

文章编号: 1674-7054(2018)03-0328-05

基质和激素对海南杜鹃扦插生根的影响

陈怡超 宋希强 赵莹 史佑海

(海南大学 热带农林学院/环南海陆域生物多样性研究中心, 海口 570228)

摘要: 以海南杜鹃(*Rhododendron hainanense*) 当年生半木质化枝条为实验材料, 采用正交实验设计, 在基质 1(泥炭:椰糠:珍珠岩 = 1:1:1)、基质 2(园土:椰糠:珍珠岩 = 1:1:1) 中研究植物激素 IBA(吲哚丁酸) 和 NAA(萘乙酸) 的浓度及其处理插穗的时间对海南杜鹃扦插生根的影响, 筛选出有效提高海南杜鹃扦插生根率和诱导健康根系的处理组合。结果表明: 激素种类显著影响海南杜鹃插穗的生根率, IBA 的诱导效果更好, $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 处理插穗 600 s 并插入基质 2, 生根率达到最高 90.0%, 最长不定根长达 2.1 cm; 基质显著影响海南杜鹃不定根长, 用 $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA 处理插穗 10 s 并插入基质 2, 生根率达 80.0%, 最长不定根长达 3.1 cm。结果表明 $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 处理插穗 600 s 后插入基质 2 能较大幅度提高海南杜鹃扦插的生根率并获得较健康的根系。

关键词: 海南杜鹃; 基质; 扦插生根; 植物生长调节剂

中图分类号: S 685.21

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2018.03.009

海南杜鹃(*Rhododendron hainanense* Merr.) 为杜鹃花科杜鹃属常绿灌木, 原产海南、广西南部 and 越南北部, 植株高 1~3 m, 花顶生, 红色, 花期 10 月至翌年 3 月, 为杜鹃属植物中花期最晚、自然花期最长的物种之一^[1]。海南杜鹃株型低矮, 分枝繁密, 花量大, 花色红艳, 花期正值元旦和春节, 兼之其分布海拔低(常见于 300~600 m, 最低 50 m), 耐热性和生长适应性强, 性喜山区溪流边, 是海南极具开发应用潜力的野生花卉资源, 可作为优良的节日用盆花和庭院观赏植物^[2]。我国杜鹃属植物资源非常丰富, 但开发利用不足, 用于园林绿化的主栽品种较少, 导致杜鹃花产业受到制约^[3]。随着土地资源开发利用强度和范围的增加、水利工程的建设和人们过度采挖对海南杜鹃生境和种群产生的破坏, 海南杜鹃的野生资源在大幅减少。扦插繁殖是杜鹃产业化育苗的常用方法, 通过扦插进行种苗的繁育有利于海南杜鹃种质资源的利用和野生资源的保护, 以保证生态资源的可持续发展^[4]。扦插基质和激素应用是影响插穗生根及根系质量的 2 个重要外部因素^[5], 适用于扦插繁殖的基质、激素种类、激素浓度和处理时间都因种类不同而有所差异, 目前研究表明, 海南杜鹃扦插生根率达 86.7%^[6], 但存在的主要问题是缺少科学实验方法、基质单一、浸泡时间较短等。笔者以海南杜鹃当年生半木质化枝条为试材, 采用 2 种基质、2 种激素、4 个激素浓度水平和 4 个处理时间水平, 通过正交实验设计, 筛选出能有效提高海南杜鹃扦插繁殖生根率并获得健康根系的最佳组合, 并探讨不同因素对海南杜鹃扦插生根及根系发育的影响, 为引种与产业开发提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 实验区 位于海南省海口市海南大学海甸校区实验基地的温室大棚, 地理坐标(110°19′07.40″E,

收稿日期: 2018-02-03

修回日期: 2018-05-08

基金项目: 海南省重大科技项目(ZDZX2013012); 海南省自然科学基金项目(20163060); 海南大学科研启动基金项目(KYQD1607)

作者简介: 陈怡超(1992-), 男, 海南大学热带农林学院 2015 级硕士研究生, E-mail: 597067576@qq.com

通信作者: 史佑海(1976-), 男, 副教授, 研究方向: 园林植物资源与利用, E-mail: shiyouhai@163.com

20°03'22.21" N)。大棚南北朝向,光照充足,大棚内设有插床,插床呈长方形,四周筑有约 20 cm 高围墙,插床内铺有河沙,排水良好。

1.2 实验材料 采自海南省琼中黎族苗族自治县黎母山省级自然保护区,海拔约 600 m。选取当年生粗壮、健康、无病虫害并且无机械损伤的半木质化枝条作为实验材料。将枝条剪成长度约 6~7 cm 作为插穗,每个插穗带有 2~3 个腋芽,将插穗下端部分斜切,去掉多余叶片待用。

