植物学报 *Chinese Bulletin of Botany* 2019, **54** (6): 773–778, www.chinbullbotany.com
doi: 10.11983/CBB18256

·技术方法·

金黄花滇百合植株再生与离体快繁技术体系的建立

张文婷[1], 何燕红[1], 舒宁[1], 邢景景[1], 刘宝骏[1], 包满珠[1], 刘国锋[2*]

[1]华中农业大学园艺林学学院, 园艺植物生物学教育部重点实验室, 武汉 430070; [2]广州市林业和园林科学研究院, 广州 510405

摘要 以金黄花滇百合(*Lilium bakerianum* var. *aureum*)的鳞片为外植体, 探讨不同部位外植体和不同配比的植物生长调节剂对愈伤组织诱导和植株再生的影响。研究结果表明, 鳞片诱导愈伤组织和不定芽的最适培养基为MS+1.0 mg·L^{-1} 6-BA+0.1 mg·L^{-1} NAA+30 g·L^{-1}蔗糖; 不定芽增殖的最适培养基为MS+0.5 mg·L^{-1} 6-BA+0.1 mg·L^{-1} NAA+30 g·L^{-1}蔗糖; 不定芽诱导小鳞茎的最适培养基为MS+1.0 mg·L^{-1} NAA+30 g·L^{-1}蔗糖; 小鳞茎膨大生根的最适培养基为1/2MS+0.01 mg·L^{-1} NAA+60 g·L^{-1}蔗糖。该研究为金黄花滇百合种质资源保护和快速繁殖提供了技术支撑。

关键词 金黄花滇百合, 组织培养, 植株再生, 快速繁殖, 愈伤组织

张文婷, 何燕红, 舒宁, 邢景景, 刘宝骏, 包满珠, 刘国锋 (2019). 金黄花滇百合植株再生与离体快繁技术体系的建立. 植物学报 **54**, 773–778.

百合(*Lilium* spp.)是百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium*)植物所有种类或品种的总称。百合花大色艳, 花姿奇特, 适合用作切花、盆花和园林布景, 还具有食用与药用价值, 有“球根花卉之王”的美誉(张云等, 2001; 袁素霞等, 2015)。金黄花滇百合(*L. bakerianum* var. *aureum*)为野生滇百合的5个变种之一, 花1–3朵, 呈钟形, 直立或倾斜, 色淡黄而内具紫色斑点, 极富观赏价值。该种主要分布于云南西北部和四川西南部海拔2 000–2 420 m的林下草坡和灌丛边缘地带(中国科学院中国植物志编辑委员会, 1980), 自然条件下繁殖缓慢, 加之人为干扰和破坏, 导致其野生资源非常稀少, 资源保护和种球繁育研究亟待加强。

生产上百合主要通过常规分球(宁云芬等, 2002)、珠芽繁殖(张建华等, 2006)、鳞片扦插(黄宇翔等, 2005)和鳞片包埋(胡新颖等, 2014)等传统方法进行繁殖, 但繁殖系数较低, 特别是经过多代繁殖以后, 常造成种性退化, 病毒积累, 影响百合的产量和品质(Arzate-Fernández et al., 1997; 刘木清等, 2016)。随着生物技术的发展, 百合组织培养逐渐成为最重要的百合繁殖方式之一(虞泓等, 2005), 但目前尚未见金黄花滇百合再生体系的报道。本研究成功建立了金黄花滇百合离体再生和快繁技术, 提高了繁殖系数, 为实现其种质资源保存和开发利用奠定基础。

1 植物材料

金黄花滇百合(*Lilium bakerianum* var. *aureum* Grove et Cotton)采自云南省丽江市玉龙雪山。选取种球鳞片为外植体。

