

不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗生长的影响

刘婷岚¹, 刘天乐², 闵聆¹, 刘帆^{3*}

(1. 绵阳师范学院生命科学与技术学院, 四川绵阳 621000; 2. 成都中医药大学, 四川成都 611130; 3. 四川农业大学农学院, 四川成都 611130)

摘要 [目的]研究不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗生长的影响。[方法]以金钗石斛无菌组培苗为材料,以MS为基本培养基,研究不同浓度的香蕉汁(0、10、20、30、40 g/L,其中0为对照组)对金钗石斛组培苗生长的影响。[结果]香蕉汁浓度为30 g/L时,金钗石斛组培苗生长速度最快,株高增长最明显,鲜重增加最多,根系粗壮发达,且与对照组相比差异明显。[结论]以30 g/L香蕉汁为培育金钗石斛组培苗的最佳浓度。

关键词 金钗石斛;香蕉汁;组培苗;生长;组织培养

中图分类号 S567.23 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)17-0165-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.17.048

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Different Banana Juice Concentrations on the Growth of Tissue Culture Seedlings of *Dendrobium nobile*

LIU Ting-lan¹, LIU Tian-le², MIN Ling¹ et al (1. College of Life Science and Technology, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichuan 621000; 2. Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu, Sichuan 611130)

Abstract [Objective] The research aimed to study the effects of different banana juice concentrations on the growth of *Dendrobium nobile* tissue culture seedlings. [Method] Sterile tissue culture seedlings of *Dendrobium nobile* were used as materials, and MS was used as the basic medium to study the effects of different concentrations of banana juice (0, 10, 20, 30, 40 g/L, of which 0 was the control group) on the growth of tissue culture seedlings. [Result] When the concentration of banana juice was 30 g/L, the growth rate of the tissue culture seedlings of *Dendrobium nobile* was the fastest, the growth of plant height was the most obvious, the fresh weight increased most, the root system was thick and developed, and the difference was obvious compared with the control group.

Key words *Dendrobium nobile*; Banana juice; Tissue culture seedling; Growth; Tissue culture

石斛(*Dendrobium* spp.)是常用名贵中药材,属兰科(Orchidaceae)石斛属多年生草本植物。我国现有86种,其中具有重要药用价值的有近50种,药用价值最高的有金钗石斛、铁皮石斛、叠鞘石斛等^[1]。石斛中含有多种生物碱、类黄酮等化合物,具有抗衰老、增强机体免疫力等作用^[2-4]。野生石斛资源在我国已近枯竭,被列为国家重点保护的野生药材物种^[5],其对生长环境要求苛刻,不能栽培于普通的土壤中,一般多附生于树干、石壁和石缝等较为阴湿的环境。

金钗石斛(*Dendrobium nobile* Lindl.)是世界著名的观赏性花卉之一,其花色艳丽、花姿优美、清香宜人,因其外形像古代妇女头上佩戴的发钗而得名^[6]。同时,金钗石斛是我国传统的名贵药用植物,有很重要的药用价值,被誉为“民间仙草、植物黄金”^[7],是我国的九大仙草之首,具有益胃生津、滋阴清热等功效,所以对阴伤津亏、目暗不明等症疗效显著^[8],另外,还有抗肿瘤、抗衰老、抗诱变^[9]、抗氧化^[10]、增强免疫^[11]等作用,主要分布于四川、广东、贵州、广西、云南、台湾等省(区),秦巴山区中质量最好的在四川万源,也分布在湖北的神农架和印度、印度尼西亚等地方^[12]。现如今,金钗石斛已经被我国列为珍稀濒危物种^[13],其在中药领域的应用可以追溯到很早的时期,以野生资源为主^[14]。由于金钗石斛生长缓慢且分布狭窄,在野外对其生长的环境要求苛刻、授粉率低、繁殖系数极低、种子既小又无胚乳等原因^[15],其发芽成苗率在自然条件下也极低^[16],再加上人们长期过

