

文心兰茎尖诱导丛生芽高频率植株再生

叶秀仙^{1,2}, 黄敏玲^{1,2}, 吴建设^{1,2}, 林 兵^{1,2}, 钟淮钦^{1,2}, 陈源泉^{1,2}

(1. 福建省农业科学院花卉研究中心, 福建 福州 350013;

2. 福建省特色花卉工程技术研究中心, 福建 福州 350013)

摘要: 以文心兰茎尖为外植体, 通过基本培养基 (MS、1/2MS、1/2N₆)、植物激素 (6BA、NAA)、培养条件 (有机添加物、糖、培养物状态) 等关键因子对文心兰丛生芽诱导、增殖、生根各培养阶段影响的试验, 探讨了文心兰以丛生芽途径再生植株的关键技术。结果表明: 茎尖诱导丛生芽较适培养基配方为 1/2MS + 6BA 2.0 mg·L⁻¹ + NAA 0.1 mg·L⁻¹, 诱导率为 84.6%; 丛生芽在 MS + 6BA 2.0 mg·L⁻¹ + NAA 0.1 mg·L⁻¹ + 蔗糖 30 g·L⁻¹ 培养基中增殖效果较好, 增殖系数为 5.5; 株高 2.0~3.0 cm 的试管苗是丛生芽增殖的最佳培养材料; 生根培养基适宜配方为 1/2MS + IBA 0.5 mg·L⁻¹ + 苹果汁 100 g·L⁻¹ + 活性炭 0.5 g·L⁻¹ + 蔗糖 20 g·L⁻¹, 生根率为 100%。

关键词: 文心兰; 丛生芽; 植株再生; 组织培养

中图分类号: S 682.31

文献标识码: A

Induced high frequency plant regeneration of oncidium using its multiple shoots

YE Xiuxian^{1,2}, HUANG Minling^{1,2}, WU Jianshe^{1,2}, LIN Bing^{1,2}, ZHONG Huaiqin^{1,2}, CHEN Yuanquan^{1,2}

(1. Flower Research Center, Fujian Academy of Agricultural Science, Fuzhou, Fujian 350013;

2. Fujian Engineering Research Center for Characteristic Flowers, Fuzhou, Fujian 350013)

Abstract: Shoot tips of Oncidium were used as the explants to study the effect of some key factors on the induction, propagation and rooting of multiple shoots in Oncidium. The factors studied included the culture media (i.e., MS, 1/2MS and 1/2N₆), phytohormone (i.e., 6BA and NAA) application and culture conditions (i.e., organic additives, sugar and culture stages). From the results it was hoped that the core technology of Oncidium regeneration using its multiple shoots could be established. It was found that (a) the medium containing 1/2MS + 6BA 2.0 mg·L⁻¹ + NAA 0.1 mg·L⁻¹ was superior for the induction of multiple shoots from shoot tips, with a rate of 84.6%; (b) preferable propagation of multiple shoots was achieved on the medium containing MS + 6BA 2.0 mg·L⁻¹ + NAA 0.1 mg·L⁻¹ + sugar 30 g·L⁻¹, with a 5.5 propagation coefficient; (c) test-tube plantlets of 2.0~3.0 cm height were the optimal culture materials for the propagation; and (d) 100% rooting rate was obtained on the medium containing 1/2MS + IBA 0.5 mg·L⁻¹ + apple juice 100 g·L⁻¹ + activated carbon 0.5 g·L⁻¹ + sugar 20 g·L⁻¹.

