

文章编号:1001-7380(2016)05-0013-05

## 不同品种红掌试管苗生根体系优化研究

罗珍珍<sup>1</sup>, 由翠荣<sup>2</sup>, 孔艳辉<sup>1\*</sup>, 张 慧<sup>1</sup>, 孙印兵<sup>1</sup>, 解晓旭<sup>1</sup>

(1. 烟台市园林管理处, 山东 烟台 264000; 2. 烟台大学, 山东 烟台 264000)

**摘要:**以红掌的试管苗为试验材料,研究了生根培养基的不同离子浓度(MS, 1/2 MS, 1/3 MS, 1/5 MS)以及生根培养基中活性炭、NAA、IBA对其生根的影响,并对6个品种红掌(大哥大、粉冠军、火鹤、潘多拉、维多和阿瑞博)试管苗的生根效果进行了比较,结果发现:(1)1/2 MS培养基为促进红掌试管苗生根的最适基本培养基,在1/2 MS中加入2.0 g/L活性炭可显著提高植株生根率,降低黄化率;(2)IBA对根诱导效果优于NAA;两者均在质量浓度为0.000 2 g/L时诱导生根效果最好,质量浓度高于0.000 4 g/L时,诱导生根效果减弱;(3)试管苗以1/2 MS+2.0 g/L活性炭+0.000 2 g/L IBA生根培养,大哥大、潘多拉、粉冠军和阿瑞博4品种生根效果较好,在单株生根数和单株根长大于1 cm的根数2个指标上,显著好于火鹤、维多。

**关键词:**红掌;试管苗;基本培养基;活性炭;IBA;NAA;生根

**中图分类号:**S682.1<sup>+</sup>4; Q943.1 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.05.003

### System optimization of rooting medium of the tube-shoots of different cultivars of *Anthurium* sp.

LUO Zhen-zhen<sup>1</sup>, YOU Cui-rong<sup>2</sup>, KONG Yan-hui<sup>1\*</sup>, ZHANG Hui<sup>1</sup>, SUN Yin-bing<sup>1</sup>, XIE Xiao-xu<sup>1</sup>

(1. Garden Management Department of Yantai, Yantai 264000, China;

2. College of Life Sciences, Yantai University, Yantai 264000, China)

**Abstract:** After the tube-shoots of *Anthurium* sp. were used as experimental materials to study the effect of the rooting medium with different ion concentrations, activated carbon, NAA and IBA, the rooting differences were researched on six cultivars *Anthurium* sp. shoots. The results showed that 1) 1/2 MS was the optimal basic ion concentration. And 1/2 MS medium adding 2.0 g/L activated carbon could significantly improve the rate of rooting and decrease the rate of yellowing; 2) The effect of IBA on rooting was better than that of NAA; 0.000 2 g/L IBA effected best but its effect weakened when higher than 0.000 4 g/L; 3) The rooting effects of 'Dakota', 'Pink Champion', 'Pandora', 'Arebo' of six cultivars of *Anthurium* sp. in 1/2 MS supplemented with 2.0 g/L activated carbon and 0.000 2 g/L IBA were better than those of 'A. scherzerianum' and 'Vito'. Also, the root number of per shoot and the number of root longer than 1 cm of 'Dakota', 'Pink Champion', 'Pandora', 'Arebo' were significantly more than those of 'A. scherzerianum' and 'Vito'.

**Key words:** *Anthurium* sp.; Tube-shoots; Basic medium; Activated carbon; IBA; NAA; Rooting

红掌(*Anthurium* sp.)又称花烛,安祖花,系天南星科花烛属多年生草本植物,原产于南美洲热带雨林潮湿、半阴的沟谷地带,喜温热多湿而又排水良好的环境,怕干旱和强光暴晒<sup>[1-2]</sup>。红掌因花色鲜艳,花姿奇特美妍,且花期持久,而成为极具观赏价值的商品花卉而风靡全球。目前红掌的观赏价值

主要表现在切花和盆花2个方面,切花方面的应用在许多热带国家和地区被列为仅次于热带兰的第2大热带切花品种;红掌盆花也是最受欢迎的10种盆栽植物之一,销售额仅次于蝴蝶兰。

