

叶秀仙, 林榕燕, 陈艺荃, 等. 秋石斛离体快速繁殖技术研究 [J]. 福建农业学报, 2017, 32 (8): 874—879.
YE X-X, LIN R-Y, CHEN Y-Q, et al. Rapid Propagation of *Dendrobium* spp. Using Tissue Culture [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 32 (8): 874—879.

秋石斛离体快速繁殖技术研究

叶秀仙^{1,2,3}, 林榕燕^{1,2,3}, 陈艺荃⁴, 林 兵^{1,2,3}, 钟淮钦^{1,2,3*}

(1. 福建省农业科学院作物研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建省农业科学院花卉研究中心,
福建 福州 350013; 3. 福建省特色花卉工程技术研究中心, 福建 福州 350013;
4. 福建省农业科学院农业工程技术研究所, 福建 福州 350003)

摘要: 以秋石斛‘三亚阳光’幼芽为外植体,采用丛生芽诱导途径,并利用正交设计法,探讨基本培养基(花宝1号、改良1#、改良2#、改良3#)、植物生长调节剂(6-BA、NAA、IBA)、白糖等对其丛生芽诱导、增殖、生根等关键环节的影响,以期建立秋石斛‘三亚阳光’丛生芽组培快繁技术。结果表明:各试验因素对秋石斛丛生芽增殖影响的主次关系为基本培养基>6-BA>NAA>白糖;筛选出丛生芽适宜的增殖培养基配方为改良2# + 6-BA 1.0 mg·L⁻¹ + NAA 0.2 mg·L⁻¹ + 白糖 30.0 g·L⁻¹ + 琼脂粉 3.0 g·L⁻¹ + 卡拉胶 3.0 g·L⁻¹, 50 d 平均增殖系数达 6.25;筛选出适宜生根的培养基配方为改良3# + NAA 0.3 mg·L⁻¹ + IBA 0.5 mg·L⁻¹ + 活性炭 0.5 g·L⁻¹ + 香蕉泥 100.0 g·L⁻¹ + 白糖 20 g·L⁻¹ + 琼脂粉 3.6 g·L⁻¹ + 卡拉胶 3.6 g·L⁻¹, 生根率为 100.0%;试管苗移栽 60d 成活率达 96.5%。

关键词: 秋石斛; 丛生芽; 正交设计; 组织培养

中图分类号: S 68

文献标识码: A

文章编号: 1008—0384 (2017) 08—874—06

Rapid Propagation of *Dendrobium* spp. Using Tissue Culture

YE Xiu-xian^{1,2,3}, LIN Rong-yan^{1,2,3}, CHEN Yi-Quan⁴, LIN Bing^{1,2,3}, ZHONG Huai-qin^{1,2,3}

(1. Institute of Crop Sciences, Fujian Academy of Agricultural Science, Fuzhou, Fujian 350013, China;
2. Flowers Research Center, Fujian Academy of Agricultural Science, Fuzhou, Fujian 350013, China;
3. Fujian Engineering Research Center for Characteristic Floriculture, Fuzhou, Fujian 350013, China;
4. Institute of Agricultural Engineering and Technology, Fujian Academy of Agricultural Science,
Fuzhou, Fujian 350003, China)

Abstract: Newly germinated buds of *Dendrobium* spp., Sanya Sunny, were used as explants to induce bud clumps. Effects of culture media (i.e., Hyponex #1, Improvement #1, Improvement #2, and Improvement #3), phytohormones (i.e., 6-BA, NAA, and IBA), and sugar on the bud clump induction, propagation, and rooting of the plantlets were analyzed and optimized using an orthogonal experiment. The results showed that the major factors affecting the bud multiplication were medium, 6-BA, NAA, and sugar. Improvement #2 medium that contained 1.0 mg·L⁻¹ of 6-BA, 0.2 mg·L⁻¹ of NAA, 30.0 g·L⁻¹ of sugar, 3.0 g·L⁻¹ of agar powder and 3.6 g·L⁻¹ of carrageenan provided the best average propagation coefficient of 6.25 in 50 d among all tested media. For rooting, Improvement #3 with added NAA at 0.3 mg·L⁻¹, IBA at 0.3 mg·L⁻¹, AC at 0.5 g·L⁻¹, banana puree at 100.0 g·L⁻¹, sugar at 20.0 g·L⁻¹, agar powder at 3.6 g·L⁻¹ and carrageenan at 3.6 g·L⁻¹ performed best with a 100.0% rooting rate. The survival rate of the plantlets in 60 d after transplanting from test tubes was 96.5%.

