

红掌组培苗生根培养基的优化

牛瑞鹤, 王晶, 郑必平, 祁伟, 陈驰, 谈建中*

(苏州大学建筑与城市环境学院, 苏州市建筑与城市环境重点实验室, 江苏苏州 215123)

摘要 [目的] 优化红掌组培苗的生根技术体系。[方法] 以红掌愈伤组织诱导获得的无菌试管苗为外植体, 采用4因素4水平 $L_{16}(4^5)$ 正交试验, 探讨NAA、IBA、蔗糖和活性炭等因素对红掌组培苗生根效果的影响。[结果] 在MS基本培养基添加IBA 0.5 mg/L、活性炭0.7 g/L和蔗糖30 g/L(即 $A_1B_4C_4D_4$ 组合)条件下, 诱导生根效果较好; 生长素IBA诱导生根的效果优于NAA; 极值分析表明影响红掌组培苗生根的因素为IBA > 活性炭 > NAA > 蔗糖, 4因素对红掌生根均有影响, 但未达到显著差异。[结论] 红掌生根培养基的最优组合为 $A_3B_4C_3D_4$, 即添加NAA 0.2 mg/L、IBA 0.5 mg/L、活性炭0.5 g/L和蔗糖30 g/L的MS培养基对红掌组培苗生根最为有利。

关键词 红掌; 组培苗; 正交试验; 生根培养

中图分类号 S188 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)29-10088-03

Optimization of Rooting Medium of the Plantlets in *Anthurium andraeanum*

NIU Rui-he, WANG Jing, ZHENG Bi-ping, TAN Jian-zhong* et al (Suzhou Key Laboratory of Architecture and Urban Environment, School of Architecture and Urban Environment, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123)

Abstract [Objective] The research aimed to optimize the rooting technology system of the plantlets in *Anthurium andraeanum*. [Method] Plantlets induced from *Anthurium* callus were used as explants, and the influence of auxin NAA and IBA, sucrose and activated charcoal were investigated through the method of orthogonal test $L_{16}(4^5)$. [Result] The results showed that the suitable medium for inducing roots was MS medium with IBA 0.5 mg/L, activated charcoal 0.7 g/L and sugar 30 g/L, and the induce effect of auxin IBA was better than that of NAA. Based on the Extremum analysis results, four factors all affected the rooting, and their effects on plantlet rooting was IBA > active charcoal > NAA > sucrose, though didn't reach a significant difference levels. [Conclusion] The optimal combination for *Anthurium* plantlets rooting medium was $A_3B_4C_3D_4$, which is MS medium with 0.2 mg/L NAA, 0.5 mg/L IBA, 0.5 g/L activated charcoal and 30 g/L sugar.

Key words *Anthurium andraeanum*; Plantlets; Orthogonal test; Rooting culture

红掌(*Anthurium andraeanum*), 又名花烛或安祖花, 为天南星科花烛属多年生常绿草本植物, 原产于南美洲热带雨林地区^[1], 其花叶优美典雅, 花型独特, 花色丰富, 花期较长, 且盆栽切花两用, 经济效益较高, 在花卉产业中占有重要地位。目前红掌种苗主要通过组织培养技术进行大规模生产, 而组培苗的生根移栽是红掌组培快繁技术的重要环节, 迄今为止国内外有关红掌组培苗生根的研究已有大量报道。研究表明, 培养基种类、激素种类与浓度、添加物种类与浓度、糖类及浓度、活性炭、栽培基质、炼苗方式等因素对红掌生根培养及移栽成活都有不同程度的影响^[2-7]。为了探讨影响红掌组培苗生根的复杂因素, 笔者在分析前人研究成果及单因素试验的基础上, 采用正交试验方法, 对NAA、IBA、蔗糖和活性炭对红掌组培苗生根的影响进行了探讨, 以期筛选有利于红掌组培苗生根的理想培养基, 提高红掌组培苗生根及移栽成活率, 为工厂化育苗奠定基础。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 供试品种为红色系盆栽品种, 购自苏州市花卉市场(编号为YNG-01)。供试植物材料为无菌试管苗, 由苏州大学苏州市建筑与城市环境重点实验室通过叶片愈伤组织培养再分化获得, 选择其中生长健壮、株高约2.5 cm的单株组培苗作为生根试验材料。

