

光周期对春石斛开花及多胺含量的影响

李程, 裴忠孝, 甘林叶, 贾楠, 王彩云, 胡惠蓉*

园艺植物生物学教育部重点实验室/华中农业大学园艺林学学院, 武汉430070

摘要:以春石斛为试材, 研究光周期对其开花及多胺(腐胺、亚精胺和精胺)含量的影响, 以期了解春石斛开花的光周期特性以及期间能源物质多胺的变化规律。结果显示, 春石斛短日照处理植株开花较长期日照处理的提前约18 d, 为称量性短日照植物; 同时, 短日照处理植株的花芽多, 开花量大, 花径较长期日照大。不同光周期诱导开花过程中, 春石斛叶片内腐胺含量最高, 波动较大, 短日照处理下基本维持比长期日照高的水平。亚精胺含量其次, 且随生长发育逐渐升高, 短日照处理下一直保持比长期日照高的水平。精胺含量最低, 变化不大, 短日照下保持与长期日照相同或略高的水平。由此推测, 春石斛为称量性短日照植物, 高水平的腐胺和亚精胺可能与春石斛花芽的形成有关。

关键词:春石斛; 光周期; 开花; 多胺

Effects of Photoperiod on Flowering and Polyamine Contents of Nobile-Type *Dendrobium*

LI Cheng, PEI Zhong-Xiao, GAN Lin-Ye, JIA Nan, WANG Cai-Yun, HU Hui-Rong*

Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education/College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract: In order to know the flowering characteristics of the nobile-type *Dendrobium* as well as the changes of polyamines under different photoperiods, flowering and contents of endogenous putrescine (Put), spermidine (Spd) and spermine (Spm) in the leaves of *Dendrobium* during flowering were studied. The results were as follows, the first flowering time of *Dendrobium* under short-days (SD) was earlier than that under long-days (LD) by 18 days. What's more, plants had more flower buds, flowers and longer flower diameter under SD than LD. Flowering under different photoperiods, the content of Put in the leaves among the 3 polyamines was the highest and changed in a large scale during development, while mostly the content of Put under SD was higher than that under LD. The content of Spd was next to the Put which increased with the development of the flower bud and maintained a higher level under SD than LD. The content of Spm was the lowest and little change could be found during the flowering process and between different photoperiods. The results suggested that the nobile-type *Dendrobium* was a facultative short day plant and the flowering of which might be related to high contents of Put and/or Spd.

Key words: nobile-type *Dendrobium*; photoperiod; flowering; polyamine

春石斛是石斛属中种类最多的一类, 因花色艳丽被誉为四大观赏洋兰之一, 并在近年来逐渐成为年宵花的新宠(徐雨和王四清2005)。然而, 春石斛的正常花期在3~5月, 因此采用促成栽培调节花期使其恰于春节时期开放殊为重要。光周期调控具有环境安全性和节约人力的特点, 而且在设施栽培的条件下简便可行, 是花期调控的常用方法。Vaz等(2004)发现在蝴蝶兰生长期每天光照时间超过20 h会抑制其开花。Wang (1998)研究指出在温室内对蝴蝶兰进行昼夜交替处理试验发现可延迟其花期。蒙阳(2012)发现在12 h·d⁻¹的光周

期下始兴石斛花芽诱导成功率最高, 过长或过短的光照时间都会降低该成功率。然而, 目前对春石斛花期调控的研究较多集中于温度与光强, 对于春石斛光周期的研究则较为鲜见, 因此利用光周期调控春石斛花期亟待研究。

多胺(polyamines, Pas)是生物体代谢过程中产

收稿 2014-03-05 修定 2014-06-12

资助 “十二五”国家科技支撑计划(2011BAD12B02-01)和自然科学基金(30972020)。

* 通讯作者(E-mail: huhuirong@mail.hzau.edu.cn; Tel: 027-87286928)。

生的具有生物活性的低分子量脂肪族含氮碱,包括腐胺(putrescine, Put)、亚精胺(spermidine, Spd)和精胺(spermine, Spm)等。多胺与植物的开花密切相关。近年来,在石蒜(金雅琴等2007)、菊花(郑成淑等2008)、一串红(胡国富等2008)和新铁炮百合(陈鸿等2010)等花卉中屡见研究报道。本试验通过比较不同光周期对春石斛开花及期间内源多胺含量的影响,以期揭示春石斛开花的光周期特性,为其花期调控提供理论依据;找寻开花过程中能源物质多胺的变化规律,深入探讨光周期调控开花的机理。

