

# 朱顶红‘糖果仙女’组培快繁技术研究

张力<sup>1,3</sup>, 杨吉龙<sup>1,3</sup>, 邓玮乐<sup>2</sup>, 李卫东<sup>1,3</sup>, 黄国林<sup>1,3</sup>,  
唐桂梅<sup>1,3</sup>, 刘洋<sup>1,3</sup>, 何涛<sup>1,3</sup>, 符红艳<sup>1,3\*</sup>

(1. 湖南省园艺研究所, 湖南长沙 410125; 2. 湖南农业大学园艺学院, 湖南长沙 410128;  
3. 园林花卉种质创新与综合利用湖南省重点实验室, 湖南长沙 410125)

**摘要:**【目的】通过对朱顶红‘糖果仙女’的鳞茎进行组培快繁技术优化研究, 初步建立朱顶红‘糖果仙女’无菌培养体系, 为朱顶红优质种球的高效培育提供理论依据, 为进一步提升朱顶红的产业化生产水平奠定基础。【方法】以朱顶红‘糖果仙女’鳞茎为材料, 采用不同的消毒时间、不同培养基配方等, 探讨不同因素对朱顶红‘糖果仙女’外植体消毒、芽诱导、增殖及生根等的影响。【结果】不同的消毒时长对朱顶红‘糖果仙女’鳞茎的消毒效果存在差异, 当以75%酒精消毒时间60 s, 2% NaClO溶液消毒12 min时, 鳞茎的存活率最高, 为73.3%; 在不同培养基的激素配比中, 鳞茎芽诱导培养基以MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+2.0 mg/L TDZ+1 g/L AC的诱导效果最好, 诱导率达到75.32%; 增殖培养基以MS+2.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+1.0 mg/L TDZ+1 g/L AC的增殖效果最好, 增殖系数为5.28; 生根培养基以MS+0.5 mg/L IBA+1.0 mg/L NAA+1 g/L AC的生根效果最好, 平均生根数5.6条, 平均生根长度6.4 cm, 生根率达到了96.42%。【结论】朱顶红‘糖果仙女’无菌培养体系最适宜消毒方式为75%酒精消毒60 s+2% NaClO溶液消毒12 min; 最适宜鳞片小鳞茎芽诱导培养基为MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+2.0 mg/L TDZ+1 g/L AC; 增殖培养基为MS+2.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+1.0 mg/L TDZ+1 g/L AC; 生根培养基为MS+0.5 mg/L IBA+1.0 mg/L NAA+1 g/L AC。

**关键词:** 朱顶红; 鳞茎; 诱导; 组培; 植物激素

中图分类号: Q943.1; S682.31

文献标志码: A

文章编号: 2095-7300(2025)01-0044-07

## Research on Tissue Culture and Rapid Propagation Technique of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’

ZHANG Li<sup>1,3</sup>, YANG Jilong<sup>1,3</sup>, DENG Weile<sup>2</sup>, LI Weidong<sup>1,3</sup>, HUANG Guolin<sup>1,3</sup>,  
TANG Guimei<sup>1,3</sup>, LIU Yang<sup>1,3</sup>, HE Tao<sup>1,3</sup>, FU Hongyan<sup>1,3\*</sup>

(1. Hunan Horticultural Research Institute, Changsha 410125, China; 2. College of Horticulture, Hu'nan Agricultural University, Changsha 410128, China; 3. Hunan Key Lab of Ornamental Plant Germplasm Innovation and Utilization, Changsha 410125, China)

收稿日期: 2024-08-31

基金项目: 湖南省重点研发计划(2021NK2008); 湖南省农业科技创新资金项目(2024CX30)

作者简介: \*为通信作者, 符红艳, 博士, 助理研究员, 研究方向: 观赏植物种质资源与遗传育种技术, E-mail: 584363060@qq.com; 张力, 博士, 副研究员, 研究方向: 观赏植物栽培生理与生物技术, E-mail: 327427448@qq.com。

引文格式: 张力, 杨吉龙, 邓玮乐, 等. 朱顶红‘糖果仙女’组培快繁技术研究[J]. 湖南生态科学学报, 2025, 12(1): 44-50. ZHANG L, YANG J L, DENG W L, et al. Research on tissue culture and rapid propagation technique of *hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’ [J]. Journal of Hunan Ecological Science, 2025, 12(1): 44-50.