Key words: *Dendrobium* spp.; bud clumps; orthogonal design; tissue culture

秋石斛 *Dendrobium* spp. 为兰科石斛属常绿类石斛, 又称蝴蝶石斛、杜兰、石斛、石兰等。多

是以原产于新几内亚的热带原生种蝴蝶石斛 *Dendrobium Phalaenopsis* 为亲本育成的杂交品种。

收稿日期: 2017-02-12 初稿; 2017-06-14 修改稿

作者简介: 叶秀仙 (1977—), 女, 副研究员, 主要从事花卉育种与组织培养技术研究 (E-mail: yxx7861@163.com)

* 通讯作者: 钟淮钦 (1979—), 男, 副研究员, 主要从事观赏植物种质资源评价与生物技术研究 (E-mail: zhqeeast@163.com)

基金项目: 福建省科技计划项目——省属公益科研院所基本科研专项 (2015R1026-8); 福建省财政专项——福建省农科院科技创新团队 PI 项目 (2016PI-39); 福建省农业科学院导师制基金项目 (2014QA-5)

秋石斛是近几年在中国插花市场上流行的花卉，种类繁多，花形花姿优美，色彩艳丽，花期长，具有较高的观赏价值，在国内切花和盆花的市场需求量逐年增加，对优质种苗的需求迫切。

近年我国大陆引进了不少秋石斛品种，但是种苗生产主要靠分株繁殖，繁殖速度慢，而且病毒不断积累严重影响品质，难以满足生产需求。利用植物组织培养技术可以解决秋石斛种苗快速繁殖的问题，目前国内对秋石斛组织培养的技术报道仅见少量报道^[1-4]，且集中在其原球茎诱导途径繁殖技术。黄志明等^[1]曾报道蝴蝶石斛兰以嫩芽茎尖为外植体，先诱导无菌球胚，后经球胚增殖与芽分化、壮苗等环节建立了育苗技术。罗岚等^[2-3]报道以秋石斛兰小苗的茎尖为材料，先诱导原球茎，后经原球茎增殖、芽分化、生根等环节建立了离体繁殖技术。陈亚鸿等^[4]报道秋石斛梦系列品种在原球茎增殖、芽分化过程通过培养基中添加活性炭和胰蛋白胨降低褐化率的研究。目前，采用丛生芽诱导途径，建立秋石斛‘三亚阳光’丛生芽组培快繁技术研究尚未见报道。

秋石斛同其他兰科植物一样，在种苗生产上，较为理想的繁殖途径是丛生芽诱导途径，通过芽生芽达到快速繁殖，能最大限度保持母株的优良特性，笔者在文心兰系列品种种苗组培快繁中有较多实践应用^[5]。当前，秋石斛种苗培养效率低、组培苗抗性差，移栽死亡率高等问题还未得到系统解决，急需通过改进培养方法与培养基配方的创新来优化种苗的快速繁殖技术体系。本研究探讨基本培养基、植物生长调节剂等对‘三亚阳光’丛生芽诱导、增殖与生根培养等关键环节的影响，旨在探索优质种苗工厂化快繁技术，为提高其种苗商业化生产效率提供技术基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

秋石斛‘三亚阳光’(*Dendrobium* spp. ‘Sanya Sunny’)，海南引进的品种，选择健壮植株抽长的幼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 试验方法

1.2.1 外植体消毒灭菌处理 选择健康母株为外植体取材对象，当新芽萌发1.0~2.0 cm时，先进行套袋隔离，待新芽具3~5个节时进行取样，去除叶片后，用自来水冲洗干净，然后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30~50 s，随后转入0.1%升汞溶液中进行摇床振荡消毒5~6 min，然后更换升汞溶液1次，再摇床振荡消毒4~5 min，最后在超净工作台上，将无菌容器中的外植体取出用无菌水冲洗4~5次，再用无菌纸巾吸干水分，备用。