2 培养基成分与培养条件

2.1 培养基配方

初代培养采用MS培养基, 培养基中均添加30 g·L^{-1}蔗糖和7.2 g·L^{-1}琼脂, pH5.8–6.2。预培养培养基以MS为基本培养基, 添加0–2.0 mg·L^{-1} 6-BA和0–0.5 mg·L^{-1} NAA。愈伤组织和不定芽诱导培养基以MS为基本培养基, 添加0.5–1.5 mg·L^{-1} 6-BA、0–0.5 mg·L^{-1} NAA和0–1.0 mg·L^{-1} GA_3。不定芽增殖培养基以MS为基本培养基, 添加0–2.0 mg·L^{-1} 6-BA和0.1–0.5 mg·L^{-1} NAA。不定芽诱导小鳞茎培养基以MS为基本培养基, 添加0–0.2 mg·L^{-1} 6-BA和0.5–2.0 mg·L^{-1} NAA。小鳞茎的膨大和生根培养基以1/2MS为基本培养基, 添加0–0.1 mg·L^{-1} IBA、0.01–0.3

收稿日期: 2018-11-29; 接受日期: 2019-03-05
基金项目: 公益性行业(农业)科研项目(No.201203071)
* 通讯作者。Email: gfliu@mail.hzau.edu.cn

© 植物学报 Chinese Bulletin of Botany

mg·L^{-1} NAA和60–120 g·L^{-1}蔗糖。实验设置3次生物学重复。

2.2 培养条件

组织培养室温控制在(22±1)°C，光周期为16小时光照/8小时黑暗，光强为1 500–2 000 μmol·m^{-2}·s^{-1}。

人工气候培养箱温度为(23±1)°C，光周期为16小时光照/8小时黑暗，光强为 1 500–2 000 μmol·m^{-2}·s^{-1}，空气相对湿度为75%。

2.3 外植体消毒

鳞片用0.3%洗衣粉水浸泡20分钟，流水冲洗1小时。在超净工作台上，用2% NaClO振荡消毒20分钟，无菌水漂洗3次，最后用无菌滤纸吸干水分，切成5 mm×5 mm小块，近轴面朝上接种于初代培养基。

2.4 不同部位外植体再生能力比较

将初代培养获得的不定芽进行增殖得到组培无菌苗，选取无菌苗的鳞茎、鳞片、愈伤组织、叶片和叶柄，接种于预培养培养基(表1)。其中，鳞片选取鳞茎外层鳞片，愈伤组织分成5 mm^{3}团状，叶片切成1 cm^{2}的小块，叶柄切成1 cm长小段，探究适宜进行快繁的外植体部位及所需植物生长调节剂配比。

2.5 愈伤组织和不定芽的诱导

剥取无菌苗鳞茎的中外层鳞片进行愈伤组织和不定芽诱导。鳞片切成5 mm^{2}小块，近轴面朝上接种于诱导培养基中(表2)。

2.6 不定芽增殖

将诱导得到的不定芽接种于增殖培养基(表3)，20天后统计增殖倍数并观察记录生长情况。

2.7 不定芽诱导小鳞茎

将增殖得到的不定芽丛分割为单芽，接种于小鳞茎诱导培养基(表4)，30天后统计不定芽平均形成鳞茎数并观察记录生长情况。

表1 金黄花滇百合不同部位外植体再生能力比较

Table 1 Comparison of regeneration capabilities of different explants from *Lilium bakerianum* var. *aureum*

Treat-ments	Explants	6-BA (mg·L^{-1})	NAA (mg·L^{-1})	No. of explants	Survival rate (%)	No. of in-duced buds	No. of induced callus
1	Bulbs	0	0	8	100	0	0
2	Bulbs	0.5	0.5	15	80.0	3	11
3	Scale	0	0	30	10.0	3	0
4	Scale	0.5	0.1	10	30.0	3	0
5	Scale	0.5	0.5	30	0	0	0
6	Scale	2.0	0.5	30	23.3	2	7
7	Scale	1.5	0.5	10	20.0	2	0
8	Callus	0	0	13	23.1	2	13 (browning)
9	Callus	0.5	0.1	30	83.3	53	30 (swelled obviously)
10	Callus	0.5	0.5	24	62.5	46	24 (callus proliferation)
11	Callus	2.0	0.5	15	80.0	14	15 (bulbs differentiation)
12	Callus	1.0	0.1	22	81.8	71	22 (budding obviously)
13	Petiole	0.5	0.1	118	5.9	0	7
14	Petiole	0.5	0.5	60	6.7	1	3
15	Petiole	2.0	0.5	60	0	0	0
16	Petiole	1.0	0.1	90	4.4	9	0
17	Leaf	0.5	0.1	60	0	0	0
18	Leaf	0.5	0.5	60	0	0	0
19	Leaf	2.0	0.5	60	0	0	0

