

缅甸树萝卜扦插繁殖技术研究*

何倩倩^{1,2,3,4} 童毅华^{1,2} 夏念和^{1,2} 惠俊爱³

(1. 中国科学院华南植物园 / 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广东 广州 510650;

2. 中国科学院华南植物园 / 广东省数字植物园重点实验室, 广东 广州 510650;

3. 仲恺农业工程学院, 广东 广州 510225; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要 通过采用不同的留叶数目、ABT1 号质量体积浓度、100 mg/L ABT1 号处理时间以及扦插基质等因素对缅甸树萝卜 (*Agapetes burmanica*) 枝条进行扦插繁殖对比试验, 结果表明: (1) 留 3~5 片叶的枝条生根率最高, 为 46.7%; (2) 缅甸树萝卜枝条的生根率随 ABT1 号质量体积浓度的增加呈现先升高后下降的趋势, 质量体积浓度为 100 mg/L 时, 生根率最高, 达 46.7%; (3) 通过速蘸 100 mg/L ABT1 号 10 s、10 min 和 1 h 处理插穗, 插穗生根率分别为 26.7%、46.7%、40.0%, 其中 100 mg/L ABT1 号浸泡插穗 10 min 生根率最高; (4) 缅甸树萝卜枝条在 $V_{\text{珍珠岩}}:V_{\text{蛭石}}:V_{\text{树皮}}=1:1:1$ 和水苔两种扦插基质中的生根率分别为 30.0% 和 46.7%, 表明水苔较适宜缅甸树萝卜的扦插生根。将缅甸树萝卜生根插穗进行移栽, 成活率可达 81.0%。

关键词 缅甸树萝卜; 扦插繁殖; 生根率

中图分类号: S722.5 **文献标识码**: A **文章编号**: 2096-2053(2018)01-0048-06

Study on Cuttage Propagation Technology of *Agapetes burmanica*

HE Qianqian^{1,2,3,4} TONG Yihua^{1,2} XIA Nianhe^{1,2} HUI Jun'ai³

(1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Sustainable Utilization/South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650, China; 2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Digital Botanical Garden/South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650, China; 3. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract The cutting propagation experiment was carried out by using *Agapetes burmanica* branches under different conditions, such as number of reserved leaves, ABT1 concentration and treatment time, and mediums. The results showed that: (1) The rooting rate of branches with 3~5 reserved leaves was the highest, which was 46.7%; (2) With the increase of ABT1 concentration, the rooting rate of the branches increased first and then decreased, and when the concentration was 100 mg/L, the rooting rate reached a maximum of up to 46.7%; (3) When we dipped the cuttings into 100 mg/L ABT1 for 10 s, 10 min and 1 h, the rooting rates of cuttings were 26.7%, 46.7%, and 40% respectively, which indicated that the best treatment time was 10 min; (4) We used $V_{\text{perlite}}:V_{\text{vermiculite}}:V_{\text{bark}}=1:1:1$ and sphagnum as two cutting mediums of *A. burmanica* branches, and the rooting rates were 30.0% and 46.7% respectively, which indicated that sphagnum was more suitable for cutting rooting in *A.*

* **基金项目**: 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室青年基金“缅甸树萝卜的引种驯化研究”(Y390007001-201503) 和国家自然科学基金青年基金“杜鹃花科越橘属南烛组和坛花组的分类学研究”(31500167)。

第一作者: 何倩倩 (1991 —), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为风景园林植物应用, E-mail: 944877697@qq.com。

通信作者: 童毅华 (1986 —), 男, 助理研究员, 主要从事植物分类学和植物资源学研究, E-mail: yh-tong@scbg.ac.cn。

burmanica. The transplant survival rate can reach 81%. This research has successfully explored the best conditions for the cutting propagation of *A. burmanica*, which has important practical significance for the sustainable utilization and conservation of *Agapetes* plant resources.

