

# 新铁炮百合生长发育过程的一些生理生化变化

周厚高<sup>1</sup>, 宁云芬<sup>2</sup>, 张施君<sup>1</sup>, 王凤兰<sup>1</sup>

(1. 仲恺农业技术学院花卉研究中心, 广东广州 510225; 2. 广西大学农学院, 广西南宁 530005)

**摘要:** 对新铁炮百合(*Lilium formolongi*)生长发育过程中的重要生理生化指标进行了研究。结果表明, 新铁炮百合植株的干物率, 淀粉, 可溶性糖和蛋白质含量在不同生育期有不同的变化格局; 鳞茎中的干物质、淀粉呈上升趋势, 可溶性糖和蛋白质含量下降; 茎叶中的干物质含量增加, 淀粉含量在鳞茎成熟期下降, 可溶性糖含量变化较小, 蛋白质在开花期含量升到最大值; 多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)活性, 随着营养生长的加速而不断提高, 但随着生殖生长的进程其酶活性逐渐下降。

**关键词:** 新铁炮百合; 生理; 鳞茎

**中图分类号:** S682.2+9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)04-0357-05

## The physiological and biochemical changes in bulb development of *Lilium formolongi*

ZHOU Hou-gao<sup>1</sup>, NING Yun-fen<sup>2</sup>, ZHANG Shi-jun<sup>1</sup>,  
WANG Feng-lan<sup>1</sup>

(1. The Floriculture Research Center of Zhongkai Agri-technical College, Guangzhou 510225, China;

2. The Agronomy College of Guangxi University, Nanning 530005, China)

**Abstract:** Some important physiological and biochemical traits of *Lilium formolongi* during different development stages were studied. The results indicated that the dry-weight percentage, starch content, sugar content and protein content were different in different development stages. There were increments in dry-weight percentage and starch content and decrements in sugar content and protein content in bulb. There was increment in dry-weight percentage and decrement in starch content during bulb mature stage. There was little change in sugar content in developmental stages. The protein content got its biggest value at bloom stage. The activity of PPO and POD had been increasing in the vegetable growth phase and decreasing in the reproductive growth phase.

**Key words:** *Lilium formolongi*; physiology; bulb

新铁炮百合具有良好的性状, 既能种子繁殖, 又能培育种球行促成栽培, 市场潜力大。国内对其研究较少(周厚高等, 2001a, 2001b, 2002), 本文旨在探讨新铁炮百合植株发育过程中的一些重要生理生化变化, 为新铁炮百合种球繁育提供理论依据。

关于百合生理生化方面的研究, 国内外曾进行

了不少工作。松尾英辅(1980)对麝香百合鳞片扦插繁殖过程中干物质变化进行了研究, 探讨了鳞片中的贮藏养分向新植株移动和分配的问题。Wang(1983, 1988)研究了不同生育期环境因子对麝香百合花芽和鳞茎发育的影响。金石文(1988)探讨了环境因子对亚洲型百合鳞茎发育的影响。高彦仪等

收稿日期: 2002-07-24 修订日期: 2002-10-28

基金项目: 广东省农业厅科研基金资助项目(粤农科 2001-26); 广东省教育厅“千百十”优秀人才基金(Q02112)。

作者简介: 周厚高(1962-), 男, 四川安岳人, 教授, 博士, 从事花卉育种和植物系统学研究。

(1986)、王兆祿等(1986)分别对兰州百合(*Lilium davidii*)、宜兴百合(*Lilium tigrinum*)生长发育特性进行了研究。买自珍等(1993)提出百合各器官干物质积累的顺序是叶片、茎秆和鳞茎。Matsuo 和 Mizune(1974)、Miller(1990)探讨了麝香百合低温贮藏期间鳞茎碳水化合物的代谢,提出低温贮藏期间鳞茎的淀粉因水解而减少,可溶性糖增加。刘建常等(1994)对兰州百合鳞茎增重规律进行了探讨。目前对新铁炮百合鳞茎的发育过程及其生理生化变化的系统研究较少,本研究通过生理生化指标的测定,旨在探讨鳞茎、茎叶不同生长发育期的生理变化。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