2.8 小鳞茎膨大及生根

将诱导得到的大小一致的小鳞茎接种到小鳞茎膨大培养基(表5), 20天后统计鳞茎膨大倍数并观察记录生长情况。

2.9 试管苗移栽

将培养瓶开口并置于暗处炼苗2天后取出100株生根苗, 用自来水洗去残留培养基, 栽植于经高温高压灭菌的基质(泥炭:珍珠岩=1:1, v/v)并覆盖塑料膜保湿, 置于人工气候培养箱培养, 3天后揭去塑料膜。

2.10 数据统计分析

诱导率(%)=(出芽外植体数/接种数)×100%;

增殖倍数=增殖总芽数/接种总芽数;

不定芽平均形成鳞茎数=不定芽形成的鳞茎总数/接种的不定芽总数;

鳞茎膨大倍数=(膨大后直径–膨大前直径)/膨大前直径。

采用Excel软件进行数据分析, 用Ducan's新复极差法进行多重比较。

3 结果与讨论

3.1 不同部位外植体再生能力比较

比较相同培养基上金黄花滇百合不同外植体的诱导结果可知, 诱导能力从高到低顺序为愈伤>鳞片>鳞茎>叶柄>叶片(表1)。鳞茎、鳞片(图1A, B)及叶柄诱导不定芽或愈伤组织较难, 叶片不能诱导形成不定芽和愈伤组织, 但愈伤组织作为外植体在几种培养基上均能较好地生长和增殖。处理12 (6-BA/NAA=10)愈伤组织存活率较高, 出芽最多; 处理9 (6-BA/NAA=5)愈伤组织存活率最高, 增殖明显。这表明6-BA/NAA比值高时利于金黄花滇百合的愈伤组织分化不定芽, 6-BA/NAA比值低时利于金黄花滇百合的愈伤组织增殖。

3.2 不同植物生长调节剂及配比对鳞片诱导愈伤组织和不定芽的影响

接种后暗培养7天, 待鳞片增厚转绿移至光下培养, 20天后鳞片边缘出现黄绿色愈伤组织, 后形成乳白色小突起。30天后突起处形成不定芽, 继而伸长(图1C)。40天后芽丛生长健壮。多数鳞片逐渐褐化死亡, 鳞片愈伤组织诱导率较低。处理3 (6-BA/NAA=10)诱导效果最好(表2), 诱导率达50.0%, 与其它处理相比差异显著。当在此基础上添加GA_3时(处理4), 诱导率为0, 表明GA_3不利于诱导金黄花滇百合的鳞片分化。

