

暗期光间断条件下新铁炮百合花芽分化的形态学研究

刘伟¹, 刘久东^{2,3}, 周厚高^{4*}

(1. 文山学院, 云南 文山 663000; 2. 云南大学, 昆明 650091; 3. 江苏省仪征市农业委员会, 江苏 仪征 211400; 4. 仲恺农业工程学院, 广州 510225)

摘要: 在暗期光间断条件下采用石蜡切片技术对新铁炮百合花芽分化过程进行了研究。结果表明:新铁炮百合品种花芽或顶芽分化过程可分为营养生长期、花原基或花序原基分化期、花被分化期、雌雄蕊分化期和花序形成期,而对于新铁炮百合品种花器官的发生过程而言只具有前4个时期,而无花序形成期;暗期光间断处理下80%新铁炮百合花序形成所跨度的时间为25 d。研究结果可为新铁炮百合在生产上进行促花管理控制夜间光照天数提供有益参考。

关键词: 新铁炮百合; 花芽分化; 暗期光间断; 形态解剖

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2012)06-0828-06

Morphological observation on floral bud differentiation of *Lilium formolongi* under night-break condition

LIU Wei¹, LIU Jiu-Dong^{2,3}, ZHOU Hou-Gao^{4*}

(1. Wenshan University, Wenshan 663000, China; 2. Yunnan University, Kunming 650091, China; 3. Yizheng Agriculture Committee, Yizheng 211400, China; 4. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: The floral bud differentiation of *Lilium formolongi* was studied with the method of paraffin section under night-break condition. The results were as follows; the process of floral or terminal bud differentiation could be divided into five phases: undifferentiation phase, flower or inflorescence primordium differentiation, petal differentiation, stamen and pistil differentiation and whole inflorescence formation. The process of floral development contained the first four phases, except the whole inflorescence formation phase. Moreover, based on the observation, the time of 80% inflorescence formation under night-break condition was 25 d. This results could be available for promoting blossom of *L. formolongi* by controlling the illuminative date at night.

Key words: *Lilium formolongi*; floral bud differentiation; night-break; morphology and anatomy

百合是世界著名的盆花或切花品种,其销售量在国际市场上都名列前茅。新铁炮百合(*Lilium formolongi*)隶属于百合属(*Lilium*)麝香百合杂种

系,是一新兴的外来百合品种。该品种群具有少有的耐热品质和很高的观赏价值,生产前景非常广阔。近些年来有关百合花芽形态学方面的研究时有报

收稿日期: 2012-03-20 修回日期: 2012-05-10

基金项目: 广东省科技计划项目(2008B020400008); 广东省人大议案项目(粤财农[2006]459号); 广东省农业厅科技项目[Supported by the Science and Technology Plan Project of Guangdong Province(2008B020400008); Funds of People's Congress Bill of Guangdong Province([2006]459); Science and Technology Funds of Agriculture Hall of Guangdong Province]

作者简介: 刘伟(1977-),男,湖南祁东人,硕士,讲师,主要研究方向为园艺栽培学,(E-mail)liuwei00780@126.com。

* 通讯作者: 周厚高,男,博士,教授,主要研究方向为花卉遗传育种,(E-mail)zhouhougao@163.com。

道,黄济明等(1985)、沈革志等(1999)、Seichi 等(2001)和郭蕊等(2006)分别对麝香百合、亚洲百合和东方百合等品种进行了观察,描述了各自不同品种的百合花芽分化的过程及其特征;宁云芬等(2008)、李智辉等(2008)亦对新铁炮百合品种群中的一些品种进行了研究,划分了花芽形态分化的阶段,并进行了相应的描述。然而前人的研究在花芽分化的过程和时期上并没有得到一致的结果,仍然值得进一步深入研究和探讨。新铁炮百合品种群属长日照植物,在大田种植中常用暗期光间断(即用光来打断植物暗期)来弥补日照长度的不足,促使花芽分化。本研究运用暗期光间断手段来研究新铁炮百合的花芽分化过程,以期进一步完善对于新铁炮百合花芽分化过程的描述与划分,同时兼顾为栽培生产提供初步的实验数据。

