

春兰与大花蕙兰杂交后代根状茎增殖与分化条件

孙玉芬, 宁惠娟, 张韶伊, 褚 怡, 范义荣

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 为了筛选适合根状茎增殖分化的条件, 以春兰 *Cymbidium goeringii* 与大花蕙兰 *Cymbidium hybridum* 杂交后代的根状茎为材料进行培养, 比较了不同基本培养基、植物生长调节物质和有机添加物等对根状茎增殖与分化的影响。结果表明: 1/2MS(Murashige and Skoog)培养基对杂交根状茎增殖与分化效果最适宜; 2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)和激动素(KT)对杂交组合春兰与大花蕙兰‘梦境’‘Wanderland’的根状茎分化作用不显著, 1/2MS 培养基添加 1.0 mg·L⁻¹ 6-苄基腺嘌呤(6-BA) + 1.0 mg·L⁻¹ 萘乙酸(NAA)对春兰与大花蕙兰‘梦境’的杂交后代增殖分化效果最佳; 使用有机添加物对根状茎增殖有显著影响, 其中以椰汁增殖效果最好, 其次为香蕉泥、土豆汁; 添加 100 g·L⁻¹ 香蕉泥 + 50 mL·L⁻¹ 椰汁最利于根状茎的增殖与分化。图 1 表 4 参 16

关键词: 园艺学; 兰花; 杂交后代; 根状茎; 增殖; 分化

中图分类号: S682.31

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2014)01-0156-06

Proliferation and differentiation of rhizomes from a filial generation of *Cymbidium goeringii* × *Cymbidium hybridum*

SUN Yufen, NING Huijuan, ZHANG Shaoyi, CHU Yi, FAN Yirong

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: In order to sift out the optimum condition of proliferation and differentiation of rhizomes, using rhizomes from a filial generation of *Cymbidium goeringii* × *C. hybridum*, the effects of different basal medium [Murashige and Skoog (MS), 1/2MS, Knudson C(KC), Vacin & Went (VW), B5], plant growth regulators [2,4-D, kinetin (KT), 6-Benzylaminopurine (BA), and 1-Naphthalene acetic acid (NAA)] and organic additives (coconut milk, banana mud, and potato juice) on the proliferation and differentiation of rhizomes were compared. Results showed that 1/2MS was the optimal medium for proliferation of rhizomes. For differentiation of *C. goeringii* × *C. hybridum* ‘Wanderland’, 2,4-D and KT had little effect; whereas 1/2MS supplemented with 1.0 mg·L⁻¹ 6-BA and 1.0 mg·L⁻¹ NAA was the best combination for proliferation and differentiation. The organic additive coconut milk had the strongest influence on proliferation of rhizomes, followed by favorable proliferation and differentiation with 100 g·L⁻¹ banana mud and 50 mL·L⁻¹ potato juice. [Ch, 1 fig, 4 tab. 16 ref.]

Key words: horticulture; orchid; filial generation; rhizomes; proliferation; differentiation

大花蕙兰 *Cymbidium hybridum* 属兰科 Orchidaceae 兰属 *Cymbidium* 多年生草本植物, 是兰属内一些附生兰杂交种的统称, 其大部分品种叶片长且披散, 花无香味^[1], 花大、多而色艳, 花期 2–4 月。国兰通常指兰属中的部分地生种, 如春兰 *C. goeringii*, 墨兰 *C. sinense*, 寒兰 *C. kanran*, 春剑 *C. goeringii* var.

收稿日期: 2013-01-15; 修回日期: 2013-04-18

基金项目: 浙江省花卉新品种选育重大科技专项重点资助项目(2012C1290911); 浙江省重大科技专项(2009C12087); 浙江省重点科技创新团队子项目(2009R50034-10)

