

## 4个品种长寿花试管苗的增殖与生根培养

林玉玲<sup>1,2</sup> 赖钟雄<sup>1,2\*</sup> 林菁<sup>1,2</sup> 林秀莲<sup>1,2</sup> 黄双龙<sup>1,2</sup> 陈义挺<sup>1</sup> 柯存祥<sup>1</sup>

1 福建农林大学园艺植物生物工程研究所 福州 350002  
2 福建农林大学园艺学院

**摘要** 以4个不同花色长寿花品种的无菌芽苗为材料,比较其试管苗增殖和生根的品种差异。结果表明:在芽苗增殖率、玻璃化程度以及生根率方面,品种之间存在着不同程度的差异。丛生芽诱导的最佳培养基分别是:白花品种,MS+NAA0.25 mg/L+BA1.5 mg/L;黄花和红带黄品种,MS+NAA0.25 mg/L+BA0.5 mg/L;红花品种,MS+NAA0.25 mg/L+BA1.0 mg/L。黄花品种和白花品种的玻璃化程度明显高于红花品种和红带黄花品种。在1/2MS+IBA0.1 mg/L培养基中获得了较高的生根率,但不同品种间其生根率和生根数有所不同。

**关键词** 长寿花 组织培养 增殖 生根 品种差异

**中图分类号** S682.190.353

长寿花(*Kalanchoe blossfeldiana*)是景天科伽蓝菜属的观叶和观花植物,由于长寿花花期长、耐干旱、栽培容易、装饰效果好,在盆栽花卉中占有重要的地位,成为国际花卉市场中发展最快的盆花之一<sup>[1,2]</sup>。随着市场需求的扩大,长寿花普通的繁殖方法(茎段及叶片扦插)已经无法满足生产上的需要,而组织培养已成为长寿花育苗的重要新手段<sup>[3-12]</sup>。目前,国内有关长寿花的试管育苗尚缺乏系统的研究,而且不同研究者的试验结果差异较大;不同品种的组织培养差异研究尚未见报道。笔者以不同花色的4个长寿花品种无菌苗为材料,比较其试管苗增殖和生根的品种差异,系统地研究了包括品种差异在内的长寿花试管育苗主要影响因素,旨在为不同花色品种长寿花组织培养及工厂化生产提供参考,为提高试管育苗效率提供科学依据,并为研究长寿花再生能力的遗传差异提供新的线索。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

不同品种的长寿花无菌试管苗,由福建农林大学园艺植物生物工程研究所提供。品种分别为红花长寿花(代号BJBG201)、黄花长寿花(代号BJBG202)、白花长寿花(代号BJBG203)和红带黄长寿花(代号BJBG204)。

#### 1.2 方法

**1.2.1 培养基类型** 将不同长寿花的无菌试管苗在3类不同培养基上分别培养,进行不同长寿花品种增殖与生根的比较。培养基类型分为:继代培养基:MS+NAA0.25 mg/L+BA1.0 mg/L+GA<sub>3</sub>1.0 mg/L。增殖培养基:(1)MS+NAA0.25 mg/L;(2)MS+NAA0.25 mg/L+BA0.5 mg/L;(3)MS+NAA0.25 mg/L+BA1.0 mg/L;(4)MS+NAA0.25 mg/L+BA1.5 mg/L;(5)MS+NAA0.25 mg/L+BA2.0 mg/L;(6)MS+NAA0.25 mg/L+BA2.5 mg/L;(7)MS+NAA0.25 mg/L+BA3.0 mg/L;(8)MS+NAA0.25 mg/L+BA1.0 mg/L+(GA<sub>3</sub>)1.0 mg/L。生根培养基:I-1,1/2MS+NAA0.1 mg/L;I-2,1/2MS+NAA0.5 mg/L;I-3,1/2MS+NAA1.0 mg/L。II-1,1/2MS+IBA0.1 mg/L;II-2,1/2MS+IBA0.5 mg/L;II-3,1/2MS+IBA1.0 mg/L。III-1,1/2MS+NAA0.1 mg/L+IBA0.1 mg/L;III-2,1/2MS+NAA0.5 mg/L+IBA0.5 mg/L;III-3,1/2MS+NAA1.0 mg/L+IBA1.0 mg/L。以上继代、增殖和生根培养基均添加质量分数分别为2%,0.7%的蔗糖和琼脂,pH为5.8,并在1.1 kg/cm<sup>2</sup>,121℃的蒸汽条件下高压灭菌20 min。培养室温度(25±2)℃,光强1 000~1 500 lx,光照时间12 h/d。