1.2.2 丛生芽诱导与增殖 切取带节茎段和茎尖，接种到丛生芽诱导培养基配方为MS+6-BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹+白糖30 g·L⁻¹+琼脂粉5.0 g·L⁻¹的培养基中进行丛生芽诱导培养。获得的丛生芽作为增殖培养试验材料。

丛生芽增殖采用4因素3水平L9(4³)正交设计，选择基本培养基(花宝1号、改良1#、改良2#)、6-BA、NAA、白糖为试验因素，代号分别为A、B、C、D，各因素取3个水平(表1)。各处理培养基均附加琼脂粉3.0 g·L⁻¹、卡拉胶3.0 g·L⁻¹。每处理接种10瓶，每瓶接种12团(每团带2~3个小芽)，3次重复。增殖培养50 d时统计丛生芽增殖系数(增殖系数=增殖芽数/接种芽数)。

表1 L9(4³)因素及水平

Table 1 Factors and levels of orthogonal design L₉(4³)

编号	基本培养基	6-BA/(mg·L ⁻¹)	NAA/(mg·L ⁻¹)	白糖/(g·L ⁻¹)
1	花宝1号	1.0	0.05	20.0
2	改良1#	2.0	0.1	30.0
3	改良2#	3.0	0.2	40.0

注：花宝1号用量3.0 g·L⁻¹。

改良1#基本培养基的组分为： KNO_3 1 900 mg·L⁻¹、 NH_4NO_3 1 750 mg·L⁻¹、 KH_2PO_4 250 mg·L⁻¹、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 500 mg·L⁻¹、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 440 mg·L⁻¹、 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 16.9 mg·L⁻¹、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 8.6 mg·L⁻¹、 H_3BO_3 6.2 mg·L⁻¹、 KI 0.83 mg·L⁻¹、 $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.25 mg·L⁻¹、 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.025 mg·L⁻¹、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.025 mg·L⁻¹、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27.8 mg·L⁻¹、 $\text{Na}_2 \cdot \text{EDTA}$ 37.3 mg·L⁻¹、盐酸硫胺素5.0 mg·L⁻¹、烟酸2.0 mg·L⁻¹、盐酸吡哆醇1.0 mg·L⁻¹、甘氨酸2.0 mg·L⁻¹、肌醇150 mg·L⁻¹。

改良2#基本培养基的组分为：花宝1号15 000 mg·L⁻¹、 KNO_3 950 mg·L⁻¹、 NH_4NO_3 875 mg·L⁻¹、 KH_2PO_4 125 mg·L⁻¹、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 250 mg·L⁻¹、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 440 mg·L⁻¹、

$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 16.9 mg · L⁻¹、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 8.6 mg · L⁻¹、 H_3BO_3 6.2 mg · L⁻¹、 KI 0.83 mg · L⁻¹、 $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.25 mg · L⁻¹、 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.025 mg · L⁻¹、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.025 mg · L⁻¹、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27.8 mg · L⁻¹、 $\text{Na}_2 \cdot \text{EDTA}$ 37.3 mg · L⁻¹、盐酸硫胺素 8.0 mg · L⁻¹、烟酸 3.0 mg · L⁻¹、盐酸吡哆醇 1.0 mg · L⁻¹、甘氨酸 2.0 mg · L⁻¹、肌醇 150 mg · L⁻¹。

1.2.3 生根培养 以改良 3# 为基本培养基, 添加不同含量的 NAA (0.1、0.3、0.5 mg · L⁻¹) 和 IBA (0.1、0.3、0.5 mg · L⁻¹)、活性炭 0.5 g · L⁻¹、白糖 20 g · L⁻¹、香蕉泥 100.0 g · L⁻¹、琼脂粉 3.6 g · L⁻¹ 及卡拉胶 3.6 g · L⁻¹。6 个处理, 每处理接种 5 瓶, 每瓶接种 25 株, 3 次重复。生根培养 75 d 时统计生根情况。