**Abstract:** [Objective] Through the study on the tissue culture and rapid propagation of the bulbs of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’, the aseptic culture system was established, to provide a theoretical basis for the efficient breeding of high-quality bulbs of *H. vittatum*, and lay a foundation for further promoting the industrialization production of *H. vittatum*. [Method] The bulbs of *H. vittatum* ‘Candy Nymph’ were used as materials, and different disinfection time and culture media were used, to investigate the effects of different factors on disinfection, shoot induction, proliferation and rooting of *H. vittatum* ‘Candy Nymph’. [Result] The disinfecting effects of different disinfecting time on the bulbs of *H. vittatum* ‘Candy Nymph’ were different. When the disinfecting time was 60 s with 75% alcohol and 12 min with 2% NaClO, the survival rate of the bulbs was the highest, being 73.3%; Among the different media, the induction rate of bulb bud induction medium with MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+2.0 mg/L TDZ+1 g/L AC was the best, reaching 75.32%; MS+2.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+1.0 mg/L TDZ+1 g/L AC was the best medium for proliferation, and the proliferation coefficient was 5.28; The best rooting medium was MS+0.5 mg/L IBA+1.0 mg/L NAA+1 g/L AC, with an average rooting number of 5.6, an average rooting length of 6.4 cm and a rooting rate of 96.42%. [Conclusion] The most suitable disinfection method for the sterile culture system of *H. vittatum* ‘Candy Nymph’ was 75% alcohol disinfection for 60 seconds+2% NaClO solution disinfection for 12 minutes; The optimum medium for bulblet induction was MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+2.0 mg/L TDZ+1 g/L AC. The proliferation medium was MS+2.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+1.0 mg/L TDZ+1 g/L AC, and the rooting medium was MS+0.5 mg/L IBA+1.0 mg/L NAA+1 g/L AC.

**Keywords:** *Hippeastrum vittatum*; bulb; induction; tissue culture; plant hormones

朱顶红 (*Hippeastrum vittatum*), 别名朱顶兰、孤挺花、百枝莲和喇叭花, 是石蒜科朱顶红属多年生球根花卉, 其花大色艳、花型独特、花色繁多、叶片修长。其既是园林应用的景观花卉, 又是重要的盆花、切花, 极具观赏价值, 且深受消费者青睐<sup>[1-3]</sup>。目前, 国外对于朱顶红的相关研究, 主要集中在栽培技术、品种培育、离体快繁和病虫害防治等领域<sup>[4]</sup>。我国朱顶红商品化栽培起步较晚, 繁殖技术相对落后, 生产所用的优质种球绝大部分依赖进口, 以至于生产成本居高不下<sup>[5]</sup>。因此, 种球的国产化尤为重要<sup>[6]</sup>。由于朱顶红自花不实, 自然繁殖效率较低, 目前主要通过分球、扦插和播种等方式进行繁殖<sup>[7-9]</sup>。而分球繁殖的速度慢、繁殖系数较低, 难以满足市场需求, 且长期的无性繁殖也容易积累和传播病毒<sup>[10]</sup>; 扦插繁殖需要大量的种球且种球切割操作难度较大、切片容易腐烂, 风险高, 所需时间长, 易受季节影响<sup>[11]</sup>; 朱顶红品种多为杂交种, 自交后性状容易发生分离, 不能保持母株的优良性状, 尤其是重瓣型的品种大多没有子房, 不能获取种子。因此, 播种繁殖很少应用于商业化种苗的生产<sup>[12]</sup>。