作者简介: 孙玉芬, 从事园林植物良种繁育研究。E-mail: sunnay1122@126.com。通信作者: 宁惠娟, 讲师, 博士研究生, 从事园林植物良种选育等研究。E-mail: ninghuijuan@21cn.com

longibracteatu 和莲瓣兰 *C. lianpan* 等，花小、色淡，但芳香、叶态优美。利用兰属小花型地生兰与大花蕙兰杂交选育出的一类兰花品种，结合了国兰和大花蕙兰的优良性状，具有较高的观赏价值和市场前景。目前，兰科植物的育种仍以常规的育种手段为主，根据育种目标选择适宜的亲本进行杂交，然后进行播种，从杂交后代中选择符合目标性状的植株进行扩繁或继续进行杂交。国外对兰属附生兰种间杂交的研究已有上百年历史，培育出了数千个新品种，但对国兰与附生兰种间杂交的研究甚少，近年来国内研究也多集中在杂交育种和胚培养方面^[2-7]，增殖分化方面杂交兰仅有原球茎的报道^[9]，未见根状茎的报道。本研究的目的是对春兰与大花蕙兰杂交后代种子萌发所获得的根状茎在不同培养基上的增殖与分化条件进行研究，筛选出最适培养条件，为培育具香味、花大、株型好，能在春节前后开花的新品种提供技术基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为 2010 年 2 月利用春兰‘黄水仙’*C. goeringii* ‘Huangshuixian’与大花蕙兰 2 个品种‘梦境’*C. hybridum* ‘Wanderland’和‘皇后’*C. hybridum* ‘Princess Nobuko’进行杂交获杂交种子(分别标记为 A₁ 和 A₂ 组合)，当年 10 月种子成熟后无菌播种，培养基为 1/2MS (Murashige and Skoog)+ 30 g·L⁻¹ 蔗糖+ 5 g·L⁻¹ 琼脂+ 1 g·L⁻¹ 活性炭，诱导形成的原球茎经继代培养 4~5 次，从中选取稳定生长且较一致的根状茎。

1.2 试验方法

1.2.1 不同基本培养基对根状茎增殖与分化的影响 A₁ 和 A₂ 根状茎分别接在 MS，1/2MS，Knudson C (KC)，VW(Vacin and Went)和 B5 等 5 种培养基上(表 1)，培养基中附加有 60.0 g·L⁻¹ 香蕉泥、1.5 mg·L⁻¹ 6-苄基腺嘌呤(6-BA)和 0.5 mg·L⁻¹ 萘乙酸(NAA)。根状茎切成约 7 mm，经称量后接种于培养基中，每个处理 20 条，重复 3 次。30 d 后统计增殖结果，60 d 后观察生长特征，统计出苗数。

表 1 不同基本培养基对根状茎增殖和分化的影响

Table 1 Different culture medium on the influence of the proliferation and differentiation of rhizomes

编号	培养基	接种根状茎数/条	新增殖根状茎数/条	增殖倍数	出苗根状茎数/条	分化率/%	苗的生长状况
1(A ₁)	MS	20	47 b	2.35 ± 0.300 b	13.33 de	67 de	苗较高,叶鲜绿一致
2(A ₁)	1/2MS	20	72 d	3.60 ± 0.087 d	17.67 f	88 f	苗壮,叶鲜绿
3(A ₁)	KC	20	39 b	1.95 ± 0.180 a	9.00 bc	45 bc	苗短,叶深绿
4(A ₁)	VW	20	51 bc	2.55 ± 0.132 bc	5.33 a	27 a	苗小,细弱,较多未分化
5(A ₁)	B5	20	35 a	1.75 ± 0.132 a	11.00 cd	55 cd	苗粗壮,根长
6(A ₂)	MS	20	51 bc	2.55 ± 0.087 bc	12.00 cde	60 cde	苗高,壮,叶深绿
7(A ₂)	1/2MS	20	56 c	2.80 ± 0.180 c	15.33 e	77 ef	苗多,叶淡绿,一致,
8(A ₂)	KC	20	37 b	1.85 ± 0.087 a	10.67 cd	53 cd	苗短,后期有黄化
9(A ₂)	VW	20	76 d	3.80 ± 0.132 d	13.00 de	65 de	苗高,壮,一致
10(A ₂)	B5	20	40 bc	2.00 ± 0.200 a	6.33 ab	32 ab	苗壮,根长而少

