

陈永华,王 佩,陈 莹,等. 几种观赏植物根系诱导条件的优化[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):176-178.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.058

# 几种观赏植物根系诱导条件的优化

陈永华,王 佩,陈 莹,付伟华

(中南林业科技大学林学院,湖南长沙 410004)

**摘要:**以 6 种观赏植物仙人掌(*Opuntia stricta*)、万年青(*Rohdea japonica*)、虎皮兰(*Sansevieria trifasciata*)、发财树(*Pachira macrocar*)、苏铁(*Cycas revoluta*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)为材料,采用正交试验设计的方法研究遮光方式、曝气时间、营养液类型对诱导根系生长的影响。结果表明:6 种观赏植物的根系诱导最佳水平分别为:发财树(清水-不曝气-不遮光),鹅掌柴(清水-曝气 10 h/d-全遮光),虎皮兰(霍格兰德配方-曝气 5 h/d-不遮光),万年青(霍格兰德配方-曝气 5 h/d-遮 1/2 光),苏铁(霍格兰德配方-曝气 5 h/d-遮 1/2 光),仙人掌(日本园试营养液配方-不曝气-不遮光)。

**关键词:**水培;根系诱导;正交设计;观赏植物;优化

**中图分类号:**S680.4<sup>+</sup>3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)08-0176-03

水培观赏植物是继 20 世纪 60 年代世界农业的“绿色革命”之后,兴起的一场新的“种植革命”<sup>[1]</sup>。它是通过现代生化技术对普通土培植物的根部进行诱导驯化,使其适应水环境生长,再采用专用营养液进行栽培的一种培育方式<sup>[2]</sup>。而目前制作水培花卉采用的植物材料一般为土培花卉,由于土培花卉根系的生理与结构特征,使其难以直接适应水生环

境<sup>[3]</sup>。若将土培花卉直接培养在水中,由于水环境阻碍了植物正常的呼吸作用,大部分植物会因为供氧不足而逐渐死亡,解决这一难题的关键是诱导出水生根系<sup>[4]</sup>。已有研究表明,影响植物根系诱导的主要因素有遮光方式、曝气时间、营养液类型等<sup>[5-6]</sup>。因此,本研究主要集中在根系诱导方法上,研究遮光方式、曝气时间、营养液类型 3 个因素对 6 种观赏植物根系诱导影响,结果将为水培花卉的发展提供技术支持。

收稿日期:2014-09-03

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2012BAC09B03);湖南省教育厅科学研究项目(编号:13B147)。

作者简介:陈永华(1977—),男,博士,副教授,主要研究方向为观赏园艺学。E-mail:chenyonghua3333@163.com。

## 3.2 生茎培养基筛选

茎尖复苏培养、生茎培养、生根培养,各阶段的生长调节剂配比有所不同。本研究发现,将 1~2 mm 的 4 周龄蛇龙珠葡萄试管苗茎尖接种于 B<sub>5</sub>(改良)+1.5 mg/L 6-BA+0.05 mg/L IBA+30 g/L 蔗糖+7 g/L 琼脂的茎尖复苏培养基上,暗培养 3 d 后,见光正常培养,3 周龄时转入 B<sub>5</sub>(改良)+0.3 mg/L 6-BA+0.2 mg/L IAA+30 g/L 蔗糖+7 g/L 琼脂的生茎培养基,光照正常培养 4 周后转入 B<sub>5</sub>(改良)+0.2 mg/L IBA+30 g/L 蔗糖+7 g/L 琼脂+1 g/L 活性炭的生根培养基,最为合适。此方法处理过的蛇龙珠茎尖成活率高、不易褐化、长势良好。

葡萄生茎培养基筛选试验中出现大量的愈伤和丛芽现象,其可能原因是 6-BA 的浓度偏高或添加了 IBA 而不是 IAA。董晓玲等研究发现,培养基中 6-BA 浓度偏高会导致小芽难以生长成为较长的幼茎并产生丛芽<sup>[9]</sup>。如果培养基中添加 IBA 而不是 IAA 则会导致芽丛生缓慢并且难以生长为较长的幼茎。

## 参考文献:

[1]陈泽雄. 园艺植物病毒脱毒技术研究进展[J]. 北方园艺,2007

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

发财树(*Pachira macrocarpa*)、苏铁(*Cycas revoluta*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、万年青(*Rohdea japonica*)、虎皮兰

(5):58-60.

[2]张振臣,李大伟,于嘉林,等. 植物病毒细胞间运动及运动蛋白基因介导的抗病性研究进展[J]. 农业生物技术学报,2000,8(4):403-408.