林玉玲 女,1984年生,硕士研究生。研究方向:园艺植物生物技术。

\*通讯作者 赖钟雄 男,1966年生,博士,研究员,博士生导师。研究方向:园艺植物生物技术与遗传资源。E-mail: Laizx01@163.com

收稿日期:2006-07-10 修回日期:2006-12-25

**1.2.2 移栽** 将 4 个不同花色长寿花品种的试管苗经 7 d 炼苗后, 将其移栽到蛭石和泥炭(1:1, w:w)为基质的穴盘中, 并加强肥水管理。

**1.2.3 数据分析** 所得结果用 DPS 软件进行统计分析。生根率 = 生根丛数 / 接种丛数 × 100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 长寿花芽苗继代增殖培养的品种差异

**2.1.1 诱导丛生芽增殖培养基的品种差异** 预培养获得的无菌苗接种在增殖培养基上, 经 7~8 d 培养大部分腋芽开始萌动, 20~30 d 后形成丛生芽。培养 30 d 时的观察结果见表 1。可以看出: BA 对长寿花芽的诱导具有显著影响。在一定浓度梯度范围内, 丛生芽的诱导率随着 BA 浓度的增加而呈上升趋势, 当超过这个敏感浓度时, 则随着 BA 浓度的增加而下降, 而不同品种的长寿花对 BA 的敏感性也不尽相同, 从直观分析可以看出: 白花品种敏感浓度为 1.5 mg/L, 增殖系数最高, 以萌发丛生芽为主, 呈团状生长, 健壮, 叶色浓绿, 高度增长约为 0.5~1.0 cm; 黄花和红带黄花品种敏感浓度均为 0.5 mg/L, 只是生长状态各不相同, 黄花品种以萌发丛生芽为主, 较健壮, 叶小且少翠绿, 无明显高度增长; 而红带黄花品种以萌发腋芽和丛生芽为主, 生长健壮, 叶绿, 约长高 0.1~0.3 cm; 红花品种敏感浓度为 1.0 mg/L, 以萌发腋芽和丛生芽为主, 叶浓绿, 在培养过程中易出现畸形叶片(肥厚且大), 高度无明显增长。

表 1 不同生长调节剂组合对 4 个品种长寿花芽苗增殖的影响

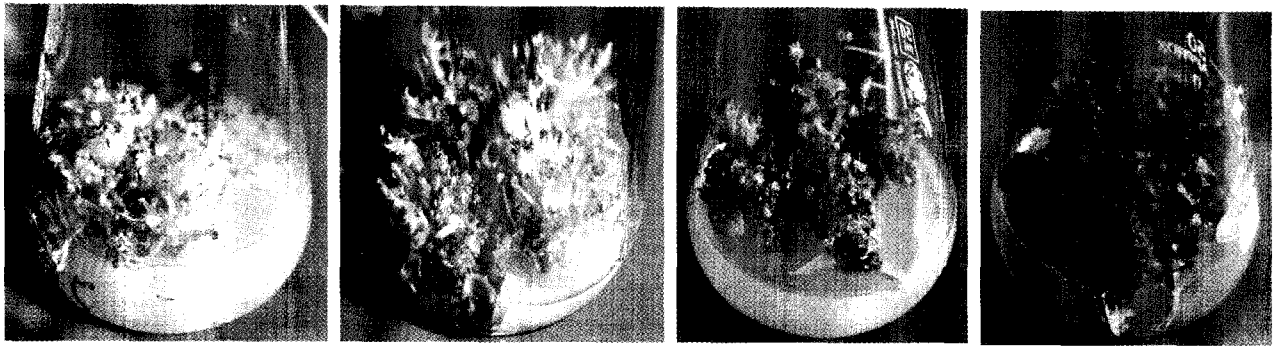
培养基 编 号	白花长寿花芽苗增殖			黄花长寿花芽苗增殖			红带黄长寿花芽苗增殖			红花长寿花芽苗增殖		
	平均接 种数/个	芽增殖 数/个	增殖 系数	平均接 种数/个	芽增殖 数/个	增殖 系数	平均接 种数/个	芽增殖 数/个	增殖 系数	平均接 种数/个	芽增殖 数/个	增殖 系数
(1)	201.00	696.00	3.46deC	220.00	334.40	1.52dE	179.67	335.00	1.86fE	192.00	300.00	1.56gG
(2)	223.67	720.00	3.22gD	232.00	835.33	3.60aA	180.67	682.67	3.78aA	199.67	560.33	2.81eE
(3)	227.33	931.67	4.10bAB	239.33	803.67	3.53bA	187.00	667.33	3.70aA	205.00	690.33	3.37aA
(4)	215.67	919.33	4.26aA	232.33	818.33	3.36cB	176.00	589.67	3.35bB	203.33	652.33	3.21aB
(5)	211.67	748.67	3.54dC	219.00	693.67	3.17dC	194.67	623.67	3.20bCB	204.33	624.67	3.06cdCD
(6)	218.00	736.67	3.38efCD	220.33	520.00	2.36eD	184.67	540.00	2.92dC	205.67	607.33	2.95dD
(7)	217.67	730.67	3.36fCD	227.00	524.00	2.31eD	180.67	475.67	2.63eD	202.33	540.00	2.67fF
(8)	220.33	867.67	3.94cB	222.33	719.33	3.23dC	188.33	596.33	3.16cBC	203.00	634.00	3.12bcBC