说明：同列数字后不同字母表示各处理之间差异显著(P<0.05)。

1.2.2 不同生长素和细胞分裂素对根状茎增殖与分化的影响 以 1/2MS 为基本培养基，生长素选则萘乙酸(NAA)，2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)，并与 1.0 mg·L⁻¹6-BA 进行组合；细胞分裂素选择激动素(KT)和 6-BA，并与 0.2 mg·L⁻¹ NAA 进行组合，设置对照组，质量浓度设置见表 2 和表 3，将 A₁ 根状茎接在培养基上，20 条·处理⁻¹，重复 3 次。30 d 后统计增殖结果，60 d 后观察生长特征，统计出苗数，计算分化率。

1.2.3 不同有机添加物对根状茎增殖与分化的影响 以 1/2MS 为基本培养基，附加有 0.5 mg·L⁻¹NAA，分别添加椰汁、香蕉泥和土豆汁作为不同处理，质量浓度设置见表 4。其中香蕉、土豆均去皮后用榨汁机榨成匀浆备用。设置对照组，将 A₁ 根状茎接在培养基上，20 条·处理⁻¹，重复 3 次。40 d 后统计增殖结果，60 d 后统计出苗数，计算分化率。

1.2.4 生根壮苗 将根状茎诱导出的大于 1 cm 的不定芽小心地分开，接到生根培养基中。

1.3 培养条件

培养基中添加 20.0 g·L⁻¹ 蔗糖，6.0 g·L⁻¹ 琼脂，1.0 g·L⁻¹ 活性炭，pH 5.6~5.8，培养室温度(25±2)℃，光照 14 h·d⁻¹，光照强度 2 000 lx。

1.4 数据分析

培养一段时间后统计新长出根状茎数，计算增殖倍数，增殖倍数=新长出根状茎数/接种根状茎数。60 d 后统计根状茎的出苗数(苗以超过 1.0 cm 以上为标准)，计算分化率，分化率 =出芽根状茎数/接种根状茎总数×100%。结果采用 SPSS 19.0 统计软件分析，用邓肯氏新复极差测验法(Duncan)进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同杂交组合后代根状茎在不同基本培养基上增殖与分化的情况

在不同的基本培养基上分别接种 A₁ 和 A₂ 根状茎，根状茎在 10 d 后开始萌动，15 d 左右外植体基部切口处出现许多白色颗粒状愈合组织，之后这些组织进一步发育生长，25 d 开始出现小芽。培养 30 d 后根状茎的增殖结果见表 1。由表 1 可知，基本培养基种类对杂交兰根状茎增殖分化影响较明显。总体看来，1/2MS 对于根状茎增殖分化效果较好，1/2MS 与 MS 相比较可知，过多的无机盐也不利于杂交根状茎的增殖和分化，KC 和 B5 效果则较差。但是，A₂ 根状茎在 VW 培养基上的增殖效果要好于 1/2MS，且其在 VW 培养基上增殖分化效果要好于 A₁ 根状茎，这可能是由于杂交 A₁ 组合遗传了亲本大花蕙兰更多的特性。综合来看，1/2MS 较适合杂交根状茎的增殖和分化生长。

2.2 不同生长素和细胞分裂素对根状茎增殖与分化的影响

在其他条件一致时，生长素 NAA 和 2,4-D 对根状茎增殖和分化均有影响，结果见表 2。随着 NAA 质量浓度的升高，根状茎的增殖倍数也显著提高，并以 1.0 mg·L⁻¹ 最佳，培养 30 d 后达到 4.00。NAA 为 0.1~2.0 mg·L⁻¹ 时，对分化率进行方差分析。结果表明：各处理的出苗根状茎数和分化率差异显著，说明 NAA 及其不同质量浓度梯度对根状茎增殖分化的影响不同。观察到 NAA 为 1.0 和 2.0 mg·L⁻¹ 时形成较多丛生芽(图 1)。在 0.1~2.0 mg·L⁻¹ 范围内，2,4-D 对于根状茎增殖分化的影响差异不显著，培养 60 d 后观察到分化的小苗较 NAA 处理的短而粗壮。综合考虑，NAA 促进增殖分化的效果优于 2,4-D。以 1.0 mg·L⁻¹6-BA +1.0 mg·L⁻¹ NAA 增殖分化效果最佳。

表 2 NAA 和 2,4-D 对根状茎增殖和分化的影响

Table 2 Effect of NAA, 2,4-D on the proliferation and differentiation of rhizomes