度的采挖,目前野生资源急剧减少,导致市场上金钗石斛货源短缺,供不应求,价格也越来越高。

为了保证金钗石斛的供给,迫切需要利用植物组织培养技术快速大量培育出优质组培苗,有效地解决种苗的需求,提升金钗石斛的产量,一方面保证药材等市场领域的需求,另一方面还可以使金钗石斛的野生资源受到保护,达到推动其可持续发展的目的^[17-18]。该试验旨在研究不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗生长的影响,并从中筛选出香蕉汁的最佳浓度,培育出健壮的组织培苗,提高移栽成活率,为培养优质组培苗和金钗石斛组织培养的工厂化生产提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 金钗石斛组培苗(由四川农业大学植物生理系提供的)。该试验以MS作为基本培养基,添加不同浓度香蕉汁(0、10、20、30、40 g/L,其中0为对照组),琼脂浓度为6.0 g/L, pH为5.8,添加的激素配比为6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.05 mg/L,分别接入金钗石斛组培苗。

1.2 试验方法

1.2.1 不同浓度香蕉汁处理。选取生长基本一致的金钗石斛组培苗750株,分别接种于不同浓度的培养基中。每个浓度处理共15瓶,每瓶接种10株,设置3个重复。接种完后,置于培养温度为(24±2)℃、光照强度2 000 lx、光照时数16 h/d条件下进行观察培养,记录组培苗生长情况。

1.2.2 壮苗生根。将生长状况良好的金钗石斛组培苗接入诱导生根的培养基中,根诱导以MS为基本培养基,添加30 g/L蔗糖+6.0 g/L琼脂+0.2 mg/L NAA+不同浓度香蕉汁, pH为5.8,培养温度为(24±2)℃,光照时数16 h/d,光照强度2 000 lx的条件下培养,定期观察,30 d后统计其生根

基金项目 雅安市市校合作项目(001H2902)。

作者简介 刘婷岚(1983—),女,四川成都人,讲师,博士,从事植物生理研究。*通信作者,副教授,硕士,硕士生导师,从事马铃薯和中药材种植研究。

收稿日期 2019-03-11

情况。

1.2.3 炼苗移栽。将长势健壮、叶色浓绿、苗高4 cm左右、根长2 cm左右的幼苗移至植物生长室中,打开瓶盖,让瓶苗逐步从封闭环境向开放环境过度,炼苗环境为温度25℃、光强1 800 lx、光照时数16 h/d,炼苗3 d后进行移栽。移栽基质以火山岩:松鳞(1:2),栽植前先充分拌匀后用800倍多菌灵消毒15 min。再用镊子将幼苗从培养瓶中轻轻取出,用自来水小心地将根部培养基清洗干净。移栽时,在基质上挖一个小坑,株行距为4 cm×5 cm,轻轻把金钗石斛根部放入小坑,然后用基质盖好,浇足定根水。移栽后在幼苗植株上早晚各喷水一次,保持一定湿度,直至幼苗长出新叶,30 d后统计移栽成活率。

1.2.4 生长指标的测定方法。

1.2.4.1 形态指标测定。每隔20 d,随机取样,每个处理选10株,测定植株的鲜重、根长、茎粗和株高,最后计算平均值。测量结果与对照组进行对比得出变化值。根芽比=根长度/芽长度;根冠比=根重量/芽重量。

1.2.4.2 生理指标。

(1)叶绿素含量。每隔20 d,每个处理随机选10株,取下所有叶片,取其中间部位(长×宽=4.0 cm×0.3 cm),混合。再取两组,各5片,分别剪碎置研钵中,加少许碳酸钙、石英砂和80%乙醇充分研磨,过滤,滤液各入25 mL容量瓶。用80%乙醇反复洗涤残渣,滤纸至无绿色,合并滤液,摇匀,定容。分别取上述提取液1 mL稀液至10 mL,摇匀。以80%乙醇为参比液,在分光光度计663、645 nm下测其光密度。最后分别计算叶绿素值,再计算平均值^[19]。

(2)根系活力。每隔20 d,随机取样,每个处理选10株,取所有植株的根尖1 cm,放入试管中,加0.4% TTC溶液和0.07 mol/L磷酸缓冲液的等量混合液10 mL,使根充分浸没在溶液中,在37℃下保温1~2 h。然后加入1 mol/L硫酸2 mL终止反应。把根取出擦干,加乙酸乙酯3~5 mL和少许石英砂一起在研钵中磨碎。把红色提取液移入试管,并用少许乙酸乙酯洗涤残渣2~3次,并移入试管。最后加乙酸乙酯使总量为10 mL。在分光光度计上测定485 nm下的吸光度,查标准曲线^[19]。

