

卡特兰的花芽形态分化

郑宝强¹, 王雁^{1*}, 彭镇华¹, 李莉²

(¹中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091; ²河北农业大学园艺学院, 河北保定 071001)

摘要: 采用石蜡切片法观察了卡特兰 ‘Green World’ 花芽的形态发生和结构发育过程。研究表明: 在北方温室环境条件下, 卡特兰花芽分化从 7月初花序原基分化开始至 9月下旬合蕊柱及花粉块形成历时约 3个月。其过程可分为 6个时期: 未分化期、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、合蕊柱及花粉块分化期。其中, 花蕾原基分化期、合蕊柱及花粉块分化期历时长, 分化较慢, 其它时期历时短, 分化较快。自萼片原基分化期开始, 新生植株生长已基本停止。

关键词: 卡特兰; 花芽; 形态分化

中图分类号: S 682.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2008) 12-1825-06

Morphological Differentiation of Flower Bud of *Cattleya labiata*

ZHENG Bao-qiang¹, WANG Yan^{1*}, PENG Zhen-hua¹, and LI Li²

(¹Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China; ²College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China)

Abstract: The flower bud differentiation process of *Cattleya labiata* ‘Green World’ was studied by the method of paraffin cut. The results showed that the flower bud differentiation process lasted for less than three months from the start of inflorescence primordia differentiation in early July to column and pollinia formation in the end of September under the greenhouse climate condition in North of China. The process could be divided into 6 phases: Undifferentiation phase, inflorescence primordium differentiation phase, flower differentiation phase, sepal differentiation phase, petal differentiation phase, and column and pollinia differentiation phase. The phases of flower differentiation, column and pollinia differentiation were relatively longer. The new plant finished its growth when sepal differentiation phase begun.

Key words: *Cattleya labiata*; flower bud; morphological differentiation

卡特兰 (*Cattleya labiata*) 属兰科附生兰类, 原产于美洲热带和亚热带, 其中以哥伦比亚和巴西野生最多 (胡松华, 2002)。我国自 20 世纪 70 年代引进卡特兰, 栽培规模一直呈上升趋势。目前对于卡特兰的研究主要集中在系统进化和分类 (Jin et al, 2004a, 2004b)、栽培生理 (金陈斌等, 2005)、营养与开花 (李进才等, 2006)、组织培养 (张丽梅等, 2001) 等方面, 对卡特兰及其近亲属花芽分化的研究至今未见报道。本研究中对卡特兰花芽分化进行观察, 准确了解其规律和时期, 可为制定合理的栽培和管理措施提供一定的理论依据。

1 材料与方法

试验于 2007 年 6 月底—9 月底在中国林业科学研究院科研温室内进行。供试品种为 ‘Green

收稿日期: 2008 - 06 - 19; 修回日期: 2008 - 09 - 25

基金项目: 国家林业局 ‘948’ 项目 (2006-4-C07; 2005-4-37)

*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: wangyan@caf.ac.cn)

World'。花芽分化期间使用 HOBO 温湿自动记录仪记录温度和湿度的变化,其中 7、8 月份平均昼夜温度为 28 /22 ,平均昼夜空气湿度为 60% /80%,9 月份平均昼夜温度为 25 /17 ,平均昼夜空气湿度为 30% /40%。自 6 月底开始到 9 月底每 5~7 d 采集一次花芽,同时随机抽取 10 棵新生植株,记录叶鞘包裹下的外露叶片和花鞘长度,去除叶鞘后叶片、花鞘和鳞茎总长度。剥去花鞘后将花芽迅速置于 FAA 固定液中,按常规石蜡制片,切片厚度 8~10 μm,番红—固绿对染,加拿大树胶封片, Olympus BH-2 型显微镜观察、拍照。

2 结果与分析

2.1 卡特兰花芽分化时期及主要特征

当卡特兰新生植株芽顶端分生组织从营养生长锥转变为生殖生长锥时,便开始了生殖器官——花的发生和发育。根据卡特兰花芽发生和发育的特点,可以将其划分为 6 个时期,分别为未分化期 (undifferentiation phase, UnDP); 花序原基分化期 (inflorescence primordium differentiation phase, IPDP); 花蕾原基分化期 (flower differentiation phase, FDP); 萼片原基分化期 (sepal differentiation phase, SDP); 花瓣原基分化期 (petal differentiation phase, PDP); 合蕊柱及花粉块分化期 (column and pollinia differentiation phase, CPDP)。各分化期分化持续时间和所占比例见表 1。