[3]孙 琦,张春庆. 植物脱毒与检测研究进展[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2003,34(2):307-310.

[4]曹雪松. 植物病毒在细胞内和细胞间运动的研究[J]. 莱阳农学院学报,2002,19(4):251-252.

[5]Wang Q C, Panis B, Engelmann F, et al. Cryotherapy of shoot tips: a technique for pathogen eradication to produce healthy planting materials and prepare healthy plant genetic resources for cryopreservation[J]. Annals of Applied Biology, 2009, 154(3):351-363.

[6]Wang Q C, Valkonen J P. Cryotherapy of shoot tips: novel pathogen eradication method[J]. Trends in Plant Science, 2009, 14(3):119-122.

[7]顾沛雯,洪 波,马永明,等. 宁夏玉泉营地区葡萄卷叶病田间自然发病调查及检测[J]. 宁夏农学院学报,2001,22(3):21-23,38.

[8]王曼丽,谢满玉,胡秋英. 葡萄茎尖培养与腋芽切段快速繁殖技术[J]. 湖南农业科学,1992(6):28-29.

[9]董晓玲,李世诚,金佩芳,等. 几种激素对葡萄茎尖培养的影响[J]. 上海农业科技,1990(3):38-39.

(*Sensiereria trifasciata*)、仙人掌(*Opuntia stricta*)生长条件一致的幼苗,每个品种准备 27 株备用,共计 162 株。以 57 个相同规格的玻璃容器作为根系诱导培育设备。

1.2 方法

1.2.1 正交设计试验 针对影响植物根系诱导的遮光程度、营养液类型、曝气时间 3 个因素(表 1),选用  $L_9(3^3)$  正交表在 3 个水平上进行试验(表 2)。对结果进行直观分析,确定 6 种观赏植物根系生长影响因素的最佳水平。

表 1 观赏植物根系诱导影响因素水平

影响因素	水平		
	1	2	3
遮光方式	不遮光	遮 1/2 光	全遮光
曝气时间(h/d)	0	5	10
营养液	清水	日本园试营养液配方	霍格兰德配方

表 2 观赏植物根系诱导正交试验设计

编号	影响因素		
	遮光方式	营养液类型	曝气时间(h/d)
1	不遮光	清水	0
2	不遮光	日本园试营养液配方	5
3	不遮光	霍格兰德配方	10
4	遮 1/2 光	清水	5
5	遮 1/2 光	日本园试营养液配方	10
6	遮 1/2 光	霍格兰德配方	0
7	全遮光	清水	10
8	全遮光	日本园试营养液配方	0
9	全遮光	霍格兰德配方	5

1.2.2 营养液的配制 营养液对植物的影响关键在于各种营养元素的比例,尤其是氮磷钾的比例,所以试验中以氮磷钾的比例作为待试营养液的主要指标<sup>[7]</sup>。试验选取日本园试营养液<sup>[8]</sup>和霍格兰德营养液 2 种配方<sup>[9]</sup>,并以清水作为对照

组。日本园试营养液配方在配制过程中,将硝酸钙配成 500 倍的高倍溶液,剩下的大量元素、铁盐、微量元素配成 1 000 倍的浓缩液;霍格兰德配方在配制过程中同样将硝酸钙配成 500 倍液,剩下的大量元素配成 1 000 倍液,铁盐配成 1 倍,微量元素配成 200 倍的浓缩液。使用时直接稀释成 1 倍浓度使用,并将其 pH 值调至 5.5~6.5。

1.2.3 试验处理方法 试验处理分为 5 个步骤。(1)去土、分株:在备用植物中挑选长势较好、大小均匀的植株,贴上编号标签,并进行分株,每种植物分 9 捆,每组 3 株,每个品种 27 株,6 种植物共计 162 株。(2)洗根、上盆:用流动的自来水清洗根部,然后移植到相同大小的玻璃容器中,用过滤网和雨花石固定植株。(3)预先配好营养液:植物根系清洗干净后,按照标签放置在预先配制好的清水、日本园试营养液配方、霍格兰德配方试液中。(4)曝气时间分类:根据标签分类,分别是不曝气、曝气 5 h/d、曝气 10 h/d,对不同曝气时间的植株分类。(5)遮光处理:根据正交设计表对不同编号的品种进行不同的遮光处理。

1.2.4 测定的项目 试验过程中测定根系的发根数、根长,记录植物新叶数量及生长情况。发根数的测定是 3 株植物发根的平均值,根长是测量 3 株植物中最长的根,根数、根长在植物生长的第 1 阶段(2013 年 10 月 8 日)、第 2 阶段(2013 年 10 月 18 日)、第 3 阶段(2013 年 10 月 25 日)、第 4 阶段(2013 年 11 月 7 日)、第 5 阶段(2013 年 11 月 21 日)、第 6 阶段(2013 年 12 月 5 日)各测量定 1 次。