相对于国外,国内红掌的引种栽培相对较晚,对红掌的研究较为滞后,目前许多学者对红掌组织

收稿日期:2016-09-01;修回日期:2016-09-21

基金项目:烟台市科技发展计划项目“红掌组培快繁技术及产业化应用”(20110415)

作者简介:罗珍珍(1969-),女,山东烟台人,高级工程师,大学本科毕业。主要从事组织培养及园林植物栽培管理等工作。E-mail: ytluozen@163.com。

\*通信作者:孔艳辉(1984-),女,山东烟台人,工程师,硕士。主要从事组织培养及园林植物栽培研究等工作。E-mail: 15963503712@163.com。

培养技术进行了研究,如外植体的选择、激素的配比、不定芽的增殖、试管苗生长、生根及炼苗技术等方面都取得了一定的突破<sup>[3-5]</sup>。将从国外引进、市场需求量大的优良品种利用组织培养技术建立其完善的无性繁殖体系,与生产应用相结合,可以满足国内生产种苗的需求,也可以推进国内红掌栽培的规模化和商品化。而组织培养苗的生根移栽是通过组织培养技术进行红掌种苗规模化生产的重要环节,迄今为止,国内外有关红掌试管苗生根的研究已有大量报道。研究表明,培养基种类、激素类物质以及添加物种类与浓度、糖源及浓度、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<sup>[6-12]</sup>。本文在前人研究的基础上,研究了培养基中不同离子浓度、不同生长激素浓度对红掌试管苗生根的影响以及活性炭对红掌生根试管苗生根和黄化率的影响,以期获得适合红掌试管苗高效生根的基础培养基。本文分别将 6 品种红掌试管苗接种到优化后的培养基,对其进行生根状况的比较,以期找出适合各品种红掌试管苗生根的培养方式,提高试管苗的生根质量和移栽成活率,为我国红掌的组织培养工厂化育苗提供科学的理论和依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

以烟台市园林管理处科学研究所从荷兰安祖公司引进的 6 个红掌品种(大哥大‘Dakota’、粉冠军‘Pink Champion’、火鹤 *Anthurium scherzerianum*、潘多拉‘Pandora’、维多‘Vito’、阿瑞博‘Arebo’)为材料,选取各品种已开花植株的新生展开 2—3 d 的叶片和叶柄为外植体,在本研究前期试验得出的最适愈伤组织诱导培养基(1/2 MS+0.5 mg/L 2,4-D + 2.0 mg/L 6-BA +0.2 mg/L KT)上培养 60 d 后,挑选长势良好的愈伤组织,接种到前期试验筛选出的最佳不定芽增殖培养基(1/2 MS +0.2 mg/L 6-BA + 0.1 mg/L NAA)上进行不定芽的诱导,45 d 后从分化出的丛生芽上剥离株高 1—2 cm,长有 3—4 片叶和 1—2 个气生根的健壮植株接种到生根培养基上。

### 1.2 试验方法

1.2.1 培养条件 本试验设计的各组生根培养基中均添加 0.05 g/L 肌醇、0.05 g/L 酪蛋白、20 g/L 葡萄糖和 5.8 g/L 琼脂粉,培养基 pH 调至 5.8,经 121 ℃、20 min 高压灭菌,在 (25±1) ℃ 下光照培养

(16/8 h, 3 000 lx)。各试验组每个处理接种 10 瓶,每瓶接种 6—8 株试管苗,试验重复 3 次。

1.2.2 基本培养基离子浓度及活性炭对试管苗生根的影响 选取大哥大试管苗为生根培养的试验材料,分别接种到 MS, 1/2 MS, 1/3 MS, 1/5 MS, MS+2.0 g/L 活性炭、1/2 MS+2.0 g/L 活性炭、1/3 MS+2.0 g/L 活性炭、1/5 MS+2.0 g/L 活性炭的培养基上培养 30—35 d,统计不同处理组每瓶试管苗的植株生根数和出现黄化现象的试管苗株数,并按下述公式计算出相应处理的生根率、试管苗的黄化率,筛选试管苗生根最佳的基本培养基。

