

# 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

韦莉, 彭方仁\*, 王世博, 谭鹏鹏

(南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037)

**摘要:**以蝴蝶兰 ‘V31’ 为材料, 观察了花芽分化过程, 比较了成花诱导和花芽分化过程中叶片内 C/N、核酸及相关代谢物质含量的变化。结果表明: 蝴蝶兰花芽分化过程可分为 6 个阶段, 即分化初始期、花序原基分化期、小花原基分化期、萼片原基分化期、花瓣原基分化期和合蕊柱及花粉块分化期。叶片中可溶性糖、淀粉和可溶性蛋白质含量均在低温处理 35 d 达最大值; C/N 值的 2 次高峰先后出现于处理 15 d 和 30 d, 进入花器官分化期, 可溶性糖、淀粉和可溶性蛋白质含量及 C/N 值均呈下降趋势。RNA 和总核酸含量的变化趋势一致, 处理 15 d 后持续增加, 45 d 后随着合蕊柱和花粉块的大量分化而迅速下降; RNA/DNA 值在处理前 30 d 基本稳定, 花芽萌出后急剧增长, 而 DNA 含量的变化相对平缓。认为高水平的 C/N 有利于蝴蝶兰花芽的分化, RNA/DNA 值 (主要是 RNA 合成量) 的急剧增长与植株由生理分化转向花芽形态分化有关。

**关键词:** 蝴蝶兰; 花芽; 形态分化; C/N; 核酸; 代谢物质

中图分类号: S 682.31

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2010) 08-1303-08

## Morphology and Changes of Several Metabolites Content During Flower Bud Differentiation in *Phalaenopsis*

WEI Li, PENG Fang-ren\*, WANG Shi-bo, and TAN Peng-peng

(College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

**Abstract:** The processes of flower bud differentiation in *Phalaenopsis*, cultivar ‘V31’, was investigated and changes of C/N, nucleic acid and some other metabolites contents in the leaves were also investigated. The results showed that the process of flower bud differentiation could be divided into six phases, initial differentiation, inflorescence primordium differentiation, flower primordium differentiation, sepal primordium differentiation, petal primordium differentiation, column and pollinia differentiation. The contents of soluble sugar, starch and soluble protein in the leaves reached a peak at 35 d after low temperature treatment, and two peak periods of C/N value appeared at 15 d and 30 d. Changes of total nucleic acid content were similar to RNA content, which increased continually since 15 d after treatment, then gradually declined in the phase of column and pollinia differentiation, while the change of DNA content was gently. It was suggested that a high level of C/N be conducive to flower bud differentiation of *Phalaenopsis*, and the sharp increase in RNA/DNA value (mainly RNA synthesis) was closely related

收稿日期: 2009-11-10; 修回日期: 2010-06-30

基金项目: 江苏省高新技术项目 (BG2006319)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: frpeng@njfu.edu.cn)

to the processes for physiological differentiation shift to morphological differentiation of flower bud.

**Key words :** *Phalaenopsis* ;flower bud ;morphological differentiation ;C/N ;nucleic acid ;metabolite

蝴蝶兰 (*Phalaenopsis*) 为兰科蝴蝶兰属多年生草本植物,目前国内外对蝴蝶兰的研究主要集中在组织培养 (Murdad et al., 2006) 成花的基因组 (Tsai et al., 2006) 系统进化和分类 (Zeng et al., 2007; 庄东红 等, 2007) 环境影响因子 (Guo & Lee, 2006) 及生理特性 (Su et al., 2001; Ali et al., 2005) 等方面,对花芽分化过程及其核酸及相关代谢物质关系的研究较少。蝴蝶兰的花芽分化主要受温度调节,成熟兰株经一定的低温 (18 ~ 25 ) 诱导才能产生花芽 (李晖和林菁敏, 1984), 而利用物理和化学的方法可明显影响花芽分化率和成花品质 (Konow & Wang, 2001; Blanchard & Runkle, 2008)。本研究中以蝴蝶兰优良品种 'V31' 为材料,通过对花芽分化过程的观察以及叶片中相关代谢物含量的测定,探讨蝴蝶兰感应低温诱导的关键时期及影响花芽分化的物质种类,从而进一步确定花芽分化的关键时期,为花期调控技术优化提供理论参考依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料及取样