Key words *Agapetes burmanica*; cutting propagation; rooting rate

缅甸树萝卜 (*Agapetes burmanica*) 隶属杜鹃花科 (Ericaceae) 越桔亚科 (Vaccinioideae) 越桔族 (Vaccinieae) 树萝卜属, 为附生常绿灌木, 产于我国云南省南部、西藏自治区东南部, 缅甸、泰国、印度也有分布。缅甸树萝卜具有较高的观赏价值, 其伞房总状花序腋生或生于无叶的老枝上, 有花 3~10 朵, 花冠可达 6.0 cm × 1.5 cm, 花冠圆筒形, 中部稍宽, 玫瑰红色, 具紫红色曲折横纹, 花冠裂片狭三角形, 长约 1 cm, 开花时平展, 淡绿色, 盛花期满树的花序给人以花团锦簇、欣欣向荣之感; 其茎基部通常增大成粗肥的块茎, 根亦多为纺锤状, 块根形态各异, 大小不一, 具有丰富的造型潜力, 可以充分发挥想象赋予命名; 其果实为浆果, 成熟时直径可达 1 cm, 顶端冠以宿存花萼, 可以食用, 也具有较好的观赏效果^[1]。另据泰国一些研究学者的报道, 本种的块根还具有抗癌活性成分, 其乙酸乙酯和正丁醇的提取物有促使乳腺癌和肺癌细胞凋亡的作用^[2]。

由于缅甸树萝卜具有较高的观赏价值, 目前云南省的很多花卉市场都有出售缅甸树萝卜的盆栽, 而且卖价不菲, 但这些植株都是当地人从野外收集的。树萝卜属的种群数量本来就很少, 这种滥挖滥采的行为对于树萝卜属的野生资源构成了极大的威胁^[3]。有鉴于此, 本研究拟对观赏价值和药用价值较高、适应性相对较强的缅甸树萝卜开展扦插繁殖技术的研究, 探索树萝卜属植物的快速繁殖方法, 从而达到发展人工化栽培以保护野生资源的目的, 并为本种未来的资源开发利用提供经验。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料于 2016 年 10 月采自云南省西双版纳傣族自治州景洪市勐腊县勐仑镇巴卡小寨和西双版纳热带植物园, 选取生长健壮、无病虫害的多年生缅甸树萝卜中上部枝条。植物生根剂 ABT1 号购于北京艾比蒂生物科技有限公司。

1.2 试验方法

扦插基质 (水苔、蛭石、珍珠岩以及树皮) 用 3 g/L 高锰酸钾溶液消毒 48 h。准备足够的 10 cm × 7.5 cm × 10 cm 透明育苗杯, 在透明育苗杯的最底层放置一个水果防震包装网套, 以防插穗积水腐烂, 然后放入不同的扦插基质, 将插穗扦插在育苗杯中后, 再将其放入透明自封袋中, 并在自封袋上部区域用镊子扎若干小孔。扦插后的缅甸树萝卜放置在组培室中, 保持自封袋里面的湿度在 95% 以上。扦插后一个月适当喷水雾, 保持自封袋壁上有水珠即可。平时及时清理黄叶和腐烂的插穗^[4]。试验模拟缅甸树萝卜的野外生存环境, 因为缅甸树萝卜是附生植物, 在野外其膨大的根常裸露于空气中, 且主要靠吸附空气中的水分存活。

由于缅甸树萝卜在野外数量较少, 为了尽量减少对野生资源的破坏, 遂采用单因素试验设计, 每个处理使用 10 个插穗, 3 次重复。

1.2.1 不同留叶数目对缅甸树萝卜插穗生根的影响 缅甸树萝卜的叶子通常 3~5 片假轮生^[1], 将留叶数目设置为 0 片叶、1~2 片叶、3~5 片叶 3 个处理组。插穗经 100 mg/L ABT1 号溶液浸泡 10 min, 然后扦插在基质为水苔的透明育苗杯中。扦插 70 d 后统计各处理的发芽数、腐烂数和新叶数。