1 材料与方 法

供实验的材料为新铁炮百合的‘雷山’品种(*Lilium formolongi* ‘Raizan’)。选用中等大小、鳞片抱合紧密、无病虫害、鳞茎盘无损伤的独头鳞茎,周径为 12~14 cm。实验于 2005 年 11 月 4 日在广州仲恺农业工程学院农场温室进行,温度控制在 15~30 ℃。将 320 株材料,采用 3 株/盆的密度种于口径为 20 cm 的盆中,定植后浇足水分,日常管理按照切花百合栽培的技术进行。

待所有植株足可以感受光照的诱导时(即具有 20~30 片展开叶片时),每晚从 22:00~02:00 给予暗期光间断。于处理开始后每天随机摘取 8 株顶芽,共取样 40 d,固定于 FAA 中。所有顶芽在 OLYMPUS sz-ctv 解剖镜下镜检、剥去幼叶、编号,常规石蜡切片,海登汉铁矾苏木精染色法,参照了生物显微技术(郑国昌,1978),中性树胶封片,Leica 显微观察照相系统

2 结果与分析

2.1 新铁炮百合品种花芽形态分化过程及主要特征

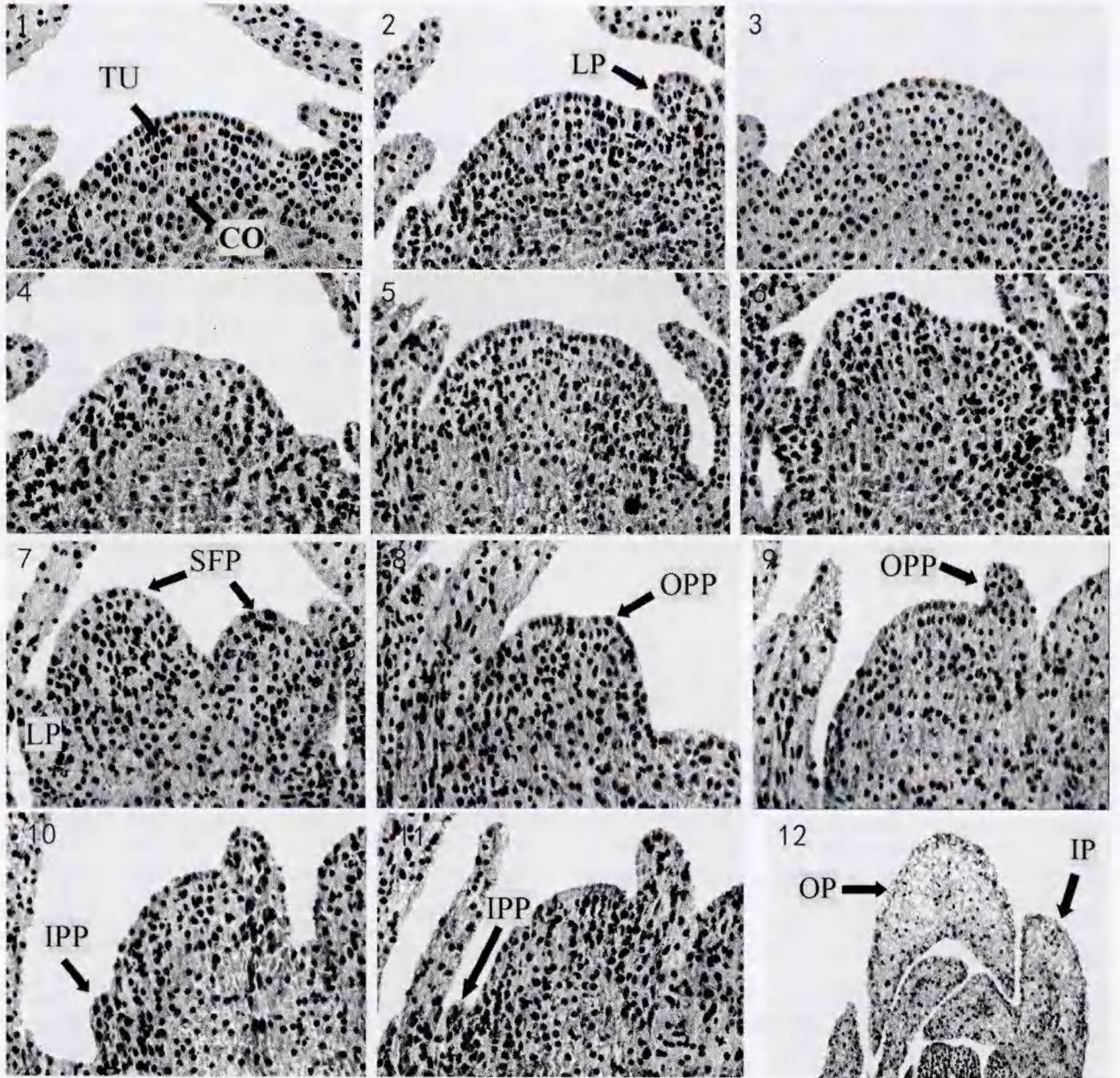
新铁炮百合花芽分化从营养生长到生殖生长,需要经历一系列形态发生过程,根据形态发生的特点可大致划分为以下 5 个阶段:

2.1.1 营养生长期 此阶段顶芽生长锥呈扁圆丘状,具有典型的原套(tunica)和原体(corpus)分区结

构。原套部分为表面的 2~4 层细胞,细胞个体较小,排列紧密;原体部分被原套包围,该部分细胞排列疏松,不规则(图版 I:1)。生长锥的纵切显示,叶原基是由顶端分生组织基部侧面的表层细胞分裂产生的。随着营养生长锥的生长和分化,顶端分生组织基部两侧不断产生新的叶原基。叶原基在刚形成时呈小指状突起,随后逐渐增大(图版 I:2)。此时生长锥被周围的叶原基紧密包裹着。

2.1.2 花原基或花序原基分化期 (1)花原基分化期:顶端生长锥的高度开始增加,形状由扁圆丘状逐渐隆起而成为圆丘状直至山丘状(图版 I:3),同时生长锥的宽度也在逐渐增加,为后续的分化做准备。此时期之后可以直接进入花部各器官分化。此时顶端分生组织基部两侧不断产生新的叶原基,但由于生长锥的隆起,叶原基包裹生长锥的紧密度也开始下降。经过大量的比较解剖得出,不进行花器官发生的生长锥一直保持扁圆丘状状态,不会进入本时期,因而此时期的特点可以作为顶端由营养生长向生殖生长过渡的标志。(2)花序原基和小花原基分化期:花序原基的分化特点类似于花原基的分化特点,但区别在于生长锥隆起成山丘状之后,生长锥的表面某些区域开始出现 1 至多处凹陷(图版 I:4),凹陷逐渐变深(图版 I:5),最后凹陷演变为深裂(图版 I:6),由一个原基变为 1 至多个原基(图版 I:7),此后每个原基都可形成 1 朵小花并与周围较大的叶原基分开,只在其基部围绕一圈最小的叶原基(图版 I:7)。

2.1.3 花被片分化期 (1)外轮花被分化期:解剖镜下顶面观,花原基顶部逐渐由圆形过渡为三棱形,此时三棱形的三个棱角很圆润,而从侧面的切片图上可以看出,此时的三棱形是由于在花原基侧面的三个方向上产生了 3 个外轮花被片的突起(图版 I:8)。继而外轮花被片逐渐长大和伸长,向中心包裹(图版 I:9)。(2)内轮花被分化期:外轮花被片发生不久,内轮花被片开始发生。与每个外轮花被片相对的方向上发生一内轮花被片(图版 I:10),共 3 个内轮花被片的突起,从而形成内外轮花被片交替排列的布局结构。此后内轮花被片逐渐长大,同样向中心包裹(图版 I:11),随着内外轮花被片的变长和变宽,外轮花被片逐渐扩展至内轮花被片上,从而形成外轮花被片在内轮花被片上生长,内轮花被片在外轮花被片下生长的交错生长情况(图版 I:12),直至内外轮花被片将原基的顶部完全包裹住。



图版 I 新铁炮百合花芽分化过程(1~3 阶段) 1-2. 营养生长期($\times 200, \times 200$); 3. 花原基或花序原基分化期($\times 200$); 4-7. 小花原基分化($\times 200, \times 200, \times 200, \times 200$); 8-9. 外轮花被分化($\times 200, \times 200$); 10-11. 内轮花被分化($\times 200, \times 200$); 12. 外内轮花被片($\times 100$). TU: 原套; CO: 原体; LP: 叶原基; SFP: 小花原基; OPP: 外轮花被原基; OP: 外轮花被片; IPP: 内轮花被原基; IP: 内轮花被片。