说明: 每个水平接种 5 瓶, 每瓶接 4 丛丛生芽, 每丛约 10 个芽, 3 次重复。不同小写字母间表示差异显著, 不同大写字母间表示差异极显著。

在(1)号培养基上, 长寿花各品种也能增殖, 但不同品种的长寿花对其反应不同。培养第 9 d 时长寿花各品种试管苗基部均有少量的白色根毛生成。培养 30 d 时, 可发现白花品种丛生芽生长健壮, 叶绿, 且有 15~20 条 1.0~2.5 cm 长的细根, 增殖系数较高; 培养 45 d 时, 平均芽苗高约 5~6 cm。红带黄花品种、黄花和红花在第 30 d 时无根形成, 增殖系数分别低。红带黄花品种 45 d 后芽苗高约 4.5~5.5 cm, 每丛丛生芽仅有 5~8 条的细根, 长约 0.5~1 cm。黄花品种叶色较翠绿, 而且叶片较少, 基部生有根毛, 但只有 3~5 条细根, 长约 0.2~0.4 cm。

试验结果表明, 在培养基中添加生长调节剂  $GA_3$  对 4 个长寿花品种的芽苗增殖具有一定的影响, 集中表现为: 添加  $GA_3$  促进了芽苗高度的生长, 芽苗的节间明显伸长。从表 1 中可以看出, 在添加  $GA_3$  的(8)号培养基上, 与不添加  $GA_3$  的培养基相比, 存在显著性差异 ( $F < F_{0.01}$ ), 丛生芽的增殖系数并没有很大的提高。从试验结果来看, 在不添加  $GA_3$  的培养基上, 白花和黄花品种依然有高度增长, 并且丛生芽分枝明显, 增殖率也较高, 从经济角度出发, 可以考虑不添加  $GA_3$ ; 红带黄花和红花品种虽然分别在(2)和(3)号培养基上有较高的增殖率, 大多数以萌发腋芽为主, 芽分化能力较低, 节间较短, 而在(8)号培养基上, 红带黄花和红花品种均有较大高度的增长, 并促进芽分化。因此, 建议使用一定浓度的  $GA_3$ , 以促进芽苗节间的伸长, 而添加  $GA_3$  的量有待进一步研究。

用 DPS 软件进行方差分析。从表 1 可以看出:白花品种在(3)和(4)号培养基上芽苗的增殖系数存在显著性差异( $F < F_{0.05}$ ),所以,(4)号培养基为白花品种的最佳增殖培养基;黄花品种在(2)号和(3)号培养基上,芽苗的增殖系数存在显著性差异( $F < F_{0.05}$ ), (2)号培养基为最佳增殖培养基;红带黄花品种在(2)号和(3)号培养基上,芽苗的增殖系数没有显著性差异,芽苗生长状态也无明显差异,从经济角度出发,(2)号培养基为红带黄花品种的最佳增殖培养基;红花长寿花品种在 BA 浓度为 1.0 mg/L 时与其他培养基上培养的芽苗,在增殖系数上存在显著差异,所以(3)号培养基为红花品种的最佳增殖培养基(见图 1)。



从左到右依次为白花长寿花,黄花长寿花,红带黄花长寿花,红花长寿花。下同。

图 1 不同长寿花品种最佳增殖培养基的试管苗

**2.1.2 不同品种长寿花增殖培养的玻璃化程度差异** 在培养过程中出现了玻璃化现象,表现为长寿花叶片呈畸形生长、嫩梢肿胀,质地呈水浸透明或半透明状,枝脆弱易碎(见图 2),但是不同品种长寿花发生玻璃化苗的频率各不相同。黄花品种和白花品种的长寿花易出现玻璃化现象。白花品种随着 BA 浓度的增加,玻璃化现象就越严重:在 BA 浓度低于 2.0 mg/L 时,几乎不发生玻璃化现象;在 BA 浓度为 3.0 mg/L 时,高达 35%。黄花品种在 BA 浓度为 0.5 mg/L 时就出现玻璃化现象。红花品种和红带黄花品种则相对较轻,只有 3% 左右。