供试材料为新铁炮百合优良无性繁殖系,实验在本院试验农场进行,1999年12月初定植,株行距20 cm×15 cm,常规管理。

### 1.2 研究方法

测定时间从2000年3月下旬植株开始抽苔起,原则上每月测定1次,至8月份止,根据生长发育阶段的不同,取样间隔时间不等距。每次随机选取10株,分别对茎叶、鳞茎进行各项生理指标测定。

干物质含量测定:采用烘干称重法;淀粉含量和可溶性糖含量测定:采用蒽酮比色法(林炎坤,1989);蛋白质含量测定:采用考马斯亮蓝染色法(李琳等,1980);以上各项测定均用干样测定。多酚氧化酶(PPO)活性测定:采用邻苯二酚比色法,于398 nm下比色,以每分钟光密度变化0.001为一个酶活性单位;过氧化物酶(POD)活性测定:采用愈创木酚比色法(张宪政,1992),于470 nm下比色,以每分钟光密度变化为一个酶活性单位;酶活性采用鲜样测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生育期干物率的变化

干物率在百合的不同发育时期有明显的变化(图1)。扦插出苗至开花期为茎叶干物率增长期,生育初期(3~4月中旬)茎叶干物率增长缓慢,4月中旬至5月下旬,茎叶干物质含量增长速度加快,5月下旬进入花芽分化期,干物率保持稳定,6月中旬

花芽进入快速发育期至7月初开花期,干物率处于上升阶段,达到了一生中的最高值18.42%。开花期为茎叶干物率下降期。

自新鳞茎3月形成时起,干物质向鳞茎中分配呈现逐渐增加的趋势,生育初期(3~4月中旬)前鳞茎干物率增长缓慢,4月中旬至5月下旬为快速增长期,同时此期为营养生长期,5月中旬至7月初鳞茎干物率稳定增长,7月初开花后至鳞茎膨大充实期,干物率快速增长达到一生中的最高值30.07%。

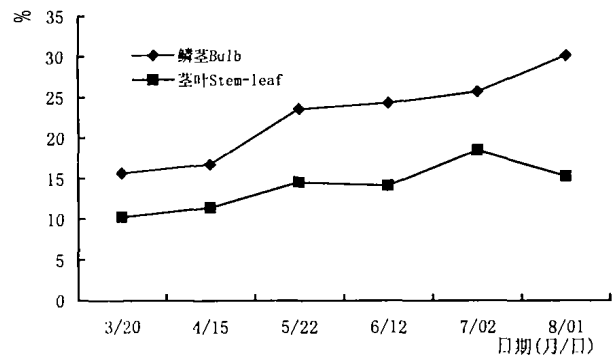


图1 百合生长发育过程中茎叶和鳞茎内干物质含量变化  
Fig. 1 Changes of dry-weight percentage of stem-leaf and bulb of lily during different growth stages

从图1可以发现,在百合生长发育的任何时期,鳞茎的干物率显著高于茎叶,体现了鳞茎作为贮藏器官的功能。

### 1.2 不同生育期淀粉含量变化

百合鳞茎是贮藏器官,在发育膨大过程中淀粉是主要贮藏物质。由图2可见,鳞茎淀粉含量随着生育进程的推移而逐渐增加,至7月初(即植株开花前)达到了一生中的最高值16.8%,其后淀粉含量出现降低现象,这也是鳞茎成熟的特征。茎叶中淀粉含量在前期与鳞茎淀粉含量变化趋势基本一致,为缓慢增加,但后期其含量下降早而快。在花芽快速发育期之前(6月中旬前)淀粉含量呈逐渐上升趋势,从花芽快速发育到开花及花后鳞茎膨大充实期,茎叶中淀粉含量有明显的下降趋势。这一趋势表明,茎叶中淀粉的水解产物大量输送到鳞茎中作为结构物质和贮藏物质,同时茎叶淀粉水解产物也大量输送到花芽作为结构物质,参与花芽的形态结构建成。

