

# 黄色马蹄莲组培快繁体系研究

邵果园<sup>1</sup>, 邬玉芬<sup>2</sup> (1. 浙江农林大学农业与食品科学学院园艺系, 浙江临安 311300; 2. 宁海县林特技术推广总站, 浙江宁海 315600)

**摘要** [目的]研究黄色马蹄莲的组培快繁体系。[方法]以黄色马蹄莲(*Zantedeschia elliotiana* Engler)块茎为外植体,系统研究黄色马蹄莲离体再生体系。[结果]块茎最佳消毒方法为0.1%升汞处理20 min后接入附加抗生素的培养基培养,无菌率高达93.33%;侧芽萌发与愈伤组织诱导的最佳培养基为MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+蔗糖30 g/L,侧芽萌发的数量多且产生的愈伤组织质量好;最佳继代培养基为MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L+蔗糖30 g/L,增殖系数达4.73,且产生的芽苗生长健壮;最佳生根培养基为1/2MS+IBA 0.4 mg/L+蔗糖20 g/L,根系生长快而健壮,生根率达100%;最佳移栽基质为腐质土:椰糠:珍珠岩=1:1:2(V/V/V),移栽成活率达98%,移栽苗长势良好。[结论]该研究为黄色马蹄莲组培快繁最佳培养条件和培养方法的确定提供了理论和试验依据。

**关键词** 黄色马蹄莲;组织培养;快速繁殖

中图分类号 S682.2<sup>+</sup>84 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)17-07448-03

## Study on Tissue Culture and Rapid Propagation System of *Zantedeschia elliotiana* Engler

SHAO Guo-yuan et al (School of Agriculture and Food Science, Zhenjiang Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300)

**Abstract** [Objective] The paper was to study the tissue culture and rapid propagation system of *Zantedeschia elliotiana* Engler. [Method] Using tubers of *Z. elliotiana* Engler as explants, the regeneration system in vitro of *Z. elliotiana* Engler was studied. [Result] The best method of disinfection for tubers was soaked in 0.1% HgCl<sub>2</sub> and moved into the medium with antibiotic after 20 min, then the sterile rate was as high as 93.33%; the best medium of lateral bud germination and callus induction was MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+ sucrose 30 g/L with high number of lateral bud and good quality of callus; the best subculture medium was MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L+ sucrose 30 g/L with the proliferation coefficient of 4.73, and the bud seedlings grew robust; the best rooting medium was 1/2MS+IBA 0.4 mg/L+ sucrose 20 g/L with the rooting rate of 100%, and the root grew fast and robust; the best transplanting matrix was humus soil: coconut husk: perlite = 1:1:2(V/V/V) with the transplanting survival rate of 98%, and the transplanting seedlings grew well. [Conclusion] The study provided theoretical and experimental basis for the determination of the best culture conditions and culture methods of tissue culture and rapid propagation of *Z. elliotiana* Engler.

**Key words** *Zantedeschia elliotiana* Engler; Tissue culture; Rapid propagation

彩色马蹄莲是黄色马蹄莲(*Zantedeschia elliotiana* Engler)和红色马蹄莲(*Zantedeschia rehmannii* Engler)的总称,属天南星科(Araceae)马蹄莲属(*Zantedeschia*)球根花卉<sup>[1]</sup>,其色彩艳丽、形态高雅,不仅是切花中的佼佼者,也是盆花栽培的佳品,被公认为21世纪的“花卉之星”,具有很大的开发价值和极大的市场发展潜力<sup>[2-3]</sup>。

目前,我国对马蹄莲和彩色马蹄莲组织培养快速繁殖的研究尚未成熟,组培快繁初代培养中存在污染率高<sup>[4]</sup>、试管苗移栽成活率低<sup>[5]</sup>等问题,直接影响其工厂化生产。因此,该试验在前人研究的基础上,以黄色马蹄莲块茎为外植体,对外植体的消毒、侧芽和愈伤组织的诱导、继代增殖培养、试管内生根诱导和幼苗移栽管理等方面进行了系列的研究和探讨,旨在为黄色马蹄莲组培快繁适宜培养条件和培养方法的确定提供理论和试验依据。