1.2.2 不同质量体积浓度的 ABT1 号溶液对缅甸树萝卜插穗生根的影响 缅甸树萝卜插穗留 3~5 片叶, 扦插基质为水苔, 经 50, 100, 200 mg/L 的 ABT1 号溶液浸泡处理 10 min, 对照组插穗经清水浸泡处理 10 min。扦插 70 d 后统计各处理的发芽数、腐烂数及新叶数。

1.2.3 100 mg/L ABT1 号溶液不同处理时间对缅甸树萝卜插穗生根的影响 缅甸树萝卜插穗留 3~5 片叶, 扦插基质为水苔, 经 100 mg/L ABT1 号溶液速蘸 10 s、浸泡 10 min、浸泡 1 h 3 个时间处理。扦插 70 d 后统计各处理的发芽数、腐烂数、新叶数。

1.2.4 不同扦插基质对缅甸树萝卜插穗生根的影响

响 缅甸树萝卜插穗留 3~5 片叶, 扦插基质为水苔, 扦插前用 100 mg/L ABT1 号浸泡处理 10 min, 采用消毒的水苔、 $V_{\text{珍珠岩}}:V_{\text{蛭石}}:V_{\text{树皮}}=1:1:1$ 两种基质, 进行缅甸树萝卜的扦插试验。扦插 70 d 后统计各处理的发芽数、腐烂数、新叶数。

1.3 各指标的测定

生根率: 某个处理生根的插穗数量除以该处理的插穗总数。

宿叶率: 某个处理留叶宿存的插穗数量除以该处理的插穗总数。

愈伤率: 某个处理具有愈伤组织的插穗数量除以该处理的插穗总数。

新叶数: 插穗新萌生出的叶片数量。

根数: 插穗上新生长的根的数量。

最长根: 插穗上生长的最长不定根长度, 精确到 0.1 cm。

各项数据用 Microsoft excel 2013 进行统计处理, 用 SPSS 19.0 进行分析。以生根率作为衡量缅甸树萝卜插穗生根效果的主要指标, 同时将宿叶率、愈伤率、新叶数、根数以及最长根作为衡量生根质量的指标, 综合比较分析各因变量对缅甸树萝卜扦插生根的影响。

2 结果与分析

2.1 不同留叶数目对缅甸树萝卜扦插生根的影响

不同的留叶数目对缅甸树萝卜扦插生根的影响见表 1。随着插穗留叶数的增加, 生根率也逐渐增加。3~5 片叶的留叶数插穗生根率为 46.7%, 与其他处理相比, 生根率最高。其中, 无叶的生根率仅为 13.3%, 且愈伤率最低, 同为 13.3%。而愈伤率最高的是 1~2 片叶的处理组, 为 36.7%, 最长不定根长度也最长, 为 (2.9 ± 0.7) cm。0 片叶时不定根数量最多, 为 (10.3 ± 2.3) 条, 新生叶片 4 片, 与 1~2 片叶的新叶叶片数一样, 而 3~5 片叶未出现新叶。

2.2 不同质量体积浓度的 ABT1 号溶液对缅甸树萝卜扦插生根的影响

不同质量体积浓度的 ABT1 号溶液对缅甸树萝卜插穗扦插生根的影响结果见表 2。通过比较试验组与对照组, 结果发现使用外源的植物生长调节物质处理插穗可提高插穗的生根率; 100 mg/L 的 ABT1 号溶液的生根率最高, 达 46.7%, 其次是 50 mg/L 的 ABT1 号溶液, 为 40.0%, 其次是 200 mg/L 的 ABT1 号溶液, 生根率是 33.3%, 最

表 1 不同留叶数目对缅甸树萝卜扦插生根的影响
Tab. 1 The effect of different reserved leave number on rooting performance of *Agapetes burmanica*

留叶数 Leaf number	生根率 Rooting rate/%	宿叶率 Leaves preserved rate/%	愈伤率 Callusing rate/%	新叶数 / 片 Number of new leaves	根数 / 条 Number of roots	最长根 Length of the longest root/cm
0 片叶	13.3	0	13.3	4	10.3 ± 2.3	2.4 ± 1.7
1~2 片叶	33.3	36.7	36.7	4	9.1 ± 2.4	2.9 ± 0.7
3~5 片叶	46.7	33.3	20.0	0	8.7 ± 2.0	2.4 ± 0.6

注: 表中数据为平均值 $\pm$ 标准差。Note: The data in the table is average $\pm$ standard deviation.

