珍珠岩:进口泥炭=3:2	502.3	8.4	56.3±11.3 e
2-4	蛭石:河沙=2:1	151.4	8.0	49.2±4.0 e
2-5	蛭石:河沙:进口泥炭=2:1:2	297.7	6.6	74.2±4.7 bcd
2-6	蛭石:珍珠岩:进口泥炭=2:1:2	395.3	6.9	67.2±5.4 cd
2-7	蛭石:珍珠岩:进口泥炭=1:1:1	372.0	6.6	76.6±4.0bc
2-8	蛭石:珍珠岩:东北泥炭=1:1:1	486.7	5.5	77.3±3.0 b
2-9	珍珠岩:东北泥炭=1:2	709.0	5.2	66.4±6.9d

9 种基质中 2-3 和 2-4 的生根率较低,不超过 60%,二者的电导率值相差约 400  $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ ,但是生根率却无显著差异,这主要是由于二者的 pH 值均超过了 8.0,极不利于枝条生根;2-2、2-5、2-7 和 2-8 的 pH 值在 5.4~6.8 之间,是较适宜滨梅扦插生根的,除 2-2 的生根率最高为 89.1%外,其他几种基质间的生根率差异不显著,且生根率随电导率的升高有增加的趋势;2-7 和 2-8 中除泥炭外的组分相同,2-7 中进口泥炭的体积比为 33.3%,2-8 中东北泥炭的体积比也为 33.3%,2 种基质的生根率差异不显著;2-2 和 2-9 中除泥炭外的组分相同,2-2 中进口泥炭的体积比为 66.7%,2-9 中东北泥炭的体积比也为 66.7%,但 2 种基质的生根率却差异较显著;2-8 和 2-9 中均含有东北泥炭,2-9 中东北泥炭的体积比 2-8 高 33.4%,但其生根率却比 2-8 低 11.0%。进口泥炭营养均衡且比较疏松,有利于提高基质的保水性和透气性,但其密度较小,不利于固定插穗;而东北泥炭虽然含有大量的有机质,但是通透性较差,不适宜过量添加,需和透气性好的珍珠岩、蛭石等配比使用。由此可知,合理的基质配比更有利于滨梅的扦插生根。本试验的 9 种复合基质里,生根率最高、最适宜滨梅嫩枝扦插的是 2-2,即珍珠岩:进口泥炭=1:2。

2.3 不同生长调节物质对滨梅嫩枝扦插生根的影响

由表 3 可知,3 种浓度 NAA 处理的扦插生根率

$\text{cm}^{-1}$ ,比其组分蛭石低,但远高于河沙;2-9 的电导率最高,达到 709  $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ ,比其组分东北泥炭低,但远高于珍珠岩;2-3 与 2-4 的 pH 较高,超过了 8.0,呈弱碱性;2-8 与 2-9 的 pH 较低,低于 5.5,呈酸性;其他几种复合基质的 pH 在 6.5~7.1 之间,呈中性偏酸,比较有利于滨梅的正常生长。基质中添加东北泥炭和进口泥炭均可以增加基质的电导率,珍珠岩和河沙可以提高基质的 pH,东北泥炭可以降低基质的 pH。

和平均生根数差异较显著,浓度为 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  和 1 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的平均根系长差异不显著,说明 NAA 浓度的增加促进根系伸长的效果不明显,试验中也发现 NAA 处理的生根苗根冠幅较大,毛细根较多;3 种浓度 ABT1 处理的扦插生根率、平均生根数和平均根系长均存在较大差异,但是当 ABT1 浓度为 1 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时,扦插生根率有下降趋势,而生根数和根系长却呈现增加趋势,说明 ABT1 浓度的适当增加对滨梅扦插生根具有积极的促进作用;而 3 种浓度 IBA 处理只有平均根系长度存在显著差异,浓度为 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  和 1 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的生根率和平均生根数均无显著差异,说明 IBA 浓度的增加促进生根的效果不明显。