试验于 2008 年 8—11 月在南京林业大学 RQS-6 人工智能气候室中进行。试验材料为蝴蝶兰优良红花品种 'V31' 2 年生组培苗。低温处理 [昼/夜温度 (25 ± 1) / (18 ± 1) ] 自 8 月 24 日开始,至 11 月 8 日现蕾为止,光照强度约 60 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>,湿度 70% ~ 75%,常规催花管理。

### 1.2 花芽分化过程的观察

自花芽芽点萌出到现蕾期止,每 2 d 采样 1 次,每次取 5 个花芽 (序),去离子水冲洗,剥去苞片,50%FAA 固定。采用常规石蜡制片法 (李正理, 1987),Leica RM2145 旋转切片机切片,切片厚度 8 μm,番红固绿二重染色,加拿大树胶封片,NikonYS100 显微镜下观察并拍照。

### 1.3 相关代谢产物含量测定

根据花芽分化的进程,于 8 月 24 日—9 月 28 日,每 5 d 采样 1 次,9 月 28 日—11 月 8 日,每 10 d 采样 1 次,每次选取发育进程基本一致的苗 5 株,取自上而下第 3 片功能叶,去离子水冲洗,擦干,剪碎混匀,一份杀青烘干测定全氮含量,一份经液氮处理后于 -70 °C 冰箱保存备用。

可溶性糖和淀粉含量采用蒽酮比色法 (李合生, 2000),可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法 (李合生, 2000),全氮含量参照 BRAN LUEBBE-AutoAnalyzer3 连续流动分析仪使用手册测定,总核酸含量参考王川 (2006) 的方法,用二苯胺显色法测定 DNA 含量, RNA 含量 = 总核酸含量 - DNA 含量。以上指标均重复测定 3 次,数据用 EXCEL 和 SAS 统计分析软件分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 蝴蝶兰花芽分化期的确定

蝴蝶兰从营养生长转向生殖生长,到整个花序形成,大致可划分为以下 6 个时期。

分化初始期:低温处理 30 d 左右 (9 月中旬),花芽芽点自植株自上而下第 3 ~ 4 片叶的叶腋处萌出。此时花芽极小,其生长锥顶端分生组织细胞个体较小,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 1，A）。