表 2 不同质量体积浓度的 ABT1 号溶液对缅甸树萝卜扦插生根的影响
Tab. 2 The effect of different concentrations of ABT1# on rooting performance of *A. burmanica*

生长调节剂 Growth regulators	质量体积浓度 Concentration/(mg · L ⁻¹)	生根率 Rooting rate/%	根数 / 条 Number of roots	最长根 Length of the longest root/cm
ABT1 号	50	40.0	16.9 ± 4.6	3.2 ± 0.6
	100	46.7	8.7 ± 2.0	2.5 ± 0.6
	200	33.3	9.0 ± 2.8	2.9 ± 0.6
CK	清水	20.0	18.5 ± 7.3	2.3 ± 0.7

注: 表中数据为平均值 $\pm$ 标准差。Note: The data in the table is average $\pm$ standard deviation.

表 3 100 mg/L ABT1 号不同处理时间对缅甸树萝卜扦插生根的影响
Tab. 3 The effect of different treatment time by 100 mg/L ABT1# on rooting performance of *A. burmanica*

处理时间 Treatment time	生根率 Rooting rate/%	根数 / 条 Number of roots	最长根 Length of the longest root/cm
10 s	26.7	9.0 ± 2.2	2.5 ± 0.7
10 min	46.7	8.7 ± 2.0	2.5 ± 0.6
1 h	40.0	20.5 ± 5.3	5.1 ± 0.6

注：表中数据为平均值 ± 标准差。Note: The data in the table is average ± standard deviation.

表 4 不同扦插基质对缅甸树萝卜扦插生根的影响
Tab. 4 Effects of different mediums on rooting performance of *A. burmanica*

基质 Mediums	生根率 Rooting rate/%	根数 / 条 Number of roots	最长根 Length of the longest root/cm
$V_{\text{珍珠岩}}: V_{\text{蛭石}}: V_{\text{树皮}}=1:1:1$	30.0	16.3 ± 4.5	2.9 ± 0.6
水苔	46.7	8.7 ± 2.0	2.5 ± 0.6

注：表中数据为平均值 ± 标准差。Note: The data in the table is average ± standard deviation.

后是清水对照组，为 20.0%。因此缅甸树萝卜扦插生根的生长调节剂 ABT1 号溶液的最适质量体积浓度为 100 mg/L。

2.3 100 mg/L ABT1 号溶液不同处理时间对缅甸树萝卜扦插生根的影响

100 mg/L ABT1 号溶液不同处理时间对缅甸树萝卜插穗生根的影响见表 3。随着浸泡时间的延长，生根率先升高后降低，速蘸 10 s 和 10 min 对根数和最长根的影响区别不大，而浸泡 1 h 的生根数为 (20.5 ± 5.3) 条，最长根为 (5.1 ± 0.6) cm，均明显高于 10 s 和 10 min 的处理组。

2.4 不同扦插基质对缅甸树萝卜扦插生根的影响

水苔以及 $V_{\text{珍珠岩}}: V_{\text{蛭石}}: V_{\text{树皮}}=1:1:1$ 两种扦插基质对缅甸树萝卜扦插生根的影响见表 4。水苔生根率达 46.7%，相比后者的 30.0% 要高，但生根数和最长根长度则不如后者。

2.5 炼苗与移栽

缅甸树萝卜在扦插生根后期，透明自封袋里面长时间的高湿环境已不利于插穗的继续生长，使新叶和老根出现腐烂的现象。因此，在缅甸树萝卜大量生根后应尽早炼苗，增加其对温室大棚的适应性。在插穗大量生根 70 d 后，先将透明自封袋放置在常温状态下的试验室中 3 d，再将其封口完全打开，每天喷水雾 1 次，保持透明自封袋里面的湿度为 80.0% 左右，每天日光灯照射