从图2可以发现,在百合生长发育的任何时期,鳞茎的淀粉含量显著高于茎叶,体现了鳞茎作为贮

藏器官的功能。

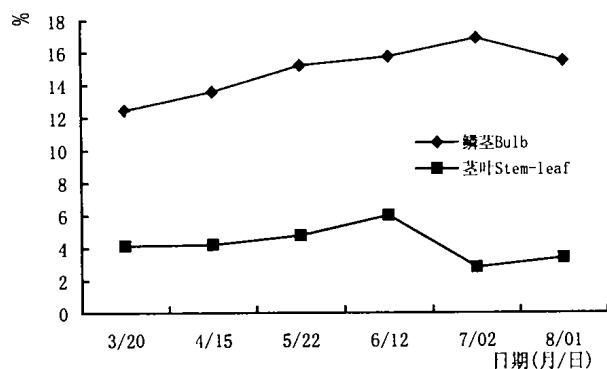


图 2 百合生长发育过程中茎叶和鳞茎内淀粉含量变化  
Fig. 2 Changes of starch content of stem-leaf and bulb of lily during different growth stages

### 2.3 不同时期可溶性糖含量变化

在生长发育前期,鳞茎内糖分含量(图 3)维持较高水平,达 9.29%,4~5 月糖含量迅速下降,这是一个非常有趣的现象。这种变化可能与鳞茎的发育有关,因为此时正是扦插苗鳞茎逐渐枯萎,其鳞片腋部新鳞茎形成的关键时期,淀粉与可溶性糖的转化活跃。

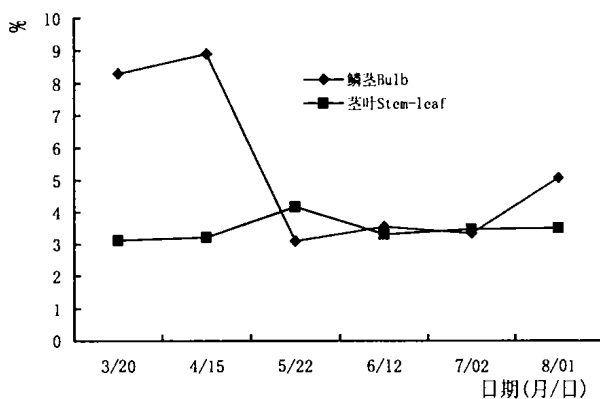


图 3 百合生长发育过程中茎叶或鳞茎内可溶性糖含量变化

Fig. 3 Changes of sugar content of stem-leaf and bulb of lily during different growth stages

与淀粉含量变化对应起来看,淀粉含量低时,可溶性糖含量高,淀粉含量下降时,可溶性糖含量增加。这种糖与淀粉含量的转化可能是扦插苗鳞茎枯萎、新鳞茎物质积累的一个标志。生育后期可溶性糖含量并没有明显的减少趋势,而是起伏变化,说明生育后期鳞茎中淀粉等贮藏物质的转化过程也在活

跃进行,使可溶性糖含量不断得到补充,这与生育后期鳞茎的淀粉含量呈下降趋势相对应。茎叶内可溶性糖含量变化在全生育期变幅小,随衰老进程而下降,并且茎叶内可溶性糖含量少于鳞茎。

### 2.4 不同时期蛋白质含量变化

由图 4 可知,鳞茎蛋白质的贮积过程与淀粉的贮积相反,其百分含量迅速减小的趋势,扦插苗鳞茎蛋白质含量最高为 8.35%,新鳞茎产生后到鳞茎膨大充实期,其含量少,仅为 2.69%,而且平稳。

