

# 不同温度处理对石斛兰花芽分化和发育的影响

郑宝强<sup>1</sup>, 邓茜玫<sup>2</sup>, 李奎<sup>1</sup>, 缪崑<sup>1</sup>, 王雁<sup>1\*</sup>

(1. 国家林业局林木培育重点实验室, 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2. 中国花卉协会, 北京 100714)

**摘要:** [目的] 准确了解石斛兰花芽分化规律, 研究不同的温度处理对春石斛兰花芽分化和发育的影响, 为石斛兰的花期调控提供技术支持。[方法] 采用石蜡切片法观察了石斛兰 (*Dendrobium Spring Snow*) 花芽的形态发生和结构发育过程, 研究了 26/21℃、22/17℃、18/13℃ 处理条件下花芽分化和发育的差异性。[结果] 研究表明: 石斛兰花芽分化过程可分为 7 个时期: 休眠期、萌动期、花序原基分化期、花蕾原基分化期、萼片原基分化期、花瓣原基分化期、合蕊柱分化期。在高温 26/21℃ 处理条件下, 石斛兰不能进行花芽分化, 22/17℃ 处理条件下, 需要 56 d 才能完成花芽分化, 在 18/13℃ 条件下, 35 d 能够完成花芽分化。[结论] 持续足够时间的低温是花芽分化的关键, 萌动期是一个对温度高度敏感的时期, 此时至少经历 2 周的低温, 能够形成花芽, 经历高温, 则形成高芽。花芽形成后温度高有利于花芽的发育。

**关键词:** 石斛兰; 温度; 花芽; 形态分化

中图分类号: S685.99

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2017)03-0460-05

## Effects of Temperature Treatment on Flower Bud Differentiation and Development of *Dendrobium*

ZHENG Bao-qiang<sup>1</sup>, DENG Xi-mei<sup>2</sup>, LI Kui<sup>1</sup>, MIAO Kun<sup>1</sup>, WANG Yan<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing, 100091, China; 2. China Flower Association, Beijing, 100091, China)

**Abstract:** [Objective] To understand the rule of *Dendrobium* flower bud differentiation and study the effects of temperature treatment on flower bud differentiation and development, so as to provide technical support for the regulation of *Dendrobium* flowering. [Method] The process of flower bud differentiation and development was observed by the method of paraffin cut and the difference was studied under the conditions of 26/21℃, 22/17℃ and 18/13℃. [Result] The results showed that the flower bud differentiation process could be divided into 7 phases: dormant phase, germination phase, inflorescence primordium differentiation phase, flower differentiation phase, sepal differentiation phase, petal differentiation phase, and column differentiation phase. Flower bud differentiation of *Dendrobium* could not happen under the high temperature of 26/21℃, it could complete the flower bud differentiation under 22/17℃ in 56 days, and under 18/13℃ in 35 days. [Conclusion] The key to the flower bud differentiation is the the duration of low temperature. The germination phase is highly sensitive to temperature, which will form flower bud after experiencing at least 2 weeks' low temperature, otherwise forming high bud. After flower bud differentiation, higher temperature is advantageous to the development of flower bud.

**Keywords:** *Dendrobium*; temperature; flower bud; morphological differentiation

收稿日期: 2016-06-12

基金项目: 石斛兰新品种选育和种苗快繁研究(CAFYBB2017MB004); 石斛兰等兰花新优品种选育技术研究(YLHH201100113)

作者简介: 郑宝强, 博士。主要研究方向: 园林植物与观赏园艺。电话: 010-62889684。E-mail: zhengbaoqiang@aliyun.com.

\* 责任作者: 王雁, 博士, 研究员。主要研究方向: 园林植物与观赏园艺。电话: 010-6288963 Email: wangyan@caf.ac.cn.