Key words: Oncidium; multiple shoots; plant regeneration; tissue culture

文心兰 (Oncidium) 又名跳舞兰, 原产于墨西哥、西印度群岛、巴西等地, 分布地域广阔, 是兰花中的大属之一^[1-2]。其花形奇特, 花姿秀美, 花小而繁多, 花朵可连续不断地开放, 可持续 1~2 个月, 具有良好的观赏价值。近年来, 作为重要的切花和盆花品种, 其市场需求量急剧增加^[2]。文心

兰同其他兰科植物一样, 多采用分株繁殖, 繁殖系数较低, 难以满足生产需要。因而, 利用植物组织培养技术进行快繁是实现种苗工厂化行之有效的途径^[3-4]。目前, 国内开展文心兰组织培养已有较多研究报道, 大多选择原球茎途径, 即通过原球茎诱导、增殖及苗分化达到快速繁殖的目的^[5-6]。原球

收稿日期: 2008-10-17 初稿; 2009-02-19 修改稿

作者简介: 叶秀仙 (1977-), 女, 助理研究员, 主要从事花卉组织培养技术研究 (E-mail: yxx7861@163.com)

通讯作者: 黄敏玲 (1960-), 女, 研究员, 主要从事花卉品种选育与生物技术研究 (E-mail: pudang12@yahoo.com.cn)

基金项目: 国家科技支撑计划课题 (2007BAD07B03); 福建省林业科技重大专项花卉专题 (2006NZ0001-3); 福建省科技计划重点项目 (2007N0104); 福建省农科院青年人才创新基金项目 (2007); 福建省财政专项-福建省农科院科技创新团队建设基金 (STIF-Y06)

茎途径虽然繁殖系数比较高,但由于要经历脱分化再分化培养过程,存在历时较长、成苗率较低、易出现再生植株变异等问题。采用丛生芽诱导途径能够有效避免这些问题,目前已在蝴蝶兰、大花蕙兰等兰科植物获得成功,有关文心兰通过丛生芽途径直接诱导出苗的研究报道较少^[6~9]。本试验从基本培养基类型、不同激素配比和用量、不同有机添加物及试管苗大小等方面研究了丛生芽诱导成苗的关键技术,明确了丛生芽诱导及增殖培养适宜的条件。

1 材料与方法

1.1 材料

文心兰蜜糖 (Onc. Sweat Sugar) 品种,从台湾引进,选择长势良好的植株假鳞茎基部的新芽作为启动培养的外植体。试验在福建省特色花卉工程技术研究中心花卉育种实验室进行。

1.2 方法

1.2.1 外植体选择与灭菌处理 从健康母株上选取4~5月份萌发的、叶片尚未展开的幼芽,用自来水洗净泥沙,除去外层叶片,暴露侧芽,再用自来水冲洗30 min,然后剥去最外面的一层叶鞘,在超净工作台上将外植体放入无菌容器中,先用75%的酒精浸泡20 s,随后转入0.1%升汞溶液中浸泡消毒10 min(浸泡过程中不时用手轻轻摇动容器),取出用无菌水冲洗4~5次,再用无菌滤纸吸干水分,进行基本培养(即在不添加任何激素的MS培养基上培养),培养7 d成活后,再切取大小为0.5~1.0 mm的茎尖待用。

1.2.2 丛生芽诱导培养 配制4种诱导培养基,处理1: 1/2 MS+6BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹; 处理2: 1/2 MS+6BA 5.0 mg·L⁻¹+NAA 0.5 mg·L⁻¹; 处理3: MS+6BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹; 处理4: MS+6BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.5 mg·L⁻¹,将茎尖分别接种在4种不同的培养基上,每瓶接3个茎尖,每处理5瓶,培养30 d后,调查丛生芽形成时间、丛生芽诱导率(形成丛芽数与成活外植体数的比值)、繁殖系数(芽形成总数与成活外植体数的比值)等。

1.2.3 丛生芽增殖培养 不同浓度激素处理: 在MS+NAA 0.1 mg·L⁻¹+蔗糖30 g·L⁻¹+琼脂粉4.5 g·L⁻¹为培养基的基础上,分别添加不同浓度6BA(0 mg·L⁻¹、1.0 mg·L⁻¹、2.0 mg·L⁻¹、3.0 mg·L⁻¹、4.0 mg·L⁻¹、5.0 mg·L⁻¹、6.0

mg·L⁻¹、8.0 mg·L⁻¹、10.0 mg·L⁻¹、12.0 mg·L⁻¹),共10个处理。

不同基本培养基处理:选择MS和1/2 N₆为基本培养基,附加6BA(2.0 mg·L⁻¹、4.0 mg·L⁻¹)+NAA 0.1 mg·L⁻¹+蔗糖30 g·L⁻¹+琼脂粉4.5 g·L⁻¹,MS组的编号为1、2号,1/2N₆的编号为3、4号,共4个处理。

