

不同光周期条件下新铁炮百合生理指标的对比研究

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: 在长、短两种光周期条件下对新铁炮百合的三种生理指标进行了测定。结果表明:新铁炮百合上、中部叶片的生理活动与植株生长发育状态的关系较为紧密;顶芽形态分化初期,上、中部叶片可溶性糖和淀粉含量降至较低的水平,而总氮含量则升至较高水平;此外,生殖生长状态下,3部分叶片各自 C/N 值均高于营养生长状态下其各自 C/N 值。

关键词: 新铁炮百合; 生理指标; 可溶性糖; 淀粉; 总氮; C/N

中图分类号: Q945 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2012)02-0248-05

Comparative study of physiological indexes of *Lilium formolongi* under different photoperiod conditions

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 650223, China)

Abstract: Three physiological indexes of *Lilium formolongi* under long day and short day conditions were studied. The results were as follows: physiological activities of the upper and middle part leaves had close relation with growth and development state of plant. For the upper and middle part leaves, soluble sugar and starch indexes decreased to a lower level, while total nitrogen index increased to a higher level at initial stage of bud morphological differentiation. Moreover, each C/N index of three parts leaves in reproductive growth state was higher than each C/N index of three parts leaves in vegetative growth state.

Key words: *Lilium formolongi*; physiological indexes; soluble sugar; starch; total nitrogen; C/N

新铁炮百合为麝香百合(*Lilium longiflorum*)和台湾百合(*L. formosanum*)的杂交种,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。新铁炮百合植株高大、茎干硬度高、叶形多样,花蕾较大,花形花色较好,具有很高的观赏价值。近些年来对于新铁炮百合的研究时有报道,主要集中在形态学、育种繁殖和栽培等方面(俞红强等,

2005;王政辉,2009;张聪敏,2007;宁云芬等,2008),尤其是王燕君等(2006)和 Hiroshi(2005)运用光周期手段对新铁炮百合开花进行了研究,得出了一些促进和调控开花的实验结果,但都并未进行深入研究。新铁炮百合属于绝对长日照植物(周厚高等,2004),作者运用两种光周期条件即 8 h 日长+16 h 夜长(短日照)、17 h 日长+7 h 夜长(长日照)分别

① 收稿日期: 2011-10-03 修回日期: 2011-12-20

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)[Supported by the Fund of Science and Technology Plan of Guangdong Province(2008B020400008); People's Congress Bill Project of Guangdong Province([2006]459)]

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,(E-mail)liuwei00780@126.com。

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

研究了营养生长和生殖生长状态下新铁炮百合叶片中可溶性糖、淀粉、总氮这 3 种生理指标,并进一步讨论了其叶片 C/N 指标与生长发育状态的关系,以期完善新铁炮百合生长发育相关数据,为新铁炮百合的研究和栽培提供理论基础。

1 材料与方法

供实验的材料为新铁炮百合的‘雷山’品种(*L. 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 2006 年 10 月 7 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 °C。将 120 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。

于 2006 年 10 月 29 日,待所有植株生长至完全可以感受光周期的诱导时(即为花芽待分化时),将 120 株材料分为两组,分别置于 8 h 日长+16 h 夜长(短日照)、17 h 日长+7 h 夜长(长日照)的光周期处理下,其后每隔 6 d 分别摘取不同光周期处理下的新铁炮百合上、中、下部三个位置的叶片(上部叶片取顶芽周围的叶片,中部叶片取茎秆中间位置的叶片,老叶取茎秆基部的叶片),共取样 5 次,每次

取样同时摘取顶芽使用 OLYMPUS sz-ctv 解剖镜观察不同处理下顶芽的变化。可溶性糖和淀粉含量用蒽酮比色法测定,参照李合生(2000)的方法并稍加改进;总氮含量用凯氏定氮法测定;每个样重复 3 次取平均值。并运用 SPSS16.0 进行各数据间多重比较。