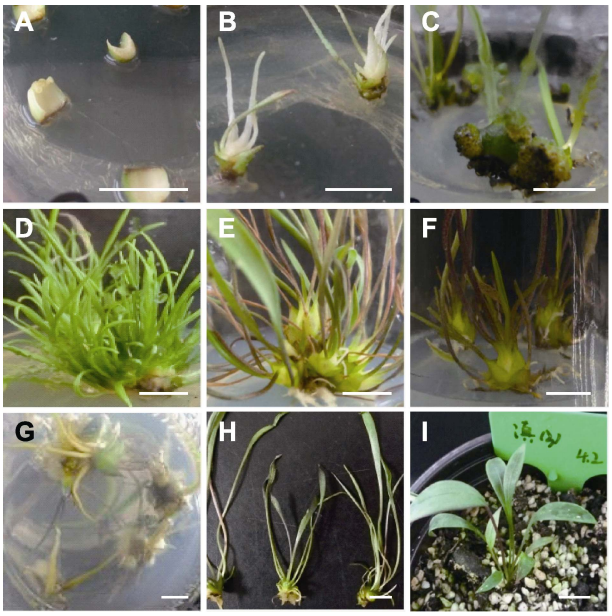

图1 金黄花滇百合鳞片植株再生体系的建立

(A), (B) 鳞片诱导不定芽; **(C)** 愈伤组织分化不定芽; **(D)** 不定芽增殖; **(E)** 不定芽诱导小鳞茎; **(F)** 再生植株; **(G)** 植株生根; **(H), (I)** 移栽。Bars=1 cm

Figure 1 Establishment of plantlet regeneration from scales of *Lilium bakerianum* var. *aureum*

(A), (B) Induction of new bud from scales; **(C)** Differentiation of new bud from callus; **(D)** The multiplication culture of adventitious buds; **(E)** The forming of bulb from adventitious bud; **(F)** Regenerated plantlets; **(G)** Plantlets rooting; **(H), (I)** Transplanting. Bars=1 cm

3.3 不同植物生长调节剂及配比对不定芽增殖的影响

芽丛生长健壮并长出绿色叶片时, 将其分割成单芽, 接种到增殖培养基。20天后小芽基部膨大, 增殖形成具有2–4个小芽的丛生芽, 此后可不断继代扩大繁殖(图1D)。不同浓度及不同配比的6-BA和NAA对不定芽增殖的影响差异显著(表3)。处理1不定芽增殖倍数最高且芽苗生长健壮, 在此基础上增加6-BA和NAA浓度都不利于不定芽增殖。

表2 植物生长调节剂对金黄花滇百合鳞片诱导愈伤组织和不定芽的影响

Table 2 Effects of plant growth regulators on the induction of callus and adventitious buds of *Lilium bakerianum* var. *aureum*

Treatments	6-BA ($mg·L^{-1}$)	NAA ($mg·L^{-1}$)	GA_3 ($mg·L^{-1}$)	Induction ratio (%)
1	0.5	0	0	23.3±21.00 b
2	0.5	0.1	0	33.3±6.00 b
3	1.0	0.1	0	50.00±10.00 a
4	1.0	0.1	1.0	0.00±0.00 d
5	1.5	0.5	0	6.70±6.00 cd

不同小写字母表示在*P*<0.05水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at *P*<0.05.

表3 植物生长调节剂对金黄花滇百合不定芽增殖的影响

Table 3 Effects of plant growth regulators on the multiplication of adventitious buds of *Lilium bakerianum* var. *aureum*

Treatments	6-BA ($mg·L^{-1}$)	NAA ($mg·L^{-1}$)	Proliferation multiple	Growth state
1	0.5	0.1	3.87±0.24 a	Strong
2	0.5	0.5	1.87±0.18 b	Sparse, slightly yellow
3	1.0	0.1	1.06±0.17 c	Sparse, yellow
4	1.0	0.5	1.23±0.09 c	Sparse, yellow
5	2.0	0.5	0.93±0.24 c	Sparse, yellow

不同小写字母表示在*P*<0.05水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at *P*<0.05.

3.4 不同植物生长调节剂及配比对不定芽诱导小鳞茎的影响

单芽接种15天后芽基部开始膨大，形成小鳞茎(图1E)。30天后可将形态正常的小鳞茎接种到生根培养基。处理2诱导鳞茎数最多(达4.7)，同时枝叶稀疏，利于鳞茎储存养分，以使鳞茎膨大(表4)。

表4 植物生长调节剂对金黄花滇百合不定芽诱导小鳞茎的影响

Table 4 Effects of plant growth regulators on the induction of bulb from adventitious buds of *Lilium bakerianum* var. *aureum*