1.3 数据分析 所有数据录入均采用Excel、DPS系统软件分析处理,进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗地上部生长的影响 由表1可知,株高在不同浓度香蕉汁的影响下差异极显著,整体为先增加后降低的趋势;在香蕉汁浓度为0~30 g/L,株高随香蕉汁浓度增大而增大,在香蕉汁浓度为30~40 g/L,株高随香蕉汁浓度增大而降低。株高以香蕉汁浓度为30 g/L时最高,为8.24 cm,较对照高67.82%;香蕉汁浓度为40 g/L时次之,为7.56 cm,较对照高53.97%;香蕉汁浓度为10 g/L时最低,为5.83 cm,较对照高18.74%。茎粗在不同浓度香蕉汁的影响下差异极显著,呈先增后减的趋势;在香蕉汁浓度为0~30 g/L,茎粗随香蕉汁浓度增大而增大;在香

蕉汁浓度为30~40 g/L,茎粗随香蕉汁浓度的增大而降低;茎粗最大值为0.336 cm,此时香蕉汁浓度为30 g/L,相比对照高出107.41%;茎粗其次为0.308 cm,此时香蕉汁浓度为40 g/L,相比对照高出90.12%;茎粗最小值为0.216 cm,此时香蕉汁浓度为10 g/L,相比对照高33.33%。叶绿素含量在不同浓度香蕉汁的影响下差异不显著;随香蕉汁浓度增大,组培苗叶绿素含量先上升后下降,在香蕉汁浓度为30 g/L时,叶绿素含量最高,为0.063 mg/g,较对照增高10.53%;其次为0.061 mg/g,此时香蕉汁浓度为40 g/L,较对照增高7.02%;叶绿素含量最低为0.058 mg/g,此时香蕉汁浓度为10 g/L,较对照增高1.75%。综合以上试验数据可知,以香蕉汁浓度30 g/L为培养金钗石斛组培苗的最佳浓度。

表1 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗地上部生长的影响

Table 1 The effect of different concentrations of banana juice on the aerial part of the tissue culture seedling of *Dendrobium nobile*

浓度 Concentration g/L	株高 Plant height cm	茎粗 Stem thick cm	叶绿素含量 Chlorophyll content//mg/g
0	4.91 E	0.162 E	0.057 cB
10	5.83 D	0.216 D	0.058 bcAB
20	6.50 C	0.268 C	0.060 abcAB
30	8.24 A	0.336 A	0.063 aA
40	7.56 B	0.308 B	0.061 abAB

注:大小写字母分别表示在0.01、0.05水平上的差异显著性

Note: Uppercase and lowercase letters indicate the significance of difference at the 0.01 and 0.05 levels, respectively

2.2 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗地下部根系生长的影响 由表2可知,平均根数在不同浓度香蕉汁影响下与对照相比均差异极显著,呈先增后降趋势,在香蕉汁浓度为0~30 g/L,随香蕉汁浓度的增大,平均根数波动上升;在30~40 g/L,平均根数随香蕉汁浓度增大而降低;香蕉汁浓度为30 g/L时,平均根数最多,为5.06条,较对照增高91.67%;平均根数最少为3.48条,此时香蕉汁浓度为10 g/L,较对照增高31.82%。平均根长在不同浓度香蕉汁的影响下差异极显著,呈先增后降的趋势,在香蕉汁浓度为0~30 g/L,随香蕉汁浓度的增大,平均根长显著增加,在30~40 g/L,平均根长随香蕉汁浓度增大而降低;香蕉汁浓度为30 g/L时,平均根长出现最大值,为4.15 cm,相比对照增高166.03%;香蕉汁浓度为10 g/L时,平均根长出现最小值,为2.15 cm,相比对照增高37.82%。根芽比在不同浓度香蕉汁的影响下差异极显著,呈先增后降的趋势,在香蕉汁浓度为0~30 g/L,根芽比随香蕉汁浓度增大显著增加,在30~40 g/L,根芽比随香蕉汁浓度增大而减小;香蕉汁浓度为30 g/L时,根芽比最大,为1.760,较对照增高314.12%;香蕉汁浓度为10 g/L时,根芽比最小,为1.060,较对照增高149.41%。根冠比在不同浓度香蕉汁的影响下差异极显著,呈先增后降趋势,在香蕉汁浓度为0~30 g/L,随香蕉汁浓度的增大,根冠比显著增加,在30~40 g/L,根冠比随香蕉汁浓度增大而减小;香蕉汁浓度为30 g/L时,根冠比最大,为1.440,较对照高出203.16%;香蕉汁浓度为10 g/L时,根冠比最小,为1.120,较对照高出