2 结果与分析

根据  $L_9(3^3)$  正交试验结果,现场记录植物发根数和根长,对不同水平不同因素的植物从高到低依次进行打分。根系最长、发根数量最多记为 9 分;与此相反,最差的记为 0 分。不同观赏植物根诱导条件存在较大差异,详见表 4。

表 4 植物发根数和根长直观评分

植物	不同处理的得分								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
发财树	9	8	1	1	1	0	6	5	1
苏铁	1	3	7	8	6	1	2	9	7
鹅掌柴	1	6	9	0	4	6	1	3	6
万年青	4	8	0	0	0	0	0	9	7
虎皮兰	5	2	2	1	2	2	3	9	3
仙人掌	8	6	3	8	2	9	1	4	3

根据分数求出每个因素同一水平下的试验值之和以及每一因素水平下的数据平均值  $k_i$ ,并求出同一因素不同水平间平均值的极差  $R$ ,见表 5。

极差反映了影响因素对反应体系的影响情况, $R$  值越大,影响越显著。各因素水平的变化对发财树发根数、根长影响从大到小依次为:营养液类型>曝气时间>遮光方式;对苏铁的影响从大到小为:营养液类型=曝气时间>遮光方式;对鹅掌柴影响从小到大为:曝气时间>营养液类型>遮光方式;对虎皮兰的影响大小为营养液类型>遮光方式>曝气时间;对万年青的影响从小到大为:营养液类型>遮光方式>曝气时间;对仙人掌影响从小到大为:遮光方式>营养液类型>曝气时间(表 5)。

不同的营养液、遮光方式、曝气时间对植物都有较大的影响。(1)发财树影响力由大到小依次为:清水>霍格兰德配方>日本园试营养液配方,不曝气>曝气 5 h/d>曝气 10 h/d,不遮光>遮 1/2 光>全遮光;(2)苏铁:霍格兰德配方>日本园试营养液配方>清水,曝气 5 h/d>曝气 10 h/d>不曝气,遮 1/2 光>全遮光>不遮光;(3)鹅掌柴:清水>日本园试营养液配方=霍格兰德配方,曝气 10 h/d>曝气 5 h/d>不曝气,全遮光>遮 1/2 光>不遮光;(4)万年青:霍格兰德配方>清水>日本园试营养液配方,曝气 5 h/d>曝气 10 h/d>不曝气,遮 1/2 光>不遮光>全遮光;(5)虎皮兰:霍格兰德配方>清水>日本园试营养液配方,曝气 5 h/d>不曝气>曝气 10 h/d 营养液,不遮光>全遮光>遮 1/2 光;(6)仙人掌:日

表 5 根系诱导条件正交试验结果直观分析

植物	结果	不同影响因素的得分		
		营养液类型	曝气时间	遮光方式
发财树	$k_1$	6.00	5.33	4.67
	$k_2$	0.67	4.67	3.33
	$k_3$	4.00	0.67	2.67
	$R$	5.33	4.66	2.00
苏铁	$k_1$	3.67	3.67	3.67
	$k_2$	5.00	6.00	5.33
	$k_3$	6.00	5.00	5.00
	$R$	2.33	2.33	1.66
鹅掌柴	$k_1$	6.33	0.67	3.33
	$k_2$	3.33	4.33	4.00
	$k_3$	3.33	7.00	4.67
	$R$	2.00	5.33	1.34
万年青	$k_1$	4.00	1.33	4.33
	$k_2$	0.00	5.67	5.00
	$k_3$	5.33	2.33	0.00
	$R$	5.33	4.34	5.00
虎皮兰	$k_1$	3.33	3.00	5.33
	$k_2$	1.67	4.33	2.00
	$k_3$	5.00	2.33	2.33
	$R$	3.33	2.00	3.33
仙人掌	$k_1$	5.67	5.67	7.00
	$k_2$	6.33	4.00	5.67
	$k_3$	2.67	5.00	2.00
	$R$	3.66	1.67	5.00

本园试营养液配方 > 清水 > 霍格兰德配方,不曝气 > 曝气 10 h/d > 曝气 5 h/d,不遮光 > 遮 1/2 光 > 全遮光。

以上分析得出根系诱导试验中的 6 种植物的最佳水平分别:发财树(清水 - 不曝气 - 不遮光),鹅掌柴(清水 - 曝气 10 h/d - 全遮光),虎皮兰(霍格兰德配方 - 曝气 5 h/d - 不遮光),万年青(霍格兰德配方 - 曝气 5 h/d - 遮 1/2 光),苏铁(霍格兰德配方 - 曝气 5 h/d - 遮 1/2 光),仙人掌(日本园试营养液配方 - 不曝气 - 不遮光)。