生根率(%)=(生根植株数/接种植株数)×100;

黄化率(%)=(黄化植株数/接种植株数)×100。

### 1.2.3 不同生长素类物质对试管苗生根的影响

选取大哥大试管苗为生根培养的试验材料,接种到试验筛选的基本培养基中,生长素类物质分别采用不同质量浓度的 IBA, NAA(如表 1 所示),以空白培养基为对照组,培养 30—35 d 后统计不同处理组每瓶试管苗的植株生根数和根长大于 1 cm 的生根数(根据以往的工作经验,根长大于 1 cm 的根数较多的试管苗在温室栽植中能获得显著高的成活率,长势也较好),计算单株试管苗生根数和单株根长大于 1 cm 的生根数,筛选最佳生根培养基。

单株试管苗的生根数=每处理的植株总生根数/每处理的植株总数;

单株根长大于 1 cm 的生根数=每处理大于 1 cm 的生根总数/每处理的植株总数。

表 1 试管苗生根培养基设计

培养基	NAA/(g/L)	IBA/(g/L)
1	0	0
2	0.000 2	0
3	0.000 4	0
4	0.000 6	0
5	0.000 8	0
6	0	0.000 2
7	0	0.000 4
8	0	0.000 6
9	0	0.000 8

1.2.4 不同品种试管苗生根的比较 选取上述 6 个品种的试管苗为试验材料,接种到 1.2.3 试验筛选的最佳生根培养基中,培养 30—35 d,统计并计算试管苗的单株试管苗的生根数和单株根长大于 1 cm 的生根数。

1.3 数据分析

运用 SPSS20.0 进行单因素方差分析 (ANOVA),并采用 LSD,Duncan 新复极差法等检验试验结果的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 基本培养基离子浓度及活性炭对试管苗生根的影响

以大哥大试管苗为生根基本培养基筛选试验材料,培养 10 d 左右观察发现,在不含活性炭的培养基中,试管苗的叶片出现明显黄化(图 1-A),而在添加有活性炭的培养基中试管苗生长良好(图 1-B)。

经过 30 d 的培养,基本培养基离子浓度对试管苗生根情况的影响差别明显(见表 2)。方差分析(见表 3)也表明,不同离子浓度和活性炭对试管苗黄化率具有显著性的影响 ( $P = 2.41 \times 10^{-25}$ ,  $p < 0.01$ ),对生根率的影响也具有显著性 ( $P = 1.25 \times 10^{-19}$ ,  $p < 0.01$ )。且无论培养基中活性炭添加与否,培养基中离子浓度对红掌生根效果的影响趋势是一致的,离子浓度过高或过低均会影响红掌试管苗的生根,其中 1/2 MS 培养基中生根率最高,与其他各处理组相比差异极显著。因此,1/2 MS 基本培养基的对红掌试管苗生根诱导效果最佳。由表 2 亦可知,在基本培养基中添加 2.0 g/L 的活性炭可显著提高试管苗的生长状态和生根率。所有处理中,综合考虑生根率、黄化率等指标,可得出 1/2 MS+2.0 g/L 活性炭的处理组对红掌试管苗生根的诱导效果最好。

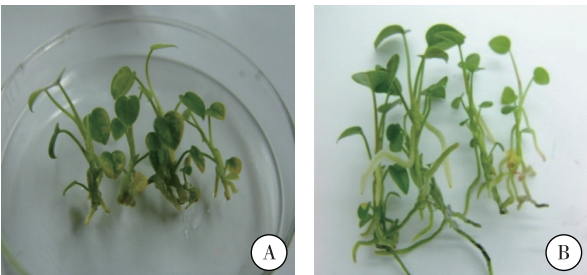
表 2 基本离子浓度及活性炭对试管苗生根的影响

基本离子浓度	活性炭(g/L)	黄化率/%	生根率/%
MS	0	100±0.00 aA	27.45±4.12 eE
1/2 MS	0	100±0.00 aA	37.04±3.24 dD
1/3 MS	0	100±0.00 aA	30.5±5.29 eE
1/5 MS	0	100±0.00 aA	4.76±0.16 fF
MS	2.0	19.94±1.34 bB	92.72±0.86 bB
1/2 MS	2.0	0.00±0.00 dD	100.00±0.00 aA
1/3 MS	2.0	15.7±2.89 cC	95.57±0.64 bB
1/5 MS	2.0	21.5±0.81 bB	87.17±3.24 cC