135.79%。根系活力在不同浓度香蕉汁的影响下差异极显著,呈先增后降的趋势,在香蕉汁浓度为0~30 g/L,根系活力随香蕉汁浓度增大而增大,在30~40 g/L,根系活力随香蕉汁浓度增大而减小;香蕉汁浓度为30 g/L时,根系活力最大,为

3.229 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$,较对照增高124.08%;香蕉汁浓度为10 g/L时,根系活力最小,为2.458 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$,较对照增高70.58%。综合以上数据,最利于金钗石斛组培苗生根培养的香蕉汁浓度为30 g/L。

表2 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗生根的影响

Table 2 The effect of different concentrations of banana juice on the roots of the tissue culture seedling of *Dendrobium nobile*

浓度 Concentration g/L	根数 Number of roots//条	根长 Root length//cm	根芽比 Root-bud ratio	根冠比 Root-crown ratio	根系活力 Root activity $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$	根生长情况 Root growth
0	2.64 dD	1.56 E	0.425 E	0.475 E	1.441 E	长短不均,纤细
10	3.48 cC	2.15 D	1.060 D	1.120 D	2.458 D	长短不均,较纤细
20	3.58 cC	2.37 C	1.303 C	1.200 C	2.665 C	长短较均,细嫩
30	5.06 aA	4.15 A	1.760 A	1.440 A	3.229 A	长短较均,粗长
40	4.10 bB	2.84 B	1.391 B	1.360 B	3.115 B	长短较均,较粗

注:大小写字母分别表示在0.01、0.05水平上的差异显著性

Note: Uppercase and lowercase letters indicate the significance of difference at the 0.01 and 0.05 levels, respectively

2.3 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗鲜重的影响 由表3可知,鲜重在不同浓度香蕉汁的影响下差异极显著,整体为先增大后减小的趋势。在香蕉汁浓度为0~30 g/L,鲜重随香蕉汁浓度增大而增大,在30~40 g/L,鲜重随香蕉汁浓度增大而减小;当香蕉汁浓度为30 g/L时,鲜重值最大,为426.62 mg,高出对照73.61%;香蕉汁浓度为40 g/L时鲜重值次之,为390.14 mg,高出对照58.77%;鲜重在香蕉汁浓度为10 g/L时最小,为287.39 mg,高出对照16.95%。综合以上数据,最利于金钗石斛组培苗增重的香蕉汁浓度为30 g/L。

表3 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗全株重量的影响

Table 3 The effect of different concentrations of banana juice on the weight of the tissue culture seedling of *Dendrobium nobile*

浓度 Concentration g/L	株数 Number of seedling//株	鲜重 Fresh weight mg
0	50	245.73 E
10	50	287.39 D
20	50	353.28 C
30	50	426.62 A
40	50	390.14 B

注:大小写字母分别表示在0.01、0.05水平上的差异显著性

Note: Uppercase and lowercase letters indicate the significance of difference at the 0.01 and 0.05 levels, respectively

2.4 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗移栽成活率的影响 由表4可知,金钗石斛组培苗移栽成活率在不同浓度香蕉汁的影响下差异显著,整体为先增大后减小的趋势。在香蕉汁浓度为0~30 g/L,移栽成活率随香蕉汁浓度增大而增大,在30~40 g/L,移栽成活率随香蕉汁浓度增大而降低。浓度为30 g/L时,移栽成活率出现最大值,为94%,相比对照组提高了56.67%;在香蕉汁浓度为40 g/L时,移栽成活率次之,为82%,相比对照组提高了36.67%;在香蕉汁浓度为10 g/L时,移栽成活率出现最小值,为72%,相比对照组提高了20%。综合以上数据,最利于金钗石斛组培苗提高移栽成活率的香蕉汁浓度为30 g/L。