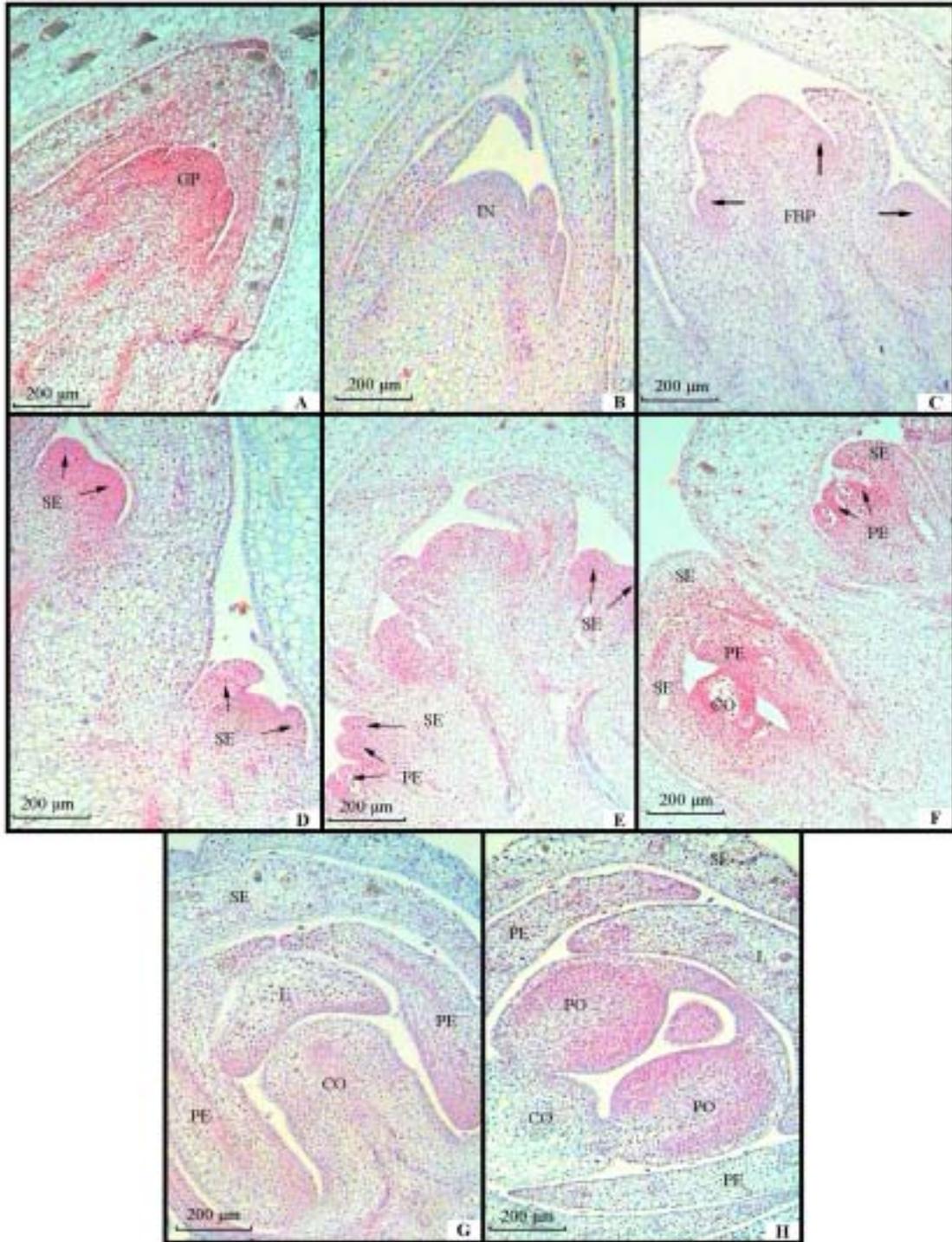


图 1 蝴蝶兰 ‘V31’ 的花芽分化过程

A. 分化初期；B. 花序原基分化期；C. 小花原基分化期；D. 萼片原基分化期；E. 花瓣原基分化期；F~H. 蕊柱及花粉块分化期。GP：生长锥；IN：花序原基；FBP：小花原基分化期；SE：花萼原基分化期；PE：花瓣原基分化期；CO：合蕊柱原基；L：唇瓣；PO：花粉块。

Fig. 1 The process of floral bud differentiation in *Phalaenopsis* ‘V31’

A. Initial differentiation phase ; B. Inflorescence primordium differentiation phase ; C. Flower primordium differentiation phase ; D. Sepal primordium differentiation phase ; E. Petal primordium differentiation phase ; F-H. Column and pollinia differentiation phase. GP : Growth corn ; IN : Inflorescence primordium ; FBP : Flower primordium ; SE : Sepal primordium ; PE : Petal primordium ; CO : Column primordium ; L : Lip ; PO : Pollinia.

花序原基分化期：芽点萌出 2 d 后，顶端生长锥变得圆滑肥大，向上隆起，呈半球形，此后生长锥进一步伸长增大，呈明显凸出状（图 1, B）。苞片基部外侧略向外凸出，染色略深，表明花序原基开始形成。

小花原基分化期：芽点萌出 4 ~ 6 d，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，即为花序中的侧花原基（图 1, C）。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。小花原基的分化时间较长，最早出现于 9 月中旬，9 月下旬达分化盛期，并一直持续到 10 月初。

萼片原基分化期：芽点萌出 20 d 左右（10 月上旬），小花原基进一步增大变宽，顶部凹陷，继而从边缘分化出 3 个突起，即为萼片原基。从纵切面上看仅为两个萼片原基突起（图 1, D），每个突起逐渐发育成 1 个萼片。

花瓣原基分化期：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 3 个新的突起，即为花瓣原基。花瓣原基生长很快，长度增长快于宽度增长，不久就成为条瓣状（图 1, E）。花瓣原基的分化较快，10 月上旬达到分化盛期，10 月中旬分化就基本结束。

合蕊柱及花粉块分化期：芽点萌出 30 d 左右，在不断伸长的花瓣原基内侧又分化出新的突起——合蕊柱原基，花芽进入蕊柱及花粉块分化期。随着合蕊柱的伸长，其顶端分化出的两个花粉块体积逐渐增大，可以明显的观察到花粉块由粘盘柄相连，而且花粉块体积在整个花芽中占较大的比例，萼片基本形成，抱合紧密，唇瓣开始逐渐覆盖于合蕊柱之上（图 1, F、G、H）。合蕊柱和花粉块的分化历时较长，自 10 月中旬一直持续到 11 月中旬，至此，整个花芽形态分化过程结束。