而组织培养技术是朱顶红快繁最有效的方法

之一, 繁殖过程中不易受病虫和环境胁迫的危害<sup>[13-14]</sup>。

在朱顶红组织培养的相关研究中, 张亚玲<sup>[15]</sup>在外植体的筛选中, 发现花器和嫩叶的诱导率很低, 而鳞茎是最佳材料之一。张慧等<sup>[16]</sup>分别从花梗和花托中诱导出小鳞茎。邵素娟等<sup>[17]</sup>的研究表明, 朱顶红无菌苗的小鳞茎, 具有再次切割后依然能诱导出芽的能力, 而叶片却只能诱导出愈伤组织。鲁娇娇等<sup>[18]</sup>以朱顶红‘花孔雀’和‘黑天鹅’的鳞片为外植体, 研究诱导的最适宜培养条件, 结果表明鳞片基部诱导速率快、效果最好, 诱导率分别为 81.81% 和 68.75%。由此可见, 利用组培快繁技术是改善和提高朱顶红繁殖质量和数量的有效途径。但由于朱顶红品种间的差异大, 植物生长调节剂的选择对于组培快繁的影响也较大。因此, 朱顶红的组培快繁技术体系还不能满足规模化生产和市场推广的需求, 还需进一步的研究。

本试验以朱顶红‘糖果仙女’鳞茎为材料进行组培快繁技术优化研究, 以期建立朱顶红‘糖果仙女’组培快繁体系, 为促进朱顶红产业化发展提供理论借鉴, 对其种苗快繁和分子育种遗传转化体系的建立具有重要指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料取自湖南省园艺研究所花卉基地种植的荷兰朱顶红品种‘糖果仙女’,直径为10 cm以上的健壮饱满鳞茎。

### 1.2 试验方法

本试验以MS(添加蔗糖30 g/L,琼脂7 g/L)为基本培养基,pH为5.8,高压灭菌锅121 ℃,灭菌20 min。组培室温度为25 ℃±1 ℃,每天光照为14 h,光照强度为1 500~2 000 lx。

#### 1.2.1 外植体的处理

取直径10 cm以上的,生长健壮无病虫害的朱顶红‘糖果仙女’种球鳞茎,剥去外层干枯、褐化的鳞片,切除鳞茎盘上的根系,并将鳞茎纵向对切成2块,用洗洁精清洁材料表面及鳞片之间的缝隙,流水冲洗1 h,用滤纸吸干水分,放置于超净工作台备用。

#### 1.2.2 外植体的消毒

将处理好的外植体,采用不同的消毒方式进行处理,先用75%的酒精进行浸泡消毒(分别浸泡30、60和90 s),用无菌水冲洗3~4次;再用2%的NaClO溶液进行浸泡消毒(分别浸泡8、10、12、14和16 min),用无菌水冲洗3~4次。在清洗和消毒的过程中反复进行振荡。消毒完成后,用无菌滤纸吸干外植体表面的水分,取带鳞茎盘部分切成1.0 cm左右的小方块接种到培养基中,每个处理接种10瓶,每瓶接种1个材料,重复3次,并放入组培室培养,45 d后观察并统计存活率及污染率。

#### 1.2.3 鳞片小鳞茎芽的诱导

通过4因素3水平的正交设计L9(3<sup>4</sup>)优化培养基配方。诱导培养基以MS(添加蔗糖30 g/L,琼脂7 g/L)为基本培养基,添加不同浓度的6-BA、NAA、TDZ、AC(见表1),分析这4种因素对小鳞茎芽诱导的影响,筛选出最优试验组合方案。每个处理接种10瓶,重复3次,并放入组培室培养,45 d后观察鳞片诱导情况,筛选出最佳诱导培养基。

#### 1.2.4 增殖培养

将初代培养诱导的朱顶红‘糖果仙女’小鳞茎丛芽,切成1.0 cm×1.0 cm带鳞茎盘的小芽块,并接入增殖培养基中。增殖培养以MS(添加蔗糖30 g/L,琼脂7 g/L,AC 1 g/L)为基本培养基,添加不同浓度

的6-BA、NAA、TDZ(见表2),进行3因素3水平正交设计L9(3<sup>3</sup>)优化试验组合,分析这3种因素对增殖培养的影响,筛选出最优试验组合方案。每个处理接种10瓶,重复3次,并放入组培室培养,45 d后观察、记录并筛选出最佳增殖培养基。

表1 朱顶红‘糖果仙女’鳞片小鳞茎芽诱导培养基的正交设计

Table 1 Orthogonal design of the medium for inducing bulblets from the scales of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’

水平	因素			
	6-BA/ (mg/L)	NAA/ (mg/L)	TDZ/ (mg/L)	AC/ (g/L)
1	1.0	0.5	1.0	0.2
2	2.0	1.0	2.0	0.5
3	3.0	1.5	3.0	1.0