9 种激素处理的插穗中,生根率最高的是 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ABT1,平均生根数最多的是 1 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ABT1,平均根系最长的是 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  IBA。当浓度相同时,3 种生根剂对促进生根的效果不同,对生根率的促进作用顺序是 ABT1>IBA>NAA,对平均生根数的促进作用顺序是 ABT1>NAA>IBA,对根系长度的促进作用顺序是 IBA>ABT1>NAA。滨梅是深根系果树,因此使用 IBA 的生根效果优于 NAA,而相同浓度的 ABT1 扦插生根率和生根数均优于 IBA,所以最适宜滨梅扦插生根的生根剂是 ABT1。综上所述,选择 ABT1 作为滨梅扦插生根的生根剂最适宜,且最佳处理浓度为 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时,生根率最高可达 89.1%。

表 3 不同生根剂对滨梅嫩枝扦插生根的影响

Table 3 The effect of plant growth regulators on rooting of softwood cuttings of beach plum

生根剂浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )		生根率/%	平均生根数/条	平均根系长/cm
NAA	500	39.8±8.2 f	6.3±2.0 de	6.8±1.2 f
	1 000	52.3±3.9 e	8.7±2.3 c	5.3±1.2 h
	1 500	76.6±4.0 b	10.2±2.7 b	4.5±1.0 h
ABT1	500	67.2±4.0 d	7.4±2.4 cd	6.2±1.1 fg
	1 000	89.1±4.0 a	10.3±2.1 b	9.8±2.4 d
	1 500	74.2±3.9 bc	13.4±2.7 a	12.7±1.9 b
IBA	500	53.1±2.6 e	5.2±1.8 e	8.3±1.6 e
	1 000	62.5±3.1 d	6.9±2.1 d	11.2±2.0 c
	1 500	68.8±3.1 cd	6.5±1.7d	15.5±2.8 a

2.4 ABT1 浸泡时间对滨梅嫩枝扦插生根的影响

不经激素处理的对照组生根率仅为 16.4%，平均生根数也只有 3.1 条，根系也较短，说明滨梅的扦插必须使用合适的生根剂，而浸泡时间对生根效果有显著影响。由表 4 可知，虽然使用 1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1 浸泡 8 min 和浸泡 12 min 的平均根系长度无显著差异，但是浸泡 8 min 的生根率和平均生根数均高于浸泡 12 min 的，说明浸泡时间过长对滨梅的生根也有一定的抑制作用。由此可知，用 1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1 浸泡 8 min 最适宜滨梅的嫩枝扦插生根。

表 4 ABT1 浸泡时间对滨梅嫩枝扦插生根的影响

Table 4 The effect of soaking time with ABT1 on rooting of softwood cuttings of beach plum

浸泡时间/min	生根率/%	平均生根数/条	平均根系长/cm
0	16.4±5.3 d	3.1±1.8 c	2.6±1.1 c
4	69.5±5.3 c	6.7±1.8 b	5.7±1.4 b
8	89.1±4.0 a	10.3±2.1 a	9.8±2.4 a
12	81.9±3.1 b	7.5±1.7 b	10.9±1.3 a

3 结论与讨论

通过分析几种常见基质对滨梅嫩枝扦插效果的影响，表明合理配比的复合基质对滨梅扦插的效果优于单一基质，但并非混合基质中基质的种类越多越好，在考虑通透性和营养性的基础上，要兼顾基质的电导率和 pH 值；基质的 pH 值对滨梅生根效果的影响比电导率大，尽管滨梅植株适宜的土壤 pH 值 5.8~7.7<sup>[2]</sup>，中性和偏碱性的基质对其插穗生根不利。在最适宜的 pH 值在 5.4~6.8 之间，基质的电导率适当高一些有利于插穗生根。通过分析 3 种生根剂对插条生根效果的影响，发现 NAA 对促进滨梅生根数量的效果最好，IBA 对促进滨梅根系长度的效果最好，ABT1 对促进滨梅生根率的效果最好，最终筛选出生根率高、生根数多、根系相对较长的 ABT1 作为滨梅嫩枝扦插的最佳生根剂，适宜浓度为 1 000 mg·L<sup>-1</sup>。通过分析 ABT1 处理时间对