## 1 材料与与方法

**1.1 材料** 供试材料为黄色马蹄莲奇妙(Black Magic)种球,实验室保存。

## 1.2 方法

**1.2.1 材料预处理。**在栽培地中选取开花良好的黄色马蹄莲植株,待花谢后挖出球茎,洗净泥土,自然晾干,用100 mg/L GA<sub>3</sub>浸泡3 h,促进芽眼的萌发,20 d左右芽眼萌动。对已萌芽的种球,用软毛刷刷洗并用刀片刮去表面褐色皮层

后,置于中性洗涤剂溶液中浸泡15 min,自然水下冲洗1 h后,挖取0.5 cm<sup>2</sup>的芽眼块,备用。

### 1.2.2 外植体材料的灭菌。

**1.2.2.1** 0.1%升汞处理不同时间的消毒效果。在超净工作台上,将芽眼块在无菌瓶中用70%酒精漂洗15 s,再用0.1%升汞浸泡10~25 min,无菌水漂洗3次,接种于MS培养基上,10 d后观察统计外植体的污染率和返绿率,比较不同处理时间的消毒效果,找出适宜的升汞处理时间。0.1%升汞浸泡时间设置为10、15、20、25 min,每处理20个芽。

**1.2.2.2** 培养基中附加不同抗生素的处理比较。按“1.2.2.1”中得出的最佳升汞处理时间进行外植体消毒后,将其接种至附加抗生素的MS培养基中,培养15 d后观察统计外植体的污染率和生长情况。比较不同抗生素处理的抑菌效果,筛选出降低黄色马蹄莲初代培养中污染率的适宜方法。

抗生素采用制菌效果较好的羧卡青霉素和有广谱抗性的制霉菌素。将抗生素混入经高压灭菌的培养基中,使抗生素在培养基中的最终浓度分别为:只加羧卡青霉素10、20和30 mg/L;同时加羧卡青霉素和制霉菌素10 mg/L+10 mg/L、20 mg/L+20 mg/L和30 mg/L+30 mg/L。以不加任何抗生素的MS培养基为对照处理(CK)。每处理各接种10瓶,每瓶3个芽。

**1.2.3** 芽眼的萌发与愈伤组织诱导。按试验“1.2.2.1”方法,将生长一致的无菌芽眼(0.5 cm<sup>2</sup>)接入附加NAA和6-BA的MS培养基上,观测侧芽的萌发和愈伤组织的诱导情况,30 d后调查统计愈伤组织的诱导率和愈伤组织的质量,筛选出以芽眼为外植体诱导侧芽的萌发和形成愈伤组织的最佳培

基金项目 浙江农林大学科研发展基金预研项目(2010FK038)。  
作者简介 邵果园(1978-),女,浙江金华人,副教授,从事园艺植物遗传育种教学与研究, E-mail: shaoguoyuan@zafu.edu.cn。  
收稿日期 2013-05-24

培养基。NAA 的浓度设置为 0.1 mg/L, 6-BA 浓度设 1.0、2.0、2.5、3.0 mg/L 4 个梯度, 每处理 30 个芽眼。

**1.2.4 芽苗的继代增殖培养。**将带有芽丛的愈伤组织切成  $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$  大小的小块转入含 6-BA 和 NAA 的 MS 培养基上进行增殖培养, 并让芽进一步分化成苗, 30 d 后调查统计愈伤组织的分化情况和不定芽的增殖芽数。

6-BA 浓度设定为 0.5、1.0、1.5、2.0 mg/L, NAA 浓度设定为 0.1、0.2、0.3 mg/L, 2 种激素进行两两组合, 每处理接种愈伤组织 30 块。

**1.2.5 试管苗壮苗与生根。**将增殖获得的丛芽分割成单芽, 在 MS 培养基上进行壮苗培养。取生长健壮, 高 3.0 ~ 4.0 cm 的组培苗, 接种至生根培养基上诱导生根。记录开始生根的时间, 第 15 天调查统计生根数、生根率、根的平均长度。生根培养基以 1/2MS 为基本培养基, 附加不同浓度的 IBA (分别设 0、0.2、0.4、0.6 mg/L 4 个浓度梯度), 蔗糖 (食用) 20 g/L, 卡拉胶 5.8 g/L, pH 5.8。每处理含培养芽苗 30 个。