石斛兰 (*Dendrobium*) 为兰科附生兰类<sup>[1]</sup>, 与卡特兰 (*Cattleya*)、蝴蝶兰 (*phalaenopsis*)、文心兰 (*Oncidium*) 并列观赏价值最高的“四大观赏洋兰”<sup>[2]</sup>。按照开花时间和形态特征不同, 石斛兰可以分为春石斛兰和秋石斛兰<sup>[3]</sup>。我国 20 世纪 90 年代引进春石斛兰, 栽培规模一直呈上升趋势, 春石斛兰盆花与切花生产具有广阔的前景。目前对于春石斛兰的花期调控研究比较多, 但不同研究者得出的结论不同, 有的研究认为春石斛兰花芽分化需要低温刺激<sup>[4]</sup>, 但也有研究认为在高温下春石斛花芽才能分化<sup>[5]</sup>。准确地了解春石斛兰花芽分化的规律和影响因素, 可以为制定合理的栽培和管理措施提供一定的理论依据, 同时研究不同的温度处理对春石斛兰花芽分化和发育的影响, 探讨不同温度与石斛兰花芽分化和发育的关系, 为石斛兰的生产栽培提供技术支持。

## 1 材料与方 法

试验于 2012—2015 年进行, 供试品种为 Den. Spring Snow, 采用从高芽繁殖的 2 年生健壮植株, 栽培管理于中国林业科学研究院科研温室室内。

处理 A, 2012 年 10 月 15 日搬入人工气候箱开始进行处理; 仪器为 RXM (浙江宁波产) 智能气候箱, 分别进行 26/21℃ (昼/夜温度, 下同)、22/17℃、18/13℃ 的处理, 光周期设定为光照 12 h, 黑暗 12 h, 光强  $320 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 空气湿度 70%~80%; 每个处理 24 盆, 12 月 10 日停止处理。从第 5 节叶腋处开始取芽, 每 7 d 取样一次, 每次取芽 20 个, 取下芽体后迅速置于 FAA 固定液中, 按常规石蜡制片, 切片厚度 8~10  $\mu\text{m}$ , 番红—固绿对染, 加拿大树胶封片, Olympus BH-2 型显微镜观察、拍照。

处理 B, 进行高温—低温—高温处理, 2013 年 10 月 12 日搬入人工气候箱开始进行处理, 先高温 26/21℃ 处理 14 d, 再转移到 18/13℃, 经过 7、14、21、28、35 d 处理, 然后再转到 26/21℃ 处理 35、28、21、14、7 d, 每个处理 24 盆。12 月 5 日停止处理。除了试验因素外, 其他管理措施相同。

处理 C, 进行低温—高温处理, 2014 年 10 月 12 日先低温 18/13℃ 处理过 7、14、21 d 处理, 再转到 26/21℃ 处理 35、28、21 d, 共处理 42 d, 11 月 23 日停止处理。每个处理 24 盆, 除了试验因素外, 其他管

理措施相同。

## 2 结果与分析

### 2.1 石斛兰花芽分化时期及主要特征

石斛兰叶腋处的休眠芽, 从开始萌动到转向生殖生长, 到整个花序形成, 大致可划分为以下 7 个时期。

2.1.1 休眠期 (Dormant phase, DP) 此时芽体小, 呈高圆丘状, 细胞形状相似, 个体较小, 排列紧密, 整个芽体染色均匀 (图版, 1)。

2.1.2 萌动期 (Germination phase, GP) 芽体还是呈高圆丘状, 但生长锥顶端分生组织细胞排列紧密, 细胞核大, 染色较深, 而下部的芽基组织细胞较大, 核较小, 排列疏松, 不规则 (图版, 2)。