1.3 实验方法 将准备好的插穗按 4 因素混合水平 $L_{16}(2^2 \times 4^2)$ 的正交实验设计进行处理,基质设置 2 个水平,基质 1 按泥炭:椰糠:珍珠岩 = 1:1:1 均匀混合,基质 2 按园土:椰糠:珍珠岩 = 1:1:1 均匀混合,装入无纺布育苗袋以备;激素种类设置 IBA(吲哚丁酸)和 NAA(萘乙酸) 2 个水平;每种激素设置 200, 400, 600, 800 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 4 个梯度水平;浸泡处理时间设置 1, 10, 120, 600 s 4 个水平。正交设计表用 SPSS 21.0 进行实验设计。实验共 16 个处理,每个处理重复 3 次,每次重复 50 株插穗。将处理后的插穗插入装有基质的无纺布育苗袋,扦插深度为插穗的 1/3,将扦插好的育苗袋整齐地摆入插床,浇透 1 次水,插床覆盖塑料薄膜保湿,并定期浇水。

1.4 统计指标 实验于 2016-10-15 扦插,2016-12-15 测量统计结果,以生根率作为评价不同处理对海南杜鹃插穗不定根诱导效果的指标,以最长不定根长作为评价不同处理根系健康和生长速率的指标。最长不定根长为最长 3 根不定根长度的平均值。

1.5 数据分析 实验数据均采用 EXCEL 2013 进行整理,采用 SPSS 21.0 进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 基质对海南杜鹃扦插生根的影响 正交实验结果表明(表 1),对海南杜鹃扦插生根率的影响程度大小的先后顺序为激素浓度 > 激素种类 > 基质和浸泡时间。所有基质 2 处理中海南杜鹃扦插生根率比基质 1 高 5.0%。但基质是海南杜鹃扦插最长不定根长的主要影响因素,对海南杜鹃插穗最长不定根长影响程度大小为基质 > 激素浓度 > 激素种类 > 浸泡时间,所有基质 2 处理的最长不定根长比基质 1 处理长 1.3 cm,其中用 600 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA 处理插穗 10 s 并插入基质 2 中,最长不定根长达最大值 3.1 cm,而由基质 1 处理的最长不定根长的最大值只达到 1.4 cm。方差分析表明(表 2),2 种基质中海南杜鹃的生根率没有显著性差异,但最长不定根长有显著性差异,在基质 2 中扦插海南杜鹃更有利于获得健康根系。

2.2 激素种类和浓度对海南杜鹃扦插生根的影响 生根率的影响因素结果表明(表 1),激素浓度和激素种类是影响海南杜鹃插穗不定根诱导的主要影响因子,其中提高海南杜鹃生根率的最优组合是 A2B1C3D4。所有 IBA 处理的平均生根率比 NAA 处理高 16.5%。随着激素浓度的增加,2 种激素处理的生根率都呈先上升后下降的趋势,其中在基质 2 中用 600 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 处理插穗 600 s 达到最高生根率 90.0%。方差分析结果表明(表 2),激素种类显著影响海南杜鹃扦插的生根率,而激素浓度对生根率没有显著性影响。

激素种类和浓度对海南杜鹃扦插最长不定根长的影响程度较小(表 1),其中 IBA 处理的最长不定根长比 NAA 处理长 0.3 cm,随着浓度的增加,2 种激素处理的最长不定根长都呈先上升后下降的趋势,并且都在 600 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度水平达到最长,其中扦插生根率为 90.0% 的最优组合最长不定根长达 2.1 cm,根系较健康。方差分析结果表明(表 2),激素种类和浓度对最长不定根长没有显著性影响。

2.3 处理时间对海南杜鹃扦插生根的影响 随着处理时间增加,生根率有先下降后上升的趋势,最长不定根长有先上升后下降的趋势(表 1)。当处理时间为 10 s 时,生根率最低达 68.0%,不定根最长达 1.6 cm;当处理时间为 600 s 时,平均生根率最高达 73.0%,不定根长最短达 1.2 cm。在本实验中,处理时间对海南杜鹃扦插的生根率和最长不定根长没有显著影响(表 2)。