**1.2.6 瓶苗移栽基质的选择。**将炼苗后的健壮苗从瓶内夹出, 洗净培养基后置于 0.1% 的多菌灵溶液中浸泡 1 ~ 2 h, 再行栽植。以腐质土、椰糠、珍珠岩 3 种基质按不同比例混合 (腐质土: 椰糠: 珍珠岩体积比分别为①1:1:1、②1:2:0、③1:2:1、④1:0:2、⑤1:1:2、⑥1:2:2), 用高压灭菌法进行基质的消毒。移栽前先将基质充分和湿, 然后用镊子或扁竹片, 将小苗根部轻轻埋入基质, 以刚盖过根部为度。栽种后淋足定根水。每处理 50 株生根苗, 移栽 15 d 后统计不同基质中小苗的成活率, 观测比较植株移栽前后的生长高度和叶片面积变化。

**1.2.7 移栽后的管理。**移栽后, 用塑料薄膜覆盖, 以保持环境的空气湿度, 如空气湿度不足, 可适当进行地面喷水, 1 周后可放小口通风, 以后风口可逐渐变大, 2 周后可完全揭开薄膜, 注意遮光。定期浇水, 保持土壤湿润, 每周用多菌灵溶液喷雾, 防治病害发生。移栽成活后, 每周配置好的无机营养液进行营养供给。经过 1 个月左右的管理, 即可定植。

**1.2.8 培养条件。**培养基 pH 均为 5.8; 培养温度 24 ~ 25 °C, 光照强度 1 500 ~ 2 000 lx, 光照时间 14 ~ 16 h/d。

## 2 结果与分析

**2.1 0.1% 升汞消毒时间对外植体的影响** 从表 1 可看出, 随着升汞消毒时间的延长, 外植体的污染率呈下降趋势, 但芽块的返绿率也明显下降。升汞处理黄色马蹄莲芽块时间过短 (少于 10 min), 外植体几乎全部污染, 基本不能起到灭菌的作用, 而若升汞处理时间在 25 min 以上, 虽然污染率降低, 但外植体的返绿率也很低。结合返绿率和污染率 2 个因素来考虑, 用 0.1% 升汞处理黄色马蹄莲芽块时间控制在 20 min 左右比较适宜, 有 60% 的返绿率和 45% 的无菌率。

**2.2 培养基中附加不同抗生素的处理比较** 从抗生素的抑菌试验来看, 采用抗生素对降低黄色马蹄莲外植体初代培养的污染率是有效的, 且效果明显。随着培养基中抗生素浓度的增加, 抑菌作用增强, 但对外植体的伤害也变大。与对照

相比可看出, 造成黄色马蹄莲外植体污染的来源主要是细菌污染, 少量是真菌污染, 培养基中单纯附加青霉素能有效抑制细菌的污染, 却无法抑制真菌引起的污染, 而青霉素结合制霉菌素处理, 不但可抑制细菌的生长, 同时能基本控制真菌的生长, 明显优于单独使用青霉素。从外植体的生长状况和污染率综合来看 (表 2), 培养基中附加青霉素 20 mg/L + 制霉菌素 20 mg/L 是降低黄色马蹄莲污染率的适宜组合。

表 1 0.1% 升汞消毒时间对外植体的影响

消毒时间 min	接种数	污染数	返绿数	污染率	无菌率	返绿率
				%	%	%
10	20	20	18	100	0	90
15	20	16	17	80	20	85
20	20	11	12	55	45	60
25	20	6	5	30	70	25

表 2 抗生素不同处理对控制污染的效果比较

编号	处理组合		接种数	污染数		污染率 %	生长表现
	青霉素 mg/L	制霉菌素 mg/L		真菌污 染数	细菌污 染数		
1	10	0	30	3	10	43.33	A
2	20	0	30	2	8	33.33	A
3	30	0	30	2	9	36.66	B
4	10	10	30	1	6	23.33	A
5	20	20	30	0	2	6.67	B
6	30	30	30	0	5	16.67	C
7	CK		30	3	13	53.33	A