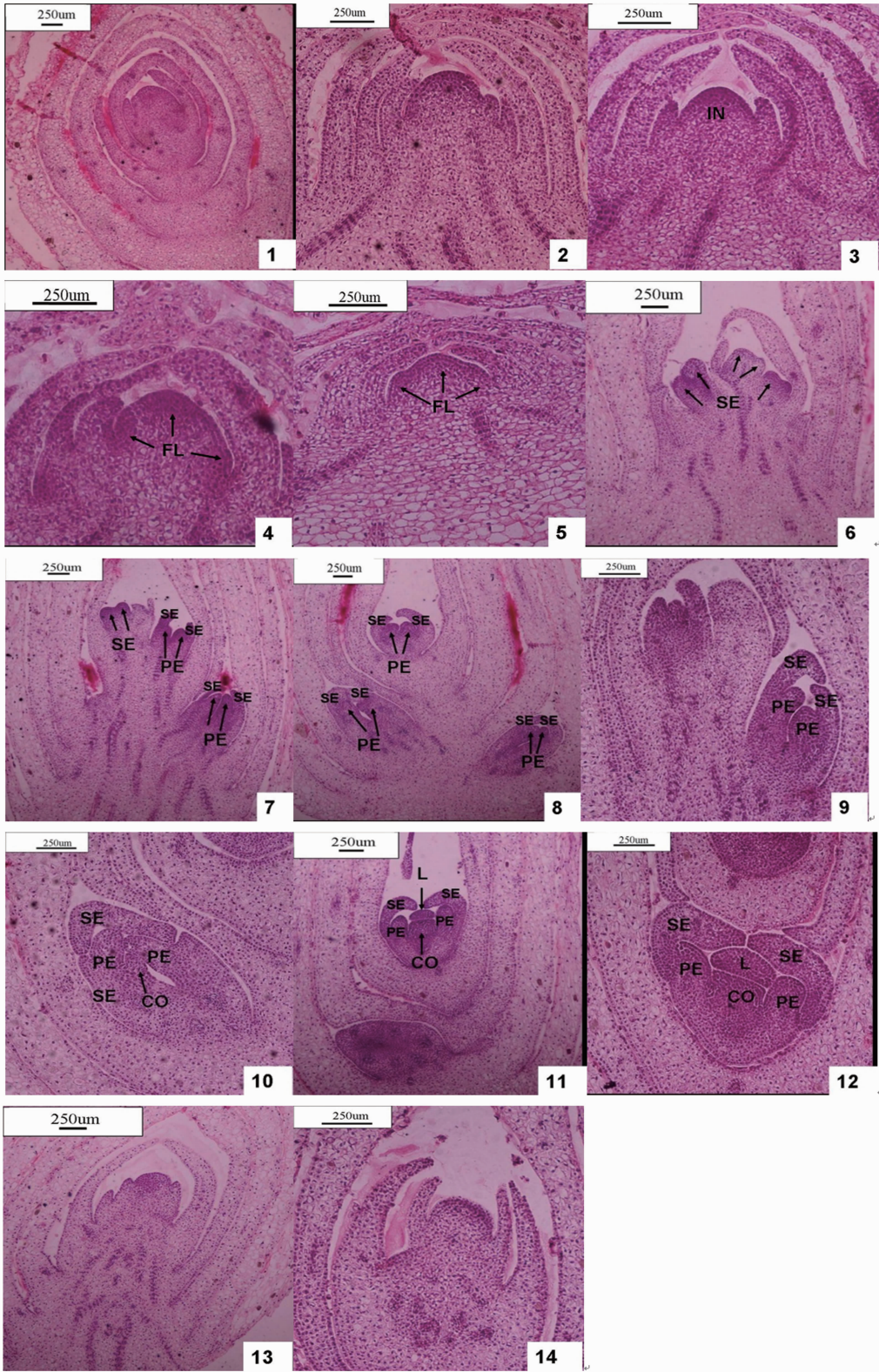
2.1.3 花序原基分化期 (Inflorescence Primordium Differentiation Phase, IPDP) 生长点先变得圆滑肥大, 向上隆起, 呈半球形, 生长点下面的细胞大而圆, 排列疏松 (图版, 3)。

2.1.4 花蕾原基分化期 (Flower Differentiation Phase, SFDP) 在不断膨大的生长锥下部周围隆起并逐渐分化产生 1~3 个椭圆形突起, 即为花蕾原基。随后, 中央顶端突起逐渐由圆扁变扁平, 形成总状花序的顶花原基, 其下部的突起形成花序中其它的侧花原基, 呈椭圆形。此时, 石斛兰的总状花序已现雏形 (图版, 4~5)。

2.1.5 萼片原基分化期 (Sepal Differentiation Phase, SDP) 花蕾原基进一步增大变宽, 继而在周围产生突起 (切片上为两边突起), 此突起即为萼片原基。侧蕾萼片原基生长很快, 随后顶花原基也膨大变粗, 顶部凹陷, 其分化速度稍落后于侧蕾原基 (图版, 6~7)。