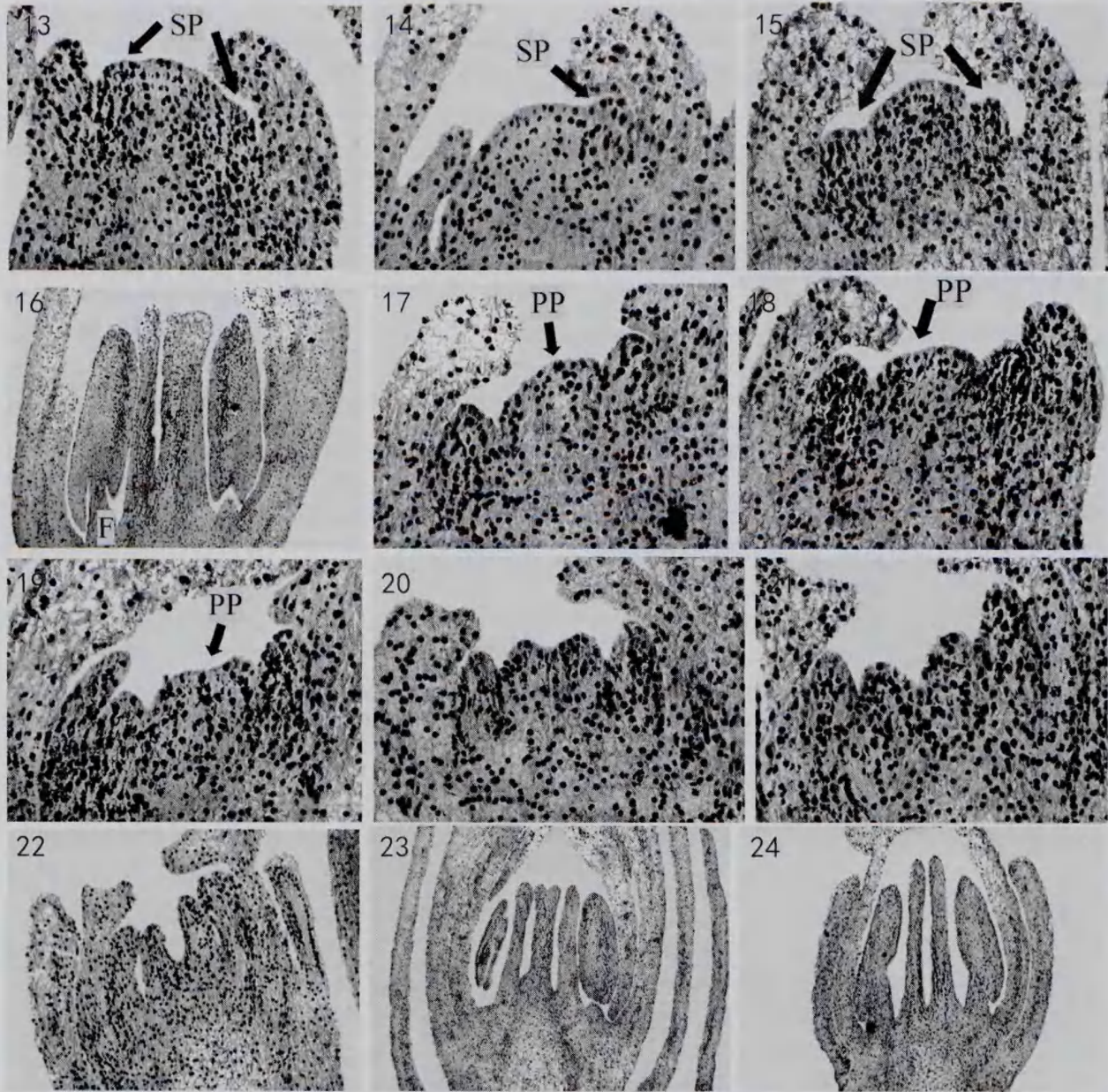
Plate I Floral bud differentiation phase 1-3 of *Lilium formolongi* 1-2. Undifferentiation phase ($\times 200, \times 200$); 3. Flower or inflorescence primordium differentiation phase ($\times 200$); 4-7. Small floral primordium differentiation ($\times 200, \times 200, \times 200, \times 200$); 8-9. Outside petal primordium differentiation ($\times 200, \times 200$); 10-11. Inside petal primordium differentiation ($\times 200, \times 200$); 12. Outside and inside petal ($\times 100$). TU: Tunica; CO: Corpus; LP: Leaf primordium; SFP: Small floral primordium; OPP: Outside petal primordium; OP: Outside petal; IPP: Inside petal primordium; IP: Inside petal.