## 2.2 蝴蝶兰花芽分化期叶片可溶性糖、淀粉含量的变化

从图 2 可以看出，叶片中可溶性糖含量在低温处理 15 d 达到 1 个小高峰然后下降，25 d 后又急剧上升，至 35 d 达到最大值（ $37.10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ），而花序原基的分化在 35 d 已基本完成，说明在花诱导的过程中可溶性糖含量是增加的。此后花序轴快速伸长，进入花器官分化期，可溶性糖含量逐步下降。在整个花芽诱导及形态分化过程中，淀粉含量的变化与可溶性糖含量的变化一致，均呈高一低—高一低的变化趋势。对比发现，35 d 后可溶性糖含量的下降速度比淀粉快，说明蝴蝶兰花芽的形态建成需要消耗更多的可溶性糖。

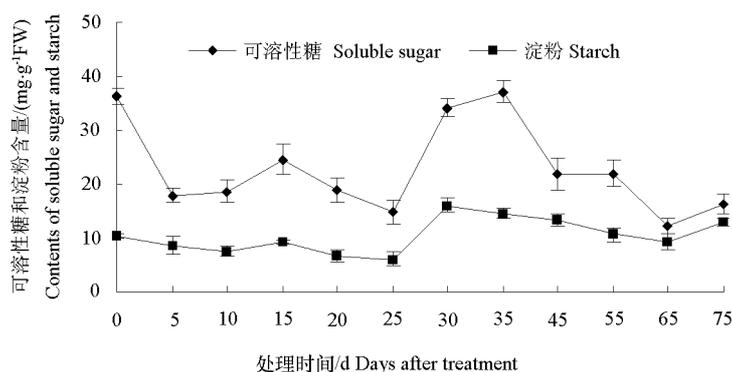


图 2 蝴蝶兰花芽分化期叶片中可溶性糖和淀粉含量的变化

Fig. 2 Changes in soluble sugar and starch content of *Phalaenopsis* leaves during floral bud differentiation

## 2.3 蝴蝶兰花芽分化期叶片全氮、可溶性蛋白质含量的变化

从图 3 可以看出，蝴蝶兰叶片中全氮含量在低温处理 5 d 时出现最大值（ $27.18 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ ）后

逐渐下降, 在 30 d (花芽萌出期) 突然出现一个短暂高峰, 35 d 后逐渐上升。叶片中可溶性蛋白质含量在低温处理后急剧下降, 10 d 时降至最低值 ( $2.86 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ ), 之后呈逐渐上升趋势, 在处理 35 d 达到最大值 ( $4.31 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ ), 随后进入小花原基分化期, 可溶性蛋白质含量缓慢下降, 这可能与可溶性蛋白从叶片转入花芽, 参与花器官的形态建成有关。

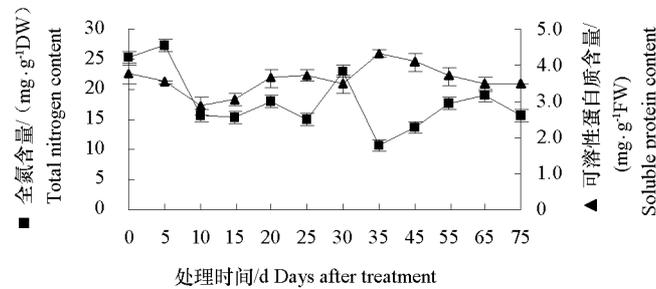


图 3 蝴蝶兰花芽分化期叶片中全氮、可溶性蛋白质含量的变化

Fig. 3 Changes in total nitrogen and soluble protein content of *Phalaenopsis* leaves during floral bud differentiation

## 2.4 蝴蝶兰花芽分化期叶片 C/N 的变化

从图 4 可以看出, 蝴蝶兰叶片中 C/N 在整个低温处理和花芽形态分化进程中变化明显, 呈双峰趋势。处理 5 d 急剧下降, 可能是结构建成的需要使叶片中蛋白质大量积聚, 同时作为能源物质的糖类大量消耗的缘故。随着对低温的感应, C/N 值在 15 d 时出现第 1 次高峰, 表明植株体内糖类物质积聚回升, 而叶片中的含氮化合物大量分解后转移到幼嫩组织中为花芽的形成做好了储备。C/N 值在 30 d 达到第 2 次高峰, 之后随着花序轴的伸长又呈下降趋势, 说明叶片中糖类物质再次大量消耗用于花器官的形态建成。