滨梅生根效果的影响，发现浸泡时间过长对滨梅的生根也有一定的抑制作用，最终确定最佳浸泡时间为 8 min。因此，根据试验结果，滨梅嫩枝扦插的最佳方案为：用 1 000 mg·L<sup>-1</sup> ABT1 浸泡插穗 8 min，选用复合基质珍珠岩：进口泥炭=1：2。

扦插基质的选择主要取决于所扦插植物的生物学特性，还必须满足根系养分、水分及空气供给的原料。采用单一成分作基质时，河砂或珍珠岩保水性差，泥炭土和蛭石通透性差，均不利于植物根系生长，因此选用适宜的复合基质生根效果更佳。张树振<sup>[11]</sup>等对紫花苜蓿的扦插繁殖中也发现复合基质优于单一基质，因为复合基质可以集合多种基质的优点，克服单一基质的不足。珍珠岩通气好、材质轻，有利于植物生根，但珍珠岩 pH 较高，且其养分少、比重比水低，不能很好的固定根系。泥炭养分足，保水能力强，且本身含有腐殖酸和植物生长所需的各种营养元素，有利于植物根系的生长<sup>[12]</sup>，但其通透性差，不利于植物生根，容易引起根系霉烂，因此采用珍珠岩与泥炭搭配使用可达到保水、透气的良好效果，保持基质的最佳含水量，有利于保持插穗基部适宜的湿度，因此生根效果最好。

植物生根剂促进植物扦插生根的机理目前尚不十分清楚。徐兴友<sup>[13]</sup>等研究结果也证实，用外源激素处理植物的插穗，可提高插穗细胞渗透压、吸水力和酶活性，使细胞顺利完成脱分化和再分化。梁玉堂<sup>[14]</sup>等研究认为外源激素还能影响插穗内部营养物质的分配，使插穗下切口附近变成吸收营养物质的中心，促进愈伤及不定根的形成。彭少兵<sup>[15]</sup>等研究结果也显示了激素在一定范围内可促进植物不定根的形成。生长素类 NAA 和 IBA 含有硫脲基团，可使细胞壁松弛，促进蛋白质等物质的合成，进而促进植物根细胞的生长，但是过高的浓度可诱导乙烯的产生，而乙烯对生根有一定的抑制作用，从而抑制根的产生<sup>[16]</sup>。因此选择适宜的植物生根剂和处理时间对植物的扦插生根是至关重要的。

参考文献：

[1] UVA R H, WHITLOW T H. A shrub for low-maintenance landscapes[J]. *Arnoldia* (Jamaica Plain), 2005, 63(4): 19-20.

[2] 闫道良, 王光, 方遼, 等. 耐盐果树滨梅的引种及开发利用[J]. *林业科技开发*, 2006, 20(5): 67-69.

[3] 王利民, 陈金林, 梁珍海, 等. 盆栽滨梅幼苗对 NaCl 胁迫的响应[J]. *南京林业大学学报:自然科学版*, 2010, 34(3): 89-92.

WANG L M, CHEN J L, LIANG Z H, *et al.* Responses of beach plum (*Prunus maritima*) seedlings to NaCl stress using pot culture experiments[J]. *Journal of Nanjing Forestry University: Natural Science Edition*, 2010, 34(3): 89-92. (in Chinese)

[4] 闫道良, 王光, 方遼, 等. 滨梅的组织培养和快速繁殖[J]. *植物生理学通讯*, 2006, 42(5): 921.

YAN D L, WANG G, FANG K, *et al.* Tissue culture and rapid propagation of *Prunus maritima* Marshall [J]. *Plant Physiology Communications*, 2006, 42(5): 921. (in Chinese)

[5] 付素静, 周玉珍. 滨梅的组织培养技术研究[J]. *广西农业科学*, 2009, 40(8): 969-970.