1.2 红掌组培苗生根的单因素试验 以1/2 MS培养基为

基本培养基, 添加不同浓度梯度的IBA(0.1、0.5、1.0 mg/L, 下同)、NAA(0.1、0.5、1.0 mg/L), 将各试验区分别编号为DR1~DR6。添加蔗糖3%, 琼脂粉0.7%, pH5.8。每组处理10瓶, 每瓶接种6株, 每组重复3次。接种后置于培养架上, 培养温度为(25±2)℃, 光照时长为12 h/d, 光照强度为1500 lx。接种40 d后统计生根率、平均根数、平均最长根长, 并观察生根状况, 其中, 生根率 = 生根的试管苗数 / 接种的试管苗总数 × 100%。

1.3 红掌组培苗生根的正交试验 以1/2 MS培养基为基本培养基, 选取NAA、IBA、活性炭及蔗糖4因素4水平研究其对生根情况的影响, 采用 $L_{16}(4^5)$ 正交试验设计(表1)。每组处理10瓶, 每瓶接种6~8株。接种后置于培养架上, 培养温度为(25±2)℃, 光照时长为12 h/d, 光照强度为1500 lx。接种40 d后, 剪下植株根系, 用Epson扫描仪扫描, 并用WinRHIZO根系分析系统分析根系总长与根系直径。

表1 $L_{16}(4^5)$ 正交试验因素及水平

水平	因素			
	NAA(A) mg/L	IBA(B) mg/L	活性炭(C) g/L	蔗糖(D) g/L
1	0	0	0	0
2	0.1	0.1	0.3	10
3	0.2	0.3	0.5	20
4	0.3	0.5	0.7	30

1.4 数据处理与分析 根据苑玉凤^[8]的多指标正交试验分析方法, 采用公式评分法对几个主要指标打分后进行极差与方差分析, 其中平均生根数的指标最为重要, 以5倍计算, 即权数为5; 根系总长指标次之, 以3倍计算, 即权数为3; 根系

基金项目 苏州市建筑与城市环境重点实验室开放课题(AKLN13001)。
作者简介 牛瑞鹤(1988-), 女, 河南鹤壁人, 硕士研究生, 研究方向: 园林植物生物技术。*通讯作者, 教授, 从事园林植物资源与生物技术研究。

收稿日期 2014-09-01

直径以 2 倍计算,即权数为 2;故其评分公式为:综合评分 = 平均根数 $\times 5$ + 根系总长 $\times 3$ + 根系直径 $\times 2$ 。根系总长为一株组培苗所有根系的总长度,根系直径为一株组培苗平均根粗,2 项指标基本反映了组培苗的生根情况;进一步对各处理指标采用公式评分法进行评价,综合评分越高的,说明生根效果越好。

数据用 Excel 软件初步统计分析,SPSS 17.0 进行极差处理及方差分析。为获得红掌组培苗生根培养基的最优配方,对每个处理的 3 个重复试验结果取平均值进行统计;以空列数据估算模型方差,并参与正交试验的极差分析及方差分析,以便准确研究因素对比对生根的影响;因素的主次作用以极差值的大小来衡量。极差值大表明此因素对试验的影

响大,即此因素比较重要。

2 结果与分析

2.1 生长素种类及浓度对红掌组培苗生根的影响

生根培养 40 d 后,通过分析最长根长、根数、生根率,研究生长素 IBA 对红掌组培苗生根的影响。结果表明,在一定浓度范围内,IBA 对红掌生根的影响呈正相关倾向,即随着 IBA 浓度的增加,根的数量呈上升趋势,平均根数从每株 2.47 根增长到 3.57 根,同时生根率也逐步提高;但随着 IBA 浓度的增加,在 DR2 条件下 (IBA 浓度 0.5 mg/L),根长达到最大值,平均最长根长达 1.80 cm,随着其浓度升高,最长根长有所下降。综合 3 项指标,DR2 处理区 (IBA 0.5 mg/L) 为适宜红掌生根的生长素浓度 (表 2)。

表 2 生长素种类及浓度对红掌组培苗生根的影响

处理	激素种类	浓度//mg/L	最长根长//cm	平均根数//根	生根率//%
DR1	IBA	0.1	1.42 \pm 0.08 ab	2.47 \pm 0.66 b	82.67 \pm 4.04 a
DR2	IBA	0.5	1.80 \pm 0.24 a	3.28 \pm 0.66 a	92.67 \pm 3.06 b
DR3	IBA	1.0	1.68 \pm 0.06 a	3.57 \pm 0.17 a	95.67 \pm 7.51 b
DR4	NAA	0.1	1.33 \pm 0.09 b	3.89 \pm 0.32 a	93.33 \pm 2.89 b
DR5	NAA	0.5	基部生根量较少,植株相对较小,个别叶片变黄,有一些气生根		
DR6	NAA	1.0	基部基本无生根,植株相对较小,叶片变黄		