表中同列不同小写字母表示差异显著 ( $p < 0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著 ( $p < 0.01$ )

表 3 基本离子浓度及活性炭对试管苗生根影响的方差分析

	差异来源	偏差平方和	自由度	均方	F	P
黄化率	组间	44 875.52	7	6 410.79	4 780.80	$2.41 \times 10^{-25}$
	组内	21.46	16	1.34		
	总计	44 896.98	23			
生根率	组间	30 546.27	7	4 363.75	920.61	$1.25 \times 10^{-19}$
	组内	75.84	16	4.74		
	总计	30 622.11	23			



A:1/2 MS 不加活性炭的培养基上少量生根且叶片出现黄化的植株;  
B:1/2 MS+2.0 g/L 活性炭的培养基上大量生根且生长良好的植株

图 1 试管苗生根及叶片生长状况

2.2 不同生长素类物质对试管苗生根的影响

以 1/2 MS+2.0 g/L 活性炭为基本培养基,分别添加不同质量浓度的 NAA 和 IBA,经过 30 d 培养,由方差分析表(见表 4)可知,生长素对单株试管苗的生根数影响的显著性  $P = 3.83 \times 10^{-24}$ ,  $p < 0.01$ ;对根长大于 1 cm 的根数影响的显著性  $P = 1.08 \times 10^{-21}$ ,  $p < 0.01$ ,故本试验中不同处理间的 2 个指标均存在极显著性差异;根据表 5,生根效果最好的是添加 0.000 2 g/L IBA 和 0.000 2 g/L NAA 的处理组,平均生根数分别为 4.4,4.33;其次为对照组和 0.000 4 g/L IBA 处理组,这 2 个处理间无显著性差异,试管苗生长状态良好;在 NAA,IBA 质量浓度为 0.000 6 g/L 和 0.000 8 g/L 时,均能诱导试管苗生根,但试管苗的生长状态明显变差,试管苗近根处少量叶片出现枯萎发黄。比较可知,添加一定量的 IBA,NAA ( $=0.000 2$  g/L)能明显促进根的生长,但 IBA,NAA 质量浓度过高时 ( $\geq 0.000 4$  g/L) 反而不利于红掌的生根,且随着 2 者质量浓度增高,单株生根数、单株根长大于 1 cm 的根数均减少,试管苗长势逐渐变差。因此,添加 0.000 2 g/L 的 IBA,NAA 对红掌试管苗的生根培养效果最佳;从表 5 综合试验结果可见,IBA 对根的诱导效果优于 NAA,故红掌



试管苗的最适生根培养基为 1/2 MS+2.0 g/L 活性炭+0.000 2 g/L IBA。

表 4 不同生长素对试管苗生根的影响的方差分析

差异来源		偏差平方和	自由度	均方	F	P
单株生根数	组间	156.17	8	19.52	17.885	3.83×10 <sup>-24</sup>
	组内	677.83	621	1.09		
	总计	834.00	629			
单株根长大于 1 cm 的根数	组间	53.09	8	6.64	16.089	1.08×10 <sup>-21</sup>
	组内	256.14	621	0.41		
	总计	309.23	629			

表 5 不同生长素对试管苗生根的影响

NAA/(g/L)	IBA/(g/L)	单株生根数	单株根长大于 1 cm 的根数
0	0	4.20±0.98 aA	2.60±0.04 aA
0.000 2	0	4.33±0.99 aA	2.65±0.06 aA
0.000 4	0	3.60±0.52 bB	2.20±0.16 abAB
0.000 6	0	3.40±0.22 bcB	2.06±0.25 bcB
0.000 8	0	3.23±1.08 cB	1.93±0.16 cB
0	0.000 2	4.44±1.26 aA	2.70±0.55 aA
0	0.000 4	4.17±1.18 aA	2.50±0.42 abA
0	0.000 6	3.22±1.25 cB	2.30±0.31 abAB
0	0.000 8	3.00±1.17 cB	1.90±0.43 cB