FU S J, ZHOU Y Z. Tissue culture technology for *Prunus maritima* Marshall [J]. *Guangxi Agricultural Sciences*, 2009, 40(8): 969-971. (in Chinese)

[6] 方遼, 龚津平, 闫道良, 等. 耐盐果树滨梅微繁殖体系的建立[J]. *南京大学学报:自然科学版*, 2006, 42(5): 490-498.

FANG K, GONG J P, YAN D L, *et al.* The micropropagation establishment of *Prunus maritima* [J]. *Journal of Nanjing University: Natural Sciences Edition*, 2006, 42(5): 490-498. (in Chinese)

[7] 胡淑英, 王小敏, 张春红, 等. 滨梅茎段组织培养研究[J]. *安徽农业大学学报*, 2012, 39(5): 816-820.

HU S Y, WANG X M, ZHANG C H, *et al.* Tissue culture with the stem of *Prunus maritima* Marshall [J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2012, 39(5): 816-820. (in Chinese)

[8] 宰学明, 夏连全, 闫道良, 等. 丛枝菌根真菌对滨梅扦插苗生根、生长和抗病相关酶活性的影响[J]. *广西植物*, 2011, 31(3): 393-397.

ZAI X M, XIA L Q, YAN D L, *et al.* Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the rooting, growth and enzymatic activity relating to disease resistance of beach plum (*Prunus maritima*) cuttings [J]. *Guihaia*, 2011, 31(3): 393-397. (in Chinese)

[9] 耿云芬, 袁春明, 李永鹏, 等. 不同基质对濒危树种景东翅子树扦插生根的影响[J]. *西北林学院学报*, 2013, 28(4): 98-102.

GENG Y F, YUAN C M, LI Y P, *et al.* Effects of different media on cottage rooting rate of endangered species *Pterospermum kingtungense* [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2013, 28(4): 98-102. (in Chinese)

[10] 郭有燕, 余宏远, 吕彪, 等. 扦插生根影响因素重要性排序的研究[J]. *西北林学院学报*, 2013, 28(4): 103-105.

GUO Y Y, YU H Y, LV B, *et al.* Importance order of the factors affecting cutting rooting [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2013, 28(4): 103-105. (in Chinese)

[11] 张树振, 金樑, 周虹, 等. 生长调节剂和基质对紫花苜蓿扦插繁殖效率的影响[J]. *草业科学*, 2013, 30(6): 874-879.

ZHANG S Z, JIN L, ZHOU H, *et al.* Effects of different growth regulator treatments and culture mediums on clonal propagation of alfalfa [J]. *Pratacural Science*, 2013, 30(6): 874-879. (in Chinese)

[12] 武新琴, 智顺. 不同基质及激素对倒挂金钟扦插生根的影响[J]. *山西林业科技*, 2010, 39(3): 34-36

[13] 徐兴友, 张凤娟, 王华芳, 等. 锦带花硬枝扦插研究[J]. *福建林学院学报*, 2004, 24(1): 41-44.

XU X Y, ZHANG F J, WANG H F, *et al.* Studies on cuttings of *Weigela florida* L. with hardwood [J]. *Journal of Fujian College of Forestry*, 2004, 24(1): 41-44. (in Chinese)

[14] 梁玉堂, 龙庄如编. 树木营养繁殖原理和技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.

[15] 彭少兵, 孟颢光, 何西凤. 不同药剂处理对金叶接骨木扦插生根的影响[J]. *西北林学院学报*, 2010, 25(1): 95-96.

PENG S B, MENG J G, HE X F. The influence of different medicament on cutting rooting of *Sanbucus canadensis* ‘Aurea’ [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2010, 25(1): 95-96. (in Chinese)

[16] 柯存祥. 不同处理对四季秋海棠扦插生根的影响研究[J]. *中国农学通报*, 2006, 22(4): 333-334.

KE C X. A study of rooting on *Begonia semperflorens* Link et Otto’s cuttings [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2006, 22(4): 331-334. (in Chinese)