表 1 卡特兰花芽处于不同分化时期的个数 (所占比例 /%) 统计

Table 1 Statistics on flower bud differentiation of B. l. c. 'Green World' in different stages

采样日期 (M - D) Sample date	调查花芽数 Number of flower buds	各分化期花芽分化个数 (所占比例 /%) Number of flower bud in different stages (comparison)						
		未分化期 UnDP	花序原基 分化期 IPDP	花蕾原基 分化期 FDP	萼片原基 分化期 SDP	花瓣原基 分化期 PDP	合蕊柱及花 粉块分化期 CPDP	败育芽 Cease growth bud
06 - 28	12	11 (91.7)	1 (8.3)					
07 - 05	16	3 (18.8)	12 (75.0)	1 (6.2)				
07 - 11	22	1 (4.5)	12 (54.5)	9 (41.0)				
07 - 18	20		3 (15.0)	15 (75.0)				2 (10.0)
07 - 25	11		1 (9.0)	10 (91.0)				
07 - 31	20			19 (95.0)				1 (5.0)
08 - 05	23			18 (78.3)	3 (13.0)			2 (8.7)
08 - 12	21			4 (19.1)	15 (71.4)	1 (4.8)		1 (4.8)
08 - 18	22			1 (4.5)	16 (72.7)	4 (18.2)	1 (4.5)	
08 - 26	20				6 (30.0)	13 (65.0)	1 (5.0)	
09 - 02	20					9 (45.0)	11 (55.0)	
09 - 09	20					6 (30.0)	14 (70.0)	
09 - 16	15						15 (100)	
09 - 23	15						15 (100)	

未分化期: 新生植株在 7 月初以前, 顶芽生长锥尖而狭窄, 呈高圆丘状, 细胞形状相似, 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 (图版, 1)。

花序原基分化期: 生长点先变得圆滑肥大, 向上隆起, 呈半球形 (图版, 2), 生长点下面的细胞大而圆, 排列疏松。以后生长点继续伸长增大, 呈明显突出状 (图版, 3)。花序原基最早出现在 6 月底, 但所占比例不大, 分化高峰在 7 月上旬, 持续到 7 月下旬。

花蕾原基分化期: 生长锥在进入花序原基分化期后继续升高, 在其下部周围隆起并逐渐分离, 分化产生出 1~3 个突起, 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, 卡特兰的总状花序已现雏形。

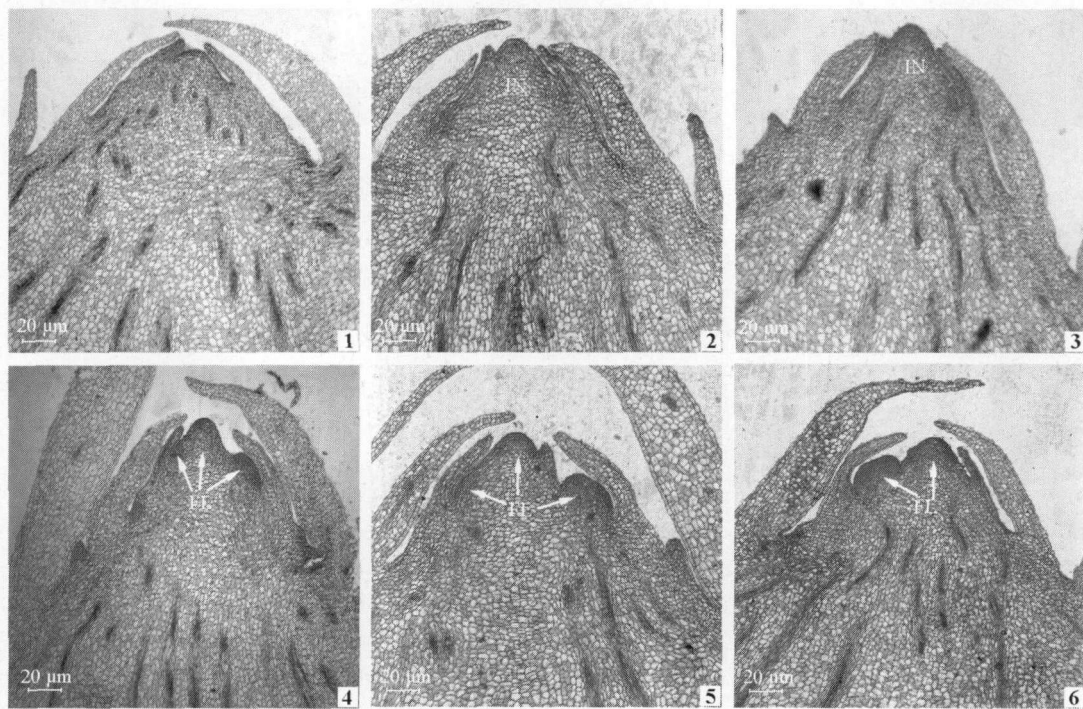
(图版, 4~6)。花蕾原基最早出现在 7月初, 分化盛期在 7月下旬—8月初, 一直持续到 8月中旬, 分化时间比较长。