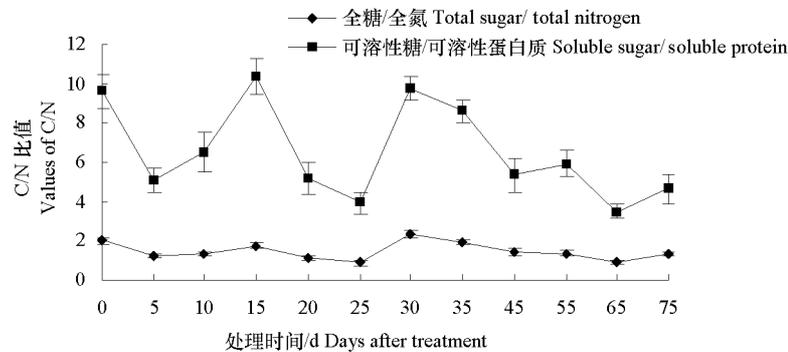


图 4 蝴蝶兰花芽分化期叶片中 C/N 的变化

Fig. 4 Changes in C/N of *Phalaenopsis* leaves during floral bud differentiation

## 2.5 蝴蝶兰花芽分化期叶片核酸类物质含量的变化

从图 5 可以看出, 叶片中总核酸和 RNA 含量的变化趋势基本一致。总核酸、RNA 和 DNA 含量在低温处理前 15 d 均呈下降趋势; 随着花芽的萌出, 总核酸、RNA 含量又逐渐上升, 并于 45 d 达最大值 (分别为  $0.35$  和  $0.23 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ ), 此后进入合蕊柱和花粉块分化期, 含量开始下降; 在此过程中, DNA 含量一直处于较低水平, 变化不明显。RNA/DNA 值在处理前 30 d 变化相对平缓, 此后进入萼片原基分化期, RNA/DNA 值急剧上升, 并 45 d 时达到高峰, 之后急剧降低, 说明叶片中 RNA/DNA 值的大幅增长与花芽形态分化的开始有关。

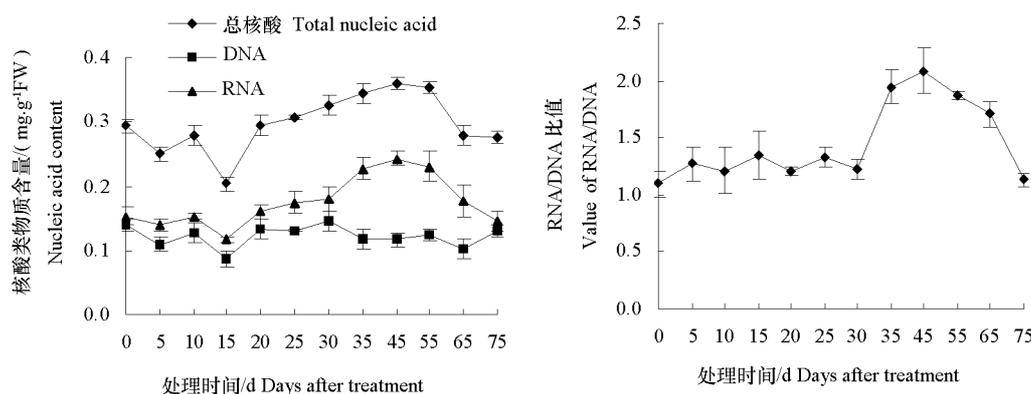


图5 蝴蝶兰花芽分化期叶片中核酸类物质含量与 RNA/DNA 的变化

Fig. 5 Changes in nucleic acid content and RNA/DNA of *Phalaenopsis* leaves during floral bud differentiation

### 3 讨论

蝴蝶兰经低温处理 30 d 左右花芽萌出, 之后逐步分化出花序原基、小花原基、萼片原基和花瓣原基, 随后开始雌雄合二为一的兰科植物特有的生殖器官——合蕊柱的发育, 随着合蕊柱的伸长, 在其顶端分化出两个花粉块并逐渐增大, 花芽形态分化结束, 这与卡特兰花芽发育过程(郑宝强等, 2008)相似。蝴蝶兰整个花芽分化过程持续约两个月, 分化速率呈现出快—慢—快—慢的特点, 即花序原基分化快, 小花原基分化慢, 萼片原基、花瓣原基分化较快且连续性强, 合蕊柱及花粉块分化慢。小花分化进程有重叠现象, 但分化盛期集中在 9 月下旬至 10 月下旬。