不同接种试管苗大小及添加不同碳源处理:在超净工作台上将丛生试管苗用解剖刀分切成单株,并根据试管苗的大小进行分组,按试管苗株高0.5~1.0 cm、1.0~1.5 cm、1.5~2.0 cm、2.0~3.0 cm、3.0~4.0 cm分5组,分别接种于MS+6BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹+琼脂粉4.5 g·L⁻¹+蔗糖30 g·L⁻¹或白糖30 g·L⁻¹固体培养基中,蔗糖由广东光华化学厂有限公司生产、普通白糖选用厦门古龙牌优质白砂糖,共10个处理。

以上每瓶接3株无菌小苗,每处理10瓶。调查丛芽形成天数(1/3单芽苗出现丛生芽的时间)、丛芽形成率、增殖苗总数、增殖系数(增殖苗总数与接种株数的比值)等。

1.2.4 生根培养 不同激素浓度处理:以1/2MS为基本培养基,添加不同浓度的NAA(0.1 mg·L⁻¹、0.5 mg·L⁻¹)和IBA(0.1 mg·L⁻¹、0.5 mg·L⁻¹)以及0.5 g·L⁻¹活性碳、蔗糖20 g·L⁻¹、琼脂粉5.0 g·L⁻¹,共4个处理。

不同有机添加物处理:以1/2 MS+IBA 0.5 mg·L⁻¹+蔗糖20 g·L⁻¹+琼脂粉5.0 g·L⁻¹+活性碳0.5 g·L⁻¹为固体培养基,分别添加番茄汁、香蕉泥、苹果汁、黄瓜汁不同有机物100 g·L⁻¹。调查生根率、株高、植株长势(叶片数、叶的颜色、根数、根长、根粗细、苗健壮程度等)。

1.2.5 培养方式与培养条件 采用固体培养基培养方式,以220 mL的组培瓶为培养容器,每瓶培养基用量20~30 mL, pH值5.6~5.8,培养温度为24℃±3℃,光强为2 000~2 500 lx,光照时间为12 h·d⁻¹。

1.2.6 数据统计 采用DPS软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 文心兰丛生芽诱导培养

将茎尖接种在4种诱导培养基上,诱导培养30~60 d后,开始分化长出芽体,并逐渐形成丛生芽体,诱导结果见表1。

表 1 不同培养基与激素浓度对文心兰茎尖诱导培养的影响
Table 1 Effect of culture media and hormone on bud induction

处理	接种数(个)	成活数(个)	丛芽形成时间(d)	形成丛芽数(个)	丛芽诱导率(%)	芽形成总数(个)	繁殖系数
1	15	13	55	11	84.6	47	3.6
2	15	12	64	10	83.3	38	3.2
3	15	10	67	8	80.0	25	2.5
4	15	8	70	6	75.0	18	2.3

表 1 结果表明, 1 号培养基丛生芽形成时间最早, 只需 55 d 就分化出芽体, 且诱导率最高, 达 84.6%, 其繁殖系数也最高, 达 3.6; 此外, 虽然 1 号、2 号基本培养基相同, 但 1 号培养基诱导分化丛芽时间、诱导率、芽形成总数、繁殖系数显著高于 2 号, 1 号的丛生芽诱导率比 2 号提高了 1.3%, 繁殖系数提高了 0.4, 说明较低浓度的 6-BA + NAA 组合更利于丛生芽的诱导; 比较 1 号和 3 号培养基其激素组合、浓度相同, 只是基本培养基不同, 1 号培养基的丛生芽诱导率比 3 号提高了 4.6%, 繁殖系数提高了 1.1, 说明 1/2 MS 基本培养基的诱导效果优于 MS; 比较 3 号、4 号培养基, 基本培养基及 6-BA 浓度相同, 但 NAA 不同, 说