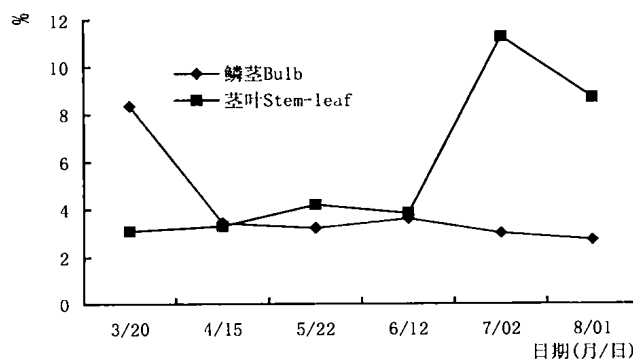


图 4 百合生长发育过程中茎叶和鳞茎内蛋白质含量变化  
Fig. 4 Changes of protein content of stem-leaf and bulb of lily during different growth stages

茎叶蛋白质含量从出苗抽苔期至花芽快速发育前呈缓慢上升的趋势,但在花芽快速发育至开花的 7 月初达到了一生中最大值 11.23%,这是因为花器官的形成需要从茎叶输入大量的蛋白质,花后其含量有下降的趋势,说明茎叶、花的发育与蛋白质的分解代谢关系十分密切。

### 2.5 过氧化物酶(POD)和多酚氧化酶(PPO)活性变化

由图 5 可看出,茎叶和鳞茎的过氧化物酶活性都呈先上升后下降的变化趋势,3~6 月份茎叶和鳞茎的过氧化物酶活性都呈上升趋势,并在 6 月份都达到了一生中的最大值,分别为 8.393 6 和 4.8 ( $OD_{470}/\text{min} \cdot \text{g} \cdot \text{FW}$ ),6 月份后又都呈下降的趋势,这说明了百合植株随着叶片的增加和鳞茎的膨大,其茎叶和鳞茎的呼吸代谢逐渐加强,6 月份它们的代谢最旺盛,6 月份后伴随着叶片和鳞茎的自然衰老,其呼吸代谢逐渐降低。

茎叶和鳞茎的多酚氧化酶活性与过氧化物酶活性变化趋势基本一致,也呈先上升后下降的变化趋势,但在 5 月份达到最大值,分别为 11.239 5 和

13.46(OD<sub>398</sub>/min·g·FW)。

百合生长发育过程中,鳞茎 POD 的活性始终低

于茎叶的活性,而鳞茎的 PPO 活性始终高于茎叶的活性。

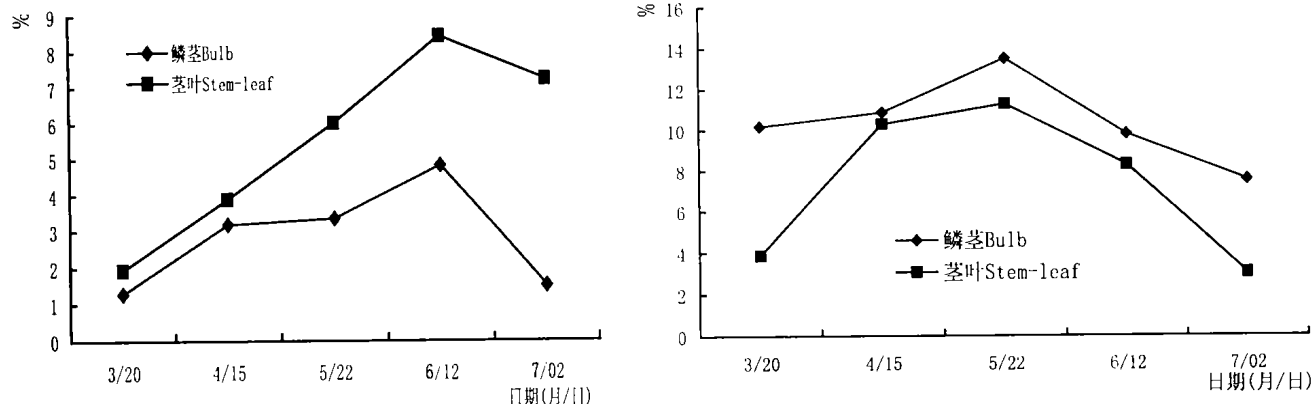


图 5 百合生长发育过程中茎叶和鳞茎 POD(左图)和 PPO(右图)活性变化

Fig. 5 Changes of activity of POD(left) and PPO(right) in stem-leaf and bulb of lily during different growth stages