表4 不同浓度香蕉汁对金钗石斛组培苗移栽成活率的影响

Table 4 The effect of different concentrations of banana juice on the survival rate of tissue culture seedlings of *Dendrobium nobile*

浓度 Concentration g/L	株数 Number of seedling//株	成活数 Number of survival//株	成活率 Survival rate//%
0	50	30	60 eD
10	50	36	72 dC
20	50	40	80 cB
30	50	47	94 aA
40	50	42	82 bB

注:大小写字母分别表示在0.01、0.05水平上的差异显著性

Note: Uppercase and lowercase letters indicate the significance of difference at the 0.01 and 0.05 levels, respectively

3 结论与讨论

株高、茎粗和叶绿素含量等生长指标随香蕉汁浓度的增加呈先增后降的趋势,均在香蕉汁浓度为30 g/L时有最大值,高于此浓度时,株高、茎粗和叶绿素含量等均有所下降。刘石泉等^[20]在研究香蕉对疏花石斛试管苗生长的影响时指出,添加适宜浓度的香蕉汁对疏花石斛组培苗生长促进作用显著,是因为香蕉汁中含有丰富的有机质和糖类,可以为其生长发育提供所需的养分,还对培养基的pH起缓冲作用;但是高浓度的香蕉汁中,可能有使疏花石斛组培苗生长受抑制的成分存在,而让其生长出现先增长后降低的现象。这与该试验结果基本一致。出现该现象的另一方面原因是随着香蕉汁浓度的提高,培养基的渗透压也随之增大,渗透压过高时,就会抑制植株水分和养分的吸收,而使其生长发育受阻。

平均根数、平均根长、根芽比、根冠比和根系活力等生长指标随香蕉汁浓度的增大呈先增后降的趋势,在香蕉汁浓度为30 g/L时,平均根数最多,平均根长最长,根芽比和根冠比最大,根系活力最高。黎建玲等^[21]在金钗石斛试管苗生根研究中指出,胡萝卜汁、椰子汁、马铃薯汁、番茄汁和香蕉汁都能促进组培苗生根,生根效果最好的为添加香蕉汁的培养基,这与该试验结果基本一致。魏凤娟^[22]的研究结果表明,在MS基本培养基中添加马铃薯汁、苹果汁、香蕉汁等天然添加物,均对组培苗的生长和根系的发达有很好的促进作用,

其中促进作用最显著的为香蕉汁。彭文书等^[17]在铁皮石斛组培苗生根条件优化研究中指出,香蕉汁中富含有机质和糖类,能够给植物组织细胞的分裂分化提供能量。姚春等^[23]的研究结果也表明,在MS基本培养基中添加一定量的香蕉汁,可以使串珠石斛组培苗生长健壮且根系发达。

金钗石斛组培苗鲜重在香蕉汁浓度的影响下呈波动变化。鲜重在香蕉汁浓度为30 g/L时出现最大值,即香蕉汁浓度为30 g/L时最有利于金钗石斛组培苗增重。索海翠等^[18]研究表明添加100 g/L的香蕉汁对金钗石斛组培苗鲜重增长显著。这一结果与该研究结果不一致,但依然取得了很好的增重效果,这与不同植株对营养物质的吸收能力和试验所选取的浓度梯度有关。

试验组的金钗石斛组培苗移栽成活率波动较大,在香蕉汁浓度为30 g/L时达到最高,为94%。林秀莲等^[24]研究指出,在蝴蝶兰生根培养基中添加100 g/L的香蕉汁,能明显地促进生根和苗的生长;香蕉汁不仅能缓冲pH,其所含有的天然植物激素还能促进组培苗根系的形成,促进其移栽成活率的提高。这一结果与该研究结果不同,这与不同种材料间吸收营养物质能力差异和试验所选取的浓度梯度有关。索海翠等^[18]研究指出,添加香蕉汁的处理之所以较添加食用甘薯粉等的处理生长的更好,移栽成活率高,可能是香蕉汁不仅含有较多的碳水化合物,还含有多种氨基酸和钾、钙等营养元素,以及维生素类,相较于甘薯粉等单一的碳水化合物,这些丰富的营养成分给石斛组培苗的生长提供能量保证,使其能够储存更多的有机物,为移栽后的生长和生根提供能量。