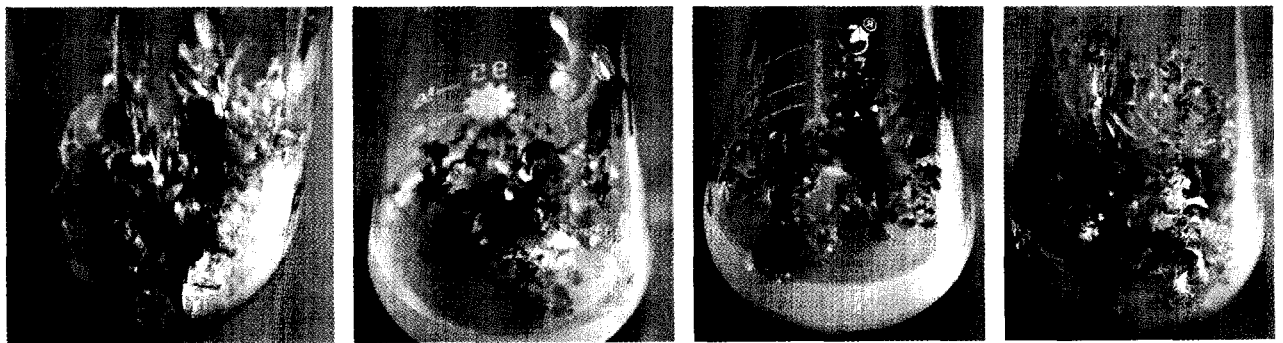


图 2 不同长寿花品种的玻璃化苗

## 2.2 不同品种长寿花芽苗的生根培养

**2.2.1 不同品种长寿花的生根情况** 将增殖得到的试管苗接种到生根培养基中诱导生根,培养 40 d,结果见表 2,3。芽苗在生根培养基上生长 7 d 后,可观察到 4 个长寿花品种试管苗的基部开始有白色根毛形成,随着时间的推移,根毛也逐渐增多,到 12 d 左右,可以观察到幼苗长出 1~4 条的肉质的、白色的根,之后根的数量渐渐增多,并逐渐伸长,试管苗的高度也有较明显的增长。

**2.2.1.1 不同浓度的生长调节剂对白花长寿花芽苗生根的影响** 不同浓度的生长调节剂组合对白花长寿花有不同影响,并存在显著性差异(详见表 2)。0.1 mg/L 的 NAA 能够诱导白花长寿花芽苗生根,但生根率较低,而在浓度 0.5, 1.0 mg/L 下,白花品种生根效果不理想,出现大量根毛,部分根变黑;在只添加 IBA 的生根培养基上诱导效果好,IBA 浓度为 0.1 mg/L 时,生根率最高,根毛少,每丛丛生芽根数多,且

表 2 不同浓度的生长调节剂对不同品种长寿花芽苗生根的影响

序号	生根芽数 / 个				生根率 / %				每丛芽苗平均根数 / 条			
	白花	黄花	红带黄	红花	白花	黄花	红带黄	红花	白花	黄花	红带黄	红花
I-1	14.00	15.67	21.00	13.33	51.85dD	58.02eE	77.80bcBC	49.38cC	15.58bB	9.16cC	14.27bBC	8.14cB
I-2	0	0	20.33	3.33	0gF	0dD	75.31 bcBC	12.33eEF	0dD	0dD	12.38cCD	7.11cBC
I-3	0	0	18.67	0	0gF	0dD	69.15cCD	0fF	0dD	0dD	9.80dE	0eE
II-1	24.67	26.67	25.67	22	91.36aA	98.77aA	95.06aA	81.48aA	19.51aA	16.24aA	18.27aA	12.60aA
II-2	20.33	23.00	23.00	18.33	75.31bB	85.20bB	85.19abAB	67.89bAB	16.11bB	10.87bB	12.51cCD	12.00abA
II-3	17.33	23.33	22.33	16.67	64.20cC	86.42cC	82.72bABC	61.74bBC	19.46aA	9.16cC	11.40cdDE	10.63bA
III-1	7.67	0	20.33	8.33	28.40eE	0dD	75.33 bcBC	30.85dD	6.43cC	0dD	14.86bB	11.86abA
III-2	2.00	0	15.67	6.33	7.41fF	0dD	58.02dD	23.46dDE	5.50dcC	0dD	11.24cdDE	5.24dCD
III-3	0	0	0	2.67	0gF	0dD	0eE	9.89efEF	0dD	0dD	0eF	3.72dD