2 结果与分析

2.1 新铁炮百合叶片可溶性糖的含量变化

从表 1 可以看出,短日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的可溶性糖含量波动和变化规律不同,多重方差分析得出可溶性糖的含量变化差异显著。上部叶片可溶性糖的含量于第 6 天测得为 4.95 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量下降,第 24 天含量又上升,到第 30 天含量又下降,表现为升—降—升—降—升;中部叶片可溶性糖的含量于第 6 天测得为 10.45 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量下降,第 24 天含量又上升,第 30 天含量继续上升,表现为升—降—升;下部叶片可溶性糖的含量于第 6 天测得为 9.95 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量下降,第 24 天含量又上升,第 30 天含量继续上升,表现为升—降—升。

长日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的可溶

表 1 短日照、长日照处理下每隔 6 d 不同部位叶片的可溶性糖含量(单位:mg/g)
Table 1 Table 1 Content of soluble sugar in 3 types of leaves every other 6 days under short day condition and long day condition

取样时间(d) Sampling time	短日照处理 Short day condition			长日照处理 Long day condition		
	上部叶片	中部叶片	下部叶片	上部叶片	中部叶片	下部叶片
第 6 天 6th day	4.95e	10.45e	9.95d	8.49c	14.52c	12.75c
第 12 天 12th day	5.36c	11.69c	14.10a	8.03d	10.10d	20.66a
第 18 天 18th day	5.06de	10.83d	11.27c	8.79b	15.72b	15.52b
第 24 天 24th day	6.35a	13.56b	11.28c	7.98d	14.71c	15.55b
第 30 天 30th day	6.11b	19.47a	13.10b	10.98a	23.28a	20.60a

注:数据后不同的小写字母表示在 0.05 水平上显著差异。下同。

Note: Lowercases show significant difference at $P=0.05$. The same below.

性糖含量也都呈现波动和变化规律不同,多重方差分析得出可溶性糖的含量变化差异显著。上部叶片可溶性糖含量于第 6 天测得为 8.49 mg/g,第 12 天含量下降,而后第 18 天含量上升,第 24 天含量又下降,第 30 天含量则又上升,表现为降—升—降—升;中部叶片可溶性糖含量于第 6 天测得为 14.52 mg/g,第 12 天含量下降,而后第 18 天含量上升,第 24 天含量则下降,第 30 天含量则又上升,表现为降—

升—降—升;下部叶片可溶性糖含量在第 6 天测得为 12.75 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量下降,第 24 天含量又上升,第 30 天含量继续上升,表现为升—降—升。

2.2 新铁炮百合叶片淀粉的含量变化

从表 2 可以看出,短日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的淀粉含量波动和变化规律不同,多重方差分析得出淀粉的含量变化总体差异显著。上部叶

片淀粉的含量于第 6 天测得为 1.12 mg/g,第 12 天含量下降,第 18 天含量继续降低,第 24 天含量则上升,到第 30 天含量继续上升,表现为降—升;中部叶片淀粉的含量于第 6 天测得为 1.24 mg/g,第 12 天含量下降,第 18 天含量又下降,第 24 天含量则上升,到第 30 天含量继续上升,表现为降—升;下部叶片淀粉的含量于第 6 天测得为 1.04 mg/g,第 12 天含量下降,第 18 天含量则上升,第 24 天含量又下降,到第 30 天含量继续下降,表现为降—升—降。

长日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的淀粉

含量也都呈现波动和变化规律不同,多重方差分析得出淀粉的含量变化总体差异显著。上部叶片淀粉含量于第 6 天测得为 1.83 mg/g,第 12 天含量下降,而后第 18 天含量上升,第 24 天含量下降,第 30 天含量则又上升,表现为降—升—降—升;中部叶片淀粉含量于第 6 天测得为 1.68 mg/g,第 12 天含量下降,而后第 18 天含量上升,第 24 天含量下降,第 30 天含量则又上升,表现为降—升—降—升;下部叶片淀粉含量在第 6 天测得为 1.34 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量又下降,第 24 天含量上升,

表 2 短日照、长日照处理下每隔 6 d 不同部位叶片的淀粉含量 (mg/g)