表 1 正交实验结果

Tab. 1 Result of the orthogonal experiment

处理 Treatment	A 基质 Substrate	B 激素 Hormone	C 浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) Concentration	D 处理时间/s Treatment time	K 平均生根率/% Rooting rate	T 最长不定根长 /cm The longest adventitious roots
1	1(基质 1)	1(IBA)	1(200)	1(1)	64.0	0.8
2	1	1	2(400)	2(10)	84.0	1.1
3	1	1	3(600)	1	70.0	0.9
4	1	1	4(800)	2	78.0	1.4
5	1	2(NAA)	1	3(120)	54.0	0.9
6	1	2	2	4(600)	68.0	0.3
7	1	2	3	3	68.0	1.1
8	1	2	4	4	54.0	0.2
9	2(基质 2)	1	1	4	80.0	2.3
10	2	1	2	3	80.0	1.4
11	2	1	3	4	90.0	2.1
12	2	1	4	3	80.0	2.5
13	2	2	1	2	30.0	0.8
14	2	2	2	1	70.0	2.5
15	2	2	3	2	80.0	3.1
16	2	2	4	1	70.0	1.7
$\bar{K}_1$	67.5	78.3	57.0	68.5		
$\bar{K}_2$	72.5	61.8	75.5	68.0		
$\bar{K}_3$			77.0	70.5		
$\bar{K}_4$			70.5	73.0		
R_1	5.0	16.5	20.0	5.0		
$\bar{T}_1$	0.8	1.6	1.2	1.5		
$\bar{T}_2$	2.1	1.3	1.3	1.6		
$\bar{T}_3$			1.8	1.5		
$\bar{T}_4$			1.4	1.2		
R_2	1.3	0.3	0.6	0.4		

表 2 正交实验方差分析

Tab. 2 Analysis of variance of the orthogonal experiment

指标 Index	因素 Factor	偏差平方和 Sum of squares of deviations	自由度 f Degree of freedom	均方 Mean square	F	Sig.
K 生根率 Rooting rate	A	0.010	1	0.010	0.721	0.424
	B	0.109	1	0.109	7.851	0.026*
	C	0.099	3	0.033	2.389	0.155
	D	0.006	3	0.002	0.149	0.927
	误差 Error	0.097	7	0.014		
	总计 Total	8.162	16			
T 最长不定根长 The longest adventitious roots	A	5.881	1	5.881	11.713	0.011*
	B	0.226	1	0.226	0.449	0.524
	C	0.802	3	0.267	0.532	0.674
	D	0.297	3	0.099	0.197	0.895
	误差 Error	3.514	7	0.502		
	总计 Total	44.070	16			

3 讨论

3.1 基质对扦插效果的影响 良好的保水性及透气性能有效提高植株的扦插效果,张乐华等发现,适当比例的保水基质和疏水基质能改善扦插基质理化性状和营养组成,不仅影响插穗对水分的吸收,并且能有效减少插穗的腐烂率^[7-8]。笔者发现,基质是影响海南杜鹃根系健康的主要因素,基质2(园土:椰糠:珍珠岩=1:1:1)处理的海南杜鹃生根率和最长不定根长分别比基质1高5.0%和1.2 cm,可能是因为基质1中泥炭比例较高,导致基质板结不通透,阻碍了海南杜鹃须根根系的生长。但根系长度与前人实验相比还有提升空间^[6],在基质中混入适量河沙可能更有利于海南杜鹃根系的生长发育。

3.2 植物激素对扦插效果的影响 IBA和NAA是常见应用于杜鹃扦插的激素种类,综合实验中所有处理的数据,植物激素显著影响海南杜鹃扦插的生根率,其中IBA是较好的生根诱导激素,所有IBA处理比NAA处理的生根率和最长不定根长分别高16.5%和2.4 cm,并且在600 mg·L⁻¹时生根率和最长不定根长都达到最高。这与周艳在大白杜鹃扦插繁殖研究的发现一致^[9],也符合IBA处理插穗的生理活性及生根、萌芽能力大于NAA处理的发现^[10]。部分文献报道使用混合激素的扦插生根效果会更好,IBA诱导产生的不定根细而长,而NAA诱导产生的根往往少而粗,两者混用有时能产生互补达到更好的生根效果^[5],如在200 mg·L⁻¹ IBA+100 mg·L⁻¹ NAA中浸泡5 s,大字杜鹃插穗生根率显著提高。各种不同植物激素的混合使用将成为未来的应用趋势^[10]。

3.3 激素浓度对扦插效果的影响 笔者在本研究中发现,在一定范围内,随着激素浓度水平的增加,生根率和最长不定根长都有先上升后下降的规律,当浓度超过600 mg·L⁻¹时生根率和最长不定根长都呈下降趋势,这与王书胜发现过高的激素浓度会导致云锦杜鹃插穗出现腐烂的现象一致,可能是因为过高浓度的IBA会对插穗组织造成伤害,从而影响根系发育^[7,11]。适宜不同杜鹃扦插的IBA浓度不尽相同,如熊友华发现毛棉杜鹃的最佳IBA处理浓度为400 mg·L⁻¹^[12],云锦杜鹃的最佳IBA处理浓度为200 mg·L⁻¹,所以通过实验得到激素最佳的处理浓度是研究目标植物扦插繁殖的重点。