注: A. 外植体生长正常, 颜色转绿; B. 外植体生长先缓慢后正常, 颜色变黄后慢慢转绿; C. 生长完全停止, 颜色变褐, 并逐渐死亡。

**2.3 6-BA 对侧芽萌发与愈伤组织诱导的影响** 在含 6-BA 的诱导培养基上, 约 10 d 后芽眼块基部开始膨大, 在芽眼的周围相继萌发芽点的同时, 芽块四周切口处开始出现突起, 继而出现大量愈伤, 一些愈伤继续分化产生绿色芽点, 芽点进一步生长为芽丛。表 3 数据表明, 培养基中不附加或附加低浓度 6-BA (浓度低于 1.0 mg/L) 无法刺激产生愈伤组织, 只在芽眼处萌发少量的芽点, 是为侧芽的萌动; 附加 6-BA 浓度在 1.5 ~ 3.0 mg/L 之间时, 随着 6-BA 浓度的增加, 愈伤组织产生的数量增多, 增殖速度快, 愈伤产生芽的数量先增加后减少; 在 6-BA 浓度达 2.0 mg/L 时, 产生的愈伤组织分化成芽的能力最强, 但在更高浓度下, 易产生玻璃化现象。结合产生愈伤组织的数量和愈伤产生芽的情况综合来看, MS + 6-BA 2.0 mg/L + NAA 0.1 mg/L 是最适宜的诱导培养基。同时, 在试验中还发现, 芽眼在该培养基上培养时侧芽萌动的数量为最多, 生长最好。

表 3 6-BA 对愈伤诱导与生长情况

6-BA mg/L	培养材 料数	形成愈 伤数量	愈伤生 长情况	愈伤产生丛 芽的情况
0	30	0	-	0
1.0	30	2	较好	极少
1.5	30	9	较好	少
2.0	30	30	好	多
2.5	30	30	好	较少
3.0	30	30	较好	少

**2.4 不同激素浓度组合对芽增殖的影响** 带芽丛的愈伤组织在6-BA浓度为0.5 mg/L、NAA 0.1~0.3 mg/L的情况下,基本无新愈伤的产生和芽丛的分化,仅见原有芽丛伸长、增高;在6-BA浓度为2.0 mg/L的组合中,愈伤组织可继续增殖,有大量芽点簇拥在愈伤组织周围,但芽丛增高速度极为缓慢;在6-BA浓度为1.0 mg/L的组合中,仅产生了少量新的愈伤,但在原有芽丛不断增高的同时,芽丛基部又分化出大量芽丛,可见6-BA浓度以1.0 mg/L对芽的增殖效果最好。从图1来看,黄色马蹄莲合适的继代增殖培养基是MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L,其诱导愈伤分化成芽和芽丛再分化产生的数量最多,生长速度最快,增殖系数最高(达4.73)。同时可看出,培养基附加的NAA在一定程度上起到了协助6-BA调节芽苗生长高度的作用。

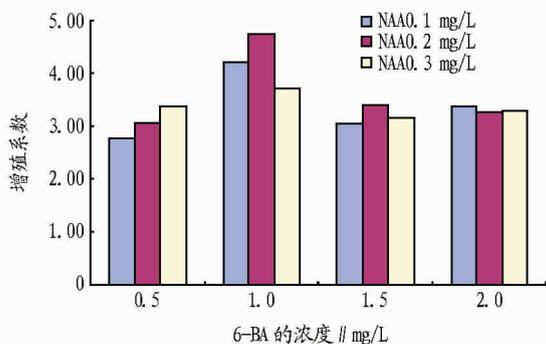


图1 不同激素浓度组合对芽增殖的影响

**2.5 不同浓度 IBA 对生根的影响** 将黄色马蹄莲的分化芽接入生根培养基,5 d 后基部切口处开始出现白色膨大,7~10 d 后陆续产生不定根,15 d 时根系平均长达1.9 cm。从试验来看,黄色马蹄莲的试管生根较易,在不加激素的1/2MS培养基中就有2/3的生根率,根系数量大但细弱;随着IBA浓度的增大,根逐步粗壮,生根率开始上升,IBA浓度达0.4 mg/L时生根率达100%,根系粗壮;当IBA浓度为0.6 mg/L时,芽苗基部出现愈伤组织,不利生根。从表4可看出,当

IBA浓度在0.4 mg/L时,7 d开始生根,生根所需时间最短,生根率高,根系生长较快且生长健壮,是黄色马蹄莲合适的生根培养基。

表4 不同 IBA 浓度对生根的影响

IBA 浓度 mg/L	培养 芽数	生根时 间//d	生根数	生根率 %	根平均 长度//cm
0	30	10	20	66.67	1.3
0.2	30	7	26	86.67	2.0
0.4	30	7	30	100	2.5
0.6	30	8	16	53.33	1.7