表中同列不同小写字母表示差异显著(  $p<0.05$  ),不同大写字母表示差异极显著(  $p<0.01$  )

2.3 不同品种试管苗生根的差异比较

将上述 6 个红掌品种的试管苗接种到筛选的生根培养基(1/2 MS+2.0 g/L 活性炭+0.000 2 g/L IBA)中进行生根试验。根据方差分析(见表 6),6 个品种的单株试管苗生根数的差异显著性  $P=1.57\times10^{-15}$ , $p<0.01$ ;单株根长大于 1 cm 的根数的差异显著性  $P=3.05\times10^{-44}$ , $p<0.01$ ;故在此培养基中 6 个品种在单株试管苗生根数和单株根长大于 1 cm 的根数上有极显著的差异。其中大哥大、潘多拉、粉冠军和阿瑞博 4 个品种的单株生根数及单株根长大于 1 cm 的根数明显高于其他 2 个品种,生根效果较好,其彼此间无显著性差异;火鹤和维多的生根效果相对较差,其单株生根数分别为 3.03 和 3.23,2 者无显著性差异(见表 7)。

3 讨 论

基本培养基中的离子浓度会对组织培养苗的

不定根诱导产生显著影响。Fadel 等<sup>[13]</sup>发现诱导留兰香生根时,1/2 MS 培养基效果最好,平均根数和根长均优于 MS,而 1/4 MS 则无不定根形成。适当降低培养基离子浓度有利于植物离体培养中根形成情况在其他植物研究中有报道,如桉叶唐棣<sup>[14]</sup>和蔓性蝴蝶草<sup>[15]</sup>、二花蝴蝶草<sup>[16]</sup>。本试验中,降低离子浓度能很好地促进红掌试管苗生根,1/2 MS,1/3 MS 培养基诱导生根的效果均优于 MS 培养基。但是离子浓度过低时(1/5 MS),虽然也能够诱导根的形成,但生根数较少。这可能与由于离子浓度过低,不能为根的诱导及其生长提供足够充分的离子营养有关。

表 6 不同品种试管苗生根的差异比较方差分析

差异来源		偏差平方和	自由度	均方	F	P
单株生根数	组间	120.07	5	24.01	17.27	1.57×10 <sup>-15</sup>
	组内	575.76	414	1.39		
	总计	695.83	419			
单株根长大于 1 cm 的根数	组间	102.39	5	20.48	55.75	3.05×10 <sup>-44</sup>
	组内	152.07	414	0.37		
	总计	254.46	419			

表 7 不同品种试管苗生根的差异比较

品种	单株生根数	单株根长大于 1 cm 的根数
大哥大	4.44±1.26 aA	3.58±0.25 aA
粉冠军	4.17±1.18 aA	3.22±0.08 aA
潘多拉	4.22±1.25 aA	3.19±0.27 aA
阿瑞博	4.00±1.17 aA	3.22±0.34 aA
维多	3.23±1.08 bB	2.27±0.18 bB
火鹤	3.03±0.99 bB	2.30±0.21 bB

表中同列不同小写字母表示差异显著(  $p<0.05$  ),不同大写字母表示差异极显著(  $p<0.01$  )

根据刘用生等<sup>[17]</sup>的研究,活性炭对培养基中有害物质具有吸附作用。因此,在诱导生根的过程中加入少量活性炭有利于根的生长。本研究发现,添加 2.0 g/L 的活性炭可降低苗的黄化率,促进根的发生率,具有很好的生根效果。可见,在培养基中加入适当的活性炭,可促进红掌试管苗的生根。关于活性炭促进根伸长的机理并不十分清楚,这可能与活性炭减弱了光照,为根顶端产生的 IAA 提供的暗环境,有利于保护 IAA 免受光氧化的破坏,从而促进了根的生长有关。