Table 2 Contents of starch in 3 types of leaves every 6 days under short day condition and long day condition

取样时间(d) Sampling time	短日照处理 Short day condition			长日照处理 Long day condition		
	上部叶片	中部叶片	下部叶片	上部叶片	中部叶片	下部叶片
第 6 天 6th day	1.12ab	1.24a	1.04ab	1.83a	1.68b	1.34d
第 12 天 12th day	1.01b	1.10b	0.97b	1.56b	1.25c	1.72c
第 18 天 18th day	0.89b	0.98c	1.14a	1.77a	1.63b	1.71c
第 24 天 24th day	0.91b	1.03b	1.05ab	1.52b	1.61b	2.27a
第 30 天 30th day	1.20a	1.28a	0.92b	1.59b	1.78a	2.03b

表 3 短日照、长日照处理下每隔 6 d 不同部位叶片的总氮含量 (mg/g)

Table 3 Contents of total nitrogen in 3 types of leaves every 6 days under short day condition and long day condition

取样时间(d) Sampling time	短日照处理 Short day condition			长日照处理 Long day condition		
	上部叶片	中部叶片	下部叶片	上部叶片	中部叶片	下部叶片
第 6 天 6th day	131.70e	149.13d	116.00e	134.18e	146.98b	126.32e
第 12 天 12th day	162.58b	168.34b	142.00b	171.52a	210.02a	131.84c
第 18 天 18th day	221.59a	235.00a	238.16a	155.14c	141.82d	175.13a
第 24 天 24th day	158.78c	157.98c	137.05c	149.28d	130.00e	129.90d
第 30 天 30th day	155.10d	142.00e	119.05d	158.97b	144.87c	150.14b

第 30 天含量则下降,表现为升—降—升—降。

2.3 新铁炮百合叶片总氮的含量变化

从表 3 可以看出,短日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的总氮含量波动和变化规律不同,多重方差分析得出总氮的含量变化差异显著。上部叶片总氮的含量于第 6 天测得为 131.70 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量又上升,第 24 天含量下降,到第 30 天含量继续下降,表现为升—降;中部叶片总氮的含量于第 6 天测得为 149.13 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量又上升,第 24 天含量则下降,到第 30 天含量继续下降,表现为升—降;下部叶片总氮的含量于第 6 天测得为 116.00 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量继续上升,第 24 天含量下降,到第 30 天含量继续下降,表现为升—降。

长日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的总氮

含量也都呈现波动和变化规律不同,多重方差分析得出总氮的含量变化差异显著。上部叶片总氮含量于第 6 天测得为 134.18 mg/g,第 12 天含量上升,而后第 18 天含量下降,第 24 天含量又下降,第 30 天含量则上升,趋势为升—降—升;中部叶片总氮含量于第 6 天测得为 146.98 mg/g,第 12 天含量上升,而后第 18 天含量下降,第 24 天含量继续下降,第 30 天含量则上升,趋势为升—降—升;下部叶片总氮含量在第 6 天测得为 126.32 mg/g,第 12 天含量上升,第 18 天含量继续上升,第 24 天含量下降,第 30 天含量则上升,趋势为升—降—升。

2.4 新铁炮百合叶片 C/N 指标的变化

植物全 C 包括水溶性的碳水化合物(可溶性糖)和不溶于水的碳水化合物(主要为淀粉),可以用公式表示为全 C 含量 = 可溶性糖含量 + 淀粉含量;

全 N 含量即为测得的总氮的含量(张建铭等,1999;米海莉等,2004)。因而新铁炮百合叶片的 C/N 值即为(叶片可溶性糖含量+叶片淀粉含量)/叶片总氮的含量。

从表 4 可以看出,短日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的 C/N 值均呈现波动和变化规律不同,多重方差分析得出 C/N 值变化差异显著。上部叶片 C/N 值在第 6 天为 0.046,第 12 天下降,第 18 天继续下降,第 24 天则上升,到第 30 天继续上升,趋势为降—升;中部叶片 C/N 值在第 6 天为 0.078,第 12 天下降,第 18 天继续下降,第 24 天则上升,到第 30 天继续上升,趋势为降—升;下部叶片 C/N 值在第 6 天