明高浓度的 NAA 对诱导不一定有利; 综合 4 种培养基培养结果, 为能获得较高的丛芽诱导率和繁殖系数, 文心兰茎尖诱导丛生芽的较适培养基为 1/2 MS + 6-BA 2.0 mg · L⁻¹ + NAA 0.1 mg · L⁻¹。

2.2 丛生芽增殖培养

茎尖诱导分化出的丛生芽转入各种增殖培养基中进行增殖培养, 优化增殖培养条件以筛选出适宜的培养基。

2.2.1 不同浓度 6-BA 对丛生芽增殖的影响 选择株高 1.0~2.0 cm 的试管苗为丛生芽增殖材料, 在 MS 加有不同浓度 6-BA 的增殖培养基上, 培养结果见表 2。

表 2 不同浓度 6-BA 对文心兰新芽生长及增殖率的影响

Table 2 Effect of 6-BA concentration on growth and propagation rates of new shoots

处理	接种株数(株)	形成丛生芽数(株)	丛生芽形成率(%)	增殖苗总数(株)	增殖系数	芽苗生长情况	原球茎形成情况
CK	30	7	23.3i	50	1.7f	苗长势一般	无
1	30	14	46.7f	98	3.3d	苗绿、壮	少量
2	30	21	70.0a	164	5.5a	苗翠绿、壮	少量
3	30	20	66.7b	158	5.3ab	苗翠绿、壮	少量
4	30	20	66.7b	149	5.0b	苗翠绿、壮	少量
5	30	19	63.3c	146	4.9b	苗翠绿、壮	少量
6	30	18	60.0d	123	4.1c	苗翠绿、壮	少量
7	30	17	56.7e	94	3.1de	苗长势一般	较多
8	30	13	43.3g	85	2.8e	苗长势一般	多
9	30	10	33.3h	56	1.9f	苗长势一般	多

注: ①LSD 测验, 不同字母表示 $P \leq 0.05$ 显著性差异, 下同; ②增殖系数是增殖培养 60 d 后的统计结果。

从表 2 可以看出, 在 MS + NAA 0.1 mg · L⁻¹ 的培养基中, 添加不同浓度的 6-BA 对文心兰丛生芽的增殖有显著影响。在 6-BA 浓度为 2.0~6.0 mg · L⁻¹ 时, 丛生芽诱导率达到 60.0%~70.0%, 增殖系数 4.1~5.5, 但均有少量原球茎形成; 当 6-BA 浓度为 8.0~12.0 mg · L⁻¹ 时, 诱导率、增殖系数随浓度明显下降, 并产生较多的原球茎, 因

此适宜丛生芽增殖的培养基为 MS + 6-BA 2.0 mg · L⁻¹ + NAA 0.1 mg · L⁻¹。

2.2.2 MS 和 1/2 N₆ 基本培养基对文心兰丛生芽增殖的影响 试管苗(株高 1.0~2.0 cm) 以 MS 和 1/2 N₆ 为基本培养基, 并附加 6-BA 2 种浓度的培养基中进行培养, 试管苗经 60 d 增殖培养后, 结果见图 1。

比较 MS 和 $1/2N_6$ 增殖结果(图 1), 可以看出: 在 $6BA 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + NAA 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $6BA 4.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + NAA 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 两种组合, 文心兰丛生芽增殖系数均是 MS 高于 $1/2N_6$, 其中 MS+ $6BA 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + NAA 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 组合增殖系数最高, 达到 5.5, 比 $1/2N_6 + 6BA 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + NAA 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 组合高 1.1。因此, 作为增殖培养的基本培养基 MS 优于 $1/2N_6$ 。