改良 3# 基本培养基的组分为: 花宝 1 号 12 000 mg · L⁻¹、 KNO_3 800 mg · L⁻¹、 NH_4NO_3 500 mg · L⁻¹、 KH_2PO_4 125 mg · L⁻¹、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 185 mg · L⁻¹、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 220 mg · L⁻¹、 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 16.9 mg · L⁻¹、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 8.6 mg · L⁻¹、 H_3BO_3 6.2 mg · L⁻¹、 KI 0.83 mg · L⁻¹、 $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.25 mg · L⁻¹、 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.025 mg · L⁻¹、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.025 mg · L⁻¹、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27.8 mg · L⁻¹、 $\text{Na}_2 \cdot \text{EDTA}$ 37.3 mg · L⁻¹、盐酸硫胺素 3.0 mg · L⁻¹、烟酸 1.0 mg · L⁻¹、盐酸吡哆醇 5.0 mg · L⁻¹、甘氨酸 2.0 mg · L⁻¹、肌醇 100 mg · L⁻¹。

1.2.4 炼苗移栽 当苗高 6.0~8.0 cm, 具 4~6 片叶时, 将瓶苗放置于遮光率 70%~80% 的温室中炼苗, 并进行移栽种植, 定期观测移栽成活率及生长表现。

1.2.5 培养方式与培养条件 以 650 mL 的组培瓶为培养容器, 采用固体培养基培养方式, pH 值 5.6~5.8, 培养温度为 (25±2) °C, 光强为 2 000~2 500 lx, 光照时间为 12 h · d⁻¹。

以上试剂均为国药集团化学试剂有限公司生产的分析纯试剂, 白糖为厦门古龙牌优质白砂糖; 琼脂粉、卡拉胶产地日本, 强度 1 400 g · cm²; 花宝 1 号产地美国, 其 N、P₂O₅、K₂O 质量比 7:6:19。

1.3 数据统计

采用正交设计助手 V3.1 软件进行分析^[6]。

2 结果与分析

2.1 丛生芽诱导与增殖

切取带节茎段和茎尖接种在诱导培养基上, 培

养 28 d 时, 茎段与茎尖外植体逐渐萌动膨大, 其基部逐渐脱分化出生长点, 逐渐形成突起, 分化出丛生小芽, 经 3~5 次继代转接, 获得一定量的丛生芽作为下一步增殖培养试验材料。

芽的增殖是组培快繁的重要环节, 增殖率影响繁殖效率。利用正交设计法 [L9 (4³)] 研究了基本培养基、6-BA、NAA、白糖 4 种因素对秋石斛丛生芽增殖的影响, 从而优化增殖培养条件以筛选出适宜的培养基配方。丛芽团接种 21 d 时, 芽基部切口部位开始膨大, 35 d 时不同处理组陆续长出丛生芽。增殖培养 50 d 时统计丛生芽增殖系数 (增殖系数 = 增殖芽数 / 接种芽数), 试验统计分析结果见表 2、3。

表 2 L9 (3⁴) 正交试验设计与极差分析结果

Table 2 Result of orthogonal experiment L9 (3⁴)

处理	因素				丛生芽平均增殖系数
	A	B	C	D	
1	花宝 1 号	1.0	0.05	20	1.69
2	花宝 1 号	2.0	0.10	30	1.45
3	花宝 1 号	3.0	0.20	40	1.39
4	改良 1#	1.0	0.10	40	3.71
5	改良 1#	2.0	0.20	20	4.30
6	改良 1#	3.0	0.05	30	3.28
7	改良 2#	1.0	0.20	30	6.25
8	改良 2#	2.0	0.05	40	5.07
9	改良 2#	3.0	0.10	20	4.43
k1	1.510	3.883	3.347	3.473	
k2	3.763	3.607	3.197	3.660	
k3	5.250	3.033	3.980	3.390	
极差 R	3.740	0.850	0.783	0.270	
主次顺序	A>B>C>D				
优水平	A3	B1	C3	D2	
优组合	A3 B1 C3 D2				