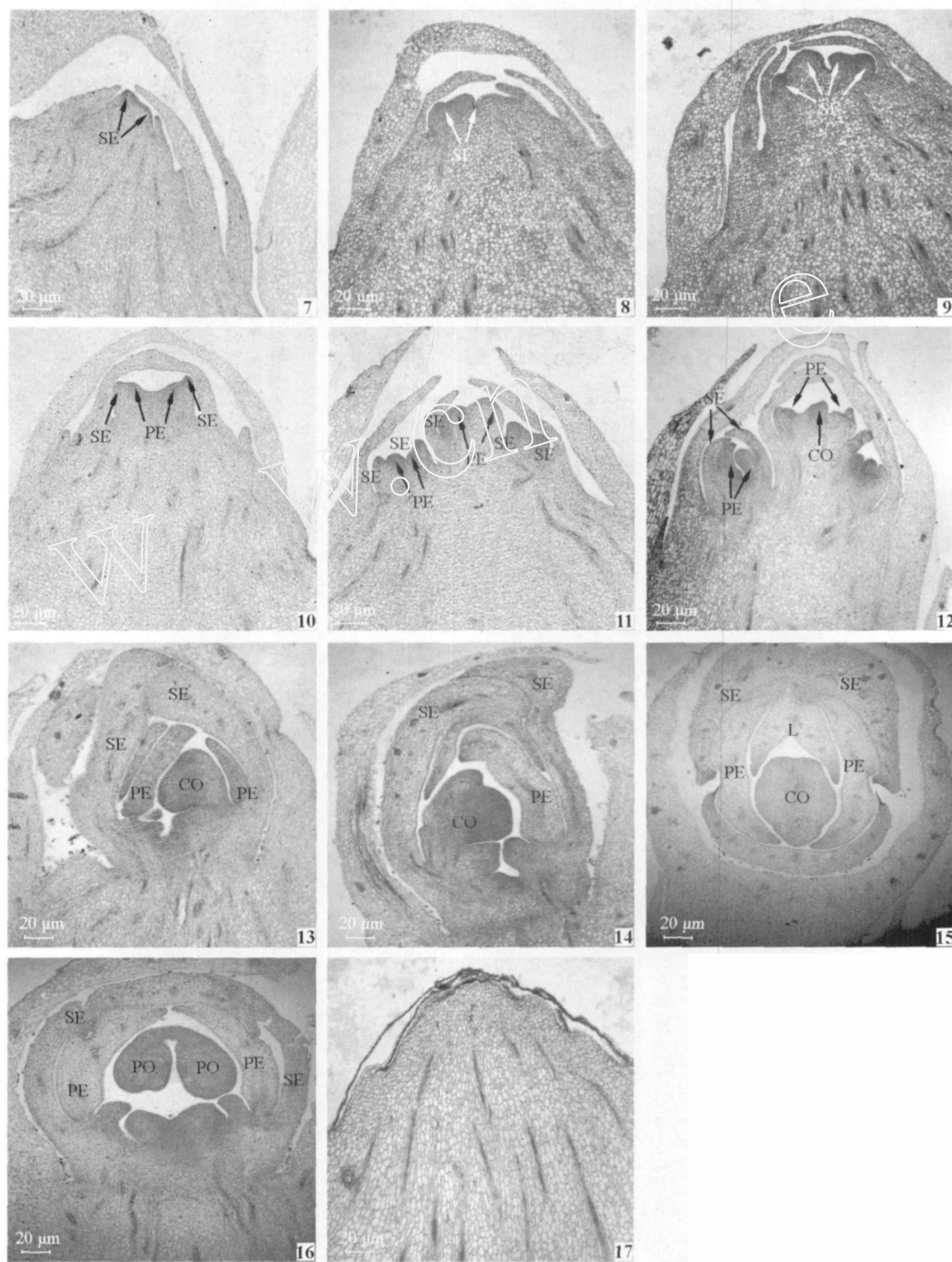
萼片原基分化期: 伸长后的生长点顶端变得宽而平坦, 继而在周围产生突起 (切片上为两边突起), 即为萼片原基。顶花萼片原基生长很快, 随后侧花萼片原基也膨大变粗, 顶部凹陷, 其分化速度稍落后于顶花萼片原基 (图版, 7~9)。萼片原基最早出现在 8月初, 分化盛期在 8月中旬, 到 8月下旬仍有萼片原基分化。