材料与方法

1 材料与处理

供试品种为春石斛(*Dendrobium hybrid Yellow Paney 'March'*),引自日本,保存于华中农业大学园林植物栽培与生理试验温室。光周期处理于2009年10月30日~2010年5月10日在上述温室进行。长日照(long day, LD)采用暗中断的处理方法,每天用100 W的白炽灯补光(22:00~次日2:00),白炽灯距植株顶端1 m左右,试验范围内床架表面的光照强度为2.34~3.24 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。短日照(short day, SD)处理为每天18:00到翌日8:00用黑色涂荧遮光布覆盖,控制光照时间为10 $\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ 。每处理各16株,3次重复,共96株。试验期间温室内温度维持在10~15 $^{\circ}\text{C}$ 之间,常规肥水管理。

2 测定指标

2.1 开花品质的观测

开花期间统计每种处理中8个植株的可见花芽出现时间、始花时间、花芽数、开花节数(能够开花的节数)、开花数(单株的开花朵数)和花径(花朵2个垂直方向直径的平均值),重复3次,共计48株。

2.2 叶片多胺含量的测定

自处理后20~90 d,每10 d取一次成熟叶片(自

植株顶端向下4~7节位叶片),共取样8次,每处理3次重复,每重复单株取样,共计48株。取材时,用干净纱布擦去表面尘土,去掉主脉,混匀后用液氮速冻保存于超低温冰箱中备用。参照刘俊等(2002)的高效液相色谱法测定腐胺、精胺和亚精胺含量。

3 数据处理

原始数据整理采用Excel 2003完成;数据处理使用SAS 8.0软件进行统计分析。

实验结果

1 光周期对春石斛诱导开花的影响

由表1可以看出,短日照处理可见花芽出现时间在处理后第37.5天,比长日照处理的提前10.8 d,差异显著。短日照处理植株的始花时间为163.5 d,对比长日照处理植株的始花时间为181.3 d,提前17.8 d,说明短日照处理更有利于其开花。同时,短日照处理下植株形成的花芽数和开花数均较长日照下的多,花径较长日照下的大,且差异显著,说明短日照处理不仅有利于促成春石斛开花,还能提高春石斛的开花品质。

2 光周期对春石斛诱导开花期间叶片多胺含量的影响

无论是长日照处理或是短日照处理,春石斛植株叶片内Put含量均高于Spd和Spm,且在发育过程中的波动最大(图1)。

短日照处理下,Put含量先升高后降低,于处理后40 d达到最大值;长日照处理下,Put含量变化趋势不定,总体呈现升高趋势。短日照处理下的Put含量多数时候与长日照处理相比,维持在更高的水平,推测高含量的Put可能具有诱导春石斛提前开花的作用。

短日照处理叶内Spd含量始终高于长日照处理的,50 d时明显升高,并在90 d达到最大值。随着

表1 光周期对春石斛开花的影响

Table 1 Effect of photoperiod on the flowering of nobile-type *Dendrobium*

光周期	可见花芽出现时间/d	始花时间/d	花芽数/个	开花节数/节	开花数/朵	花径/cm
长日照	48.3±3.9 ^a	181.3±1.2 ^a	9.2±0.5 ^b	9.0±0 ^a	21.6±0.9 ^b	4.33±0.88 ^b
短日照	37.5±4.5 ^b	163.5±0.9 ^b	10.2±0.8 ^a	9.1±0.4 ^a	24.5±1.4 ^a	4.71±0.38 ^a

表中数据为平均值±标准误。用*t*测验法比较样本平均数间的差异,同一列不同小写字母表示数据间差异显著($P<0.05$)。

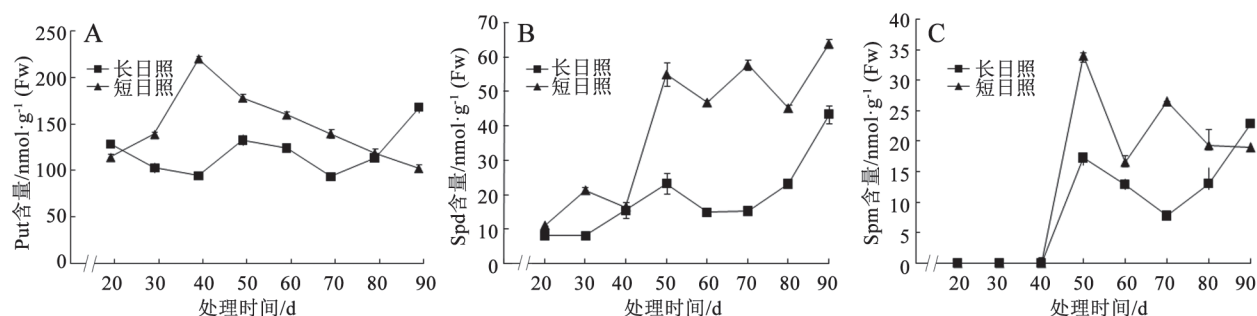


图1 光周期对春石斛开花期间内源多胺的影响

Fig.1 Effect of photoperiod on endogenous polyamine contents of nobile-type *Dendrobium* during flowering