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平显著差异。

由表 2 可知,红掌对生长素 NAA 较敏感,在低浓度范围内生长良好,平均根数达 3.89,生根率为 93.33%,最长根长不及 IBA。在 NAA 处理下,新形成的根多为茎段节间产生的气生根,并不是从基部产生,向上生长,不接触培养基;而在

基部产生的根,则短小、粗壮,簇拥一起,形似愈伤组织。当 NAA 浓度达到 0.5 ~ 1.0 mg/L 时,则表现为抑制作用,基部生根量较少或基本无根产生,并伴随植株叶片变黄的现象 (图 1)。

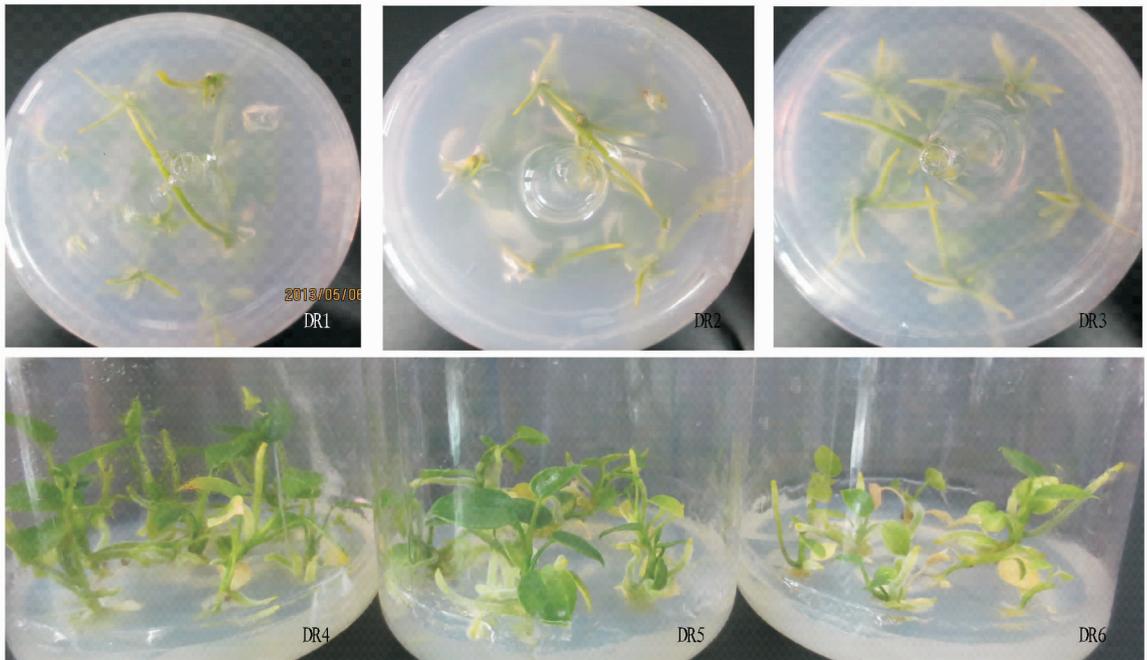


图 1 红掌组培苗生根情况

2.2 生长素、活性炭及蔗糖对红掌组培苗生根的综合影响

在分析上述试验结果及相关文献的基础上,选择 NAA、IBA、蔗糖、活性炭作为培养基添加物,探讨不同添加物对红掌试管苗生根的影响。由表 3 可知,在组合 A₁B₄C₄D₄ 条件

下,即培养基中添加 IBA 0.5 mg/L、活性炭 0.7 g/L、蔗糖 30 g/L 而不添加 NAA 时,诱导生根情况较好,平均根数达 4.46 根,单株根系总长 29.09 cm,根系直径 0.69 mm,综合评分最高达 110.92;其次为 A₂B₄C₃D₂,平均根数为 3.88 根,根系总