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新的突起, 即为花瓣原基, 开始了花瓣分化期。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 (图版, 10、11)。8月中旬出现花瓣原基, 8月下旬达到盛期, 一直持续到 9月上旬。

合蕊柱及花粉块分化期: 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突起, 分化出合蕊柱原基, 花芽进入合蕊柱及花粉块分化期。合蕊柱不断生长, 顶端逐渐变宽变厚, 可以观察到顶端分生组织细胞个体较小, 排列紧密, 染色较深, 表明此时为花芽的发育中心。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。合蕊柱顶端分化出的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 (图版, 12~16)。合蕊柱最早出现在 8月中旬, 分化盛期在 9月。

卡特兰每年都从根状茎上长出 1~2个假鳞茎, 新生假鳞茎的顶芽最终有两种发育结果: 一种是经过花芽分化、萌发、生长, 在花茎上长出花朵; 另一种不产生花鞘, 逐步失去进一步生长发育的活力, 或者产生花鞘, 但由于某种原因花芽败育, 最后成为整个新生茎生长发育的终点。在试验的过程中, 主要是针对有花鞘的植株进行取样, 发现败育芽主要出现在花蕾原基分化期, 但所占比例不大。此时花芽停止生长, 逐渐萎缩, 外部花鞘也变黄, 芽体生长锥呈阔圆形, 顶端分生组织细胞个体较大, 形状相似, 排列疏松 (图版, 17)。





图版说明: 1. 营养芽; 2, 3. 花序原基分化期; 4~6. 花蕾原基分化期; 7~9. 萼片原基分化期; 10, 11. 花瓣原基分化期; 12~15. 合蕊柱及花粉块分化期 (14. 侧面, 15. 背面); 16. 花粉块形成; 17. 败育芽。

N: 花序原基; HL: 花蕾原基; SE: 花萼原基; PE: 花瓣原基; CO: 合蕊柱原基; L: 唇瓣; PO: 花粉块。

Explanation of plates: 1. Vegetative bud; 2, 3. Inflorescence primordium differentiation phase; 4 - 6. Flower differentiation phase; 7 - 9. Sepal differentiation phase; 10, 11. Petal differentiation phase; 12 - 15. Column and pollinia differentiation phase (14. Profile, 15. Overside); 16. Pollinia formation; 17. Cease growth bud

N: Inflorescence primordium; HL: Flower primordia; SE: Sepal primordia; PE: Petal primordia; CO: Column primordia; L: Lip; PO: Pollinia

2.2 卡特兰花芽分化与植株生长的关系

从卡特兰花芽分化到花器官分化结束的过程中, 花芽各分化相与植株的营养生长有一定的相关关系 (表 2)。4月底, 卡特兰新芽开始生长, 此时假鳞茎和叶片都由叶鞘包裹, 生长缓慢。6月中旬, 叶片开始伸出叶鞘, 新茎生长加快, 每周生长约 3 cm。7月初, 当叶鞘外面显露出的新叶长 10 cm 左右时, 在叶鞘包裹下的花鞘隐约可见, 花芽开始分化。8月中旬, 叶片完全显露于叶鞘外, 新生植株已长成, 此后, 叶片和假鳞茎的长度便不再变化, 即从花蕾原基分化期结束, 萼片原基分化期开始, 当年生植株外部生长已经结束, 但内部花芽分化仍在继续进行。9月底, 叶鞘变焦枯, 花鞘开始膨大, 用手轻捏花鞘可以感觉到花蕾的存在, 或者将兰株举起, 对着光线, 也可以看到花鞘内花蕾的雏形, 至此花芽形态分化结束。

表 2 卡特兰花芽形态分化与植株生长的关系

Table 2 The relationship between the flower bud morphological differentiation and the plant growth

in *Cattleya labiata* 'Green World'