10 h。7 d 后于傍晚时分将生根的缅甸树萝卜插穗移栽到温室大棚中，移栽时依旧采用 10 cm × 7.5 cm × 10 cm 透明育苗杯，基质为 $V_{\text{珍珠岩}}: V_{\text{蛭石}}: V_{\text{树皮}}=1:1:1$ ，先用镊子打孔，然后将根系完全放入基质中，浇透水，全部放置在苗床上。温室大棚中每天早晚喷水，一共 2 次，每次 10 min；每天早中晚鼓风，一共 3 次，每次 1 h，以此保持温室大棚中湿度为 60%~70%，温度为 (20 ± 3) °C，避免高温高湿的环境。

缅甸树萝卜移栽 30 d 后的移栽成活率为 81.0%，移栽后成活情况较好，已出现不少新根露出基质表面，但未出现膨大的萝卜头状根，可能还需要更长时间的观察记录。

3 结论与讨论

植物插穗的扦插生根主要是诱导不定根的形成^[5]，根据插穗根原基形成的时间、部位以及形成的基质，可分为皮部生根型、愈伤组织生根型及混合生根型。在插穗不定根形成过程中，愈伤组织也常常产生，但是对大多数植物来说，不定根的产生和愈伤组织的形成是彼此独立的。但缅甸树萝卜的插穗在生根过程中，插穗局部生根和基部愈伤生根均存在，有的插穗形成愈伤组织，也产生不定根。因此，缅甸树萝卜生根类型属于混合生根型。

在插穗整个生根过程中,碳水化合物为其提供能量,和其含量相比,碳水化合物的分配及分布对枝条生根起着更为关键的作用^[6-7]。而对碳水化合物的分配及分布起重要影响的是光与插穗的光合作用^[8]。留叶的插穗不仅可以进行光合作用,为插穗生根提供碳水化合物,而且叶片还会产生促进生根的物质。不留叶的插穗只能靠枝条本身的营养支撑生根和自身生长,于是在快速生根后,根系很快失去生命活力,枝条腐烂。曾晶钰等^[9]在对钩栗(*Castanopsis tibetana*)的扦插生根研究中发现留两片1/2叶时扦插生根效果最好,其生根率、根数、根长也优于其他处理组。李维^[10]对青灰叶下珠(*Phyllanthus glaucus*)的扦插试验中发现不留叶生根率最低,为38.8%,而留半叶的生根率最高,为89.1%。本文试验结果显示缅甸树萝卜不留叶时生根率也最低。这是由于缅甸树萝卜生长非常缓慢,一片叶从萌发到成熟需要几个月,枝条也可能需要更长时间才能从幼嫩状态生长为半木质化。因此,用不留叶的半木质化的缅甸树萝卜枝条进行扦插时,枝条内部的营养物质无法支撑其从生根到新叶抽出再到形成一棵完整植物的过程。留1~2片叶时,生根率居中,但宿叶率、愈伤率、最长不定根根长均最高,而留3~5片叶时生根率最高,宿叶率、愈伤率、最长不定根根长均略低于1~2片,这可能是由于留叶数量过多容易引起缅甸树萝卜插穗失水从而影响其宿叶、愈伤的形成以及不定根的生长。

植物插穗扦插生根受很多因素影响,其中植物生长调节物质对生根起着关键作用。公绪云等^[11]对梅叶冬青(*Ilex asprella*)插穗进行扦插生根试验时发现生长调节剂对其影响显著。ABT生根粉可促进插穗枝条加速生根,其效果优于同类的植物生根药剂,例如吲哚丁酸、萘乙酸等^[12]。余明光^[13]在对红花檵木(*Loropetalum chinense*)嫩枝扦插试验中发现使用200 mg/L ABT1号浸泡处理插穗3 h可使其生根率、主根数以及平均根长达最佳。另外,研究表明,华山松扦插试验时使用50, 100, 200 mg/L ABT1号溶液,其生根率明显高于对照组^[14]。本试验中使用不同质量体积浓度ABT1号浸泡处理缅甸树萝卜插穗,与清水处理相比,插穗的生根率也明显提高。其中,ABT1号质量体积浓度为100 mg/L的时候,生根率最高,达46.7%。雷正菊^[15]在对杉木(*Cunninghamia*