长 23.05 cm, 根系直径为 0.72 mm, 综合评分为 90.00。 20 g/L) 的综合评分最低, 仅为 39.81。

A₂B₁C₂D₃ (NAA 0.1 mg/L, IBA 0 mg/L、活性炭 0.3 g/L、蔗糖

表 3 生根影响因素的正交试验结果

编号	因素					平均根数//根	根系总长//cm	根系直径//mm	指标评分			
	A	B	C	D	E(空列)				平均根数	根系总长	根系直径	综合评分
1	1	1	1	1	1	1.81	16.39	0.70	9.06	49.16	1.40	59.62
2	1	2	2	2	2	2.29	15.21	0.68	11.44	45.64	1.35	58.43
3	1	3	3	3	3	3.53	15.78	0.62	17.64	47.34	1.24	66.21
4	1	4	4	4	4	4.46	29.09	0.69	22.28	87.27	1.37	110.92
5	2	1	2	3	4	2.09	9.41	0.57	10.44	28.23	1.14	39.81
6	2	2	1	4	3	3.25	18.69	0.72	16.24	56.06	1.44	73.75
7	2	3	4	1	2	2.83	14.97	0.65	14.16	44.91	1.30	60.38
8	2	4	3	2	1	3.88	23.05	0.72	19.42	69.15	1.43	90.00
9	3	1	3	4	2	2.66	23.99	0.72	13.31	71.96	1.44	86.70
10	3	2	4	3	1	2.43	15.33	0.72	12.15	45.98	1.45	59.58
11	3	3	1	2	4	1.98	23.73	0.82	9.90	71.18	1.63	82.71
12	3	4	2	1	3	2.27	18.81	0.81	11.37	56.42	1.63	69.41
13	4	1	4	2	3	2.25	11.78	0.60	11.24	35.33	1.21	47.78
14	4	2	3	1	4	2.33	18.41	0.62	11.67	55.24	1.24	68.15
15	4	3	2	4	1	2.04	10.60	0.63	10.21	31.80	1.26	43.28
16	4	4	1	3	2	2.05	22.72	0.88	10.23	68.17	1.77	80.17
k ₁	73.796 a	58.480 b	74.063 a	64.390 a	63.369 a							
k ₂	65.983 a	64.976 ab	52.983 a	69.732 a	71.420 a							
k ₃	74.603 a	63.394 ab	77.764 a	64.287 a	64.287 a							
k ₄	60.093 a	87.625 a	69.665 a	78.912 a	75.398 a							
R	14.760	29.145	25.031	14.375	12.279							

极差分析结果显示,各因素的极值均大于空列,极差大小依次为 B(IBA)29.145 > C(活性炭)25.031 > A(NAA)14.760 > D(蔗糖)14.375 > E(空列)12.279,说明 4 个因素对红掌生根均能产生一定的影响,其顺序为 IBA > 活性炭 > NAA > 蔗糖。根据各因素的极值差异可知,B 因素的优水平为 0.5 mg/L,C 因素的优水平为 0.5 g/L,A 因素的优水平为 0.2 mg/L,D 因素的优水平为 30 g/L,由此推测诱导生根的最优组合为 A₃B₄C₃D₄,即 NAA 0.2 mg/L、IBA 0.5 mg/L、活性炭 0.5 g/L、蔗糖 30 g/L。由于正交设计是一种均一性设计,不覆盖所有的处理组合,因此推测的最优组合 A₃B₄C₃D₄ 在试验组合中没有显示出来。

方差分析结果表明,各因素的影响未达到显著水平,这可能是由于各因素之间有交互作用的影响,同时也可能与红掌的生根特性有关。如红掌组培苗从继代培养基转移到不添加任何激素的生根培养基上也能生根,但其平均生根数较少,生根效果较差,且大多为节间产生的气生根,而气生根往往不利于红掌炼苗期的移栽,移栽成活率低;另外,在无添加物的生根培养基上发根时间相对较长,根系萌动期为 23 d 左右,而适宜的激素组合根系萌动时间可提早到 15 d。

3 讨论

NAA、IBA 是植物组织培养诱导生根的常用生长素,大多采用单种激素诱导生根。该研究在进行正交试验之前,对 NAA、IBA 单因素对生根的影响进行了分析,结果表明,IBA 和 NAA 对诱导红掌组培苗生根均有一定的促进作用,但 IBA 的生根效果显著优于 NAA,这与高雷等^[9]认为 NAA 生根效