### 3 讨论

鳞茎内贮藏的营养物质是百合植株早期生长的重要基础,是商品种球质量品质的重要指标。试验结果表明,百合的生殖活动是植株生理生化活动的重要转折点。(1)花芽的分化对干物率和多酚氧化酶的活性有影响。新铁炮百合的花芽分化始于5月中旬,它引起了茎叶、鳞茎生长发育方向的改变,导致干物率由上升转入平稳,物质主要流向形态建成。花芽分化引起代谢活动的改变,导致多酚氧化酶活性由上升转入降低。(2)花芽的快速发育引起代谢活动的变化。花的发育在6月上旬到下旬之间,表现快速而旺盛的形态建成。此期表现了干物率的快速增加,淀粉含量的下降,茎叶蛋白质含量的快速增加,说明在形态建成过程中,大量的蛋白质、淀粉参与形态建成的生理活动,引起了其含量的变化。(3)开花引起物质代谢和积累方向的重要变化。开花结束后,植株从旺盛生长发育的时期转入代谢衰退、植株衰老的过程。研究发现,此期百合鳞茎的干物率快速增长,而茎叶的干物率快速下降;茎叶、鳞茎淀粉含量,茎叶蛋白质含量、呼吸氧化酶活性均明显降低。上述的生理活动变化预示衰亡的到来,物质向地下鳞茎转移的开始,迎来鳞茎的快速增大期。本文的研究结果与赵祥云等(1999)关于核酸、蛋白质含量同百合外部形态变化紧密相关的论断相一致。

本试验结果表明,新鳞茎一旦形成,干物质含量

一直呈增加趋势,物质积累没有停止。鳞茎的重要功能之一是物质储藏,从图1发现,新鳞茎在3月下旬开始形成和发育,其干物率是稳步上升,鳞茎的干物率显著高于根茎叶的干物率。鳞茎的淀粉含量在开花以前的时期也同样表现了稳步上升的趋势。

过氧化物酶和多酚氧化酶是植物体内普遍存在的一类酶,它们在呼吸系统中起作用,其活性的强弱可以反映茎叶和鳞茎呼吸的强弱,酶活性低,表明代谢活性低,酶活性高,说明呼吸旺盛。茎叶和鳞茎的过氧化物酶和多酚氧化酶活性变化都呈先上升后下降的趋势,植株开花前随着叶片的增加和鳞茎的膨大,它们的酶活性呈上升趋势,表明它们的呼吸代谢旺盛,开花期后随着叶片和鳞茎的自然衰老和成熟,它们的酶活性呈下降趋势,表明它们抗衰老的保护性反应能力降低,是鳞茎成熟可以采收的生理标志。

### 参考文献:

- 王兆禄,金波. 1986. 宜兴百合生长发育特性及其增产技术的初步研究[J]. 中国蔬菜, 3: 30~33.
- 买自珍,黄玉库,徐立华. 1993. 食用百合物质生产与产量形成[J]. 中国蔬菜, 3: 7~10.
- 刘建常,魏周兴. 1994. 兰州百合鳞茎增重规律的探讨[J]. 中国蔬菜, 5: 27~30.
- 李琳,焦新之. 1980. 应用蛋白质染色剂考马斯亮蓝 G-250 测定蛋白质的方法[J]. 植物生理学通讯, 6: 52~54.
- 张宪政. 1992. 过氧化物酶和多酚氧化酶活性测定, 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 112-115.
- 金石文. 1988. 环境因子对亚洲型百合鳞茎的影响[J]. 中国