2.1.6 花瓣原基分化期 (Petal Differentiation Phase, PDP) 随着萼片原基的不断分化生长, 在伸长的萼片原基内侧产生新的凸起, 即为花瓣原基 (图版, 7~9)。花瓣原基分化与萼片原基分化重合, 分化时间快。

2.1.7 合蕊柱分化期 (Column Differentiation Phase, CDP) 在花瓣原基继续生长发育的过程中, 不断生长伸长的花瓣原基内侧又分化出新的凸起 (图版, 10), 分化出合蕊柱原基。此时萼片已基本形成, 抱合紧密, 唇瓣开始逐渐覆盖于合蕊柱之上 (图版, 11~12)。至此, 整个花芽形态分化过程结束。



图版说明:1. 休眠期;2. 萌动期;3. 花序原基分化期;4~5. 花蕾原基分化期;6. 萼片原基分化期;7~9. 花瓣原基分化期;10~12. 合蕊柱分化期;13~14. 营养芽

IN: 花序原基; FL: 花蕾原基; SE: 花萼原基; PE: 花瓣原基; CO: 合蕊柱原基; L: 唇瓣

Explanation of plates 1. Dormant phase; 2. Germination phase; 3. Inflorescence primordium differentiation phase; 4~5. Flower differentiation phase; 6. Sepal differentiation phase; 7~9. Petal differentiation phase; 10~12. Column differentiation phase; 13~14. Vegetative bud;

IN; Inflorescence primordium; FL; Flower primordia; SE; Sepal primordia; PE; Petal primordia; CO; Column primordium; L; Lip.

## 2.2 不同温度处理对花芽分化的影响

2.2.1 不同温度处理对花芽分化的影响 由表1和图1可以看出,在高温26/21℃处理条件下,从处理开始一直到处理结束,石斛兰芽体一直处于休眠芽状态,不能完成花芽分化;在22/17℃处理条件下,14 d后石斛兰芽体开始萌动,第21 d时大多数还是处于萌动期,但已经有芽体开始进入花序原基分化期,此后萼片分化期和花瓣分化期较快,基本14 d就能完成,合蕊柱分化期历时比较长,要经历14 d左右,在处理的第56 d,花芽分化完成。在18/13℃条件下,7 d后就进入萌动期,14 d后花序原基形成,此后花芽分化较快,35 d就能完成花芽分化。

表1 石斛兰不同温度处理对花芽分化的影响

Table 1 Statistics on flower bud differentiation of Den. Spring Snow under different temperature

处理时间 Treat/d	处理温度(白/夜) Temperature (Day/Night) /℃		
	26/21	22/17	18/13
7	DP	DP	DP:GP = 2:3
14	DP	DP:GP = 7:3	IPDP:FDP = 3:1
21	DP	GP:IPDP = 4:1	FDP:SDP:PDP: CDP = 1:3:2:1
28	DP	IPDP:FDP = 2:3	SDP:PDP:CDP = 1:3:6
35	DP	FDP:SDP = 2:3	CDP
42	DP	SDP:PDP:CDP = 1:7:2	
49	DP	PDP:CDP = 1:4	
56	DP	CDP	

注:DP、GP、IPDP、FDP、SDP、PDP、CDP 分别代表休眠期、萌动期、花序原基分化期、花蕾原基分化期、萼片原基分化期、花瓣原基分化期、合蕊柱分化期。

Note: DP、GP、IPDP、FDP、SDP、PDP、CDP means Dormant phase, Germination phase, Inflorescence Primordium Differentiation Phase, Flower Differentiation Phase, Sepal Differentiation Phase, Petal Differentiation Phase, Column Differentiation Phase.