lanceolata)扦插时发现用ABT1号100 mg/L处理1.5 h成活率平均为93.6%,比对照组提高了11.7个百分点。董晨玲^[16]使用生根剂ABT1号50 mg/L处理橡皮树成活率可达95%;10月份尾巨桉(*Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*)经ABT1号1500 mg/L处理,其生根成活率达95%。另外,200 mg/L的ABT1号处理缅甸树萝卜插穗时,生根率为33.3%,其根数与最长不定根数值均居中。由于本次试验缅甸树萝卜插穗数量有限,只设置了3组ABT1号的质量体积浓度梯度,待日后试验材料充足时应设置更多质量体积浓度梯度,以便得出更加精确的试验结果。

黄烈健等^[17]在整理影响林木扦插生根率的因子时发现生根剂选择严格的处理时间是保证扦插成活的关键环节之一。本试验中100 mg/L ABT1号溶液不同处理时间对缅甸树萝卜插穗生根也产生不同的影响,其中,浸泡处理10 min时缅甸树萝卜的生根率最高,但其根数和最长不定根根长两数值居最低。ABT生根粉不仅可以促进插穗生根,提高其生根率,而且可以使根系发育健壮^[18]。这从浸泡处理1 h的缅甸树萝卜的根数和最长不定根根长可看出来,其居最高,但其生根率略低于10 min的处理组。

康健民等^[19]对小果核果茶(*Pyrenaria microcarpa*)扦插繁殖试验中发现扦插基质对生根效果达到了显著性水平的影响。柴胜丰等^[20]对显脉金花茶(*Camellia euphlebia*)插穗扦插时发现扦插基质对生根效果影响最大,在基质为泥炭土时生根效果最好。在缅甸树萝卜种子萌发试验中先采用水苔进行过渡生长,然后用 $V_{\text{珍珠岩}}:V_{\text{蛭石}}:V_{\text{树皮}}=1:1:1$ 复合基质进行小苗的移栽,其生长良好。在缅甸树萝卜扦插基质中,选取了复合基质 $V_{\text{珍珠岩}}:V_{\text{蛭石}}:V_{\text{树皮}}=1:1:1$ 和单一基质水苔两个处理组,结果表明基质为水苔的插穗生根率为46.7%,比 $V_{\text{珍珠岩}}:V_{\text{蛭石}}:V_{\text{树皮}}=1:1:1$ 的生根率30.0%大。这可能是因为复合基质 $V_{\text{珍珠岩}}:V_{\text{蛭石}}:V_{\text{树皮}}=1:1:1$ 的保水性、保温性没有水苔好。

本扦插繁殖试验为首次系统地研究缅甸树萝卜的扦插繁殖技术,从留叶数目、生根剂ABT1号的质量体积浓度、100 mg/L ABT1号的处理时间以及扦插基质等方面成功得出一套适合缅甸树萝卜的扦插繁殖技术。缅甸树萝卜插穗留3~5片,使用100 mg/L ABT1号浸泡处理10 min,扦插在

基质为水苔的透明育苗杯中, 然后将其放入扎好小孔的透明自封袋中, 自封袋封口完全封上, 再将透明自封袋放置于控温控湿控光的组培室中, 20 d 时可用肉眼观测到有少量根系生出, 70 d 大量生根时生根率达 46.7%, 其中根数为 (8.7 ± 2.0) 条, 最长不定根根长为 (2.5 ± 0.6) cm。经过 10 d 的过渡移栽, 挑选出生根健壮的插穗将其移栽至温室大棚中, 30 d 后统计移栽成活率为 81.0%。