2.1.4 雌雄蕊分化期 (1)雄蕊分化期:在内外轮花被片将原基顶部包裹的过程中,同时进行着雄蕊的发生。由内外轮花被片包围着的原基部分,在其顶端表面部分出现一圈凹陷,从侧面的切片上表现为两边出现凹陷(图版 II:13),凹陷越来越深(图版 II:14),导致外围部分与内部逐渐分开(图版 II:15)。

在下凹的同时进行着雄蕊形态的分化,下凹初期外围为一圈整体结构,其后慢慢分为6个独立的部分,每个独立的部分继续长大并逐渐向内凹,最后花丝的顶端着生在花药凹窝的中下部(图版 II:16)。此后形成凹窝的两个部分,每个部分产生出2个花粉囊,共4个花粉囊,继而产生花粉。(2)雌蕊分化期:

继雄蕊分化的开始,雌蕊亦开始发生。雄蕊所围的中心部分开始呈圆柱形,后逐渐变为边角较圆润的三棱柱形,其后柱形顶面的表面逐渐由最初的微圆

突(图版 II:17)变为平滑(图版 II:18),再变成凹陷(图版 II:19),凹陷逐渐加大变深(图版 II:20,21),随着中心部分的生长(图版 II:22),凹陷逐渐成为三



图版 II 新铁炮百合花芽分化过程(4~5 阶段) 13-15. 雄蕊分化(×200,×200,×200); 16. 花丝着生位置(×50); 17-22. 雌蕊分化(×200,×200,×200,×200,×200,×100); 23-24. 两张连续切片示花柱三棱柱形管状结构(×50,×50)。SP:雄蕊原基; F:花丝; PP:雌蕊原基。

Plate II Floral bud differentiation phase 4-5 of *Lilium formolongi* 13-15. Stamen primordium differentiation (×200, ×200, ×200); 16. The position where the apex of filament is born (×50); 17-22. Pistil primordium differentiation (×200, ×200, ×200, ×200, ×200, ×100); 23-24. Two successive sections show the tubular structure of tri-prism style (×50, ×50). SP: Stamen primordium; F: Filament; PP: Pistil primordium.

棱柱形管状结构(图版 II:23,24 连续切片),管状结构上部逐渐膨大并闭合形成柱头,下部逐渐膨大形成子房。

2.1.5 花序形成期 新铁炮百合品种有的植株具有单头花,多数植株具有多头花,因而对于新铁炮百合品种整体而言,花芽或顶端生长点分化过程除了具

有以上四个时期之外,还具有花序形成期。花序形成期是指从第一朵小花原基开始分化到最后一朵小花的花器官分化完成为止(宁云芬等,2008)。本实验条件下观察到新铁炮百合花序一般具有3~5朵小花。

2.2 暗期光间断下新铁炮百合品种顶芽分化过程大致所需的时间

以上述形态发生过程的划分为标准,通过对本实验条件下的经过暗期光间断(22:00~02:00)处理的各个已编号新铁炮百合顶芽石蜡切片的观察,获得以下结果。从暗期光间断处理开始,对于每天摘取实验的新铁炮百合顶芽而言,生长锥从第1天处于营养生长期直至第18天全部都分化离开营养生长期;从第11天有1~2株生长锥开始进入花原基或花序原基分化期直至第28天全部分化离开花原基或花序原基分化期;从第20天有1~2株花原基或花序原基中最大的小花原基开始进入花被分化期直至第31天全部植株花原基或花序原基中最大的小花原基分化离开花被分化期;从第27天有1~2株花原基或花序原基中最大的小花原基开始进入雌雄蕊分化期直至第40天全部植株花原基或花序原基中最大的小花原基均分化处于雌雄蕊分化期。以宁云芬等(2008)提出的花序形成期的定义为依据,经本实验条件下的暗期光间断处理后,观察得到供实验80%左右的新铁炮百合‘雷山’品种花序形成期需要跨度25d的时间,其中跨度最短的植株需要21d的时间,跨度最长的植株需要42d的时间。