植物从营养生长转向生殖生长的过程中, 植株体内新陈代谢旺盛, 并产生着一系列的生理生化变化。Kataoka 等(2004)和黄胜琴等(2007)认为, 碳水化合物是蝴蝶兰由营养生长向生殖生长转变的重要物质基础。本研究结果表明, 蝴蝶兰叶片中的可溶性糖含量在低温处理 15 d 时出现小高峰, 35 d (花序原基分化期) 达最大值, 之后随着花器官的分化迅速降低; 淀粉作为植物体内主要的储藏性营养物质, 其含量的变化趋势与可溶性糖基本一致, 说明叶片中可溶性糖和淀粉的储备为花芽萌出和花器官的形成做好了准备。常钟阳等(2008)对德国鸢尾的研究显示, 可溶性蛋白质是花器官形态建成的物质基础。本试验结果也表明, 花器官分化开始前, 叶片中可溶性蛋白质含量逐渐增加并达到较高水平, 之后逐渐下降, 这可能与花芽萌出前, 一些蛋白质水解酶活性增强, 使组合蛋白分解成可溶性蛋白质, 或形成特异结构和功能的蛋白质以满足花芽的形态建成有关(林桂玉等, 2008)。此外, 植物体内糖类含量与含氮化合物的比例(C/N)也是决定植物从营养生长转向生殖生长的重要因素之一(李宁, 2007)。蝴蝶兰叶片中 C/N 值在低温处理 15 d 和 30 d 分别出现两次高峰, 这与罗平源等(2006)对银杏、齐红岩等(2008)对薄皮甜瓜的研究结果类似, 说明高 C/N 比值有利于植株由营养生长向生殖生长转变。但是, Kozlowski(1992)提出花的诱导不一定要很高的碳水化合物水平, 更重要的是可能涉及碳水化合物的源库方向交换, 即成花诱导期间, 花发端部位必须成为调运碳水化合物的库。

沈德绪和林伯年(1989)指出: 花芽分化时在生长点上的变化首先是 RNA 的增加和细胞分裂次数的增加。本研究中结果表明, 蝴蝶兰叶片中 RNA 含量在处理 15 d 后持续增加, 45 d 后随着合蕊柱和花粉块的大量分化而迅速下降; RNA/DNA 值在花芽萌出前(低温诱导阶段)基本稳定, 处理 30 d 后随着花芽萌出而急剧增长。由此认为, 叶片中核酸类物质的代谢是蝴蝶兰花芽分化的生理基础, RNA/DNA 值的大幅增长, 特别是 RNA 合成的急剧增长与植株由生理分化转向花芽形态分化

有关,其生理意义可能与花原基形成所需要的特异性 mRNA 大量转录以及蛋白质(特别是酶)的合成有关(吴邦良等,1995)。

综上所述,低温诱导 15 d 左右是蝴蝶兰 ‘V31’ 感应低温诱导,由营养生长转入生殖生长的关键期。若是在栽培管理措施方面改善植株的营养水平,提高蝴蝶兰的花芽分化率,最佳的施肥时间为 8 月中下旬。蝴蝶兰花芽分化过程中,糖、蛋白质、核酸及相关代谢产物在植株叶片和花芽之间的分布和代谢,赤霉素、细胞分裂素、生长素等内源激素与花芽分化的关系,以及不同品种间花芽分化进程是否具有差异,有待于进一步研究。