**2.6 不同基质对小苗成活率的影响** 从表5可看出,不同配比的混合基质对小苗的移栽成活影响较大。基质为腐质土:椰糠:珍珠岩=1:2:2时,混合基质保水性差,营养供给差,导致成活率较低,仅有68%;只用椰糠混合腐质土而不用珍珠岩,混合基质透气性差,或只用珍珠岩混合腐质土而不用椰糠,混合基质保水性差,小苗的成活率分别是72%和82%;腐质土:椰糠:珍珠岩=1:2:1时或腐质土:椰糠:珍珠岩=1:1:2时,混合基质疏松透气、具有合适的保水保肥能力,小苗的成活率分别达94%和98%。

表5 不同基质上小苗的成活率

序号	腐质土:椰 糠:珍珠岩	移栽株数	成活株数	成活率 %
①	1:1:1	50	38	76
②	1:2:0	50	36	72
③	1:2:1	50	47	94
④	1:0:2	50	41	82
⑤	1:1:2	50	49	98
⑥	1:2:2	50	34	68

从表6可看出,不同的移栽基质对移栽苗的生长有影响,富含营养、土质疏松、保水性好的基质,使植株生长旺盛,叶面积增加快。结合移栽苗的成活率和生长情况,可见黄色马蹄莲试管移栽的合适基质是腐质土:椰糠:珍珠岩=1:1:2。

表6 黄色马蹄莲移栽苗生长量

腐质土:椰 糠:珍珠岩	移栽时		移栽15 d			
	平均高度	平均叶片大小	平均高度	平均叶片大小	高生长量	叶片生长量
	cm	cm x cm	cm	cm x cm	cm	cm x cm
1:1:1	4.82	3.51 × 1.07	5.52	4.72 × 2.55	0.70	1.21 × 1.48
1:2:0	4.45	3.27 × 0.89	5.49	5.80 × 2.60	1.04	2.53 × 1.71
1:2:1	4.65	3.57 × 1.18	6.30	6.33 × 3.28	1.65	2.76 × 2.10
1:0:2	4.93	3.60 × 1.36	6.17	6.21 × 3.19	1.24	2.61 × 1.83
1:1:2	4.75	3.44 × 1.06	6.45	6.27 × 3.17	1.70	2.83 × 2.11
1:2:2	4.70	3.40 × 1.00	5.35	4.30 × 2.24	0.65	0.90 × 1.24

### 3 讨论

**3.1 降低黄色马蹄莲初代培养污染率的措施** 在组培过程中,初代培养成功与否是关键的一步<sup>[6]</sup>,黄色马蹄莲块茎长期生长于泥土,采用常规灭菌处理不能达到理想的灭菌效果,必须辅助杀菌剂的预处理或在培养基中附加抗生素的处理;杀菌剂预处理或附加抗生素的处理,两者都能很好的抑

制细菌的滋生,有效降低黄色马蹄莲初代的污染率,这与陈嫣嫣在彩色马蹄莲快繁技术及栽培措施研究中的结果是一致的<sup>[7]</sup>。比较而言,在培养基附加抗生素的抑菌效果更为有效,但其操作较用杀菌剂预处理麻烦。张寅玲等用含内生菌的红掌叶片和叶柄为外植体,培养基中附加抗生素来抑制杂