3.4 处理时间对扦插效果的影响 不同杜鹃种类和其他木本植物的研究所采用的浸泡时间不尽相同,本实验中获得最佳处理时间为600 s,而云锦杜鹃扦插繁殖研究的处理时间为2 h^[7],鹿角杜鹃扦插繁殖的研究采用16 h^[8],马缨杜鹃扦插繁殖的研究采用1 h^[13],植物激素的不同处理时间和处理方式不仅影响插穗对水的吸收,同时影响激素对插穗基部的作用。笔者发现,浸泡时间对海南杜鹃扦插生根效果的影响较小,但随着处理时间的增加,扦插生根率和最长不定根长呈相反的变化趋势。

扦插是海南杜鹃非常高效的繁殖方式,前人研究所得的最佳处理组合在本实验中也得到了较好的生根效果^[6],而笔者在改良了基质和插穗浸泡时间等处理方法后,将海南杜鹃的扦插生根率提高到90%。但本实验中最佳组合的最长不定根长未达到最大值,混合适当比例的IBA和NAA 2种植物激素处理插穗可能获得更好的扦插生根效果。

参考文献:

- [1] 吴征镒,陈心启. 中国植物志(第57卷) [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [2] 史佑海,李绍鹏,梁伟红,等. 海南野生杜鹃花属植物种质资源调查研究[J]. 热带作物学报, 2010, 31(4): 551-555.
- [3] 刘晓青,苏家乐,李畅,等. 我国杜鹃花产业发展的瓶颈及对策[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(3): 14-16.
- [4] 吴荭,杨雪梅,邵慧敏,等. 杜鹃花产业的种质资源基础: 现状、问题与对策[J]. 生物多样性, 2013, 21(5): 628-634.
- [5] 李焕勇,刘涛,张华新,等. 植物扦插生根机理研究进展[J]. 世界林业研究, 2014, 27(1): 23-28.
- [6] 史佑海,张海宽,杨敏. 海南杜鹃扦插繁殖技术初探[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(11): 6362-6363.
- [7] 王书胜,单文,张乐华,等. 基质和IBA浓度对云锦杜鹃扦插生根的影响[J]. 林业科学, 2015, 51(9): 165-172.
- [8] 张乐华,王书胜,单文,等. 基质、激素种类及其浓度对鹿角杜鹃扦插育苗的影响[J]. 林业科学, 2014, 50(3): 45-54.

- [9] 周艳, 李朝蝉, 周洪英, 等. 大白杜鹃扦插繁殖技术研究[J]. 种子, 2012, 31(4): 123–126.
- [10] 耿兴敏, 祝遵凌, 李敏, 等. 杜鹃花属植物扦插繁殖研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2011, 30(6): 1–6.
- [11] Galavi M, Karimian M A, Mousavi S R. Effects of different auxin (IBA) concentrations and planting-beds on rooting grape cuttings (*Vitis vinifera*) [J]. Annual Review & Research in Biology, 2013, 3(4): 517–523.
- [12] 熊友华, 吴志, 王定跃, 等. 毛棉杜鹃嫩枝扦插繁殖研究[J]. 北方园艺, 2011(11): 106–108.
- [13] 李苇洁. 马缨杜鹃生态学特性与繁殖技术研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2006.

Effects of Substrate and Hormone on Cutting Propagation of *Rhododendron hainanense*

CHEN Yichao, SONG Xiqiang, ZHAO Ying, SHI Youhai

(Institute of Tropical Agriculture and Forestry / Research Center for Terrestrial Biodiversity of the South China Sea ,
Hainan University , Haikou , Hainan 570228 , China)

Abstract: The annual semi-lignified branches of *Rhododendron hainanense* were selected as cuttings , and an orthogonal experiment was arranged for culture of the cuttings on different substrates to analyze the effects of treatment time and concentrations of IBA and NAA on the cutting propagation of *R. hainanense* in Substrate 1 (peat: coco coir: perlite = 1:1:1) and Substrate 2 (garden soil: coco coir: perlite = 1:1:1) , in order to screen the best treatment combination that improved rooting rate and the health of root system. The results showed that hormones had significant influence on rooting rate , of which IBA was the better hormone for root induction. Cuttings , when soaked in $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA for 600 s and then inserted into the Substrate 2 produced the highest rooting rate (up to 90.0%) with the longest adventitious root being up to 2.1 cm. Substrates had significant influence on the length of adventitious roots , Cuttings , when soaked in $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA for 10 s and inserted into the Substrate 2 , produced an rooting rate of up to 80.0% with the longest adventitious roots of up to 3.1 cm. All the results showed that cuttings improved the rooting rate and the health of root system effectively when soaked in $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA for 600 s and inserted into the Substrate 2.

Keywords: *Rhododendron hainanense*; rooting substrate; plant growth regulator

(责任编辑: 钟云芳)