- 园艺(台湾省), 34(4): 337—341.
- 林炎坤. 1989. 常用的几种蒽酮比色定糖法的比较和改进[J]. 植物生理学通讯, 4: 53—54.
- 周厚高, 周焱, 宁云芬, *et al.* 2001a. 新铁炮百合自交后代主要性状遗传变异初步研究[J]. 仲恺农业技术学院学报, 14(2): 1—8.
- 赵祥云, 王树栋, 陈新露, 等. 1999. 中国百合二十年研究进展, 50年中国花卉科技进展[M]. 北京: 中国林业出版社, 515—525.
- 高彦仪, 张金娣, 刘德义, 等. 1986. 兰州百合生长发育特性特征观察[J]. 甘肃农业科技, 10: 2—5.
- 松尾英辅. 1980. 麝香百合鳞茎生长发育的研究(第9报)鳞片干物率与共着生部位的关系在鳞茎贮藏期间的变化[J]. 园艺学会杂志, 48(4): 483—487.
- Matsuo T, Mizuno T. 1974. Changes in the amounts of two kinds of reserve glucose-containing polysaccharides during germination of the Easter lily bulb[J]. *Plant Cell Physiology*, 15: 555—558.
- Miller WB. 1990. Low temperature alters carbohydrate metabolism in Easter lily bulbs[J]. *Hortscience*, 25(4): 463—465.
- Wang YT. 1983. Influence of air and soil temperatures on the growth and development of *Lilium longiflorum* during different growth stages[J]. *J Amer Hort Sci*, 108(5): 810—815.
- Wang YT. 1988. Growth Potential of the Easter Lily Bulb[J]. *Hortscience*, 23(2): 360—362.
- Zhou HG(周厚高), Zhou Y(周焱), Ning YF(宁云芬), *et al.* 2002. The Allozyme Analysis of the Genetic Differentiation in Self-inbred Early Generations of *Lilium longiflorum* Hort(新铁炮百合自交初代的遗传多样性分析)[J]. *Acta Genetica Sinica* (遗传学报), 29(1): 72—78.
- Zhou HG(周厚高), Zhou Y(周焱), Ning YF(宁云芬), *et al.* 2001b. Genetic Structure and Genetic Differentiation Analyses of *Lilium longiflorum* in Self-cross Early Generations(新铁炮百合自交初代居群遗传结构与遗传分化的研究)[J]. *Journal of Zhongkai Agrotechnical College*(仲恺农业技术学院学报), 14(3): 1—7.

( 上接第 366 页 Continue from page 366 )

- in the study of responses of plants to environmental stresses (叶绿素荧光技术在植物环境胁迫研究中的应用)[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*(热带亚热带植物学报), 3(4): 79—86.
- Clark JR, VanHassel JH, Nicholson RB, *et al.* 1981. Accumulation and depuration of metals by duckweed (*Lemna perpusilla*)[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 5: 87—96.
- Flemming CA, Trevors JT. 1989. Copper toxicity and chemistry in the environment: A review[J]. *Water, Air and Soil Pollution*, 18: 143—158.
- Huebert DB, Shay JM. 1993. Considerations in the assessment of toxicity using duckweed[J]. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12: 481—483.
- Lockhart WL, Billeck BN, Baron CL. 1989. Bioassays with a floating aquatic plant(*Lemna minor*)for effects of sprayed and dissolved glyphosate[J]. *Hydrobiologia*, 188/189: 353—359.
- Maksymiec W. 1997. Effect of copper on cellular processes in higher plants[J]. *Photosynthetica*, 34(3): 321—342.
- OECD. 2002. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals [S]; Revised proposal for a new guideline for 221. Draft guideline 221, July 2002. Paris.
- Schopfer P. 1989. Experimentelle Pflanzenphysiologie. Einführung in die Anwendung. Springer-Verlag, Berlin.
- USEPA. 1996. Ecological Effects Test Guidelines [S]. OPPTS 850.4400 EPA712-C-96-156, April, USA.
- Walbridge CT. 1977. A flow-through testing procedure with duckweed(*Lemna minor* L.)[R]. Environmental Research Laboratory-Duluth, Minnesota 55804. US EPA Report No. EPA-600/3-77 108. 1977. September 1977.
- Wang W. 1986. Toxicity tests of aquatic pollutants by using common duckweed[J]. *Environmental Pollution*(Ser. B), 11, 1—14.