Treatments	6-BA ($mg·L^{-1}$)	NAA ($mg·L^{-1}$)	No. of induced bulbs	Growth state
1	0	0.5	1.73±0.23 d	Sparse leaves, thick roots
2	0	1.0	4.70±0.46 a	Sparse leaves, thick roots
3	0	2.0	2.47±0.00 cd	Thick leaves, thick roots
4	0.2	0.5	2.80±1.00 c	Yellow leaves, rootless
5	0.2	1.0	2.03±0.32 d	Yellow leaves, rootless
6	0.2	2.0	3.50±0.42 b	Strong leaves, thick roots

不同小写字母表示在*P*<0.05水平差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences at *P*<0.05.

3.5 不同植物生长调节剂及配比对小鳞茎膨大及生根的影响

小鳞茎接种10天后开始生根，20天后可全部生根(图1F，1G)。比较处理1–3与处理4–6可知，当植物生长调节剂浓度一定时，蔗糖浓度升高有利于小鳞茎膨大，但蔗糖浓度为120 $g·L^{-1}$时，叶片枯萎卷曲，根部发黑，表明蔗糖浓度过高导致的高渗环境不利于小鳞茎生长(表5)。比较处理6、7、8可知，蔗糖浓度下降至60 $g·L^{-1}$时，NAA浓度越低，小鳞茎膨大效果和生长状况越好。处理7中鳞茎膨大倍数最高，且鳞茎健壮、根粗，因此该培养基为金黄花滇百合鳞茎膨大及生根最佳培养基。

表 5 植物生长调节剂对金黄花滇百合鳞茎膨大及生根的影响

Table 5 Effects of plant growth regulators on the bulb expansion and rooting of *Lilium bakerianum* var. *aureum*

Treatments	MS	Sucrose ($g·L^{-1}$)	NAA ($mg·L^{-1}$)	IBA ($mg·L^{-1}$)	Swell times	Growth state
1	0.5	120	0.3	0.1	2.63±0.35 b	Withered leaves, thick roots
2	0.5	90	0.3	0.1	1.94±0.41 c	Sparse leaves, thick roots
3	0.5	60	0.3	0.1	0.57±0.29 d	Rootless
4	0.5	120	0.3	0	1.57±0.06 c	Curly leaves, black roots
5	0.5	90	0.3	0	1.58±0.14 c	Thick leaves, thin scales
6	0.5	60	0.3	0	1.00±0.25 d	Thick leaves, thin roots
7	0.5	60	0.01	0	2.78±0.19 ab	Thick leaves, thick roots
8	0.5	60	0.1	0	2.67±0.33 ab	Sparse leaves, thin roots

不同小写字母表示在*P*<0.05水平差异显著。Different lowercase letters indicate significant differences at *P*<0.05.

3.6 试管苗移栽

将生根苗进行移栽, 7天后植株抽发新叶, 成活率达92% (图H, I)。

3.7 讨论

再生体系的建立对百合快速繁殖、遗传转化和超低温保存等均具有重要意义, 不同种或品种百合的基因型千差万别, 其诱导分化形成不定芽、愈伤组织和植株再生的能力也存在差异(Nhut et al., 2001)。Bahr和Compton (2004)以鳞片为外植体, 建立了8个不同基因型百合的不定芽再生体系, 再生频率为22%–90%, 表明不同基因型的外植体再生频率差异很大。对于百合组织培养, 杂种品种分化能力优于野生种, 低海拔种优于高海拔种(王家福, 2006)。根据分布海拔由低至高, 金黄花滇百合的鳞片诱导率为50%, 大理百合最高为64% (舒宁, 2015), 淡黄花百合可达100% (李黛和谈锋, 2004), 可知高海拔的野生百合组培再生难度较大。

