

六种观赏植物的水培催根条件优化研究

陈莹, 陈永华, 王佩, 付伟华

(中南林业科技大学 林学院, 湖南 长沙 410004)

摘要:以仙人掌(*Opuntia stricta*)、万年青(*Rohdea japonica*)、虎皮兰(*Sansevieria trifasciata* var. *laurentii*)、发财树(*Pachira macrocarpa*)、苏铁(*Cycas revoluta*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*) 6种观赏植物为试材,采用正交实验设计的直观分析法对影响催根的3个因素(基质类型、切根程度、激素浓度)在3个水平上进行试验,以优化观赏植物水培的催根条件。结果表明:6种植物的根系诱导最佳水平分别是发财树(沙-全切根-1 000 mg/kg)、苏铁(沙-不切根-0 mg/kg)、鹅掌柴(珍珠岩、泥炭土-全切根-1 000 mg/kg)、万年青(泥炭土-切1/2根-0 mg/kg)、虎皮兰(泥炭土-切1/2根-0 mg/kg)、仙人掌(沙-切1/2根-1 000 mg/kg)。

关键词:水培花卉;催根;正交设计

中图分类号:S 682.36 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0081-03

目前制作水培花卉采用的植物材料一般来源于土培花卉,把土培花卉直接培养在静止的水中,大部分植物会因根系的供氧不足,进行无氧呼吸,产生酒精导致植物中毒死亡,因为土培花卉根系的生理与结构特征一般难以直接适应水生环境^[1]。因此,水生根的诱发依旧是水培花卉培育的关键技术,如果要解决土培花卉根系供氧不足导致水培花卉死亡的问题,就一定要让土培花卉长出能够适应水生厌氧环境的水生根系,要培育出植物的水生根系,首先需水培花卉催发出更多的不定根,然后将其诱导成水生根,逐渐适应水生环境^[2]。从已有研究来看,影响植物催发不定根的主要因素有:基质类型、切根程度、激素浓度^[3-5]等。因此,该研究主要集中在催根方法上,以常见的6种观赏植物为试材,采用正交实验设计的直观分析法对影响催根的3个因素(切根程度、基质类型、激素浓度)在3个水平上进行优化试验^[6-8],旨在提高水培花卉的成活率与品质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

发财树(*Pachira macrocarpa*)、苏铁(*Cycas revoluta*)、

鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、万年青(*Rohdea japonica*)、虎皮兰(*Sansevieria trifasciata* var. *laurentii*)、仙人掌(*Opuntia stricta*)生长条件一致的幼苗,每个品种准备27株,共计162株。相同规格长方型培养盆(70 cm×50 cm×25 cm)9个,作为种植培育植物的催根培养设备,3种基质包括泥炭土、珍珠岩和沙,生根粉为国光生根粉(生产),有效成分含量为20%。

1.2 试验方法

1.2.1 正交实验设计 选用影响植物催根条件的3个因素:基质类型、切根程度和激素浓度,影响因素水平见表1。选用 $L_9(3^3)$ 正交表在3个水平上进行试验,见表2。对正交设计结果进行直观分析,筛选影响植物根系生长的最佳水平。

1.2.2 试验处理方法 处理分为4个步骤。准备:在备用植物中挑选大小均匀、长势良好的植株,每种植物选取3株,6种植物(共18株),进行相同的处理。洗根和切根:用流动的自来水清洗根部,按照标签对植物分别进行3种不同的切根处理,并且只保留小部分的叶片。激素诱导:植物根系洗净后,按标签放置在预先已配制好的0、1 000、2 000 mg/kg不同浓度的生根激素溶液容器中,以淹没全部根系为标准,浸泡3 h。基质种植:依据标签的分类,分别种植在3种不同的基质中,上盆后浇水浇透。

1.3 项目测定

在催根试验期间主要测定根系的发根数、根长,记录植物新叶数量及生长情况。发根数取3株植物发根的平均值,根长取3株植物中最长的根。

第一作者简介:陈莹(1992-),女,硕士研究生,研究方向为环境生物学。E-mail:taotiaxiaoy@sina.cn.

责任作者:陈永华(1977-),男,博士,副教授,研究方向为观赏园艺。E-mail:chenyonghua3333@163.com.

基金项目:湖南省自然科学基金资助项目(2015JJ2202);国家级林业科学技术推广资助项目(201456);湖南省教育厅科学研究资助项目(13B147)。

收稿日期:2014-11-18

表 1 正交实验设计影响因素与水平

Table 1 Factors and level of orthogonal design

水平 Level	因素 Factors		
	基质类型 Matrix type	切根程度 Root level	激素浓度 Hormone concentration/(mg·kg ⁻¹)
1	泥炭土	全切根	0
2	珍珠岩	切 1/2 根	1 000
3	沙	不切根	2 000

表 2 正交实验设计

Table 2 Orthogonal design

编号 Number	影响因素 Factors		
	基质类型 Matrix type	切根程度 Root level	激素浓度 Hormone concentration/(mg·kg ⁻¹)
1	泥炭土	全切根	0
2	珍珠岩	切 1/2 根	0
3	沙	不切根	0
4	珍珠岩	全切根	1 000
5	沙	切 1/2 根	1 000
6	泥炭土	不切根	1 000
7	沙	全切根	2 000
8	泥炭土	切 1/2 根	2 000
9	珍珠岩	不切根	2 000