	平均根长 / cm				平均株高 / cm			
	白花	黄花	红带黄	红花	白花	黄花	红带黄	红花
I-1	1.5	1.5	1.3	1.0	4.3	3.5	3.5	2.8
I-2	0	0	1.1	0.8	3.8	2.8	3.5	2.6
I-3	0	0	1.0	0	3.8	2.1	3.3	2.3
II-1	2.9	2.2	2.3	1.8	4.5	4.0	3.8	3.2
II-2	2.7	1.8	2.0	1.2	4.9	4.3	4.5	2.1
II-3	2.9	1.3	1.0	1.2	4.8	4.5	3.2	2.2
III-1	0.5	0	1.3	1.5	4.1	2.5	3.2	3.5
III-2	0.5	0	0.8	1.0	3.0	1.8	3.1	4.0
III-3	0	0	0	0.8	3.0	1.8	2.5	3.0

说明: 1/2MS 为基本培养基。每瓶接 3 小丛芽苗, 每个水平接种 9 瓶, 3 次重复。

平均长度长, 试管苗生长健壮, 但随着浓度的升高, 生根率呈下降趋势, 对根的生长起抑制作用; 在同时添加 NAA 和 IBA 的培养基上, 生根率低, 根毛多, 试管苗基部甚至产生褐变, 不利于根的诱导。

**2.2.1.2 不同浓度的生长调节剂对黄花长寿花芽苗生根的影响** 与白花长寿花品种相类似, 黄花长寿花在添加 NAA 的培养基上生根效果也差。在浓度为 0.1 mg/L 时, 生根率低, 根毛较少, 高度适中; 在 0.5 mg/L 浓度下, 试管苗表现出不良反应, 产生大量根毛, 随着浓度的升高, 试管苗基部褐变程度越来越

表 3 不同浓度的生长调节剂对不同品种长寿花芽苗生长状态的影响

序号	生长状态			
	白花	黄花	红带黄	红花
I-1	根细, 腐根多, 有根毛	根较细, 有少许根毛生	根粗壮, 有根毛	根较细, 有少许根毛生成
I-2	无根, 腐根、根毛多	产生较多根毛, 不长根, 试管苗底部产生褐变	根粗壮, 有根毛	根较细, 有少许根毛生成
I-3	无根, 腐根、根毛多	大量根毛, 且生长势超过外植体的长势, 褐变程度严重, 外植体趋于死亡	根更粗壮, 较多根毛	无根, 根毛较多, 腐根多
II-1	根细长, 根毛少, 健壮	根细, 基部有少许根毛, 较健壮	根较粗壮, 几乎不长根毛, 苗健壮	根较粗, 根毛较少, 健壮
II-2	根细长, 根毛少, 健壮	根细, 健壮	根较粗, 根毛少, 更壮	根较细, 有少许根毛生成
II-3	根细长, 根毛少, 健壮	根细, 试管苗更状, 且叶片也更大	根短细, 无根毛	根细, 根毛较多
III-1	根细, 根毛多	无根生成, 产生大量根毛, 外植体基部褐变程度严重, 长势弱	根较粗, 有根毛	根细, 有部分褐变
III-2	根细, 有根毛生成, 基部褐变	无根, 大量根毛, 褐变, 试管苗几乎不长	根白色, 较多根毛, 腐根多	根、根毛少, 部分褐变
III-3	无根, 只有少数根起点, 根毛多, 基部产生褐变	无根, 根毛少, 试管苗不长, 亦无活力, 趋于死亡	无根, 试管苗对培养基表现出不良反应, 试管苗弱	根少, 褐变

严重,试管苗无明显长高,当浓度为 1.0 mg/L 时,根毛的生长势超过芽苗的长势,试管苗生长不理想,长势弱,趋于死亡。在附加 IBA 的培养基上,随着 IBA 浓度的升高,试管苗的高度生长呈上升趋势,且试管苗的叶片也逐渐增大,但其生根率和平均生根数随着浓度的升高而呈下降趋势。在同时添加 NAA 和 IBA 的培养基上,不利于诱导芽苗生根,且试管苗表现出不良反应,长势弱,产生大量的根毛,褐变严重,随着 NAA 和 IBA 浓度升高,试管苗几乎不长,甚至趋于死亡。综合考虑,采用 0.1 mg/L 的 IBA 诱导生根,效果最好(详见表 2,3)。通过分析可看出不同浓度的生长调节剂对黄花长寿花的影响存在显著差异性。

**2.2.1.3 不同浓度的生长调节剂对红带黄花长寿花芽苗生根的影响** 从表 2,3 可以看出,与白花、黄花长寿花不同,在添加 NAA 的培养基上,红带黄花长寿花具有较高的生根率,试管苗健壮,根数适宜,根粗,并且根的粗度随着浓度升高而逐渐加粗,根毛也渐渐增多,但平均根长为 1.0 cm 左右,较短;在添加 IBA 的培养基上,红带黄花长寿花的生根率高,根的生长速度快,根较粗,根数多且根较长,根毛少,试管苗长势好,生长健壮,随着浓度升高,试管苗更为健壮;在 NAA+IBA 的培养基上,生根率低,根数较少,根细且短,试管苗高度增长不是很明显,在浓度为 1.0 mg/L 时,不长根,试管苗弱。可以看出,红带黄花长寿花在含 NAA 或 NAA+IBA 的培养基上具有较高的生根率,且添加 NAA 能促进根长得更为健壮。