通常情况下, 在愈伤组织培养初期, 一定浓度的生长素类物质是诱导脱分化、愈伤组织生长及胚性细胞形成的必要条件, 常将生长素类(IAA、NAA、IBA和2,4-D)与细胞分裂素类(6-BA和KT)搭配使用(Karalija et al., 2010; 张旭红等, 2018), 极少数采用单一植物生长调节剂进行再生研究, 如单独使用2,4-D (Ault and Siqueira, 2008)。本研究通过调整NAA (0.1 mg·L^{-1})和6-BA (1.0 mg·L^{-1})适宜的浓度配比, 成功诱导出大量金黄花滇百合愈伤组织, 且愈伤组织可再分化形成不定芽。

金黄花滇百合外植体诱导能力从高到低排序为愈伤组织>鳞片>鳞茎>叶片>叶柄, 这与对大理百合等野生百合(舒宁等, 2015)以及新铁炮百合等商业品种(罗凤霞等, 2000)的研究结果一致。愈伤组织诱导是一个脱分化与再分化过程, 已高度分化的叶柄和叶片, 再经脱分化和再分化形成愈伤组织的能力比鳞片弱。金黄花滇百合难以直接诱导出不定芽而易产生愈伤组织。愈伤组织可进一步分化得到不定芽和小鳞茎。推断金黄花滇百合的再生更易以间接器官发生途径实现。

糖是碳源及渗透压调节剂, 蔗糖在植物组织培养中普遍使用, 浓度范围为10–150 g·L^{-1}, 其不仅提供植物生长发育所需的能量物质, 还可以维持细胞渗透压平衡。蔗糖浓度影响百合鳞茎膨大效果。本研究表明, 高浓度蔗糖不利于金黄花滇百合鳞茎生长, 植株因高渗环境萎蔫失水, 蔗糖浓度为60–90 g·L^{-1}时鳞茎生长和膨大效果较好。百合商业品种的组培快繁研究也表明, 在此浓度范围其能更好地平衡增殖和生长(吴青青等, 2015)。

本研究以金黄花滇百合的鳞片为外植体, 经过14周组织培养, 完成鳞片诱导愈伤组织和不定芽、丛生芽增殖、壮苗结球及生根等过程, 最终获得长势健壮的组培苗, 使用最佳配方繁殖系数可达25.3 (50%×3.87×4.7×2.78)。与自然繁殖相比, 本研究方法极大地提高了金黄花滇百合的繁殖系数, 缩短了培育时间, 据此建立的离体再生体系可为其种质资源保存、基因工程育种及推广应用奠定基础, 同时也可促进我国优质百合种球的培育。

参考文献

胡新颖, 杨迎东, 颜津宁, 颜范悦 (2014). 百合鳞片全基质包埋试验. 江苏农业科学 **42**(2), 147–149.

黄宇翔, 陈华, 刘金燕 (2005). 东方百合鳞片扦插繁殖研究. 中国农学通报 **21**(10), 273–275.

李黛, 谈锋 (2004). 诱导百合鳞片芽的影响因子研究. 种子 **23**(11), 18–20.

刘木清, 秦龙, 伍春 (2016). 百合繁殖技术. 花木盆景(花卉园艺) (2), 29–31.

罗凤霞, 徐桂华, 金丽丽, 孙晓梅, 朱明 (2000). 新铁炮百合微繁的研究. 沈阳农业大学学报 **31**, 254–257.

宁云芬, 周厚高, 黄玉源, 叶向斌, 王凤兰, 黄子锋 (2002). 百合种球繁育的研究进展. 仲恺农业技术学院学报 **15**(2), 66–70.

舒宁 (2015). 几种云南野生百合资源调查引种及离体繁殖体系研究. 硕士论文. 武汉: 华中农业大学. pp. 44–45.

舒宁, 詹文静, 刘燕妮, 刘国锋 (2015). 大理百合的组织培养研究. 植物学研究 **4**, 8–15.

王家福 (2006). 花卉组织培养与快繁技术. 北京: 中国林业出版社. pp. 258–266.

吴青青, 窦云, 张朝君, 石乐娟 胡小京 (2015). 两个百合商业品种的组培快繁技术研究. 北方园艺 (12), 96–99.