- in Antioxidant Attributes at Three Ripening Stages of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit from Different Geographical Regions of Pakistan [J]. *Molecules*, 2012, 17(3): 3165–3180.
- [10] LEE SARAH, KM YOUNG-SUK, CHOI HYUNG-KYOON, et al. Determination of the Volatile Components in the Fruits and Leaves of Guava Plants (*Psidium guajava* L.) Grown on Jeju Island [J]. *Journal of Essential Oil Research*, 2011, 23(6): 52–56.
- [11] THUAYTONG W, ANPRUNG P. Bioactive Compounds and Prebiotic Activity in Thailand-Grown Red and White Guava Fruit (*Psidium guajava* L.) [J]. *Food Science And Technology International*, 2011, 17(3): 205–212.
- [12] SHU J C, CHOU G X, WANG Z T. Two new benzophenone glycosides from the fruit of *Psidium guajava* L. [J]. *Fitoterapia*, 2010, 81(6): 532–535.
- [13] MANDAL S, SARKAR R, PATRA P, et al. Structural studies of a heteropolysaccharide (PS-I) isolated from hot water extract of fruits of *Psidium guajava* (Guava) [J]. *Carbohydrate Research*, 2009, 344(11): 1365–1370.
- [14] JORDAN M J, MARGARIA C A, SHAW P E, et al. Volatile components and aroma active compounds in aqueous essence and fresh pink guava fruit puree (*Psidium guajava* L.) by GC-MS and multidimensional GC/GC-O [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2003, 51(5): 1421–1426.
- [15] JIMENEZ-ESCRIG A, RINCON M, PULIDO R, et al. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, 49(11): 5489–5493.
- [16] 邱敏芳, 黎莉, 方继德, 等. 番石榴多糖提取工艺的优化 [J]. *武汉工程大学学报*, 2011, 33(1): 23.
- [17] 张闯, 陈普, 谢薇, 等. 藤药麻贵香拉的研究进展 [J]. *中国民族医药杂志*, 2008(2): 16–17.
- [18] 黄际薇, 张永明, 黄亚非. 原子吸收光谱法测定番石榴果中微量元素 [J]. *安徽农业科学*, 2011, 39(26): 15929–15931.
- [19] 温靖, 徐玉娟, 肖更生, 等. 番石榴果实的营养价值和药理作用及其加工利用 [J]. *农产品加工(学刊)*, 2009(6): 11–18.
- [20] HUANG C S, YIN M C, CHIU L C, et al. Antihyperglycemic and antioxidative potential of *Psidium guajava* fruit in streptozotocin-induced diabetic rats [J]. *Food And Chemical Toxicology*, 2011, 49(9): 2189–2195.
- [21] 刘台. 发酵番石榴的制备方法 [J]. *国外医药·植物药分册*, 2007, 22(6): 274–274.
- [22] RAI PRASHANT KUMAR, MEHTA SHIKHA, WATAL GEETA. Hypolipidaemic & hepatoprotective effects of *Psidium guajava* raw fruit peel in experimental diabetes [J]. *Indian Journal of Medical Research*, 2010, 131(6): 820–824.
- [23] RAI P K, JAISWAL D, MEHTA S, et al. Anti-hyperglycaemic potential of *Psidium guajava* raw fruit peel [J]. *Indian Journal of Medical Research*, 2009, 129(5): 561–565.
- [24] KONG K W, ISMAIL A. Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from *Psidium guajava* fruits produced during puree production industry [J]. *Food and Bioprocess Technology*, 2011, 89(C1): 53–61.
- [25] MARQUINA V, ARAUJO L, RUIZ J, et al. Composicion quimica y capacidad antioxidante en fruta, pulpay mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.) [J]. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 2008, 58(1): 98–102.
- [26] LIN C Y, YIN M C. Renal Protective Effects of Extracts from Guava Fruit (*Psidium guajava* L.) in Diabetic Mice [J]. *Plant Foods For Human Nutrition*, 2012, 67(3): 303–308.
- [27] 邹相辉, 雷琦, 庄东红. 番石榴黄酮提取液对 HeLa 细胞及 Ecl09 细胞生长的影响 [J]. *广东医学*, 2012, 33(7): 914–916.
- [28] DE MEDEIROS LIVIA SOMAN, MURGU MICHAEL, DE SOUZA ANTONIA Q L, et al. Antimicrobial Depsides Produced by *Cladosporium uredinicola*, an Endophytic Fungus Isolated from *Psidium guajava* Fruits [J]. *Helvetica Chimica Acta*, 2011, 94(6): 1077–1084.
- [29] 桂永洪, 桂龙泽. 番石榴汤治疗 2 型糖尿病 14 例 [J]. *内蒙古中医药*, 2011(10): 5.
- [30] 何惠玲, 黄文. 小儿粪石性肠梗阻 17 例临床分析 [J]. *海南医学*, 2011, 22(4): 88–89.
- [31] 郑毅, 伍斌, 邓建梅, 等. 番石榴风味果糕的加工研究 [J]. *中国农学通报*, 2011, 27(11): 88–92.
- [32] 潘迎美. 番石榴养生酒酿制法 [J]. *农家之友*, 2011(5): 49.
- [33] 陈美珍, 李娟, 张玉强. 龙须菜番石榴复合饮料的研制 [J]. *汕头大学学报*, 2011, 26(4): 29–34.
- [34] 黄友琴, 郭静婕, 潘丽娟. 芦荟番石榴蜂蜜果冻的研制 [J]. *广西轻工业*, 2009(1): 1–4.
- [35] 陈凡, 刘永红, 刘永琼, 等. 番石榴果芳香浸膏的提取及成分分析 [J]. *武汉工程大学学报*, 2010, 32(12): 13–22.
- [36] 杨永利, 郭守军, 成小莲. 番石榴籽油的理化性质及其脂肪酸成分的 GC-MS 分析 [J]. *中国油脂*, 2012, 37(8): 79–81.
- [37] MCCOOK-RUSSELL K P, NAIR M G, FACEY P C, et al. Nutritional and nutraceutical comparison of Jamaican *Psidium cattleianum* (strawberry guava) and *Psidium guajava* (common guava) fruits [J]. *Food Chemistry*, 2012, 134(2): 1069–1073.
- [38] PANDEY S K, JOSHUA J E, BISEN A, et al. Growth retardants and coatings on the shelf life of winter guava fruits (*Psidium guajava* L.) [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2010, 47(1): 124–127.