图1 不同温度处理对石斛兰花芽分化和发育的影响

Fig.1 Effects of different temperature treatments on Den. Spring Snow flower bud differentiation and development

2.2.2 高温—低温—高温对石斛兰花芽分化和发育的影响 在高温26/21℃处理2周条件下,石斛兰

花芽不能分化。从高温转到低温,接受低温18/13℃处理7 d,再接受高温处理,花芽不能完成分化,芽体分化为营养芽(图版,13~14),最终形成高芽;经过14 d低温处理后再接受高温处理,能够完成花芽分化,而且在高温条件下花芽分化生长迅速,在第42 d时,已经可以显现完整花蕾状态;在经过低温18/13℃处理21 d、28 d、35 d后,再接受高温处理,都能够完成花芽分化,但随着低温处理的时间越长,花芽生长发育速度变缓,在高温处理下,花芽分化和生长速度会加快(图2)。

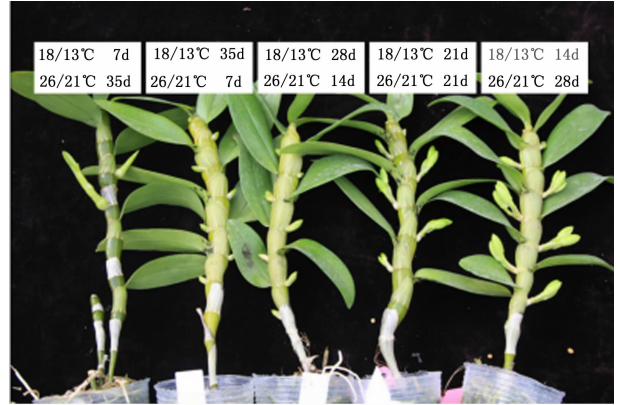


图2 不同温度处理对石斛兰花芽分化和发育的影响

Fig.2 Effects of different temperature treatments on Den. Spring Snow flower bud differentiation and development

2.2.3 低温—高温处理对石斛兰花芽分化和发育的影响 经过低温18/13℃处理7 d,再经过高温26/21℃处理,春石斛兰不能完成花芽分化,最终形成高芽;经过低温14 d、21 d处理,再经过高温26/21℃处理,春石斛兰能够顺利完成花芽分化,最终形成花蕾。同样发现,低温处理时间越长,花芽生长发育速度变缓,在高温处理下,花芽分化和生长速度会加快(图3)。

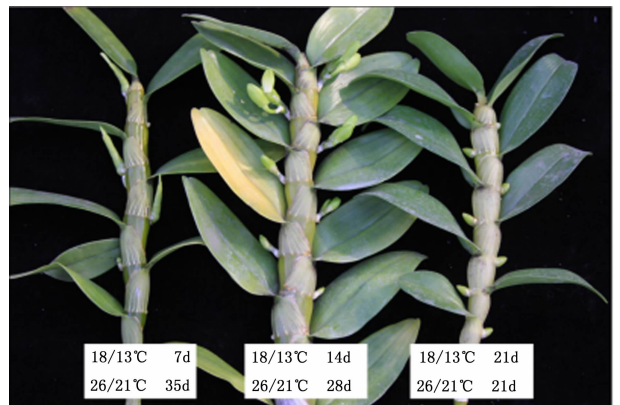


图3 不同温度处理对石斛兰花芽分化和发育的影响

Fig.3 Effects of different temperature treatments on Den. Spring Snow flower bud differentiation and development

### 3 讨论

石斛兰的花芽分化过程与蝴蝶兰<sup>[6]</sup>、卡特兰<sup>[7]</sup>基本相似,都是逐步分化出花序原基、花蕾原基、萼片原基、花瓣原基,随后又因兰花其特殊的生理构造,开始其特有的繁殖器官发育过程—合蕊柱的发育,但是石斛兰与蝴蝶兰和卡特兰有一个明显的不同点,那就是存在萌动期阶段,当经历7 d的18/13℃低温处理后,芽体就处于萌动期状态,这是一个对温度高度敏感的时期,此后的温度高低决定芽体分化的走向。如果此段时间石斛兰经历18/13℃的低温诱导,能够促进花芽分化;如果此段时间石斛兰遭遇高温,则形成高芽。