外源植物生长 NAA 和 IBA 是植物组织培养诱

导生根的常用物质,能够显著提高植株生根率,加快不定根以及试管苗的生长。该研究通过单因素试验,对 NAA, IBA 促进生根作用进行了分析。结果表明,IBA 和 NAA 均在 0.000 2 g/L 时对诱导红掌试管苗生根促进作用最明显,单株生根数、单株根长大于 1 cm 的根数均达到最多,且此浓度时 IBA 与 NAA 对红掌试管苗生根的作用与牛瑞鹤等<sup>[11]</sup>报道的 IBA 的对红掌试管苗促生根效果显著优于 NAA 的观点一致,而高雷等<sup>[12]</sup>对此却有相反的观点。本试验发现,IBA, NAA 质量浓度大于 0.000 4 g/L 时,随着浓度的增高,试管苗的生长状态及生根效果逐渐变差。赵卫国等<sup>[7]</sup>在生长素对红掌试管苗生根的研究中也有过类似的发现。在其他植物的组织培养苗生根诱导中也有此现象<sup>[16,18]</sup>,这与《现代植物生理学》<sup>[19]</sup>上所述内容一致:生长素质量浓度在一定范围内可以促进植物生根,但过高质量浓度的生长素同样会抑制植物生长。这可能是因为高质量浓度的生长素促生根效果较差,影响试管苗对营养物质的吸收,从而抑制植株的生长。

不同品种的红掌试管苗在优化后的培养基中生长,在诱导生根的效果上有极显著的差异,其中大哥大、潘多拉、粉冠军和阿瑞博 4 个品种的红掌试管苗诱导出的根较多且较长,其他 2 个品种火鹤和维多的短且数目少。不同品种的红掌试管苗根的质量有少许的不同,这与石兰英等<sup>[20]</sup>对不同品种红掌试管苗生根的差别研究有相似的结果。红掌 6 个品种试管苗在相同生根培养基中的生根效果不同,可能与不同品种的种性和不同的自然生长环境条件有关,各品种最适宜的生根条件还需进一步的试验研究。

#### 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.
- [2] 徐俊林.红掌的栽培与管理[J].花木盆景,2000(6):6-7.
- [3] 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.
- [4] 吴红英,蔡林,何贵整,等.不同红掌品种在组培生产上的差异表现[J].北方园艺,2012(16):86-87.
- [5] 肖三元,梁国平,杨焱.红掌不同品种产生愈伤组织的差异[J].热带农业科技,2002,29(2):11-13.
- [6] 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.
- [7] 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(s3):52-56.
- [8] 郭贵贵,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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 牛瑞鹤,王晶,郑必平,等.红掌组培苗生根培养基的优化[J].安徽农业科学,2014,42(29):10088-10090,10101.
- [12] 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.
- [13] FADEL D, KINTZIOS S, ECONOMOU A S, et al. Effect of different strength of medium on organogenesis, phenolic accumulation and antioxidant activity of spearmint (*Mentha spicata*) [J]. Open Horticulture Journal, 2010(3):31-35.
- [14] 杜保国,杨途熙,魏安智,等.桉叶唐棣组织培养研究[J].西北植物学报,2005,25(2):400-404.
- [15] 王瑛华,陈雄伟,陈刚,等.蔓性蝴蝶草叶片的组织培养及植株再生[J].北方园艺,2011(20):121-124.
- [16] 王瑛华,石秋英,陈雄伟,等.二花蝴蝶草的组织培养及植株再生[J].广西植物,2015,35(2):250-254.
- [17] 刘用生,李友勇.植物组织培养中活性炭的使用[J].植物生理学通讯,1994,30(3):214-217.
- [18] 王瑛华,陈刚,陈雄伟.蓝猪耳叶片高频率再生体系的建立[J].肇庆学院学报,2007,28(2):58-61.
- [19] 李合生.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2002:254-255.
- [20] 石兰英,金建丽,于爽,等.活性炭对火鹤不定芽生根作用的研究[J].安徽农业科学,2012,40(18):9603-9606.