表2 朱顶红‘糖果仙女’鳞片小鳞茎芽增殖培养基的正交设计

Table 2 Orthogonal design of the medium for the propagation of the bulb buds from the scales of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’

水平	因素		
	6-BA/(mg/L)	NAA/(mg/L)	TDZ/(mg/L)
1	1.0	0.5	1.0
2	1.5	1.0	1.5
3	2.0	1.5	2.0

#### 1.2.5 生根培养

将继代增殖长出的朱顶红‘糖果仙女’小鳞茎(直径为1 cm左右)进行分离,接种到生根培养基中。以MS(添加蔗糖30 g/L,琼脂7 g/L,AC 1 g/L)为基本培养基,添加不同浓度的IBA(0.2、0.5和1.0 mg/L)、NAA(0.2、0.5和1.0 mg/L)。每个处理接种10瓶,重复3次,并放入组培室培养,45 d后观察根系生长状况并统计生根率,筛选出最佳的生根培养基。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同消毒时间对朱顶红‘糖果仙女’鳞茎消毒效果的影响

在同样使用75%酒精与2% NaClO溶液对朱

顶红‘糖果仙女’鳞茎进行消毒处理的情况下,不同的消毒时长对外植体的消毒效果存在差异(见表3)。从污染方面来看,随着消毒时间的延长,污染数逐渐减少,污染率逐渐降低,当消毒时间处在B5与C5组时,污染率最低,仅为13.3%。从存活

方面来看,当消毒时间处在B3组时,外植体的存活率最高,为73.3%。因此,综合考虑污染率和存活率,选用75%酒精消毒60 s+2% NaClO溶液消毒12 min是朱顶红‘糖果仙女’鳞茎组织培养最适宜的消毒方案。

表3 不同消毒时间处理朱顶红‘糖果仙女’鳞茎的消毒效果和存活情况

Table 3 The influence of different disinfection durations on the disinfection efficacy and survival of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’

编号	75%酒精 消毒时间/s	2% NaClO 消毒时间/min	接种数/瓶	污染数/瓶	存活数/瓶	污染率/%	存活率/%
A1	30	8	30	23	6	76.7	20.0
A2	30	10	30	16	8	53.3	26.7
A3	30	12	30	13	12	43.3	40.0
A4	30	14	30	11	13	36.7	43.3
A5	30	16	30	8	16	26.7	53.3
B1	60	8	30	18	8	60.0	26.7
B2	60	10	30	9	13	30.0	43.3
B3	60	12	30	6	22	20.0	73.3
B4	60	14	30	5	20	16.7	66.7
B5	60	16	30	4	17	13.3	56.7
C1	90	8	30	15	7	50.0	23.3
C2	90	10	30	8	12	26.7	40.0
C3	90	12	30	6	18	20.0	60.0
C4	90	14	30	5	16	16.7	53.3
C5	90	16	30	4	15	13.3	50.0

## 2.2 不同的激素对比对朱顶红‘糖果仙女’鳞片小鳞茎芽诱导的影响

将朱顶红‘糖果仙女’鳞片接种于诱导培养基中,7 d后观察,发现鳞片开始膨大增厚,颜色由米白色转变为米绿色,部分切口的边缘呈现出淡褐色,30 d左右,鳞片的基部或者切口边缘开始形成1个或多个淡黄色的小突起,45 d后鳞片形成白色小球或绿色小芽,如图1所示。

由正交实验分析(表4),发现培养基的不同激素对比对朱顶红‘糖果仙女’鳞茎芽诱导的影响不同,所选择的4个因素按主次排序为:NAA>6-BA>TDZ>AC。由此可见,NAA对试验结果有显著影响,较高浓度的NAA更利于外植体诱导率的增加。由



图1 诱导培养基的状况

Figure 1 The condition of induction medium seedlings

$k$ 值可知,6-BA以第1个水平最佳,NAA以第3个水平最佳,TDZ以第2个水平最佳,AC以第3个水

平最佳。即朱顶红‘糖果仙女’鳞茎诱导的最适培养基配方:MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+2.0 mg/L TDZ+1 g/L AC。

表4 不同激素配比对朱顶红‘糖果仙女’鳞片小鳞茎芽诱导率的影响

Table 4 The effect of different hormone combinations on the induction rate of bulblets in the scales of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’