编号	6-BA/ (mg·L ⁻¹)	NAA/ (mg·L ⁻¹)	2,4-D/ (mg·L ⁻¹)	接种根 茎数/条	新增殖 茎数/条	增殖倍数	出苗根 状茎数/条	分化 率/%	苗的生长状况
1	1.0	0	0	20	41 a	2.05 ± 0.229 a	6.67 a	33 a	有褐化，苗细弱
2	1.0	0.1	0	20	52 bcd	2.60 ± 0.173 bcd	7.67 a	38 a	苗弱，叶淡绿
3	1.0	0.5	0	20	60 d	3.00 ± 0.361 d	10.67 b	53 b	苗细小，叶鲜绿
4	1.0	1.0	0	20	80 f	4.00 ± 0.304 f	18.67 d	93 d	丛生芽多，苗壮
5	1.0	2.0	0	20	69 e	3.45 ± 0.100 e	15.33 c	77 c	丛生芽，叶鲜绿
6	1.0	0	0.1	20	53 bcd	2.65 ± 0.180 bcd	6.33 a	32 a	苗壮，叶鲜绿
7	1.0	0	0.5	20	51 bc	2.55 ± 0.132 bc	6.67 a	33 a	苗壮，短，叶鲜绿
8	1.0	0	1.0	20	56 cd	2.80 ± 0.218 cd	8.67 ab	43 ab	苗粗壮，叶深绿
9	1.0	0	2.0	20	47 ab	2.35 ± 0.312 ab	9.00 ab	45 ab	苗壮，叶暗绿

说明：同列数字后不同字母表示各处理之间差异显著(P<0.05)。

在其他条件一致时，比较细胞分裂素 6-BA 和 KT 对根状茎增殖分化的影响结果见表 3。6-BA 对根状茎增殖分化具有极显著的促进作用，6-BA 质量浓度为 2.0 mg·L⁻¹ 时增殖倍数达 3.90，根状茎为嫩绿色，生长快，质量浓度为 0.5~4.0 mg·L⁻¹ 时，分化率随着质量浓度升高而降低。当 KT 质量浓度为 0.5~1.0 mg·L⁻¹ 时，根状茎增殖较多，但多为嫩黄色，丛生芽状，生长较慢，质量浓度超过 1.0 mg·L⁻¹ 易导

致根状茎玻璃化。由方差分析可见：KT 对根状茎分化结果差异性不显著。综合考虑，0.2 mg·L⁻¹ NAA + 2.0 mg·L⁻¹ 6-BA 对根状茎的增殖分化效果最佳。比较表 2 和表 3 中的处理 4，前者 1.0 mg·L⁻¹6-BA +1.0 mg·L⁻¹ NAA 增殖分化效果更好。

表 3 6-BA 和 KT 对根状茎增殖和分化的影响

Table 3 Effect of 6-BA, KT on the proliferation and differentiation of rhizomes

编号	NAA/ (mg·L ⁻¹)	6-BA/ (mg·L ⁻¹)	KT/(mg·L ⁻¹)	接种根状 茎数/条	新增殖根状 茎数/条	增殖倍数	出苗根状茎数/条	分化率/%
1	0.2	0	0	20	44 a	2.18 ± 0.104 a	5.0 a	25 a
2	0.2	0.5	0	20	49 bc	2.45 ± 0.132 bc	17.0 d	85 d
3	0.2	1.0	0	20	70 e	3.50 ± 0.087 e	14.3 cd	72 cd
4	0.2	2.0	0	20	78 f	3.90 ± 0.132 f	12.0 bc	60 bc
5	0.2	4.0	0	20	56 d	2.77 ± 0.161 d	9.7 ab	48 b
6	0.2	0	0.5	20	53 cd	2.63 ± 0.104 cd	9.0 ab	45 b
7	0.2	0	1.0	20	55 d	2.75 ± 0.180 d	10.3 ab	52 b
8	0.2	0	2.0	20	49 ab	2.30 ± 0.132 ab	10.0 ab	50 b
9	0.2	0	4.0	20	44 a	2.18 ± 0.153 a	10.7 b	53 b