表 2 结果表明, 从 k 值大小可以看出, 在秋石斛丛生芽增殖培养过程中, 以改良 2# 为基本培养基较好, 6-BA 需求量较低, 适宜量为 1.0 mg · L⁻¹, NAA 适宜量为 0.2 mg · L⁻¹, 白糖适宜量为 30 g · L⁻¹; 从极差 R 值大小可以看出, 不同因素对丛生芽增殖影响的主次关系为 A>B>C>D, 这说明对秋石斛丛生芽增殖起主要作用是基本培养基, 其次是 6-BA、NAA, 白糖对增殖的影响较小。丛生芽增殖最佳处理组合是 A₃ B₁ C₃ D₂,

即改良 2# + 6-BA 1.0 mg · L⁻¹ + NAA 0.2 mg · L⁻¹ + 白糖 30 g · L⁻¹, 50 d 平均增殖系数达

6.25。实现了种苗大量繁殖, 为规模化育苗提供了技术保障(图 1)。

表 3 丛生芽增殖系数方差分析结果
Table 3 Variance analysis on propagation rate

因素	SS	df	F	F _{0.05}	显著性	F _{0.10}	显著性
基本培养基	21.275	2	185.000	19.000	*	9.000	*
6-BA	1.128	2	9.809	19.000		9.000	*
NAA	1.037	2	9.017	19.000		9.000	*
白糖	0.115	2	1.000	19.000		9.000	
误差	0.12	2					



图 1 丛生芽大量增殖
Fig. 1 Propagated bud clumps

从表 3 可知, 基本培养基、6-BA 及 NAA 这 3 种因素均显著影响秋石斛丛生芽增殖系数, 但其影响程度的大小有较大差异, 表现为基本培养基 > 6-

BA > NAA, 白糖无显著影响, 与极差分析结果一致。

2.2 生根培养

将获得的健壮的丛生芽切割成单芽(芽大小为 2.0~2.5 cm), 并接种于生根培养基上进行培养, 培养 75 d 时观测统计试验数据。

试管苗生长表现见表 4, 综合考虑生根率、发根数及根的质量, 筛选出适宜生根的培养基配方为改良 3# + NAA 0.3 mg · L⁻¹ + IBA 0.3 mg · L⁻¹ + 活性炭 0.5 g · L⁻¹ + 香蕉泥 100.0 g · L⁻¹ + 白糖 20 g · L⁻¹ + 琼脂粉 3.6 g · L⁻¹ + 卡拉胶 3.6 g · L⁻¹, 生根率为 100.0%, 平均生根数 6.1 条, 平均根长 2.6 cm(图 2)。

表 4 不同用量 NAA 和 IBA 对试管苗生根培养的影响
Table 4 Effect of NAA and IBA in varied concentrations on rooting of plantlets in test tubes

处理	NAA+IBA/(mg · L ⁻¹)	接种株数/株	生根株数/株	生根率/%	诱导生根情况
1	0.1+0.1	125	108	86.4 d	21 d 左右开始生根, 平均生根数 1.6 条, 平均根长 1.5 m, 根较细弱
2	0.1+0.3	125	119	95.2 b	14 d 左右开始生根, 平均生根数 4.8 条, 平均根长 2.3 cm, 根细弱
3	0.3+0.3	125	125	100.0 a	10 d 左右开始生根, 平均生根数 6.1 条, 平均根长 2.6 cm, 根粗壮, 呈放射状
4	0.5+0.5	125	125	100.0 a	10 d 左右开始生根, 平均生根数 5.2 条, 平均根长 1.8 cm, 根较粗壮, 呈放射状
5	0+0.5	125	125	100.0 a	10 d 左右开始生根, 平均生根数 5.3 条, 平均根长 2.4 cm, 根较粗壮, 呈放射状
6	0.5+0	125	116	92.8 bc	14 d 左右开始生根, 平均生根数 4.5 条, 平均根长 2.2 cm, 根细弱

注:LSD 测验, 不同字母表示 P<0.05 显著性差异。

2.3 炼苗及移栽

当苗高 6.0~8.0 cm, 具 4~6 片叶时, 将瓶苗放置于遮光率 70%~80% 的温室中炼苗约 10 d(闭口 6 d、半敞口 2 d、全敞口 2 d), 以提高瓶苗适应力, 适应栽培环境(图 3)。