由于缅甸树萝卜在中国还处于野生状态, 野生缅甸树萝卜数量有限, 从而导致扦插繁殖的试验材料有限, 所以未对插条的年龄和来源部位进行区分, 基质试验中也只采用了两种基质进行比较试验, 并且未采用随机交叉试验, 而是使用单因素试验方式。但本次扦插繁殖试验填补了缅甸树萝卜的研究空白, 虽然只是初步的试验, 需进一步深入与完善, 但为日后树萝卜属的扦插繁殖试验提供了经验和借鉴之处。

致谢: 感谢王炳谋先生对试验方法提出宝贵建议, 感谢中国科学院西双版纳热带植物园的谭运洪高级工程师、中国科学院华南植物园的覃俏梅博士协助采集试验材料。

参考文献

- [1] 黄素华. 树萝卜属[M]//方瑞征. 中国植物志: 57卷第三册. 北京: 科学出版社, 1991: 165-207.
- [2] ALONGKORN SOPIT J, WIPASA J, LUANGKAMIN S, et al. Anticancer activity of ethyl acetate and *n*-butanol extracts from rhizomes of *Agapetes megacarpa* W. W. Smith[J]. African Journal of Biotechnology, 2011, 10(17): 3455-3462.
- [3] 童毅华. 树萝卜属(杜鹃花科)的系统学研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2014.
- [4] 史玉群. 全光照喷雾嫩枝扦插育苗技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [5] 吴友亮. 植物扦插生根的原理和技术[J]. 湖南林业科技, 1989(4): 47-49.
- [6] DRUEGE U. Adventitious root formation of forest trees and horticultural plants-from genes to applications[M]. Thiruvananthapuram: Research Signpost, 2009: 187-208.
- [7] RUEDELL C M, ALMEIDA M R D, SCHWAMBACH J, et al. Pre and post-severance effects of light quality on carbohydrate dynamics and microcutting adventitious rooting of two *Eucalyptus* species of contrasting recalcitrance[J]. Plant Growth Regulation, 2013, 69(3): 235-245.
- [8] RAPA K A V, BESSLER B, SCHREINER M, et al. Interplay between initial carbohydrate availability, current photosynthesis, and adventitious root formation in *Pelargonium* cuttings[J]. Plant Science, 2005, 168(6): 1547-1560.
- [9] 曾晶珏, 张成, 李志辉, 等. 不同生根剂及处理枝条方式对钩栗扦插生根的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(6): 56-60.
- [10] 李维. 青灰叶下珠扦插繁殖技术及耐荫性研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2011.
- [11] 公绪云, 周丽霞, 傅声雷, 等. 不同处理对梅叶冬青插穗生根的影响[J]. 经济林研究, 2017, 35(3): 85-92.
- [12] 罗延恂. ABT生根粉简介[J]. 中国花卉盆景, 1986(9): 29.
- [13] 余明光. 不同浓度ABT生根粉对红花檵木嫩枝扦插生根影响[J]. 现代园艺, 2012(3): 3-4; 14.
- [14] 徐明艳, 刘志恩, 邓桂香, 等. 不同外源激素对华山松扦插生根的影响[J]. 林业与环境科学, 2015, 31(5): 56-59.
- [15] 雷正菊. ABT生根粉在扦插育苗上的应用研究[J]. 湖南林业科技, 1997(2): 32-36.
- [16] 董晨玲. ABT生根粉在林木育苗中的应用试验[J]. 林业科技开发, 2000, 14(1): 26-28.
- [17] 黄烈健, 詹妮. 林木扦插生根率影响因子研究进展[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(2): 99-106.
- [18] 原德金, 于清兰. ABT生根粉[J]. 新农业, 1986(14): 33.
- [19] 康健民, 柴胜丰, 邹蓉, 等. 小果核果茶扦插繁殖技术研究[J]. 广西植物, 2017, 37(4): 511-516.
- [20] 柴胜丰, 邓耘, 吴儒华, 等. 濒危植物显脉金花茶的扦插繁殖试验[J]. 广西科学院学报, 2016, 32(1): 15-20.