处理	6-BA/ (mg/L)	NAA/ (mg/L)	TDZ/ (mg/L)	AC/ (g/L)	诱导率/%
1	1	1	1	1	52.06
2	2	2	2	1	62.69
3	3	3	3	1	65.41
4	1	2	3	2	58.13
5	2	3	1	2	70.68
6	3	1	2	2	50.43
7	1	3	2	3	75.32
8	2	1	3	3	49.35
9	3	2	1	3	43.6
$k_1$	61.84	50.61	55.45	60.05	
$k_2$	60.91	54.81	62.81	59.75	
$k_3$	53.15	70.47	57.63	56.09	
$R$	8.69	19.86	7.37	3.96	

注: $k$ 值为各浓度水平均值; $R$ 为极差值。

### 2.3 不同培养基配方对朱顶红‘糖果仙女’丛芽增殖的影响

将丛芽切割后转到增殖培养基中,7 d后观察,发现新的丛芽长高长大,20 d左右,叶子膨胀,苗茎变粗,并形成小植株,健壮成长,如图2所示。

由正交实验分析(表5),发现培养基的不同激素配比对朱顶红‘糖果仙女’丛芽增殖的影响不同,所选择的3个因素按主次排序为:6-BA>NAA>TDZ。由此可见,6-BA与NAA对试验结果有显著影响,其中6-BA对朱顶红‘糖果仙女’丛芽增殖效果的影响最大。由 $k$ 值可知,6-BA以第3个水平最佳,NAA以第3个水平最佳,TDZ以第1个水平最佳。即朱顶红‘糖果仙女’丛芽增殖的最适培养基配方:MS+2.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+1.0 mg/L TDZ+1 g/L AC。



图2 增殖培养基的状况

Figure 2 The condition of proliferation medium seedlings

表5 不同激素配比对朱顶红‘糖果仙女’丛芽增殖的影响  
Table 5 The effect of different hormone combinations on the proliferation of buds of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’

处理	6-BA/ (mg/L)	NAA/ (mg/L)	TDZ/ (mg/L)	空白列	增殖系数
1	1	1	1	1	2.95
2	1	2	2	2	3.41
3	1	3	3	3	3.54
4	2	1	2	3	4.02
5	2	2	3	1	3.52
6	2	3	1	2	5.23
7	3	1	3	2	3.85
8	3	2	1	3	4.57
9	3	3	2	1	5.28
$k_1$	3.30	3.61	4.25		
$k_2$	4.26	3.83	4.24		
$k_3$	4.57	4.68	3.64		
$R$	1.27	1.08	0.61		

注: $k$ 值为各浓度水平均值; $R$ 为极差值。

### 2.4 不同培养基配方对朱顶红‘糖果仙女’生根的影响

经过增殖后的朱顶红‘糖果仙女’小鳞茎,接种到生根培养基中(见表6、图3)。在生根培养基S1-S9的处理中,随着NAA浓度的增加,生根率逐渐增高。综合考虑生根的数量和质量,认为S8的生根效果最好,平均生根数5.6条,平均生根长度6.4 cm,生根率达到了96.42%。由此可见,MS+0.5 mg/L

IBA+1.0 mg/L NAA+1.0 g/L AC,是朱顶红‘糖果仙女’鳞片小鳞茎芽生根的最适宜培养基。

表6 不同激素配比对朱顶红‘糖果仙女’丛芽生根的影响

Table 6 The effect of different hormone proportion on the rooting of *Hippeastrum vittatum* ‘Candy Nymph’

生根培养基	IBA/(mg/L)	NAA/(mg/L)	平均生根数/条	平均生根长度/cm	生根率/%
S1	0.2	0.2	3.6	2.8	62.78
S2	0.5	0.5	4.9	5.2	80.54
S3	1.0	1.0	5.1	5.8	90.36
S4	0.2	1.0	4.8	5.1	85.25
S5	0.5	0.2	4.2	4.5	73.22
S6	1.0	0.5	4.1	4.2	78.42
S7	0.2	0.5	4.7	4.7	75.40
S8	0.5	1.0	5.6	6.4	96.42
S9	1.0	0.2	3.8	3.6	67.17