为 0.095,第 12 天上升,第 18 天则下降,第 24 天又上升,到第 30 天继续上升,趋势为升—降—升。

长日照处理下,不同部位叶片 5 次取样的 C/N 值也均呈现波动和变化规律不同,多重方差分析得出 C/N 值变化差异显著。上部叶片 C/N 值在第 6 天为 0.077,第 12 天下降,第 18 天上升,第 24 天又上升,到第 30 天继续上升,趋势为升高;中部叶片 C/N 值在第 6 天为 0.110,第 12 天下降,第 18 天上升,第 24 天又上升,到第 30 天继续上升,趋势为降—升;下部叶片 C/N 值在第 6 天为 0.112,第 12 天上升,第 18 天则下降,第 24 天上升,到第 30 天继续上升,趋势为升—降—升。

表 4 短日照、长日照处理下每隔 6 d 不同部位叶片的 C/N 指标

Table 4 C/N of 3 types of leaves every 6 days under short day condition and long day condition

取样时间(d) Sampling time	短日照处理 Short day condition			长日照处理 Long day condition		
	上部叶片	中部叶片	下部叶片	上部叶片	中部叶片	下部叶片
第 6 天 6th day	0.046b	0.078c	0.095c	0.077b	0.110d	0.112d
第 12 天 12th day	0.039c	0.076d	0.106b	0.056e	0.084e	0.170a
第 18 天 18th day	0.027d	0.050e	0.052e	0.067d	0.122c	0.098e
第 24 天 24th day	0.045b	0.092b	0.090d	0.068c	0.126b	0.137c
第 30 天 30th day	0.047a	0.146a	0.118a	0.079a	0.173a	0.151b

3 结论与讨论

新铁炮百合生长发育是一个复杂而缓慢的生理和形态变化过程,不同生长发育状态、不同部位叶片经过不同时间的长、短日照的处理后,叶片中的可溶性糖、淀粉、总氮含量以及 C/N 值,提示各指标的变化趋势与植株发育的关系。

3.1 叶片生理活动与生长发育状态的关系

新铁炮百合属于绝对长日照植物,顶芽分化时期的划分参照郭蕊等(2006)提出的划分标准。本文对两种光周期处理的新铁炮百合顶芽进行解剖观察,发现顶芽经长日照处理 12 d 后进入花原基分化期或花被分化期。可溶性糖和淀粉含量的波动,上、中部叶片在花原基分化期前相似,在花原基分化后则不同。长日照处理 12 d,顶芽从营养生长开始进入生殖生长,此时上、中部叶片可溶性糖和淀粉的含量降至较低的水平,此结果与钟晓红等(1999)对奈李的研究结果相类似。可溶性糖和淀粉含量的下降,可能是植物体从营养生长转入生殖生长需要消耗大量的能量维持旺盛的代谢活动以完成物质转化所致。对于总氮而言,生殖生长状态下的上、中部叶

片总氮曲线与营养生长状态下的相比,均表现为在第 12 天呈上升、此后逐渐降低的趋势。上、中部叶片总氮含量在顶芽形态分化初期上升至较高的水平,可能与花芽形成过程相关酶和蛋白的合成有关。此结果与张建铭等(1999)对大花栀子的研究结果类似。

本研究结果表明,上、中部叶片可溶性糖、淀粉、总氮这 3 种生理指标在营养生长状态的波动趋势与在生殖生长状态的波动趋势呈现出明显的不同,尤其以中部叶片的区别较为明显;而下部叶片可溶性糖、淀粉、总氮这 3 种指标在营养生长状态的生理波动趋势与在生殖生长状态的生理波动趋势在很大程度上一致或相似;说明了新铁炮百合上、中部叶片的生理活动,尤其是中部叶片的生理活动与植株生长发育状态的关系较为紧密。下部叶片中的生理活动在营养生长状态和生殖生长状态变化不大,推测因其紧靠地下鳞茎,和鳞茎的生长有一定关系。