虞泓, 陆永武, 程治英 (2005). 大百合的离体快繁和鳞茎的诱导. 植物生理学通讯 **41**, 192.

袁素霞, 李佳, 明军, 刘春, 徐雷锋, 袁迎迎 (2015). 百合未

授粉子房离体培养胚胎形成及植株再生. 植物学报 **50**, 378–387.

张建华, 庄天明, 陈银华 (2006). 百合无病毒苗快速繁殖技术. 上海交通大学学报(农业科学版) **24**, 370–373.

张旭红, 王頔, 梁振旭, 孙美玉, 张金政, 石雷 (2018). 欧洲百合愈伤组织诱导及植株再生体系的建立. 植物学报 **53**, 840–847.

张云, 原雅玲, 刘青林 (2001). 百合品种改良与生物技术研究进展. 北京林业大学学报 **23**(6), 56–59.

中国科学院中国植物志编辑委员会 (1980). 中国植物志. 北京: 科学出版社. pp. 137.

Arzate-Fernández AM, Nakazaki T, Okumoto Y, Tanisaka T (1997). Efficient callus induction and plant regeneration from filaments with anther in lily (*Lilium longiflorum* Thunb.). *Plant Cell Rep* **16**, 836–840.

Ault JR, Siqueira SS (2008). Morphogenetic response of *Lilium* michiganense to four auxin-type plant growth regulators *in vitro*. *HortScience* **43**, 1922–1924.

Bahr LR, Compton ME (2004). Competence for *in vitro* bulblet regeneration among eight *Lilium* genotypes. *HortScience* **39**, 127–129.

Karalija E, Trbojević S, Parić A (2010). Somatic embryogenesis and *in vitro* plantlet regeneration of *Lilium martagon* L. var. *cattaniae* Vis. *Biol Nyssana* **1**, 57–60.

Nhut DT, Van Le B, Fukai S, Tanaka M, Van KTT (2001). Effects of activated charcoal, explant size, explant position and sucrose concentration on plant and shoot regeneration of *Lilium longiflorum* via young stem culture. *Plant Growth Regul* **33**, 59–65.

Plant Regeneration and Rapid Propagation System of *Lilium bakerianum* var. *aureum*

Wenting Zhang[1], Yanhong He[1], Ning Shu[1], Jingjing Xing[1], Baojun Liu[1]
Manzhu Bao[1], Guofeng Liu[2*]

[1]Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; [2]Guangzhou Institute of Forestry and Landscape Architecture, Guangzhou 510405, China

Abstract We investigated the effects of different explants, kinds and concentrations of plant growth regulators on callus induction and plant regeneration from scales of *Lilium bakerianum* var. *aureum* at tissue culture. The medium MS+1.0 mg·L^{-1} 6-BA+0.1 mg·L^{-1} NAA+30 g·L^{-1} sucrose was suitable for inducing adventitious buds and calli. The medium MS+0.5 mg·L^{-1} 6-BA+0.1 mg·L^{-1} NAA+30 g·L^{-1} sucrose was suitable for adventitious bud multiplication. MS+1.0 mg·L^{-1} NAA+30 g·L^{-1} sucrose was optimal for bulblet formation from adventitious buds, and the optimal medium for the growth of bulblets was 1/2MS+0.01 mg·L^{-1} NAA+60 g·L^{-1} sucrose. We provide technical support for germplasm resource protection and rapid propagation of *L. bakerianum* var. *aureum*.

Key words *Lilium bakerianum* var. *aureum*, tissue culture, plant regeneration, rapid propagation, calli

Zhang WT, He YH, Shu N, Xing JJ, Liu BJ, Bao MZ, Liu GF (2019). Plant regeneration and rapid propagation system of *Lilium bakerianum* var. *aureum*. *Chin Bull Bot* **54**, 773–778.

* Author for correspondence. E-mail: gfliu@mail.hzau.edu.cn

(责任编辑: 朱亚娜)

© 植物学报 Chinese Bulletin of Botany