花芽形态分化期 Flower bud morphological differentiation phase	叶鞘外露叶长 Length of leaves out of sheathing leaves	叶鞘外露花鞘长 Length of flower sheaths out of sheathing leaves	花鞘总长 Length of flower sheaths	叶总长 Length of leaves	假鳞茎长 Length of pseudobulbs
花序原基分化期 IDP	10.57 ±2.21aA	0aA	8.65 ±1.17aA	19.17 ±1.01aA	7.33 ±0.96aA
花蕾原基分化期 FDP	20.36 ±5.40bB	8.73 ±3.21bB	14.54 ±3.72bB	24.14 ±2.41bA	12.69 ±2.35bB
萼片原基分化期 SDP	27.34 ±0.94cB	15.93 ±1.25cC	15.93 ±1.25bB	27.34 ±0.94bCB	22.30 ±1.08cC
花瓣原基分化期 PDP	28.22 ±1.83cB	16.29 ±1.58cC	16.29 ±1.58bB	28.22 ±1.83cB	21.65 ±2.13cC
合蕊柱及花粉块分化期 CPDP	27.22 ±3.56cB	14.95 ±1.43cC	14.95 ±1.43bB	27.22 ±3.56cB	20.68 ±2.97cC

注: 测试样品数 10 株; 大小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平上的显著性差异。

Note: $n = 10$; Capital and lowercase indicate different significance at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

3 讨论

对植物花芽形态分化时期的划分, 不同的植物类型划分并不一致。被子植物如桂花 (*Osmanthus fragrans*) (王彩云 等, 2002)、李 (*Prunus humilis*) (彭伟秀 等, 2004)、连翘 (*Forsythia suspensa*) (陈旭辉 等, 2006) 等可基本划分为苞片分化期、萼片分化期、花瓣分化期、雄蕊分化期、雌蕊分化期 5 个时期; 裸子植物如银杏 (*Ginkgo biloba*) 雄花芽 (史继孔 等, 1998) 形态分化分为未分化期、分化始期 (花序原基分化期)、花粉囊分化期、花粉母细胞分化期、花粉粒形成期 5 个时期, 雌花芽 (张万萍 等, 2001) 则划分为未分化期、分化始期、分化盛期、珠被分化期、珠心分化期和珠托分化期, 这是由银杏的雌雄花芽构造不同决定的。兰科植物的繁殖器官合蕊柱由雄蕊和雌蕊共同构成, 卡特兰在花芽分化过程中, 逐步分化出花序原基、花蕾原基、萼片原基、花瓣原基, 至此与被子植物花芽发育过程相似, 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, 随着蕊柱的伸长, 花粉块逐渐形成并增大, 花芽形态分化结束。

卡特兰花芽分化过程有重叠现象, 但花芽分化各时期相对集中, 分化盛期集中在 7 月初—9 月下旬, 整个分化期约 3 个月。从花芽分化的进程来看, 分化速率具有快—慢—快—慢的特点。花序原基分化快; 花蕾原基分化慢, 在北方温室环境条件下, 需要 40 d 左右; 萼片原基、花瓣原基分化较快, 而且连续性强; 合蕊柱及花粉块分化慢, 可能与生殖器官结构复杂有关。其它植物的花芽分化速率也表现出阶段性的变化 (王莲英, 1986; 王彩云 等, 2002), 但因花朵构造和环境条件等内外影响因素的不同, 其阶段性划分也略有差异。

卡特兰种类繁多, 本试验材料为一年开花一次的大花品种, 当叶鞘包裹下的花鞘隐约可见时, 花芽开始分化, 新生植株生长停止时花蕾分化期结束, 花芽形态分化进程与外部形态指标有一定的相关关系。但这种关系是否适用于其它种类, 尤其是一年开花数次的小花品种, 还有待进一步研究。

目前关于热带兰花芽分化的研究主要集中在成花诱导上,关于花芽形态分化的研究未见报道。现已研究表明,蝴蝶兰 (*Phalaenopsis hybridum*)、石斛兰 (*Dendrobium nobile*)、大花蕙兰 (*Cymbidium hybridum*) 在花芽分化期都需要一定的低温诱导才能顺利成花,对于卡特兰是否需要低温诱导尚不明确,从本研究看,卡特兰花芽分化期主要集中在 7 月—9 月下旬,此时正值夏季高温季节,花蕾原基分化期长以及此段时期出现的败育现象,可能与此期间的持续高温有关。低温对卡特兰花芽分化的作用目前正在研究中。