处理时间的加长, Spd含量逐渐增加并在实验后期观测到最大值, 说明高含量的Spd积累有助于诱导春石斛开花并保证花芽发育的顺利完成, 不同时期对Spd含量的要求可能不同。

因为含量较少, 不同光照处理下, Spm均在50 d时检测到, 短日照处理下Spm含量与Spd变化趋势基本保持一致。因此, Spm可能与Spd共同参与了后期花芽发育的进程。

讨 论

1 光周期对春石斛诱导开花的影响

植物的光周期特性可分两种: 一种是兼性的, 或称量性, 另一种则是专性的, 或称质性, 为此, Damann和Lyons (1995)提出以非诱导条件下的始花期是否达到诱导条件下始花期的2倍为标准进行判断。在本试验中, 所有长日照下的春石斛都能开花, 但是其始花期(181.3 d)并未达到短日照下(163.5 d)的2倍, 因此, 我们判断其为兼性短日照植物, 或称量性短日照植物。

光周期对于短日照植物开花品质有一定影响, 菊花经短日照处理后开花数比长日照增多, 而花径小(毛洪玉等2010)。一品红经短日照处理后花苞着色更佳(孙兆法等2006)。Lin等(2011)发现, 在黑暗环境下完成花芽分化的春石斛拥有较少的开花数和较大的花径, 但花朵寿命及叶片寿命有所衰减。本文研究明确了光周期对春石斛的开花影响, 也得到了短日照下春石斛开花数较多和花径较大的结果, 但是光周期对于花朵寿命、叶片等观赏形状的影响还需要进一步研究。而光强与温度同样对植物开花及其品质产生影响, 如蝴蝶兰

花朵数与光照强度成正比(Konow和Wang 2001)。因此, 光周期对开花品质的影响与多种因子有关, 在生产上仍需要酌情处理。

2 不同光周期下春石斛叶片多胺含量与诱导开花的相关性

高等植物的开花与内源多胺含量有着密切关系, 这与其参与体内核酸和蛋白质等生物大分子的代谢过程有关。徐继忠等(2004)在对核桃的研究中发现, 核桃花芽分化期间3种多胺含量先升高再降低, 其花芽分化需要较高含量的多胺参与。在本实验中, 春石斛诱导开花过程中Put含量最高且波动较大, 在诱导开花中所起作用更为直接。郑成淑等(2008)发现菊花在花芽分化期间叶和芽内的Put含量明显增加。曾新萍等(2008)认为高含量的Put有助于蝴蝶兰的花芽分化, 本文研究结果与其一致。

本试验中, 短日照处理叶片内Spd含量始终高于长日照处理。在可见花芽出现后阶段, Spd含量明显增加, 并在后期达到最大值, 这与在新铁炮百合(陈鸿等2010)中所检测到的一致。陈以俊和沈惠娟(1999)研究发现石竹离体叶花芽形成过程中, 叶片内Spd含量达到峰值时形成花原基。Huang等(2004)对晚香玉喷施Spd抑制剂后发现花原基数量减少, 由此推测, Spd的积累是开花顺利完成及花芽发育顺利进行的保障。

Spm在处理中期方检测到其存在, 短日照处理下Spm含量略高于长日照处理, 并与Spd变化趋势基本一致。Rey等(1994)认为Spm的积累可以看作是花芽诱导的一种生理指标。杨丽和杨际双(2008)认为高含量的Spm有利于菊花‘神马’小花的

分化和发育, Spm可能参与了后期花芽发育过程, 其具体作用有待进一步探究。

Alcázar等(2005)研究因*ADC2*基因超表达而导致多胺含量升高的拟南芥植株时发现, 由于结合态多胺的存在, 高水平的Put含量并未导致Spd和Spm含量的显著上升, 这可以部分解释本实验中Put含量波动远超过Spd和Spm的现象。本实验中, 春石斛花芽分化过程中Put和Spd含量较高且变幅较大, 可能在诱导开花中起主导作用, 这与张万萍等(2002)在银杏上的研究和曾新萍等(2008)在蝴蝶兰上的研究结果类似, 而Spm的作用还有待进一步探究。在石蒜和杜鹃花中, 金雅琴等(2007)和Meijon等(2011)分别发现高含量的Put和Spm与高含量的Spd和Spm有利于其花芽分化, 成为花芽分化的标志。这说明多胺对花芽分化的调控作用可能因植物种类而不同。因此, 多胺在植物花发育过程中的调节作用具有相异性与复杂性, 其作用机制还有待进一步研究。