有研究表明,热带兰由营养生长转向生殖生长的重要环境信号是温度<sup>[8]</sup>,温度过低或过高都会抑制花芽的分化和发育。蝴蝶兰(*Phal. hybrida*)<sup>[9-10]</sup>、卡特兰(*C. hybrida*)<sup>[11-12]</sup>、大花蕙兰(*Cymbidium hybridum*)<sup>[13]</sup>等热带兰需要在一定的时期内接受某种程度的低温诱导才能成花,若低温处理不足,会导致开花整齐度差,甚至不能完成花芽分化,而且花芽分化有一定的温度上限,如蝴蝶兰所在环境日温大于28℃,花芽几乎不会发生<sup>[9]</sup>,大花蕙兰在35/25℃的温度条件下,花芽的形成受抑制<sup>[13]</sup>,卡特兰在35/30℃的高温处理下能够延迟或抑制开花<sup>[11-12]</sup>。本研究也表明,在高温26/21℃处理条件下,石斛兰不能完成花芽分化,22/17℃处理条件下,需要56 d才能完成花芽分化,在18/13℃条件下,35 d能够完成花芽分化,可见,石斛兰花芽分化过程持续时间和温度有关,温度低,花芽分化速度越快。

持续足够时间的低温是花芽分化的关键,石斛兰在18/13℃低温处理14 d就可以完成花芽分化的启动,花芽分化开始后,不管是经历高温还是低温,花芽分化都能够继续进行,在较高温度条件下,花芽分化和生长速度会加快。在生产中可以利用这一特点对春石斛的花期进行调控,首先至少经历14 d的持续低温处理,再根据目标花期时间对春石斛进行高温或低温处理。

### 4 结论

持续足够时间的低温是花芽分化的关键,萌动期是一个对温度高度敏感的时期,此时至少经历2周的低温,能够形成花芽,经历高温,则形成高芽。花芽形成后温度高有利于花芽的发育。

#### 参考文献:

- [1] 王雁,李振坚,彭红明. 石斛兰—资源·生产·应用[M]. 北京:中国林业出版社,2007:152-154
- [2] 曾宋君,胡松华. 石斛兰[M]. 广州:广东科学技术出版社,2004:3-31
- [3] 王雁,周进昌,郑宝强,等. 石斛兰[M]. 林业出版社,2014:34
- [4] 李振坚,王雁. 春石斛的花期调控[J]. 中国花卉园艺, 2005(8):20-23
- [5] 罗丽霞. 石斛兰目标花期调控研究[J]. 现代农业科技, 2008(20):21-22
- [6] 韦莉,彭方仁,王世博,等. 蝴蝶兰‘V31’花芽分化的形态观察及几种代谢产物含量的变化[J]. 园艺学报, 2010, 37(8):1303-1310
- [7] 郑宝强,王雁,彭镇华,等. 卡特兰的花芽形态分化[J]. 园艺学报, 2008, 35(12):1825-1830.
- [8] Su W R, Chen W S, Koshioka M, et al. Changes in gibberellin levels in the flowering shoot of *Phalaenopsis hybrida* under high temperature conditions when flower development is blocked[J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2001, 39(1):45-50.
- [9] Chen W S, Liu H Y, Liu Z H, et al. Gibberellin and temperature influence carbohydrate content and flowering in *Phalaenopsis* [J]. *Physiologia Plantarum*, 1994, 90: 391-395.
- [10] 黄胜琴,郭建军,叶庆生,等. 温度对蝴蝶兰成花诱导的研究初探[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2003, 42(4):132-134.
- [11] 郑宝强,王雁,彭镇华. 不同温度处理对‘绿世界’卡特兰花芽分化及内源激素动态变化的影响[J]. 林业科学研究, 2010, 23(6):833-838
- [12] 郑宝强,王雁,彭镇华. 不同温度处理对杂种卡特兰开花的影响[J]. 北京林业大学学报, 2011, 33(1):155-158
- [13] Yonekura S, Morita M. Effects of low temperature in winter on the growth and flowering of *Cymbidium* in highland[J]. *Res Aichi Agric Res*, 1993, 25: 251-257.
- [14] Sakanishi Y, Imanishi H, Isida G. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis amabilis* [J]. *Bul Univ Osaka Ser*, 1980, 32:1-9.

(责任编辑:张研)