说明：同列数字后不同字母表示各处理之间差异显著(P<0.05)。

2.3 不同有机添加物及其用量对根状茎增殖与分化的影响

在其他条件一致时，比较不同添加物处理对根状茎增殖和分化的影响，结果见表 4。培养 40 d 后，单独添加 3 种有机物对杂交兰根状茎增殖均有促进作用，效果由大到小为椰汁>香蕉泥>土豆汁，随添加物用量的增加，根状茎增殖倍数下降。100.0 g·L⁻¹ 香蕉泥和 50.0 mL·L⁻¹ 椰汁混合添加增殖效果最佳，优于所有有机物单独添加的效果。在幼苗分化方面，土豆汁处理中，分化率显著高于椰汁和香蕉泥处理，并在处理间存在显著性差异。椰汁和香蕉泥处理间在分化率方面无显著性差异。综合考虑，100.0 g·L⁻¹ 香蕉泥+50.0 mL·L⁻¹ 椰汁对根状茎的增殖分化效果最佳。

表 4 有机添加物用量对根状茎增殖和分化的影响

Table 4 Effect of organic additive concentration on the proliferation and differentiation of rhizomes

编号	椰汁/ (mL·L ⁻¹)	香蕉泥/ (g·L ⁻¹)	土豆汁/ (g·L ⁻¹)	接种根状 茎数/条	新增殖根状 茎数/条	增殖倍数	分化率/%
1	0	0	0	20	37 a	1.85 ± 0.100 a	25 a
2	20	0	0	20	63 cde	3.15 ± 0.218 cde	32 ab
3	50	0	0	20	68 ef	3.40 ± 0.132 ef	40 abc
4	100	0	0	20	81 h	4.05 ± 0.180 h	47 bcd
5	150	0	0	20	72 fg	3.60 ± 0.278 fg	45 bcd
6	0	20	0	20	52 b	2.60 ± 0.180 b	42 bc
7	0	50	0	20	59 bcd	2.95 ± 0.132 bcd	47 bcd
8	0	100	0	20	62 cde	3.10 ± 0.180 cde	50 cde
9	0	150	0	20	56 bc	2.80 ± 0.087 bc	65 efg
10	0	0	20	20	42 a	2.10 ± 0.132 a	42 bc
11	0	0	50	20	54 b	2.70 ± 0.132 b	62d efg
12	0	0	100	20	58 bcd	2.90 ± 0.25 bcd	82 hi
13	0	0	150	20	57 bcd	2.85 ± 0.132 bcd	72 gh
14	0	50	50	20	64 de	3.20 ± 0.132 de	52 cdef
15	0	50	100	20	76 gh	3.80 ± 0.180 gh	62 defg
16	50	100	0	20	91 i	4.55 ± 0.361 i	92 i
17	100	100	0	20	81 h	4.05 ± 0.218 h	67 fgh

说明：同列数字后不同字母表示各处理之间差异显著(P<0.05)。

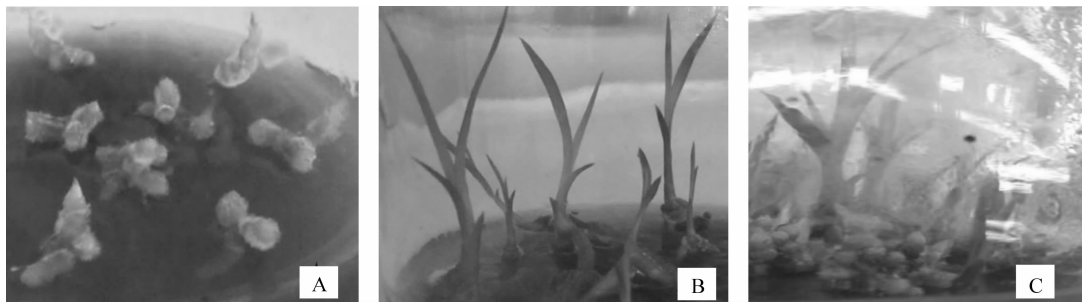


图 1 根状茎增殖并出芽(A), 根状茎分化成苗(B), 形成的丛生芽(C)

Figure 1 Rhizomes proliferation and budding(A), rhizomes differentiate into seedlings(B), clustered shoots(C)

2.4 壮苗生根

将分化出大于 1 cm 的不定芽接入生根培养基 $1/2MS+0.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 赤霉素(GA_3)+ $1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+ $25.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $2.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 活性炭中, 培养至 15 d 时, 无菌苗开始生根, 生根率达 95%以上, 长出肉质根, 待形成完整且较健壮植株时(约 3 个月)即可移栽。