参考文献

- 陈鸿, 李智辉, 李天来, 周广柱(2010). 新铁炮百合花芽分化及发育过程中内源多胺及激素含量变化的研究. 沈阳农业大学学报, 41 (3): 284~288
- 陈以俊, 沈惠娟(1999). 石竹花芽发生与内源多胺含量的关系. 园艺学报, 26 (5): 341~342
- 胡国富, 李凤兰, 刘荣梅, 袁强, 胡宝忠(2008). 一串红胚胎发育过程中多胺含量的变化. 云南植物研究, 30 (4): 485~488
- 金雅琴, 黄雪芳, 李冬林, 向其柏(2007). 中国石蒜花期前后鳞茎内源多胺的动态变化. 浙江林学院学报, 24 (4): 419~423
- 刘俊, 吉晓佳, 刘友良(2002). 检测植物组织中多胺含量的高效液相色谱法. 植物生理学通讯, 38 (6): 596~598
- 毛洪玉, 顾钊宇, 祝朋芳(2010). 不同光周期处理对菊花C029花芽分化及开花的影响. 西北植物学报, 30 (10): 2074~2080
- 蒙阳(2012). 始兴石斛的快速繁殖体系建立及试管开花研究[学位论文]. 南昌: 南昌大学
- 孙兆法, 韩明三, 翟晓灵, 吴稚斐, 于道功, 薛继岗, 陈莉(2006). 短日照处理天数对一品红开花和观赏品质的影响. 园艺学报, 33 (3): 583~586
- 徐继忠, 李晓东, 张志华, 陈海江, 王艳辉(2006). 核桃雌雄异熟型品种花芽分化期叶片和芽内源多胺含量的变化. 园艺学报, 33 (2): 363~365
- 徐雨, 王四清(2005). 异军突起之石斛兰的研究进展. 华北农学报, 20 (增刊1): 152~157
- 杨丽, 杨际双(2008). ‘神马’菊花花芽分化与内源多胺的关系. 西北植物学报, 28 (10): 2067~2072
- 张万萍, 何君, 史继孔(2002). 银杏雌雄花芽分化期内源多胺的变化. 浙江林学院学报, 19 (4): 391~394
- 郑成淑, 孙宪芝, 王文莉, 梁芳(2008). 光周期对菊花花芽分化及其叶片和芽内源多胺含量的影响. 西北植物学报, 28 (7): 1349~1353
- 曾新萍, 刘志成, 苏明华, 陈淳(2008). 蝴蝶兰成花过程中叶片内源激素与多胺含量的变化动态. 亚热带植物科学, 37 (3): 1~5
- Alcázar R, Jose L, García-Martínez, Juan CC, Antonio F (2005). Overexpression of *ADC2* in *Arabidopsis* induces dwarfism and late-flowering through GA deficiency. *Plant J*, 43 (3): 425~436
- Damann MP, Lyons RE (1995). Juvenility and photoperiodic flowering requirements of *Chrysanthemum × superbum* ‘G. Marconi’ and ‘Snow lady’ grown under short- and long-day conditions. *Amer Soc Hort Sci*, 120: 241~245
- Huang CK, Chang BS, Wang KC, Her SJ, Chen TW, Chen YA, Cho CL, Liao LJ, Huang KL, Chen WS et al (2004). Changes in polyamines pattern are involved in floral initiation and development in *Polianthes tuberosa*. *Plant Physiol*, 161 (6): 709~713
- Konow EA, Wang YT (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
- Lin M, Terri WS, Wang YT, Niu GH (2011). Vernalization duration and light intensity influence flowering of three hybrid nobile dendrobium cultivars. *HortScience*, 46 (3): 406~410
- Rey M, Diaz SC, Rodriguez R (1994). Exogenous polyamines improve rooting of hazel micro shoots. *Plant Cell Tiss Org Cul*, 36 (3): 303~308
- Meijon M, Canal MJ, Fernandez H, Rodriguez A, Fernandez B, Rodriguez R, Feito I (2011). Hormonal profile in vegetative and floral buds of *azalea*: levels of polyamines, gibberellins, and cytokinins. *J Plant Growth Regul*, 30 (1): 74~82
- Vaz APA, Figueiredo-Ribeiro RCL, Kerbauy GB (2004). Photoperiod and temperature effects on in vitro growth and flowering of *P. pusilla*, an epiphytic orchid. *Plant Physiol Biochem*, 42 (5): 411~415
- Wang YT (1998). Deferring flowering of greenhouse-grown *Phalaenopsis* orchid by alternating dark and light. *Amer Soc Hort Sci*, 123 (1): 50~60