应优于 IBA 的结果正好相反,这可能是由于供试品种不同或 NAA 添加浓度偏高造成的。其次,研究表明运用正交试验设计方法,可以达到精简试验次数、克服培养基配方设计的盲目性、提高工作效率和确保试验可靠性的目的^[10-11],该研究在对正交试验结果进行综合分析的基础上,筛选了一种适合红掌组培苗的生根培养基配方,在添加 NAA 0.2 mg/L、IBA 0.5 mg/L、活性炭 0.5 g/L、蔗糖 30 g/L(即 A₃B₄C₃D₄) 的 MS 培养基上,红掌组培苗的生根率较高,生根状况良好。

王进茂等^[12]认为红掌试管苗的生根有 2 种情况:一种是正常向下的根,另一种是向上的气生根。其中向下的根多为短粗状、软脆,形似愈伤组织,移栽成活率低,这与该研究中添加生长素 NAA 的培养基上形成的根相似。但在该研究中观察发现,通过添加活性炭可有效抑制这一现象,能使大量的根向下生长,且伸长生长较快,根系略变细,韧性增加,出瓶移栽时根系不易折断损坏,从而有利于提高成活率。在该试验范围内,活性炭添加浓度以 0.5 g/L 为宜。

正交试验结果显示,影响红掌组培苗生根的因素顺序为 IBA > 活性炭 > NAA > 蔗糖,表明蔗糖浓度对红掌生根能力的影响较小,这与石兰英等^[13]的研究结果基本一致。因此,在大规模生产实践中,生根培养基中可以减少糖类的用量,甚至不加糖类,以减少生产成本。

参考文献

[1] 克里斯托弗·布里克尔. 世界园林植物与花卉百科大全[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2012:264,493.

(下转第 10101 页)

育苗物质转化、积累受到一定限制,素质较常规漂浮育苗所育苗弱;同时,由于受到成本、育苗环境的限制,其所

育苗只能育苗至 4 叶 1 心,其所育苗苗为小苗、弱苗。

表 6 株丛田间农艺性状

苗源	移栽方式	移栽天气	茎围	株高	最大叶长	最大叶宽	叶片数
			cm	cm	cm	cm	片
集约化立体育苗	平铺式膜下移栽	阴雨,8~12℃	12.1 a	94.2 a	72.3 a	35.1 a	23.0 a
		晴,10~24℃	12.2 a	94.1 a	72.2 a	35.2 a	23.0 a
	井窖式移栽	阴雨,8~12℃	12.2 a	94.3 a	72.4 a	35.2 a	23.5 a
		晴,10~24℃	12.2 a	94.1 a	72.3 a	35.3 a	23.5 a
	膜下井窖式移栽	阴雨,8~12℃	12.0 a	94.4 a	72.6 a	35.0 a	23.0 a
		晴,10~24℃	12.3 a	94.3 a	72.5 a	35.3 a	23.5 a
常规漂浮育苗	平铺式膜下移栽	阴雨,8~12℃	12.0 a	94.2 a	72.4 a	35.4 a	23.5 a
		晴,10~24℃	12.1 a	94.3 a	72.2 a	35.2 a	23.0 a
	井窖式移栽	阴雨,8~12℃	12.3 a	94.3 a	72.4 a	35.3 a	23.0 a
		晴,10~24℃	12.1 a	94.2 a	72.4 a	35.4 a	23.0 a
	膜下井窖式移栽	阴雨,8~12℃	12.3 a	94.3 a	72.3 a	35.0 a	23.5 a
		晴,10~24℃	11.9 a	94.4 a	72.5 a	35.3 a	23.5 a

注:同列数据后无相同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

当前,小苗移栽技术主要有膜下移栽、井窖式移栽两种。膜下移栽分为平铺式、拱架式两种,拱架式较平铺式费工耗时;井窖式移栽与膜下移栽各有优势。结合膜下移栽与井窖式移栽优势,该研究创造性地提出膜下井窖式移栽技术。在晴、阴雨天气条件下,分别采用以上 3 种移栽技术,结合营养生长结束后的田间农艺性状来研究集约化立体育苗的生产适应性。移栽试验表明:集约化立体育苗所育苗小苗采用井窖式移栽技术,晴天移栽成活率偏低,只能选择在阴雨天气条件下进行移栽;而采用平铺式膜下移栽和膜下井窖式移栽不受天气条件影响,阴雨天和晴天移栽成活率、还苗期没有明显区别,是适宜的移栽方式。田间农艺性状统计表明,3 种移栽方式田间农艺性状没有明显差异。结合移栽试验和田间农艺性状分析,集约化立体育苗采用膜下井窖式移栽或平铺式膜下移栽技术均可有效适应烟叶生产。经统计分析表明,平铺式膜下移栽较膜下井窖式移栽多用工 22.5 个/hm²,不符合减工降本的发展要求,故采用集约化立体育苗所育苗小苗进行移栽时,以膜下井窖式移栽为宜。