2 结果与分析

根据 $L_9(3^3)$ 正交实验现场记录植物发根数、根长和生长情况,从高到低依次打分。根系最长、发根数最多的记为 9 分,与此相反,最差的记为 0 分。从表 3 可以看出,6 种植物对 9 个组合水平表现出不同的分值差异,没有明显的集中在某一个组合水平中。

表 3 植物发根数和根长直观评分

Table 3 Intuitive analysis of root number and length

编号 Number	发财树 <i>Pachira macrocarpa</i>	苏铁 <i>Cycas</i>	鹅掌柴 <i>Schefflera octophylla</i>	万年青 <i>Rohdea japonica</i>	虎皮兰 <i>Sansevieria trifasciata</i>	仙人掌 <i>Opuntia stricta</i>
1	4	3	6	9	7	1
2	1	5	6	8	5	3
3	0	9	3	3	5	3
4	7	0	9	2	4	4
5	8	0	7	2	4	9
6	2	1	8	2	4	6
7	9	0	8	1	1	4
8	6	0	7	5	9	8
9	1	0	6	2	5	2

根据分数表求出每个因素在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 ,并且求出同一因素不同水平间平均值的极差 $R^{[9]}$ 。

从表 4 可以看出,发财树在激素处理下,发根数量排名为 1 000 mg/kg>2 000 mg/kg>0 mg/kg,切根程度为全切根>切 1/2 根>不切根,基质类型为沙>泥炭土>珍珠岩;其中对发财树长势影响依次为切根程度>激素浓度>基质类型;对于苏铁在激素处理情况下,发根数量依次为 0 mg/kg>1 000 mg/kg>2 000 mg/kg,切根程

度为不切根>切 1/2 根>全切根,基质类型依次为沙>珍珠岩>泥炭土,其中影响苏铁长势排序为激素浓度>切根程度>基质类型;对于鹅掌柴在激素处理条件下发根数量依次为 1 000 mg/kg>2 000 mg/kg>0 mg/kg,切根程度依次为全切根>切 1/2 根>不切根,基质类型比较为珍珠岩=泥炭土>沙,其中对鹅掌柴长势影响依次为激素浓度>切根程度>基质选择;万年青在激素处理情况下,发根数量依次为 0 mg/kg>2 000 mg/kg>1 000 mg/kg,切根程度依次为切 1/2 根>全切根>不切根,基质类型为泥炭土>珍珠岩>沙,其中对万年青长势影响依次为激素浓度>基质选择>切根程度;虎皮兰在激素处理下,发根数量依次为 0 mg/kg>2 000 mg/kg>1 000 mg/kg,切根程度依次为切 1/2 根>不切根>全切根,基质类型为泥炭土>珍珠岩>沙;其中对虎皮兰长势影响依次为基质类型>激素浓度>切根程度;仙人掌激素处理下,发根数量依次为 1 000 mg/kg>2 000 mg/kg>0 mg/kg,切根程度依次为切 1/2 根>不切根>全切根,基质类型依次为沙>泥炭土>珍珠岩。

表 4 正交设计直观分析

Table 4 Intuitive analysis of orthogonal design

植物 Plant	结果 Result	影响因素 Factors		
		基质类型 Matrix type	切根程度 Root level	激素浓度 Hormone concentration
发财树 <i>Pachira macrocarpa</i>	K1	4.00	6.67	1.67
	K2	3.00	5.00	5.67
	K3	5.67	1.00	5.30
	R	2.60	5.67	4.00
苏铁 <i>Cycas revoluta</i>	K1	1.33	1.00	5.67
	K2	1.67	1.67	0.33
	K3	3.00	3.33	0.00
	R	1.67	2.33	5.67
鹅掌柴 <i>Schefflera octophylla</i>	K1	7.00	7.67	5.00
	K2	7.00	6.67	8.00
	K3	6.00	5.67	7.00
	R	1.00	2.00	3.00
万年青 <i>Rohdea japonica</i>	K1	5.33	4.00	6.67
	K2	4.00	5.00	2.00
	K3	2.00	2.33	2.67
	R	3.33	2.67	4.33
虎皮兰 <i>Sansevieria trifasciata</i>	K1	6.67	4.00	5.67
	K2	4.67	6.00	4.00
	K3	3.33	4.67	5.00
	R	3.34	2.00	3.33
仙人掌 <i>Opuntia stricta</i>	K1	5.00	3.00	2.33
	K2	2.00	6.67	6.33
	K3	5.33	5.50	4.67
	R	3.33	3.67	4.00

以上分析得出催根试验中的 6 种植物的最佳水平分别为:发财树(沙-全切根-1 000 mg/kg)、苏铁(沙-不切根-0 mg/kg)、鹅掌柴(珍珠岩、泥炭土-全切根-1 000 mg/kg)、万年青(泥炭土-切 1/2 根-0 mg/kg)、虎皮兰(泥炭土-切 1/2 根-0 mg/kg)、仙人掌(沙-切 1/2 根-1 000 mg/kg)。