图3 生根培养基苗的状况

Figure 3 The condition of rooting medium seedlings

### 3 讨论与结论

外植体的消毒处理是有效提高外植体接种存活率的关键因素。由于朱顶红的鳞茎常年埋于泥土之中,会携带一些微生物与细菌。因此,需要筛选出最合适的消毒方法,以便接种更多的无菌苗。本试验研究中,选用75%酒精+2% NaClO进行朱顶红‘糖果仙女’鳞茎的消毒处理。试验发现,外植体的污染率会随着时间的增长而降低,这可能是由于灭菌的时间较短,无法彻底消灭其所携带的病毒和病菌,从而导致外植体有较高的污染率。而用75%乙醇消毒90 s后,再以2% NaClO消毒时,会因为消

毒时间过长,使外植体在污染率降低的同时,存活率也明显降低。因此,综合考虑污染率和存活率,选用75%酒精消毒60 s+2% NaClO溶液消毒12 min是朱顶红‘糖果仙女’鳞茎组织培养最适宜的消毒方法。这也说明了朱顶红每个品种之间存在差异性,其最佳消毒处理方法也会因品种而异。

植物激素和生长调节剂的种类和浓度是影响植物组织培养的主要因素<sup>[19]</sup>。有研究表明,对于朱顶红不定芽诱导的最佳配方应用最多的是NAA(1.0 mg/L)和6-BA(2.0 mg/L)配合使用的培养基,而且其激素配比也因朱顶红不同品种呈现出不同的影响效果<sup>[20-21]</sup>。近年来,TDZ在朱顶红属植物中常与6-BA和NAA搭配使用<sup>[3,9]</sup>。AC具有吸附作用,会吸附一些植物必需的化合物。其在离体培养中可以促进培养物的生长分化,也可以促进鳞茎的膨大,同时还可以有效抑制褐化现象,现已广泛应用<sup>[22]</sup>。在试验中,通过对6-BA、NAA、TDZ和AC的不同交叉配比试验发现,MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+2.0 mg/L TDZ+1 g/L AC培养基的诱导率最高,达到75.32%,鳞片生长状况良好,不定芽的颜色翠绿,结构紧密。从不同植物生长调节剂的种类与浓度对丛芽增殖的影响来看,加入较高浓度的6-BA、NAA时,通常能促进大量的细胞增殖,而低浓度的TDZ对于丛芽的增殖有明显效果。试验中,MS+2.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+1.0 mg/L TDZ+1 g/L AC培养基的增殖效果最好,增殖系数为5.28。根据前人对朱顶红增殖培养基的研究,发现在朱顶红不定芽增殖试验中应用最多的激素组合是6-BA和NAA<sup>[23-24]</sup>。生根培养作为离体培养中重要环节,主要是通过IBA和NAA进行调控。刘铎等<sup>[25]</sup>研究表明,MS+1 mg/L NAA是朱顶红最佳的生根培养基。刘群龙等<sup>[26]</sup>研究表明,1/2 MS+0.1 mg/L NAA+2.0 g/L AC是最适合朱顶红鳞茎生根的培养基。试验发现,随着NAA浓度的增加,生根率逐渐升高。MS+0.5 mg/L IBA+1.0 mg/L NAA+1 g/L AC培养基的生根效果最好,平均生根数5.6条,平均生根长度6.4 cm,生根率达到了96.42%。由此可见,由于朱顶红品种之间存在的差异性,不同激素和生长调节剂的种类、浓度、配比也会产生不同影响。

本研究通过朱顶红‘糖果仙女’鳞片小鳞茎诱导,建立了一套较完善的组培快繁体系,即先筛选出最适宜消毒方式为75%酒精消毒60 s+2%

NaClO 溶液消毒 12 min;然后将小鳞茎块在 MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+2.0 mg/L TDZ+1 g/L AC 的诱导培养基上培养形成丛芽;再将丛芽切割后转入 MS+2.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+1.0 mg/L TDZ+1 g/L AC 的增殖培养基继续培养;经过增殖后的丛芽,转入 MS+0.5 mg/L IBA+1.0 mg/L NAA+1 g/L AC 的生根培养基进行生根培养,最后得到健壮的生根苗。