综上所述,在香蕉汁浓度为30 g/L时,株高和茎粗增长最快、叶绿素含量及根系活力最高、鲜重增重最多,根数和根长等根生长情况良好,根部健壮适合移栽,移栽后成活率高达94%。由此可见,以30 g/L的香蕉汁浓度为培育金钗石斛组培苗的最佳浓度,生产中可利用该浓度对金钗石斛组培苗进行壮苗的培育。

参考文献

[1] 邹成勇,刘燕.我国石斛属植物研究进展[J].安徽农业科学,2010,38

- (12):6164-6166,6223.
- [2] 张光浓,毕志明,王峰涛,等.石斛属植物化学成分研究进展[J].中草药,2003,34(6):附5-附8.
- [3] 魏小勇.石斛属植物生物碱研究进展[J].中国药事,2005,19(7):445-447.
- [4] 朱华,黄学萃,杨海广,等.石斛属多糖的研究进展[J].医药导报,2007,26(12):1476-1479.
- [5] CHEN S L, XIAO P G. Introduction to the sustainable utilization of Chinese herbal medicine resources [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2006.
- [6] 唐树梅,漆智平,陈雪华,等.营养胁迫对石斛兰植株形态和叶表面微结构的影响[J].电子显微学报,1999,18(5):503-506.
- [7] 周俊.石斛的历史、分布与功能[J].中国药学杂志,2013,48(19):1609.
- [8] 林萍,毕志明,徐红,等.石斛属植物药理活性研究进展[J].中草药,2003,34(11):附19-附21.
- [9] MIYAZAWA M, SHIMAMURA H, NAKAMURA S, et al. Antimutagenic activity of gigantol from *Dendrobium nobile* [J]. J Agric Food Chem, 1997, 45(8):2849-2853.
- [10] ONE M, ITO Y, MASUOKA C, et al. Antioxidative constituents from *Dendrobii herba* (Stems of *Dendrobium* spp.) [J]. Food Sci Technol, 1995, 1(2):115-120.
- [11] 钱桂敏,章华泼.金钗石斛化学成分及药理作用研究进展[J].中国中医药现代远程教育,2011,9(4):194-196.
- [12] 王家玉.金钗的栽培[J].生物学通报,1994,29(6):42-43.
- [13] 郑建铃.金钗石斛种苗快繁及林下栽培技术的初步研究[J].福建林业,2015(3):36-38,45.
- [14] 徐红,王峰涛,丁家宜,等.药用石斛生物技术的研究概况[J].中国野生植物资源,2001,20(1):1-4.
- [15] 吴辉,赵俊,宋锡全.四种不同培养基对诱导金钗石斛幼苗生根的影响[J].贵州科学,2007,25(2):65-67.
- [16] 张明,夏鸿西,朱利泉,等.石斛组织培养研究进展[J].中国中药杂志,2000,25(6):323-326.
- [17] 彭文书,马莉,赵苗苗,等.铁皮石斛组培苗生根条件优化研究[J].热带农业科学,2015,35(2):13-18.
- [18] 索海翠,王科翰,李武,等.铁皮石斛组培苗生长差异与移栽成活率相关性研究[J].广东农业科学,2014(14):20-23.
- [19] 熊庆娥.植物生理学实验教程[M].成都:四川科学技术出版社,2003:30-56.
- [20] 刘石泉,董萌,赵运林.香蕉对疏花石斛试管苗生长的影响[J].中国林副特产,2009(6):10-12.
- [21] 黎建玲,黄肇宇,詹源庆,等.金钗石斛试管苗生根研究[J].广西科学院学报,2006,22(2):87-89.
- [22] 魏凤娟.铁皮石斛组织培养与栽培技术研究进展[J].广东农业科学,2010,37(4):81-85.
- [23] 姚春,李泽生,李薇莎,等.串珠石斛组织培养与快速繁殖技术研究[J].安徽农业科学,2015,43(30):33-34,69.
- [24] 林秀莲,马骁勇.‘阿里山’蝴蝶兰组织培养及其驯化移栽技术[J].亚热带农业研究,2015,11(1):31-34.