3 结论与讨论

植物花芽分化是一种复杂而缓慢的生理和形态变化过程,通常顺序是由外向内进行,先分化出萼片原基(外轮花被原基),其次是花瓣原基(内轮花被原基),然后是雄蕊原基,最后分化出雌蕊原基(贺海洋等2005;王彩云等,2008)。弄清新铁炮百合花芽分化的全过程,可以为百合的相关研究提供基础资料,又可为百合的栽培生产提供一定的依据。在参考了前人研究结果的基础上,本研究细化了对于新铁炮百合品种花芽分化过程的形态描述,并将发生过程划分为营养生长期、花原基或花序原基分化期、花被分化期、雌雄蕊分化期和花序形成期。并得出暗期光间断下新铁炮百合品种顶芽分化过程大致所需的时间。

对于花芽分化过程的划分,李智辉等(2008)提出将新铁炮百合花芽分化过程划分为花原基分化期、外花被原基分化期、内花被原基分化期、雄蕊原基分化期和雌蕊原基分化期5个时期。但是通常花芽是产生花或花序的雏形,由一些花部原基或一丛花原基(花序原基)组成(陆时万等,1991),在同时参考黄济明等(1985)、郭蕊等(2006)和宁云芬等(2008)提出的分化时期划分的基础上,作者认为对于花芽或顶芽分化而言,应具有花序形成期,而对于花器官发生而言,才不具有花序形成期,所以可将新铁炮百合品种的顶芽或花芽分化过程划分为5个时期即营养生长期、花原基或花序原基分化期、花被分化期、雌雄蕊分化期和花序形成期;而新铁炮百合品种的花器官发生过程则划分为4个时期即营养生长期、花原基或花序原基分化期、花被分化期、雌雄蕊分化期。

黄济明等(1985)、郭蕊等(2006)和李智辉等(2008)提出营养生长期(营养生长)之后为花原基分化(形成)期。从生物学特性来看,新铁炮百合品种或多数其他百合品种的顶芽分化最终形成的花会有单头和多头两种形式。而且通常植物从营养生长过渡到生殖生长时,茎端是形成花原基或花序原基(陆时万等,1991),因而营养生长期之后的时期应为花原基或花序原基分化期。亦就是对于形成单头花的新铁炮百合个体而言,花芽分化过程为营养生长期、花原基分化期、花被分化期、雌雄蕊分化期和花序形成期;形成多头花的新铁炮百合个体花器官发生过程为营养生长期、花序原基分化期、花被分化期、雌雄蕊分化期和花序形成期。

Hiroshi(2005)曾研究了暗期光间断对新铁炮百合开花的影响,提出了促进开花的初步结论,但并未深入研究。本实验运用22:00~02:00暗期光间断处理,得出了新铁炮百合品种顶芽分化过程大致所需的时间。郭蕊等(2006)和宁云芬等(2008)观察到所研究的百合品种的花序形成期均需要跨度超过30d的时间,其中新铁炮百合需要40d左右,而本实验暗期光间断条件下80%新铁炮百合植株花序形成期需要跨度25d的时间,反映出4h的暗期光间断可以加速花序的形成。此外,由于新铁炮百合属于绝对长日照植物(周厚高等,2004),在生产上诱导花原基或花序原基的形成至关重要,本实验条件下,观察到第11天有1~2株新铁炮百合生长锥开始进入花原基或花序原基分化期,直至第28天全部

分化离开花原基或花序原基分化期,时间跨度较长,主要是因为部分植株形成的花朵数较多,需要较长的时间来进行花序原基和各个小花原基的分化。以上这些观察结果可为新铁炮百合生产上进行促花管理控制夜间光照天数提供初步实验数据。

参考文献:

陆时万,徐祥生,沈敏健. 1991. 植物学(上册)[M]. 北京:高等教育出版社:108,193
 郑国锴. 1978. 生物显微技术[M]. 北京:人民教育出版社:23-120
 周厚高,江如蓝,王凤兰,等. 2004. 专家教你种花卉—百合篇[M]. 广州:广东科技出版社:16
 Guo R(郭蕊), Zhao XY(赵祥云), Wang WH(王文和), et al. 2006. Observation of morphological changes of lily bulb in bud differentiation periods(百合花芽分化的形态学观察)[J]. *J Shenyang Agric Univ*(沈阳农业大学学报), **37**(1):31-34
 He HY(贺海洋), Zhu JQ(朱金启), Gao QJ(高琪洁), et al. 2005. Morphological differentiation of the flower bud of *Rosa persica*(单叶蔷薇的花芽形态分化)[J]. *Acta Horti Sin*(园艺学报), **18**(2):41-44
 Hiroshi Sakamoto. 2005. Acceleration of flowering by night break and heating treatment for harvesting in April and May in *Lilium formolongi* cv. Hayachine[J]. *Hortic Res*, **4**(2):191-195