3 结论

不同基本培养基对兰花杂交根状茎增殖分化效果不同, 以 $1/2MS$ 效果较适宜, 这与王利民等^[10]、孙芳等^[11]报道的结果一致。生长素 NAA 增殖分化效果优于 2,4-D, 但是 2,4-D 有利于分化出较壮的小苗。这与朱根发等^[1]报道的 NAA 对原球茎的增殖影响不大不同。6-BA 对根状茎增殖分化具有极显著的促进作用, 这与相关研究^[1,12-13]结果相同, 说明杂交兰在原球茎(根状茎)分化方面具有相似的特征。 $1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA + $1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA 对根状茎增殖和分化最适。KT 对根状茎分化结果差异性不显著, 与相关报道低质量浓度 KT 对原球茎增殖有明显促进作用^[14-16]不同, 可能是试验设计的质量浓度过高或者是由于所试品种和外植体的生长阶段不同。 $100 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 香蕉泥+ $50 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 椰汁对根状茎的增殖分化效果优于分别单独使用香蕉泥、椰汁和土豆汁。组织培养中常用的有机添加物如椰乳、番茄汁、苹果汁和马铃薯等一些含有氨基酸、植物生长调节物质和酶等有机物且成分较为复杂的天然复合物, 它们对细胞和组织的增殖和分化有明显的促进作用。王丰妍等^[9]研究发现培养基中添加 $15 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 香蕉汁最有利于杂交兰原球茎的增殖。由于有机添加物的不同品种、不同产地和有效成分含量存在较大差异。

参考文献:

- [1] 朱根发, 陈明莉, 罗智伟, 等. 墨兰与大花蕙兰种间杂种原球茎的诱导及增殖研究[J]. 园艺学报, 2004, **31**(5): 688 – 690.
ZHU Genfa, CHEN Mingli, LUO Zhiwei, *et al.* Induction and propagation of hybrid protocorm like-body of crosses between *Cymbidium sinense* and *Cymbidium hybridum* [J]. *Acta Horti Sin*, 2004, **31**(5): 688 – 690.
- [2] 郑立明. 春兰与大花蕙兰种间杂交育种的试验[J]. 浙江教育学院学报, 2010(3): 61 – 65.
ZHENG Liming. Crossbreeding experiments between *Cymbidium goeringii* and *Cymbidium hybridum* [J]. *J Zhejiang Educ Inst*, 2010(3): 61 – 65.
- [3] 朱根发, 王碧青, 陈明莉, 等. 大花蕙兰与兰属植物种间杂交研究[J]. 植物学通报, 2005, **22**(4): 445 – 448.
ZHU Genfa, WANG Biqing, CHEN Mingli, *et al.* Study on hybridization among *Cymbidium* species and *Cymbidium hybrid* [J]. *Chin Bull Bot*, 2005, **22**(4): 445 – 448.
- [4] 陈瑶瑶, 张燕, 张琛, 等. 杂交兰‘韩国桃花’×蕙兰种间杂交种子无菌萌发特征研究[J]. 园艺学报, 2009, **36**(3): 441 – 446.
CHEN Yaoyao, ZHANG Yan, ZHANG Chen, *et al.* A study on aseptic seed germination of interspecific hybrid between *Cymbidium hybrida* × *C. sinense* and *C. faberi* [J]. *Acta Horti Sin*, 2009, **36**(3): 441 – 446.
- [5] 周丽, 胡春根. 送春与多花兰杂种的非共生萌发与快速繁殖[J]. 北方园艺, 2009(3): 181 – 183.
ZHOU Li, HU Chungen. Asymbiotic germination and rapid propagation of hybrid of *Cymbidium cyperifolium* var. *szechuanicum* and *C. floribundum* [J]. *Northern Horti*, 2009(3): 181 – 183.