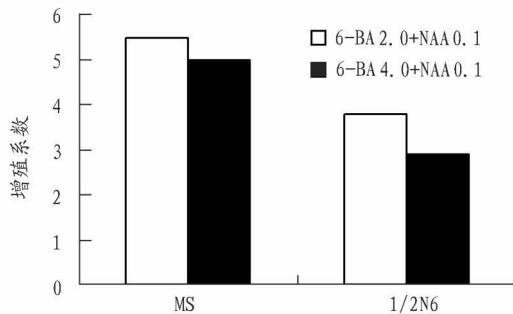


图 1 不同基本培养基对文心兰丛生芽增殖的影响

Fig 1 Effect of culture media on multiple shoots propagation

2.2.3 不同试管苗大小及不同碳源对丛生芽增殖的影响 5 组不同大小的试管苗分别在添加蔗糖、普通白糖的 MS+ $6BA 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + NAA 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 培养基上培养, 培养结果见表 3、图 2。

从表 3 可以看出, 蔗糖组处理 4 与普通白糖组处理 9, 增殖系数最高, 分别是 5.1、4.3, 丛芽形成天数分别是 10 d、12 d, 且芽苗生长状况良好, 原球茎形成量少。从表 3 还可以看出试管无菌苗越小, 其增殖系数越低, 而原球茎形成量却越多, 但试管苗株高超过 3.0 cm 时, 其增殖系数反而下降。可见, 在丛生芽增殖中, 若原球茎形成量多则会影响增殖率, 为了提高丛芽增殖速度, 并且获得大量优质试管苗, 必须选择合适的增殖培养材料, 才能达到高效、低成本试管种苗生产的目的。因此, 本试验筛选出丛生芽增殖的最佳培养材料是株高为 2.0~3.0 cm 的试管苗。

从图 2 可以看出: 比较不同株高试管苗增殖培养的增殖系数, 均是蔗糖优于普通白糖, 在第 4 组中, 增殖系数差距较为突出, 以蔗糖为碳源的其增殖系数比以普通白糖为碳源的提高了 0.9, 其他组在 0.4~0.6 之间。

表 3 不同试管苗大小对丛生芽增殖的影响

Table 3 Effect of length of test tube plantlet on multiple shoots propagation

处理	碳源	接种株数 (株)	丛芽形成天数 (d)	形成丛生芽数 (株)	丛生芽形成率 (%)	增殖系数	芽苗生长 情况	原球茎 形成情况
1		30	21	25	83.3	3.2g	苗长势一般	多
2		30	15	30	100	4.1bc	苗长势一般	较多
3	蔗糖	30	14	27	90.0	4.3b	苗翠绿、壮	少量
4		30	10	29	96.7	5.1a	苗翠绿、壮	无
5		30	8	30	100	4.0ed	苗翠绿、壮	无
6		36	28	28	77.8	2.6h	苗长势一般	多
7		30	17	27	90.0	3.5f	苗长势一般	较多
8	普通白糖	30	15	28	93.3	3.8de	苗翠绿、壮	少量
9		24	12	20	83.3	4.3b	苗翠绿、壮	无
10		30	10	28	93.3	3.6ef	苗翠绿、壮	无

注: 增殖系数是增殖培养 42 d 后的统计结果。

2.3 生根培养及移栽

2.3.1 不同浓度生长素对试管苗生根的影响 选择株高 3.0~4.0 cm 的试管苗进行生根培养, 试管苗在 4 种培养基上培养结果见表 4。

从表 4 可以看出, 在 4 种培养基上生根培养, 生根率均在 80% 以上, 但诱导效果不同。以附加 $IBA 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的培养基效果最佳, 7 d 左右开

始生根, 30 d 时每株生根 2~5 条, 根粗壮, 呈放射状, 生根率 95.6%。因此, 适宜生根的培养基为 $1/2MS + IBA 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.3.2 不同有机添加物对试管苗生根的影响 试管苗(株高 3.0~4.0 cm) 在添加 4 种有机物的 $1/2MS + IBA 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 培养基上进行生根培养, 培养 45 d 后, 结果见表 5。