## References

- Ali M B , Hahn E J , Paek K Y. 2005. Effects of temperature on oxidative stress defense systems , lipid peroxidation and lipoxygenase activity in *Phalaenopsis*. *Plant Physiology and Biochemistry* , 43 : 213 – 223.
- Blanchard M G , Runkle E S. 2008. Benzyladenine promotes flowering in *doritaenopsis* and *Phalaenopsis* orchids. *Plant Growth Regul* , (27) : 141 – 150.
- Chang Zhong-yang , Zhang Jin-zheng , Sun Guo-feng , Liu Hong-zhang. 2008. Morphological studies and changes of two metabolites content during floral bud differentiation period in *Iris germanica* cv. *Lovely Again*. *Bulletin of Botanical Research* , 28 (6) : 741 – 745. (in Chinese)
- 常钟阳,张金政,孙国峰,刘洪章. 2008. 德国鸢尾 ‘常春黄’ 花芽分化的形态观察及两种代谢产物的动态变化. *植物研究* , 28 (6) : 741 – 745.
- Guo W J , Lee N. 2006. Effect of leaf and plant age and day/night temperature on net CO<sub>2</sub> uptake in *Phalaenopsis amabilis* var. *formosa*. *Amer Soc Hort Sci* , 131 : 320 – 326.
- Huang Sheng-qin , Li Yong-tao , Lü Cui-ting , Lei Hong-bo , Ye Qing-sheng. 2007. Changes in carbohydrates distribution in *Phalaenopsis* leaves and axillary buds during floral induction. *Acta Horticulturae Sinica* , 34 (6) : 1515 – 1519. (in Chinese)
- 黄胜琴,李永涛,吕翠婷,雷洪波,叶庆生. 2007. 蝴蝶兰花芽诱导过程中碳水化合物在叶与腋芽中的分配变化. *园艺学报* , 34 (6) : 1515 – 1519.
- Kataoka K , Sumitomo K , Fudano T , Kawase K. 2004. Changes in sugar content of *Phalaenopsis* leaves before floral transition. *Scientia Horticulturae* , 102 : 121 – 132.
- Konow E A , Wang Y T. 2001. Irradiance levels affect *in vitro* and greenhouse growth , flowering , and photosynthetic behavior of a hybrid *Phalaenopsis* orchid. *Amer Soc Hort Sci* , 126 (5) : 531 – 536.
- Kozłowski T. 1992. Carbohydrate sources and sinks in woody plant. *Bot Rev* , 58 (2) : 107 – 122.
- Li He-sheng. 2000. *Physiology and biochemistry principles and technologies of plant*. Beijing : Higher Education Press. (in Chinese)
- 李合生. 2000. *植物生理生化原理与技术*. 北京 : 高等教育出版社.
- Li Nian , Lin Jing-min. 1984. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis* white hybrid. *Chinese Horticulture (Taiwan)* , 30 (4) : 182 – 190. (in Chinese)
- 李 晔,林菁敏. 1984. 温度对白花蝴蝶兰生长与开花之影响. *中国园艺(台湾)* , 30 (4) : 182 – 190.
- Li Ning. 2007. *The effects of metabolism of carbon , nitrogen and nucleic acid on the vernalization of Broccoli* [M. D. Dissertation]. Harbin : Northeast Agricultural University. (in Chinese)
- 李 宁. 2007. 碳、氮、核酸代谢与青花菜春化作用的关系 [硕士论文]. 哈尔滨 : 东北农业大学.
- Lin Gui-yu , Huang Zai-fan , Zhang Cui-hua , Zheng Cheng-shu. 2008. Changes in ultraweak luminescence intensity , respiration rate and physiological metabolism of chrysanthemum during floral differentiation. *Acta Horticulturae Sinica* , 35 (12) : 1819 – 1824. (in Chinese)
- 林桂玉,黄在范,张翠华,郑成淑. 2008. 菊花花芽分化期超微弱发光及生理代谢的变化. *园艺学报* , 35 (12) : 1819 – 1824.
- Li Zheng-li. 1987. *Slice production technology of plant*. Beijing : Science Press : 130 – 145. (in Chinese)
- 李正理. 1987. *植物制片技术*. 北京 : 科技出版社 : 130 – 145.
- Luo Ping-yuan , Shi Ji-kong , Zhang Wan-ping. 2006. Changes of endogenous hormones , carbohydrate and mineral nutrition during the differentiation of female flower buds of *Ginkgo biloba*. *Journal of Zhejiang Forestry College* , 23 (5) : 532 – 537. (in Chinese)