- [6] 丁长春, 夏念和. 莲瓣兰与大花蕙兰‘黄金薄荷’种间杂种胚培养研究[J]. 西南农业学报, 2011, **24**(4): 1609 – 1611.
DING Changchun, XIA Nianhe. Embryo culture of interspecific hybrid between *Cymbidium tortisepalum* and *C. ‘Skymint Patty’* [J]. *Southwest China J Agric Sci*, 2011, **24**(4): 1609 – 1611.
- [7] 褚怡, 范义荣, 张韶伊, 等. 大花蕙兰与国兰花粉活力及柱头可授性分析[J]. 浙江农林大学学报, 2013, **30**(6): 950 – 954.
CHU Yi, FAN Yirong, ZHANG Shaoyi, *et al.* Pollen vitality and stigma receptivity of *Cymbidium hybridum* and *Chinese orchid* [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 2013, **30**(6): 950 – 954.
- [8] 梁芳, 崔波, 马杰, 等. 杂交兰原球茎增殖及分化研究[J]. 安徽农业科学, 2008, **36**(13): 5309 – 5310, 5353.
LIANG Fang, CUI Bo, MA Jie, *et al.* Study on propagation and differentiation of PLB of *Cymbidium hybridum* × *faberi* [J]. *J Anhui Agri Sci*, 2008, **36**(13): 5309 – 5310, 5353.
- [9] 王丰妍, 李承秀, 王长宪, 等. 大花蕙兰与春剑杂交原球茎增殖及分化研究[J]. 中国农学通报, 2009, **25**(23): 327 – 330.
WANG Fengyan, LI Chengxiu, WANG Changxian, *et al.* Study on propagation and differentiation of PLB of *Cymbidium hybridum* × *Cymbidium longibracteatum* [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2009, **25**(23): 327 – 330.
- [10] 王利民, 王四清. 大花蕙兰种子萌发的原球茎在不同培养基上的生长效应研究[J]. 种子, 2006, **25**(12): 8 – 11.
WANG Limin, WANG Siqing. The growth effect of protocorm-like body (PLB) germinated from seeds of *Cymbidium hybridum* on different medium [J]. *Seed*, 2006, **25**(12): 8 – 11.
- [11] 孙芳, 李承秀, 张林, 等. 春兰名品杂交后代快繁与分化研究[J]. 中国农学通报, 2012, **28**(10): 189 – 193.
SUN Fang, LI Chengxiu, ZHANG Lin, Study on rapid propagation and differentiation of filial generation of *Cymbidium goeringii* [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2012, **28**(10): 189 – 193.
- [12] 陈瑶瑶. 杂交兰‘韩国桃花’蕙兰种间杂交种子无菌萌发特征及相关生理生化研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
CHEN Yaoyao. *Aseptic Germination of Interspecific Hybridization Seeds and Its Physiological and Biochemical Characteristics of Cymbidium hybrida* × *C. sinense* and *C. faberi* [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2008.
- [13] 郑君爽, 范义荣, 宁惠娟, 等. 细胞分裂素对杂交兰原球茎生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, **39**(5): 234 – 235.
ZHENG Junshuang, FAN Yirong, NING Huijuan, *et al.* The effects of cytokinin on the growth of protocorm-like body of *Cymbidium hybridum* × *faberi* [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2011, **39**(5): 234 – 235.
- [14] 杨玉珍, 孙天洲, 孙廷, 等. 大花蕙兰组织培养和快速繁殖技术研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, **24**(2): 86 – 88.
YANG Yuzhen, SUN Tianzhou, SUN Ting, *et al.* Tissue culture and rapid propagation techniques for *Cymbidium hybridum* [J]. *J Beijing For Univ*, 2002, **24**(2): 86 – 88.
- [15] 鲁迪. 春剑和大花蕙兰种间杂交种子无菌萌发及杂交后代的 RAPD 分析[D]. 雅安: 四川农业大学, 2010.
LU Di. *In vitro Germination Using Hybrid Seeds and RAPD Analysis from Cymbidium longibracteatum and C. hybridum* [D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2010.
- [16] 徐大成, 刘晓砚, 曹伟, 等. 几种植物生长调节物质对大花蕙兰组培原球茎增殖的影响[J]. 植物研究, 2004, **24**(1): 76 – 79.
XU Dacheng, LIU Xiaoyan, CAO Wei, *et al.* Influence of several plant growth substance on propagation of GGB of *Cymbidium grandiflorum* [J]. *Bull Bot Res*, 2004, **24**(1): 76 – 79.