**2.2.1.4 不同浓度的生长调节剂对红花长寿花芽苗生根的影响** 红花长寿花在 NAA 培养基上生根效果不理想,生根率较低,根细,平均根数少,长有根毛,腐根,试管苗高度无明显增长;在 IBA 培养基上,较利于根的诱导,试管苗较健壮;在 NAA+IBA 培养基上,生根率低,根数少,试管苗基部出现褐变,根毛少(见表 2,3)。

**2.2.2 诱导丛生芽生根的品种差异分析** 由表 2,3 可见,白花、黄花和红花长寿花对添加 NAA, NAA+IBA 的培养基的生根培养反应类似,集中表现为生根率低,平均根数少,根细短并产生大量根毛,试管苗高度无明显增高,长势弱,有的甚至趋于死亡,试管苗基部出现褐变;黄花在添加有 NAA, NAA+IBA 的培养基的生根效果最差;红带黄花在 NAA, NAA+IBA 的培养基上仍然具较高的生根率,平均根数较多,根粗壮,根毛较少,试管苗较健壮。因此, NAA 对不同品种有不同的影响:对白花、黄花和红花长寿花品种,促进根毛形成,不利生根;对红带黄花品种,促进壮根,且保持较高的生根率。

从表 2,3 的试验结果还可看出,4 个长寿花品种在 II-1 的培养基中诱导芽苗生根的效果最好(见图 3),但生根率却各不相同。进一步通过 DPS 软件进行方差分析结果表明:白花品种和黄花品种在 IBA 浓度为 0.1 mg/L 时,均与另外 8 组培养基存在极显著性差异 ( $F < F_{0.01}$ ); 而红带黄花品种在 IBA 浓度为

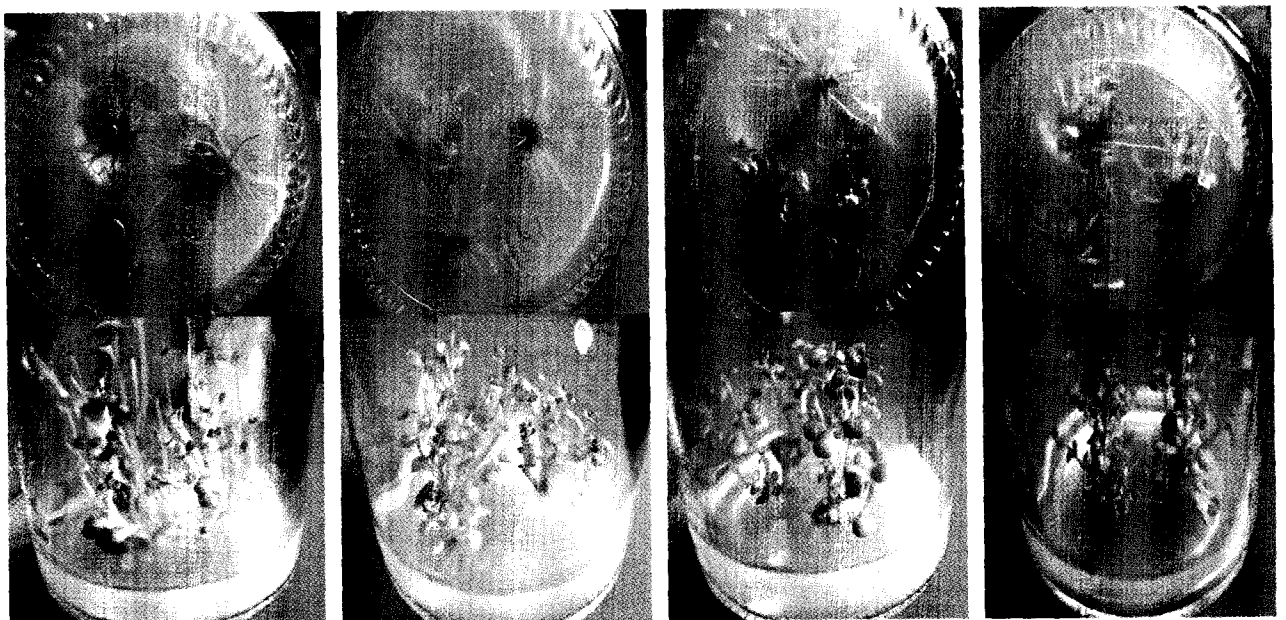


图 3 在 IBA 浓度为 0.1 mg/L 时不同长寿花品种的芽苗生根状态

0.1, 0.5 mg/L, 生根率不存在显著性差异( $F < F_{0.01}$ ,  $F < F_{0.05}$ ), 但是从表 2 可以看出, 红带黄花的每丛平均生根数却存在显著性差异( $F < F_{0.01}$ ); 红花长寿花品种在 IBA 浓度为 0.1, 0.5 mg/L, 芽苗生根率存在显著性差异( $F < F_{0.05}$ ), 因此初步认为 4 个长寿花品种在 1/2MS+IBA0.1 mg/L 的培养基中诱导芽苗生根的效果最好。