- 罗平源, 史继孔, 张万萍. 2006. 银杏雌花芽分化期间内源激素、碳水化合物和矿质营养的变化. 浙江林学院学报, 23 (5) : 532 – 537.
- Murdad R, Hwa K S, Seng C K, Latip M A, Aziz Z A, Ripin R. 2006. High frequency multiplication of *Phalaenopsis gigantea* using trimmed bases protocorms technique. Scientia Horticulturae, 111 : 73 – 79.
- Qi Hong-yan, Hao Jing-hong, Wang Hao-xiang. 2008. The changes of mineral nutrient content and C/N in melon leaves during flower bud differentiation. Journal of Shenyang Agricultural University, 39 (5) : 530 – 533. (in Chinese)
- 齐红岩, 郝敬虹, 王昊翔. 2008. 薄皮甜瓜花芽分化期叶片矿质元素含量和 C/N 的分析. 沈阳农业大学学报, 39 (5) : 530 – 533.
- Shen De-xu, Lin Bo-nian. 1989. The young period and early fruit of fruit trees. Shanghai : Shanghai Science and Technology Press. (in Chinese)
- 沈德绪, 林伯年. 1989. 果树童期与提早结果. 上海 : 上海科学技术出版社.
- Su W R, Chen W S, Koshioka M, Mander L N, Hung L S, Chen W H, Fu Y M, Huang K L. 2001. Changes in gibberellin levels in the flowering shoot of *Phalaenopsis hybrida* under high temperature conditions when flower development is blocked. Plant Physiol Biochem, 39 : 45 – 50.
- Tsai W C, Hsiao Y Y, Lee S H. 2006. Expression analysis of the ESTs derived from the flower buds of *Phalaenopsis equestris*. Plant Science, 170 : 426 – 432.
- Wang Chuan. 2006. Physiological and biochemistrical study on flower bud differentiation in *Picea crassifolia* [M. D. Dissertation]. Beijing : Beijing Forestry University. (in Chinese)
- 王 川. 2006. 青海云杉花芽分化的生理生化研究 [硕士论文]. 北京 : 北京林业大学.
- Wu Bang-liang, Xia Chun-sen, Zhao Zong-fang, Li San-yu. 1995. Blossom and bear fruit physiology and regulation technology of fruit trees. Shanghai : Shanghai Science and Technology Press : 34 – 43. (in Chinese)
- 吴邦良, 夏春森, 赵宗方, 李金玉. 1995. 果树开花结果生理和调控技术. 上海 : 上海科学技术出版社 : 34 – 43.
- Zeng W H, Liao S C, Chang C C. 2007. Identification of RNA editing sites in chloroplast transcripts of *Phalaenopsis aphrodite* and comparative analysis with those of other seed plants. Plant Cell Physiol, 48 (2) : 362 – 368.
- Zhuang Dong-hong, Qu Ying, Xu Da-xiong, Li Jun, Chen Zhi-ling. 2007. Analysis on chromosome number and morphology of varieties in *Phalaenopsis*. Acta Horticulturae Sinica, 34 (5) : 1257 – 1262. (in Chinese)
- 庄东红, 曲 莹, 许大熊, 李 军, 陈志玲. 2007. 蝴蝶兰若干品种 (系) 的染色体数和形态分析. 园艺学报, 34 (5) : 1257 – 1262.
- Zheng Bao-qiang, Wang Yan, Peng Zhen-hua, Li Li. Morphological differentiation of flower bud of *Cattleya labiata*. Acta Horticulturae Sinica, 35 (12) : 1825 – 1830. (in Chinese)
- 郑宝强, 王 雁, 彭镇华, 李 莉. 2008. 卡特兰的花芽形态分化. 园艺学报, 35 (12) : 1825 – 1830.

## 《中国梅花品种图志·中文新版》出版发行

陈俊愉主编《中国梅花品种图志·中文新版》已问世 (2010. 01)。全书共 10 章, 即 1. 中国梅的应用于栽培简史; 2. 种质资源; 3. 自然分布与栽培分布; 4. 古梅与名梅; 5. 国际栽培植物命名法规与梅花品种“二元分类”; 6. 梅品种国际登录; 7. 梅之生态习性与品种生物学特性; 8. 品种性状记载标准; 9. 梅花品种分子研究及其核心种质构建; 10. 梅花品种记载 (共 318 个) 及附件等。

为了优惠中国花卉协会梅花蜡梅分会会员及中国园艺学会梅研究会成员, 现向会员 9 折出售 (原价 180 元, 现含邮费共 162 元)。愿购者请与中国林业出版社发行部金秋月联系办理 (办公室电话: 010-83281576)。

中国花卉协会梅花蜡梅分会

2010.07.11