References

- Chen Xu-hui, Jiang Sha, Li Yi-fan, Xu Ke, Han Yi 2006 Initiation and development of flower buds in *Forsythia suspensa*. *Acta Horticulturae Sinica*, 33 (2): 426 - 428. (in Chinese)
- 陈旭辉, 江 莎, 李一帆, 许 珂, 韩 轶. 2006 连翘花芽分化及发育的初步研究. *园艺学报*, 33 (2): 426 - 428.
- Hu Song-hua 2002 The orchids of tropical Beijing: China Forestry Publishing House: 33. (in Chinese)
- 胡松华. 2002 热带兰花. 北京: 中国林业出版社: 33.
- Jin Chen-bin, Fan Kai-feng, Hou Ying, Luo Zhen-wei 2005. A study on culture medium for potted *Cattleya hybrida*. *Journal of Shanghai Jiao-tong University*, 23 (4): 430 - 434. (in Chinese)
- 金陈斌, 范凯峰, 侯 樱, 罗震伟. 2005 卡特兰盆栽基质筛选初试. *上海交通大学学报*, 23 (4): 430 - 434.
- Jin G, Naito T, Matsui S 2004a Randomly amplified polymorphic DNA analysis for establishing phylogenetic relationship among *Cattleya walk-eriana* Gardn., *Cattleya nobilior* Rehb. f. and *Cattleya loddigesii* Lindl. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 73 (5): 496 - 502.
- Jin G, Naito T, Matsui S 2004b Randomly amplified polymorphic DNA analysis for establishing phylogenetic relationships among *Cattleya* and its allied genera. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 73 (6): 583 - 591.
- Li Jin-cai, Zhao Xi-da, Zhang Qin-ying, Guo Fu-chang 2006 Effects of shading on nutrient contents and growth of orchid plants. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 21 (4): 51 - 54. (in Chinese)
- 李进才, 赵习妲, 张秦英, 郭富常. 2006 遮光对兰花养分含量及生育的影响. *华北农学报*, 21 (4): 51 - 54.
- Peng Wei-xiu, Yang Jian-min, Yu Wei, Liu Hai-xia, Su Qiao 2004. Research on the differentiation of flower bud and the development of pistil and stamen of *Pinus humilis*. *Journal of Agriculture University of Hebei*, 27 (3): 52 - 55. (in Chinese)
- 彭伟秀, 杨建民, 于 伟, 刘海霞, 苏 巧. 2004 安哥诺和黑宝石李花芽形态分化的初步研究. *河北农业大学学报*, 27 (3): 52 - 55.
- Shi Ji-kong, Fan Wei-guo, Wen Xiao-peng 1998 Female flower bud differentiation of *Ginkgo biloba*. *Acta Horticulturae Sinica*, 25 (1): 33 - 36. (in Chinese)
- 史继孔, 樊卫国, 文晓鹏. 1998 银杏雌花芽形态分化的研究. *园艺学报*, 25 (1): 33 - 36.
- Wang Cai-yun, Gao Liping, Lu Di-fei, Huang Yan-wen 2002 A study on morphological differentiation of flower bud of *Osmanthus fragrans* 'Houban Jingui'. *Acta Horticulturae Sinica*, 29 (1): 52 - 56. (in Chinese)
- 王彩云, 高莉萍, 鲁涤非, 黄燕文. 2002 '厚瓣金桂' 桂花花芽形态分化的研究. *园艺学报*, 29 (1): 52 - 56.
- Wang Lian-ying 1986 The differentiation abstention of bud morphological character and the analysis of flower shape in breeds of *Paeonia suffruticosa*. *Acta Horticulturae Sinica*, 13 (3): 203 - 208. (in Chinese)
- 王莲英. 1986 牡丹品种花芽形态分化观察及花型成因分析. *园艺学报*, 13 (3): 203 - 208.
- Zhang Limei, Chen Zhong-dian, Chen Jing-ying 2001. Preliminary study on rapid reproduction of *Cattleya labiata*. *Fujian Fruits*, (2): 14 - 16. (in Chinese)
- 张丽梅, 陈钟佃, 陈菁瑛. 2001 卡特兰 (*Cattleya labiata*) 的离体快繁初探. *福建果树*, (2): 14 - 16.
- Zhang Wan-ping, Shi Ji-kong, Fan Wei-guo, Wen Xiao-peng 2001. Morphological differentiation of male flower bud of *Ginkgo biloba* L. *Acta Horticulturae Sinica*, 28 (3): 255 - 258. (in Chinese)
- 张万萍, 史继孔, 樊卫国, 文晓鹏. 2001 银杏雄花芽的形态分化. *园艺学报*, 28 (3): 255 - 258.