3.2 叶片 C/N 指标与生长发育状态的关系

20 世纪初期,Klebs 等发现植物经光周期诱导后,明显提高了叶片和茎尖的糖类水平以后,茎尖端随后才由营养生长转入生殖生长,由此提出控制植物开花的碳氮比假说。植物体内同化糖类(含碳水化合物)与含氮化合物的比例,即 C/N,对花芽分化起

决定性作用, C/N 较高时利于花芽分化; 反之则花芽分化少或不分化(李合生, 2002)。本研究发现, 上、中、下部分叶片的 C/N 值均表现为生殖生长状态高于营养生长状态, 结合碳氮比假说, 认为较高的 C/N 是新铁炮百合由营养生长向生殖生长转变的原因和生理基础。因此, 在新铁炮百合研究和生产中, 可通过调节栽培管理手段, 提高或降低植株体内的 C/N, 从而达到调控植株开花的目的。

参考文献:

- 王政辉. 2009. 新铁炮百合切花生产管理技术[J]. 中国农技推广, 25(8):26
- 王燕君, 周厚高, 张广燕, 等. 2006. 运用灯光控制调节新铁炮百合花期研究[J]. 北方园艺, (5):113—115
- 李合生. 2000. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社:184—186
- 李合生. 2002. 现代植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社: 332—346
- 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[J]. J Shenyang Agric Univ(沈阳农业大学学报), 37(1):31—34
- Hiroshi Sakamoto. 2005. Acceleration of flowering by night break and heating treatment for harvesting in April and May in *Lilium x formolongi* cv. Hayachine[J]. Hort Res, 4(2):191—195
- Mi HL(米海莉), Xu X(许兴), Li SH(李树华), et al. 2004. Effects of soil water stress on contents of chlorophyll, soluble sugar, starch, C/N of two desert plants (*Cynanchum komarovii* and *Glycyrrhiza uralensis*) [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin(西北植物学报), 24(10):1 816—1 821
- Ning YF(宁云芬), Long MH(龙明华), Tao J(陶劲), et al. 2008. Flower bud differentiation of *Lilium formolongi* bulb [J]. Acta Hort Sin(园艺学报), 35(9):1 368—1 372
- Yu HQ(俞红强), Hao JH(郝京辉), Yi MF(义明放), et al. 2005. Study on growth and development of *Lilium formolongi* seedling[J]. J China Agric Univ(中国农业大学学报), 10(1): 30—33
- Zhang CM(张聪敏). 2007. Study on growth and development of *Lilium formolongi*[J]. J Zhangzhou Norm Univ(漳州师范学院学报), 57(3):83—85
- Zhang JM(张建铭), Tan F(谈锋), Chen J(陈京). 1999. The change of endogenous hormones and carbohydrate and nitrogen contents during flower bud differentiation in *Gardenia jasminoides* var. *grandiflora*[J]. J Southwest China Norm Univ(西南师范大学学报), 24(2):219—224
- Zhong XH(钟晓红), Luo XS(罗先实), Chen AH(陈爱华). 1999. A study on nai plum flower bud differentiation and its major content of metabolic production[J]. J Hunan Agric Univ(湖南农业大学学报), 25(1):31—35

撤稿郑重声明

我刊于 2008 年第 28 卷第 4 期 539—543 页发表的英文题名“Study of latex exploitation using depolymerizing compounds of microfilaments in rubber trees”(中文题名《使用微丝骨架解聚剂对橡胶树进行刺激采胶的研究》)[作者:孟春晓(MENG Chun-Xiao), 通讯作者:高政权(GAO Zheng-Quan);作者单位:山东理工大学生命科学院(School of Life Sciences, Shandong University of Technology)]一文, 因作者的责任, 经我刊查实并应作者要求现予以撤销, 请勿再以任何方式引用此文。作者向编者及广大读者致以深深的歉意!

特此声明

广西植物编辑部
2012 年 2 月 28 日