为了比较不同长寿花品种在 IBA 0.1 mg/L 的培养基上芽苗生根的差异, 采用 DPS 软件对其进行方差分析(见表 4)。由表 4 可见, 虽然不同长寿花品种在 IBA0.1 mg/L 的培养基上均获得了较高的生根率和生根数, 但从生根率和生根数这 2 个因素综合考虑, 不同长寿花品种间存在显著性差异。

### 2.3 长寿花试管苗的移栽

将生根较好的健壮试管苗在培养室中逐步打开瓶盖进行炼苗 7 d 左右, 然后用镊子将苗小心取出, 洗去试管苗根部附着的培养基, 以避免微生物的繁殖污染, 并注意不要伤到根系。将不同长寿花品种移栽到蛭石和泥炭(1:1)为基质的穴盘中, 在初期, 注意光照、温度、湿度的控制, 观察长寿花苗的生长状况。试验结果表明, 长寿花是一种易移栽的草本植物, 移栽成活率高, 可达 95% 以上, 且生长状况良好, 植株生长健壮。

## 3 讨论

### 3.1 不同品种长寿花增殖培养中适宜生长调节剂浓度的差异

本试验结果表明, BA 对长寿花芽增殖具有显著影响, 不同品种的长寿花对 BA 的敏感性不同, 表明不同长寿花品种增殖培养中生长调节剂的适宜浓度存在差异, 这为进一步探讨长寿花离体形态发生能力的遗传差异机制提供了新的线索。前人报道, 红色<sup>[10, 11]</sup>、白色<sup>[12]</sup>等不同花色长寿花组织培养中培养反应差异较大。本试验结果表明, 这种培养反应差异的原因主要在于品种的差异。因此, 在长寿花的快繁中, 应该考虑“个性化”的培养条件, 即根据不同品种, 摸索相对应的培养基配方, 从而提高长寿花试管育苗效率。

### 3.2 不同品种长寿花生根培养中适宜生长调节剂浓度的差异

研究结果表明: 不同生长调节剂组合的培养基对长寿花芽苗生根具有不同的影响, 相对于 NAA+IBA 及 NAA, 一定浓度的 IBA 更有利于促进根的生成及伸长, 这与崔广荣等的研究结果相同<sup>[6]</sup>。但是, 不同品种间的生根率或生根数表现出明显的品种差异性。为了提高长寿花快繁中的有效苗比例, 在长寿花芽苗生根培养时需根据不同品种筛选最合适的 IBA 浓度。

由试验结果可知, 不同品种的长寿花对 NAA 的敏感性存在显著性差异, 可能与其相应的激素受体差异有关。在研究中发现, 在添加 NAA 可以生根的长寿花品种中, 少量的 NAA 可以促使根生长得更为健壮。因此, 对于这类品种, 建议在生根培养基中添加少量 NAA, 以提高试管苗的质量。

### 3.3 不同品种长寿花离体培养的玻璃化现象

试管苗玻璃化是植物快速繁殖的主要障碍之一<sup>[13, 14]</sup>。在长寿花离体快繁中, 出现最明显的问题是容易产生玻璃化苗。但是, 试管苗的玻璃化发生程度存在着非常显著的品种差异。在试验中, 笔者发现, 不同品种的长寿花玻璃苗的发生频率大不相同, 这表明长寿花的试管苗玻璃化在很大程度上受遗传控制。因此, 在离体繁殖中, 对于玻璃化的控制, 应充分考虑品种的差异, 进而分类采取相应措施。

在试验中也发现容易发生玻璃化的品种, 在不同培养基和培养条件下, 玻璃化发生程度差异也很大。因此, 对于白花和黄花品种, 应该采取相应的措施控制玻璃化的发生, 如降低激素浓度<sup>[15]</sup>、减少继代次数<sup>[15]</sup>、提高琼脂浓度和蔗糖浓度<sup>[16]</sup>、选不易玻璃化的品种及部位做外植体<sup>[17]</sup>、加强光照等<sup>[15]</sup>。