综上,烤烟集约化立体育苗的生产适应性关键在于移栽,采用膜下井窖式移栽技术,烤烟集约化立体育苗能够有效适应烤烟生产;小苗、弱苗移栽适宜选用膜下井窖式移栽技术。膜下井窖式移栽技术对烟叶品质影响的研究工作未

开展,其影响效应有待今后研究。

参考文献

- [1] 湖南湘辉农业科技有限责任公司. 封闭式植物育苗机[Z]. 2013.
- [2] 中国烟草总公司. 烟草农艺性状调查方法. YC/T142-1998[S]. 北京: 中国标准出版社,1998.
- [2] 韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社,2003.
- [4] 李绍志,田建国. 烤烟地膜覆盖膜下小苗移栽栽培技术[J]. 烟草科技, 1996(5): 38-39.
- [5] 张继,潘和评,杨天沛,等. 烤烟膜下小苗移栽育苗方式初探[J]. 广东农业科学,2103(1): 24-26.
- [6] 布云虹,张映翠,胡小东,等. 膜下小苗移栽对烤烟生长发育的影响[J]. 江西农业学报,2013,25(4): 157-160.
- [7] 王克华. 潍坊烟草膜下小苗移栽技术[J]. 现代农业科技,2013(5): 58, 61.
- [8] 孔银亮. 膜下小苗移栽对预防病毒病、烟草生长发育及经济性状的影响[J]. 烟草科技,2011(9): 75-80.
- [9] 刘正日. 烤烟地膜覆盖对烟叶产量及品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2012,35(22): 149-151.
- [10] 吕传远,刘永恩,王兆群,等. 烤烟地膜覆盖配套技术的探讨[J]. 中国烟草科学,1997(1): 27-28.
- [11] 刘贯. 地膜覆盖、水份供应、磷肥种类和用量对烤烟早发的影响[J]. 中国烟草科学,1998(2): 35-38.
- [12] 罗会斌,龙腾臻,马健,等. 烤烟井窖式小苗移栽技术研究与应用[J]. 贵州农业科学,2012,40(8): 101-107.
- [13] 李喜旺,周为华,蒋卫,等. 烤烟“井窖式”移栽技术推广总结[J]. 安徽农业科学,2013,41(2): 545-546,563.
- [14] 罗会斌. 烤烟井窖式移栽技术[J]. 农技服务,2012,29(3): 344,353.

(上接第 10090 页)

- [2] 王勇,杨元,吴国智,等. 红掌组培苗两种生根培养方法的比较研究[J]. 天津农业科学, 2009,15(4): 27-29.
- [3] 赵卫国,石岭,高雷,等. 生长素的种类和浓度对红掌组培苗生根的影响[J]. 华北农学报,2007(22): 52-56.
- [4] 郭云贵,贾黎娜. 红掌组培苗生根条件优化[J]. 中国花卉园艺,2012(12): 26-27.
- [5] 陈木兰,叶炜,赖钟雄,等. 红掌组培苗生根移栽的技术[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2012, 41(3): 225-231.
- [6] 泽仁旺姆,葛红,刘洪涛. 红掌组培苗生根实验研究[J]. 西藏科技,2006(1): 53-55.
- [7] 汪希强,陶佩琳,张旭东,等. 红掌组培快繁技术优化研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(33): 16052-16053.

- [8] 苑玉凤. 多指标正交处理分析[J]. 湖北汽车工业学院学报, 2005,19(4): 53.
- [9] 高雷,赵卫国,莫东发,等. 红掌组培苗的生根与移栽技术研究[J]. 山东林业科技,2008(1): 23-24.
- [10] 邵世光,侯北伟,周琪,等. 基于正交实验法的铁皮石斛原球茎分化和生根条件研究[J]. 南京师大学报:自然科学版,2009,32(4): 98-101.
- [11] 曹岩坡,代鹏,戴素英. 芦笋试管苗生根途径优化研究[J]. 河北农业科学,2010,14(1): 54-55.
- [12] 王进茂,郑均宝,高秀丽,等. 花烛组织培养的研究[J]. 河北林果研究, 2000,15(1): 69-73.
- [13] 石兰英,田新民,魏涛,等. 红掌组培苗无糖生根培养研究[J]. 江苏农业科学,2012,40(6): 51.