3 讨论

水培技术的关键就是诱导植物长出适应水环境的根,植物根系诱导是一个复杂的过程,植物种类、遮光程度、营养液类型和曝气时间都对植物的生根产生很大影响。草本植物的根系诱导研究较多,近些年木本植物能适应水环境的研究陆续有些报道,如研究人员对木槿、月季、夹竹桃<sup>[10-12]</sup>等植物进行了研究,发现这些木本植物的根系发达,耐水湿,具备进行水培的各项条件<sup>[13]</sup>。而本研究的重点是在人工控制条件下进行根系诱导试验,旨在得到植物根系诱导最佳环境条件。

本试验水生根发出时间比预期晚,可能是试验后期的水培阶段进入 11—12 月,温度较低。通过本试验可以看出,不同花卉的生长习性各异,对营养液的养分需要差异明显,清水

对发财树、鹅掌柴生根较适宜,日本园试营养液对仙人掌较适宜,霍格兰德配方对苏铁、万年青和虎皮兰较适宜。水中溶氧量的控制是诱导是否成功的关键,氧气的含量直接影响水生根系的形成,一般在静止的条件下(不曝气),水中的溶解氧浓度低于植物的耐氧临界值,根系会因缺氧进行无氧呼吸产生乙醇中毒而烂根。因此,进行曝气可为水生不定根系诱导创造一个逐渐降低溶解氧的变化环境,即缺氧的胁迫状态,但不处于死亡的临界值,不同植物对氧气的临界值也不一样,曝气时间也各不相同。本试验结果表明,曝气 0 h 对发财树、仙人掌较适宜;曝气 5 h/d 对万年青、虎皮兰和苏铁较适宜;曝气 10 h/d 对鹅掌柴较适宜。植物的遮光程度与其生长习性相关,如鹅掌柴<sup>[14]</sup>、苏铁更适合半阴环境,故对其进行部分或全遮光处理更利于其生长,不遮光对发财树、虎皮兰、仙人掌的生长更有利,遮 1/2 光对万年青、苏铁更有利,而全遮光对鹅掌柴更有利。

参考文献:

[1]陈永华,吴晓芙,胡日利,等. 花卉水培的机理与应用[J]. 安徽农业科学,2007,35(32):10291-10293.

[2]徐志豪,张德威. 改善水培作物根际氧气供给的原理和实践[J]. 浙江农业学报,1994(1):45-49.

[3]汪强,苏菊,孙合金,等. 水培花卉水生根系诱导研究初报[J]. 中国农学通报,2008,24(1):60-63.

[4]李凤童,包建忠,刘春贵,等. 不同根系类型花卉水生根诱导技术[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):200-201.

[5]郝君,陈永华,吴晓芙,等. 4 种木本植物在潜流人工湿地环境下的根系诱导[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(12):46-50.

[6]黄益鸿,周杰良,雷东阳. 不同营养液对水培观赏植物的影响[J]. 湖北农业科学,2010,49(1):112-114.

[7]袁明,王小菁,钱前,等. 2010 年中国植物科学若干领域重要研究进展[J]. 植物学报,2011,46(3):233-275.

[8]周庐萍,崔永一. 光照强度和营养液电导率对微型水培菊花苗生长的影响[J]. 浙江林学院学报,2010,27(4):554-558.

[9]陈彦霖. 广东万年青无土栽培营养液配方筛选试验[J]. 现代园艺,2010(10):6-7.

[10]赵兰枝,刘振威,张允伟,等. 木槿水培繁殖研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(10):2100,2107.

[11]罗杰,谢宜勤,朱宗彦. 不同基质对月季半成熟枝扦插繁殖的影响[J]. 安徽农业科学,2005,33(7):1211-1212,1283.

[12]陆松柳,胡洪营,孙迎雪,等. 3 种湿地植物在水培条件下的生长状况及根系分泌物研究[J]. 环境科学,2009,30(7):1901-1905.

[13]Chabbi A,Hines M E,Rumpel C. The role of organic carbon excretion by bulbous rush roots and its turnover and utilization by bacteria under iron plaques in extremely acid sediments[J]. Environmental and Experimental Botany,2001,46(3):237-245.

[14]章鹏. 鹅掌柴扦插栽培及管理[J]. 安徽林业,2007(1):30.