表 4 不同长寿花品种的生根率和生根数的 LSD 法多重比较

处 理	均 值		5%显著水平		1%极显著水平	
	生根率/%	生根数/条	生根率	生根数	生根率	生根数
白 花	91.36	19.54	b	a	A	A
黄 花	98.77	16.24	A	b	A	B
红带黄花	95.06	18.29	Ab	a	A	AB
红 花	81.48	12.60	c	c	B	C

说明: IBA 浓度为 0.1 mg/L。

## 参考文献

- 1 2003 年荷兰花卉拍卖市场十大切花 / 盆花销售额[EB/OL]. <http://www.yunnan-flower.org.cn/info/3676-1.htm>
- 2 2004 年荷兰花卉拍卖市场十大切花 / 盆花销售额[EB/OL]. <http://www.yunnan-flower.org.cn/info/5457-1.htm>
- 3 陈丽萍, 汪炳良, 陈竹君. 长寿花叶片愈伤组织的诱导和植株再生[J]. 植物生理学通讯, 1999, 35(6): 471
- 4 周南弹, 洪军孟. 长寿花快速繁殖技术[J]. 农业科技通讯, 2001, (11): 15
- 5 马国华, 刘念. 从长寿花嫩叶直接诱导体细胞胚和出芽[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(6): 625
- 6 崔广荣, 韦帮勤. 提高长寿花试管苗增殖和生根率的研究[J]. 特产研究, 2003, (4): 15~18
- 7 李凤兰, 胡国富, 杜景红, 等. 长寿花花序芽培养及植株再生[J]. 东北农业大学学报, 2003, 34(3): 314~317
- 8 陈超, 王桂兰, 田立民, 等. 长寿花胚性愈伤组织的诱导及胚状体再生[J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 249~252
- 9 邓群仙, 张雅新, 王冲. 长寿花离体繁殖技术研究[J]. 四川农业大学学报, 2005, 23(2): 195~198
- 10 林秀莲, 赖钟雄, 黄双龙, 等. 红花长寿花茎段及叶片的离体培养与快速繁殖[J]. 亚热带农业研究, 2005, 1(2): 1~5
- 11 黄双龙, 赖钟雄, 林秀莲, 等. 红花长寿花愈伤组织的诱导和植株再生研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(3): 48~52
- 12 孙新政, 李庆伟, 梁明勤. 白花长寿花组培快繁技术研究[J]. 中国农学通报, 2006(3): 39~42
- 13 王蒂等. 植物组织培养[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004. 174
- 14 郭启高, 宋明, 梁国鲁. 我国关于试管苗玻璃化现象的研究进展[J]. 西南园艺, 1999, 27(3): 3~5
- 15 孙满芝, 尹成涛. 植物组培过程中玻璃化现象的发生与解决措施[J]. 山东林业科技, 2006, 137(6): 19
- 16 戴桂林, 李莉. 琼脂质量等对苹果砧木试管苗玻璃化的影响[J]. 果树科学, 1992, 9(3): 178
- 17 周菊华, 林证明, 梁海曼. 控制瑞香试管苗玻璃化的研究[J]. 园艺学报, 1990, 17(3): 229~232

## Bud Proliferation and Rooting of Genotypes of *Kalanchoe blossfeldiana*

Lin Yuling<sup>1,2</sup> Lai Zhongxiong<sup>1,2</sup> Lin Jing<sup>1,2</sup> Lin Xiulian<sup>1,2</sup> Huang Suanglong<sup>1,2</sup> Chen Yiting<sup>1,2</sup> Ke Cunxiang<sup>2</sup>

1 Institute of Horticultural Biotechnology, Fujian Agriculture and Forestry University Fuzhou 35002

2 College of Horticulture, Fujian Agriculture and Forestry University Fuzhou 35002

**Abstract** Four cultivars with different flower colors were used as materials to compare the difference of bud proliferation and rooting among genotypes in *Kalanchoe blossfeldiana* in this experiment. The results showed that there were some differences in bud proliferation, rooting and vitrification among different genotypes. The best media for bud cluster formation were the MS medium supplemented with 0.25 mg/L NAA and 1.5 mg/L BA for the cultivar with white flowers, the MS medium supplemented with 0.25 mg/L NAA and 0.5 mg/L BA for the cultivars with yellow flowers and yellowish red flowers, and the MS medium supplemented with 0.25 mg/L NAA and 1.0 mg/L BA for the cultivar with red flowers. The cultivars with yellow and white flowers had higher vitrification than the cultivars with red flowers and yellowish red flowers. The 1/2 MS medium at the presence of 0.1 mg/L IBA produced higher rooting rate, but the rooting rate and the root number differed among genotypes.

**Key words** *Kalanchoe blossfeldiana* *in vitro* culture proliferation rooting difference of genotypes