#### 参考文献:

- [1] 包满珠. 花卉学[M]. 2版. 北京:中国农业出版社,2003.
- [2] 汪华清,高欢欢,朱秀鹏,等. 朱顶红在华南地区的栽培技术与园林应用[J]. 安徽农学通报,2019,25(17):41-43,96.
- [3] 张梦迪. 基于不同外植体的朱顶红‘Blossom Peacock’和‘Royal Velvet’高效离体再生[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2019.
- [4] 黄晓晗. 朱顶红‘火焰孔雀’组织培养体系研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2022.
- [5] 希吉日,田欣,金牧兰,等. 基于朱顶红愈伤组织途径诱导形成原球茎的研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(13):51-54.
- [6] 成海钟. 朱顶红种球国产化的实践探索与前景展望[J]. 农业科技与信息(现代园林),2014,11(8):5.
- [7] 曹荣祥,高年春,张晓燕,等. 进口朱顶红种子繁殖及栽培技术研究[J]. 江苏农业科学,2006,34(6):273-274.
- [8] 原雅玲,张延龙,赵锦丽,等. 朱顶红鳞茎切块的繁殖方法[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(9):108-112.
- [9] 鲁娇娇,严瑞,何香杉,等. 朱顶红‘Red Lion’胚性愈伤组织诱导及体细胞胚发生[J]. 园艺学报,2016,43(12):2451-2460.
- [10] 马媛媛,吴沙沙,焦雪辉,等. 朱顶红的栽培与应用[J]. 农业工程技术(温室园艺),2010,30(8):55-61.
- [11] 邓莎. 朱顶红和威尼替舞花姜及盐桦的组织培养研究[D]. 广州:仲恺农业工程学院,2019.
- [12] AMANI S. Micropropagation of *Hippeastrum hybridum*[J]. Cumhuriyet University Faculty of Science Journal,2015,36(4):594-605.
- [13] 沈苗苗,于晓南. 朱顶红组织培养研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2011(10):135-138.
- [14] ZHANG Y,BOZOROV T A,LI D X,et al. An efficient *in vitro* regeneration system from different wild apple (*Malus sieversii*) explants[J]. Plant Methods,2020,16:56.
- [15] 张亚玲. 朱顶红(*Amaryuis vittata* Ait)组织培养最佳繁殖途径的研究[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2005.
- [16] 张慧,罗珍珍,解晓旭,等. 朱顶红愈伤组织诱导及增殖发育体系的建立及优化[J]. 山东林业科技,2018,48(6):17-20.
- [17] 邵素娟,史益敏. 朱顶红小鳞茎切割繁殖及其影响因素[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2008,26(1):5-8.
- [18] 鲁娇娇,张梦迪,孙红梅. 朱顶红花孔雀和黑天鹅离体快繁技术体系的建立[J]. 沈阳农业大学学报,2020,51(4):488-493.
- [19] 李莺,李星,李生玲,等. ‘黄天霸’百合花器官愈伤组织诱导及植株再生[J]. 热带作物学报,2013,34(8):1507-1512.
- [20] 孙红梅,宋利娜. 大花朱顶红鳞茎不定芽的诱导[J]. 中国农学通报,2010,26(14):247-250.
- [21] 邹水平,郭翔,袁嘉铭,等. 朱顶红组培苗小鳞茎切割诱导新植株技术研究[J]. 湖南农业科学,2018(4):5-7.
- [22] 裴东升. 植物生长调节剂对朱顶红不定芽诱导影响的研究[J]. 山西农业科学,2008,36(6):62-63.
- [23] 张松,达克东,曹辰兴,等. 朱顶红离体培养快速繁殖体系及胚状体发生[J]. 园艺学报,2002,29(3):285-287.
- [24] 田松青,朱旭东,成海钟,等. 朱顶红不同繁殖方法比较研究[J]. 江苏农业科学,2008,36(5):153-156.
- [25] 刘铎,梁树乐. 朱顶红快繁无菌体系建立的研究[J]. 现代园艺,2018(3):23-25.
- [26] 刘群龙,段国锋,周兰. 朱顶红鳞茎芽诱导及植株再生体系的建立[J]. 西北植物学报,2007,27(12):2551-2554.

责任编辑:蒋一锄  
英文校对:王芬