Huang JM(黄济明), Yang JY(杨建瑛), Lin GD(林国栋). 1985. The process of floral differentiation in *Lilium longi florum*(麝香百合花芽分化过程的观察)[J]. *Acta Horti Sin*(园艺学报), **12**(3):203-205
 Li ZH(李智辉), Wang XY(王新颖), Li TL(李天来), et al. 2008. Initiation and development of the flower bud in *Lilium formolongi*(新铁炮百合花芽分化及发育的研究)[J]. *J Shenyang Agric Univ*(沈阳农业大学学报), **39**(2):228-230
 Ning YF(宁云芬), Long MH(龙明华), Tao J(陶劲), et al. 2008. Flower bud differentiation of *Lilium formolongi* bulb(新铁炮百合花芽分化过程的形态学观察)[J]. *Acta Horti Sin*(园艺学报), **35**(9):1368-1372
 Seiichi F, Masanori G. 2001. Floral initiation and development in *Lilium longi florum* Thunb[J]. *Tech Bull Fac Agric*, (53):31-34
 Shen GZ(沈革志), Yang HJ(杨红娟), Zhang YC(张永春), et al. 1999. Observation of flower bud differentiation and evaluation of cut flowers of different lily(*Lilium*) cultivars(百合不同品种的花芽分化观察及切花评价)[J]. *Acta Agric Shanghai*(上海农业学报), **15**(2):65-69
 Wang CY(王彩云), Gao LP(高莉萍), Lu TF(鲁涤非), et al. 2002. A study on morphological differentiation of flower bud of *Osmanthus fragrans* 'Houban Jingui'('厚瓣金桂'桂花花芽形态分化的研究)[J]. *Acta Horti Sin*(园艺学报), **29**(1):52-56

(上接第 766 页 Continue from page 766)

此外,保护区是桂中地区重要的物种基因库,生物多样性丰富度和自然生态系统的完整度在全广西亦不可多得。繁茂的森林植被为生物多样性的维持提供了优越条件,保护区的白颈长尾雉是我国白颈长尾雉分布最南部的种群。同时,保护区森林广袤,雨量充沛,河水清澈,流量稳定,是重要的水源涵养区。因此,加强拉沟自然保护区的保护管理,对保护珍稀濒危物种和维护生态平衡具有极其重要的作用。

参考文献:

广西壮族自治区林业厅. 1993. 广西自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社
 应俊生,张玉龙. 1994. 中国种子植物特有属[M]. 北京:科学出版社
 吴征镒,孙航,周浙昆,等. 2011. 中国种子植物区系地理[M]. 北京:科学出版社
 覃海宁,刘演. 2010. 广西植物名录[M]. 北京:科学出版社

谭伟福. 2005. 广西岑王老山自然保护区生物多样性保护研究[M]. 北京:中国环境科学出版社
 谭伟福,罗保庭. 2010. 广西大瑶山自然保护区生物多样性研究及保护[M]. 北京:中国环境科学出版社
 Gao HS(高海山), Xu WB(许为斌), Lin CR(林春蕊), et al. 2008. Flora of the seed plants in Huaping National Nature Reserve, Guangxi(广西花坪国家级自然保护区种子植物区系)[J]. *Guihaia*(广西植物), **28**(6):780-784
 Wang L(王磊), Wen YG(温远光), He TP(和太平), et al. 2008. Studies on flora of seed plants in Xialei Natural Reserve, Guangxi(广西下雷自然保护区种子植物区系研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), **31**(1):64-69
 Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plant(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), Suppl. (增刊)IV:1-139
 Zhang YL(张德铨). 1998. Coefficient of similarity—an important parameter in floristic geography(植物区系地理研究中的重要参数——相似性系数)[J]. *Geogra Res*(地理研究), **12**(4):429-433