3 讨论

水培第一步也是最关键的一步就是使植物长出适应水环境的水生根。植物催根是一个复杂的过程,植物种类、切根程度、基质类型和激素浓度都对植物的生根产生很大影响。草本植物的催根研究很多,近些年木本植物能适应水环境的研究也有陆续报道,如张允伟^[10]、罗杰等^[11]、陆松柳等^[12]、赵兰枝等^[13]分别对水柳、月季、夹竹桃、木槿等植物进行了研究,结果表明,这些木本植物的根系发达,耐水湿,可以进行水培^[14]。在催根的过程中水分是最重要胁迫因子,特别是枝叶茂盛的大植株,由于去根后,蒸腾失水量特大,如控制不好,极易因失水过度常出现掉叶或黄化而影响生根,故生产上需用精确的计算机控制技术来实现蒸发系数的科学管理。而该研究的重点是在人工控制条件下进行根系催根试验,旨在得到在人工培养中进行草本和木本植物根系催根最佳环境条件。

试验研究表明,不同的植物对切根的反应不一样,如全切根对于发财树这种适宜扦插的植物根系生长更有利,苏铁的肉质根系生长缓慢,故不切根最利于其生长;基质的营养及物理特性对生根效果影响较大,沙、泥炭土和珍珠岩对一般花卉的生根效果较好,珍珠岩的保水透气性较好,与鹅掌柴根部不宜积水过多的生长习性相符,万年青喜较湿润且偏酸性的土壤环境,正好与泥炭土的特性相符^[15]。生根剂对植物生根有明显促进作用,能加快扦插苗的生根速度,提高扦插苗成活率,促进生根和增加生根数量。针对试验中万年青、苏铁和虎皮兰最适宜的激素浓度为 0 mg/kg 这一结果,说明该试验设置的激素浓度的梯度范围有不合理之处,故推测万年青、苏铁和虎皮兰的最适合的激素浓度应该在 0~1 000 mg/kg。

参考文献

- [1] 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(1):60-63.
- [2] 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(12):46-50.
- [3] 陈永华,吴晓芙,郝君,等.4种木本植物在潜流人工湿地环境下的适应性与去污效果[J].生态学报,2014,34(4):916-924.
- [4] 郑芝波,罗华建,赖永超,等.花卉组培苗水培基质筛选研究[J].广东农业科学,2006(10):40-42.
- [5] 陈永华,吴晓芙,张冬林,等.不同营养液浓度与配方对水培观赏植物的影响[J].中南林业科技大学学报,2007(6):34-37.
- [6] 张静芸,徐贺荣,王秀英,等.正交实验设计对原子吸收法测定饮用水中锌实验条件的优化研究[J].中国卫生检验杂志,2011(7):1814-1815.
- [7] Liu J J, Lin D J, Liu P Q, et al. Induction of apoptosis and inhibition of cell adhesive and invasive effects by salvia inacute promyelocytic leukemia cells *in vitro* [J]. Journal of Biomedical Science, 2006(6):813-823.
- [8] 曹嵩晓,李娟玲,刘国民,等.利用单因子和正交设计双重实验方法优化广藿香 ISSR-PCR 实验体系[J].热带生物学报,2011,3(1):35-41.
- [9] 陈永华,吴晓芙,郝君,等.亚热带地区潜流人工湿地木本植物筛选与净化潜力评价[J].环境科学,2014(2):586-589.
- [10] 张允伟.夹竹桃水培繁殖试验[J].广西园艺,2007,18(3):31-33.
- [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.
- [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] 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):100-107.
- [14] Chabbi A, Hines M, 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(3):237-245.
- [15] 包满珠.花卉学[M].北京:中国农业出版社,2003.

An Optimized Research on the Root Promoting Conditions of Six Kinds of Hydroponics Flowers

CHEN Ying, CHEN Yong-hua, WANG Pei, FU Wei-hua

(College of Forestry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004)

Abstract: Taking 6 kinds of ornamental plants of *Opuntia stricta*, *Rohdea japonica*, *Sansevieria trifasciata*, *Pachira macrocarpa*, *Cycas revoluta* and *Schefflera octophylla* as materials, orthogonal design tests on the three factors of affecting force water-root (the matrix type, root level, hormone concentration) were studied, in order to optimize the conditions of root promoting for ornamental crops. The results showed that the optimum level of the matrix type, root level, and hormone concentration of the root systems' induction factors of the six plants were as follow: *Pachira macrocarpa* (sand; full-cut root; 1 000 mg/kg), *Cycas revoluta* (sand; non-cut root; 0 mg/kg); *Schefflera octophylla* (perlite or peat soil; full-cut root; 1 000 mg/kg), *Rohdea japonica* (peat soil; root pruning 1/2; 0 mg/kg), *Sansevieria trifasciata* (peat soil; root pruning 1/2; 0 mg/kg), *Opuntia stricta* (sand; root pruning 1/2; 1 000 mg/kg).

Keywords: hydroponics flowers; root promoting; orthogonal design