炼苗后进行清水洗苗, 洗净根部粘连的培养

基, 然后将苗置于 1.0 g · L⁻¹ 多菌灵或百菌清杀菌剂溶液浸泡消毒 5 min, 捞出晾干, 及时剔除畸形、弱小植株, 采用水苔(水苔需用清水浸泡 8 h 以上, 沥干水分后, 用清水冲洗一遍再挤干水分备用) 包住根部植入 4.5 cm 育苗杯中, 放置四槽托盘整齐摆放在温室层架上进行常规栽培管理(图

4、5)。当 4.5 cm 杯苗移植 12 个月时或根系盘绕满底部，须进行换盆种植，采用树皮与椰壳组合（比例 2:1）为栽培基质进行后续栽培（图 6）。



图 2 生根培养 75 d 时生长表现

Fig. 2 Rooting performance after 75 d



图 3 温室驯化炼苗

Fig. 3 Greenhouse acclimation



图 4 4.5 cm 育苗杯种植

Fig. 4 Planting in seedling cups



图 5 移栽种植 6 个月时生长表现情况

Fig. 5 Growth performance of plants 6 months after repotting



图 6 移栽种植 12 个月时生长表现情况

Fig. 6 Growth performance of plants 12 months after repotting

3 讨论与结论

兰花组培由于存在外植体基因型等因素的差异，其各组培环节关键技术在对特定基因型材料进行培养时，一定要进行反复试验，针对品种特性，设计培养方案，才能寻找最适合特定基因型材料培养的专用培养基与培养方式。

本试验选择丛生芽途径直接诱导出苗，并利用正交试验设计方法，探索秋石斛‘三亚阳光’丛生芽增殖培养体系，筛选出适宜的增殖培养基配方是改良 2# + 6-BA $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + NAA $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

+ 白糖 $30.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 琼脂粉 $3.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 卡拉胶 $3.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，50 d 平均增殖系数达 6.25，有效提高了其繁殖效率，为种苗工程化育苗提供了技术保障。筛选出适宜生根的培养基配方为改 3# + NAA $0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + IBA $0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + 活性炭 $0.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 香蕉泥 $100.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 白糖 $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 琼脂粉 $3.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ + 卡拉胶 $3.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，生根率为 100.0%，平均生根数 4.5 条，平均根长 2.8 cm，获得健壮生长的生根苗为移栽成活提供了基础保障；试管苗移栽 60 d 成活率达 96.5%。

笔者根据丛生芽增殖、试管苗生根阶段植物营

养需求特性，并结合多年组培实践经验，对基本培养基进行了改良设计，在正交试验设计试验结果中也可以看出对秋石斛丛生芽增殖起主要作用是基本培养基，其次是6-BA、NAA，白糖对增殖的影响较小，可见基本培养基是增殖培养的最为关键因素，探索合适培养基配方是兰花组培是否能进行量化生产的关键，培养基配方的探讨不是一成不变，其更优化的培养方案有待进一步试验探讨。

参考文献：

- [1] 黄志明, 林庆良, 余慧敏. 蝴蝶石斛兰工厂化育苗技术的研究 [J]. 莆田学院学报, 2002, 9 (3): 22—26.
- [2] 罗岚. 秋石斛原球茎增殖培养 [J]. 花木盆景, 2003, 6 (8): 4—7.
- [3] 罗岚, 关仕港, 刘建昌, 等. 秋石斛兰离体快速繁殖研究 [J]. 佛山科学技术学院学报: 自然科学版, 2004, 22 (2): 69—71.
- [4] 陈亚鸿, 洪磊, 陈雄庭. 减少秋石斛在组织培养中的褐化研究 [J]. 现代农业科学, 2009, 16 (3): 44—48.
- [5] 叶秀仙, 黄敏玲, 罗远华, 等. 盆花文心兰组培快繁技术研究 [J]. 福建农业学报, 2016, 31 (11): 1198—1203.
- [6] 盖均镒. 试验统计方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 382—383.

(责任编辑: 柯文辉)