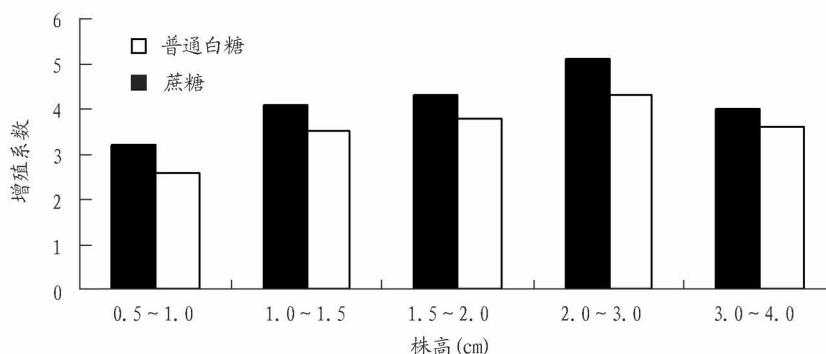


图 2 不同碳源对文心兰丛生芽增殖的影响

Fig. 2 Effect of carbon sources on multiple shoots propagation rate

表 4 不同浓度的 NAA 和 IBA 对文心兰生根的影响

Table 4 Effect of varying concentrations of NAA and IBA on test tube plantlet rooting

处理	激素 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	接种株数 (株)	生根株数 (株)	生根率 (%)	诱导生根情况
1	NAA 0.1	45	36	80.0	20 d 左右开始生根, 30 d 时每株生根 1~2 条, 根较细弱
2	NAA 0.5	45	39	86.7	14 d 左右开始生根, 25 d 时每株生根 2~3 条, 根细弱
3	IBA 0.1	45	40	88.9	10 d 左右开始生根, 25 d 时每株生根 2~3 条, 根较粗
4	IBA 0.5	45	43	95.6	7 d 左右开始生根, 30 d 时每株生根 2~5 条, 根粗壮, 呈放射状

表 5 不同有机添加物对试管苗生根的影响

Table 5 Effect of organic compounds on test tube plantlet rooting

处理	有机 添加物	接种株数 (株)	生根株数 (株)	生根率 (%)	根数 (株)	根长 (cm)	株高 (cm)	植株长势
CK	水	30	28	93.3	3.2	1.8	4.8	叶色淡绿, 根较粗, 植株长势一般
1	番茄汁	30	29	96.7	2.7	1.7	4.1	叶色淡绿, 根较粗, 植株长势一般
2	香蕉泥	30	28	93.3	3.6	2.1	4.9	叶色较浓绿, 根粗壮, 植株长势较旺盛
3	苹果汁	30	30	100	4.2	2.5	5.1	叶色浓绿, 根粗壮, 植株长势旺盛
4	黄瓜汁	30	30	100	3.0	2.0	4.9	叶色淡绿, 根较粗, 植株长势旺盛

从表 5 可以看出, 在 $1/2\text{MS} + \text{IBA } 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的培养基上添加各种有机物能促进试管苗生根, 生根率比 CK 高 3.4~6.7 个百分点, 其中以附加苹果汁的培养效果最佳, 生根率达 100%, 平均每株有 4.2 条根, 根长 2.5 cm, 根粗, 而且叶色浓绿, 植株长势旺盛。因此, 最适宜的生根培养基为: $1/2\text{MS} + \text{IBA } 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{苹果汁 } 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

将生根好的瓶苗移至温室内, 打开瓶口进行炼苗, 3~7 d 后即可将苗取出, 用清水洗净根部的培养基, 然后植于通气保水性良好的水苔基质上, 保持一定的光照和湿度, 30 d 后统计移栽成活率, 达 95.0%。

3 结论与讨论

文心兰的组织培养有两条途径: (1) 外植体直接诱导分化形成芽 (丛生芽); (2) 外植体先分化形成原球茎 (Protocorm like body, 简称 PLB), 后经增殖再分化形成芽 (幼苗)。两条途径各有优势, 据有关报道, 原球茎月增殖率高, 可达 332.5%, 但采用原球茎诱导途径, 其外植体经原球茎到成苗比丛生芽途径成苗要晚 60 d 以上, 而且长成的苗大多纤细柔弱, 必须经过壮苗培养阶段才能更好的生长, 另外原球茎后代再生植株中有较高的变异率, 难以保持母株的优良特性^[6, 10]。