(上接第 7450 页)

菌的滋生也取得了很好的效果<sup>[8]</sup>。采用何种灭菌方式处理, 需根据生产实际情况和试验的具体要求来确定。

**3.2 黄色马蹄莲离体繁殖再生植株的途径** 从以前的相关报道来看, 彩色马蹄莲离体繁殖再生植株的途径多采用不定芽增殖型, 如用彩色马蹄莲的叶片、叶柄、花瓣、球茎块等为外植体的增殖培养<sup>[9-10]</sup>。而该试验采用的是腋芽丛生增殖型, 是用已萌动的芽眼块为外植体, 在芽眼生长的同时, 芽眼周围的腋芽不断萌发, 并在基部形成愈伤组织, 在分化培养基上, 顶芽、腋芽和愈伤组织都不断的分化生长, 形成丛生芽团。继代培养时, 将芽团分割成小块, 将愈伤组织和芽丛一起转接, 分化产生大量的不定芽。

黄色马蹄莲采用腋芽丛生增殖型的繁殖途径, 其繁殖速度快, 一般培养 1 个月左右芽团繁殖即可长满培养瓶, 每次转接可增加 4~5 倍, 比用不定芽增殖型的繁殖途径节约了繁殖时间, 且提高了繁殖系数, 使黄色马蹄莲的组培快繁更为高效。

## 参考文献

- [1] SINGH Y, VAN WYK A E. Floral biology of *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng (Araceae) [J]. *South African Journal of Botany*, 1996, 62(3): 146–150.
- [2] 蔡东宏. 世界花卉产业发展趋势 [J]. *云南热作科技*, 2000, 23(4): 34–35.
- [3] 邵果园. 黄色马蹄莲多倍体诱导研究 [J]. *浙江林学院学报*, 2008, 25(5): 630–634.
- [4] 李群. 热水浴处理对马蹄莲初代培养过程中污染的控制 [J]. *四川师范大学学报: 自然科学版*, 2001, 24(5): 520–521.
- [5] 张天琪, 李荣旗, 王玉忠, 等. 细胞分裂素诱导彩色马蹄莲试管微型种球 [J]. *北京林业大学学报*, 2005, 27(3): 108–111.
- [6] JIN C, CAO H N, ZONG C G, et al. Research on Tissue Culture and Rapid Propagation Technology of Superior Individuals of *Lonicera edulis* Turcz [J]. *Agricultural Science & Technology*, 2011, 12(11): 1585–1588.
- [7] 陈嫣嫣. 彩色马蹄莲离体快繁关键技术及栽培措施研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [8] 张寅玲, 刘艳军, 黄俊轩, 等. 含内生菌外植体红掌组培方法的研究 [J]. *西南园艺*, 2006, 34(6): 9–11.
- [9] 王进忠, 高文, 高遐虹, 等. 彩色马蹄莲组织培养研究 [J]. *北京农学院学报*, 2005, 20(2): 10–13.
- [10] 范加勤, 张雯雯, 张娜, 等. 几个彩色马蹄莲品种的离体培养与快速繁殖 [J]. *南京农业大学学报*, 2005, 28(2): 28–31.