本试验选择丛生芽途径直接诱导出苗, 1 个茎尖在 55 d 内繁殖系数可达 3.6, 可诱导出 3.6 个丛

生芽, 1个芽在60 d内增殖系数可达5.5, 虽然增殖系数比原球茎低, 但整个繁殖周期短, 长成的苗大多健壮, 一般无需壮苗培养就可直接进行生根培养, 简化了培养步骤、降低了培养成本, 且再生植株变异率低, 能较好的保持母株的优良特性。因此, 笔者认为采用丛生芽途径繁殖文心兰具有更大的应用价值, 尤其适用于杂交后代优良性状的保持、应用。

本试验筛选出适宜的茎尖诱导培养基配方为1/2 MS + 6-BA 2.0 mg · L⁻¹ + NAA 0.1 mg · L⁻¹; 筛选出适宜丛生芽增殖的培养基配方为MS + 6-BA 2.0 mg · L⁻¹ + NAA 0.1 mg · L⁻¹, 明确了高浓度的6-BA不利于丛生芽增殖; 株高2.0~3.0 cm的试管苗是丛生芽增殖培养最佳材料; 试验结果还表明虽然蔗糖增殖系数略高于普通白糖, 但相差仅0.4~0.8, 在文心兰种苗工厂化生产中, 选择普通白糖代替蔗糖, 可以降低生产成本, 提高经济效益。

添加有机物对试管苗的生根培养均有促进作用, 以添加苹果汁效果最为显著。苹果汁在文心兰PLB增殖及幼苗分化中的应用已有报道^[11], 本文结果表明, 苹果汁对文心兰生根也有明显的促进作用。综上, 文心兰生根培养基适宜配方为1/2 MS + IBA 0.5 mg · L⁻¹ + 苹果汁 100 g · L⁻¹ + 蔗糖 20 g · L⁻¹ + 琼脂粉 5 g · L⁻¹。

参考文献:

- [1] 潘学锋, 王日暖, 莫海. 文心兰茎尖离体培养研究 [J]. 热带林业, 2001 (4): 145~150.
- [2] 何松林, 十鸟三和子, 王献, 等. 不同基本培养基及培养方式对文心兰原球茎增殖的影响 [J]. 华北农学报, 2001 (1): 88~91.
- [3] 何松林, 十鸟三和子, 孔德政, 等. 基本培养基及凝固剂对文心兰试管苗生长发育的影响 [J]. 北京林业大学学报, 2001 (1): 29~31.
- [4] 崔广荣, 刘云兵, 张俊长, 等. 文心兰组织培养的研究 [J]. 园艺学报, 2004 (2): 253~255.
- [5] 黄萍萍, 潘伟彬, 廖福琴, 等. 文心兰组织培养与快速繁殖 [J]. 闽西职业大学学报, 2003 (4): 67~68.
- [6] 谷风, 候卓捷, 张志平, 等. 文心兰丛生芽组培快繁研究初报 [J]. 中国农学通报, 2007 (2): 85~88.
- [7] 王冬云, 汪建亚, 蔡桁, 等. 蝴蝶兰组培不定芽增殖条件的优化 [J]. 华中农业大学学报, 2007 (6): 856~858.
- [8] 郑迎冬, 杨承能, 蒋林. 大花蕙兰的茎段培养 [J]. 仲恺农业技术学院学报, 2000 (1): 19~22.
- [9] 刘明志, 朱京育. BA和复合添加物对大花蕙兰增殖和分化的影响 [J]. 暨南大学学报: 自然科学版, 2000 (3): 100~105.
- [10] 丁兰, 付庭治. 兰花生物工程研究进展 [J]. 西北师范大学学报: 自然科学版, 2000 (3): 111~116.
- [11] 何松林, 孔德政, 杨秋生, 等. 碳源和有机添加物对文心兰原球茎增殖的影响 [J]. 河南农业大学学报, 2003 (2): 154~157.

(责任编辑: 林海清)