

燕子掌不同发育时期内源激素含量变化研究

芦站根, 周文杰

(衡水学院 生命科学系, 河北 衡水 053000)

摘要: 为了分析和探讨内源激素对燕子掌(*Crassula agenten* Thumb.)花芽分化和萌发中的作用, 对花芽分化期至萌发期内源激素 ZRs(玉米素核苷)、IAA(吲哚乙酸)、iPA(异戊烯基腺苷)、ABA(脱落酸)的含量变化进行了研究。结果表明:燕子掌花芽分化时期叶内的激素含量降低, 芽内激素含量升高, 其中相对高的 ZRs 和 ZRs/ABA 及 iPA 和 iPA/ABA 有利于分化, 相对低的 IAA 和 IAA/ABA 也利于分化, 其中 ZRs 和 ZRs/ABA 作用最大。燕子掌花芽萌发期也有较高的 CTK/CTK/ABA 比值和相对低的 IAA、IAA/ABA 比值, 高而稳定的 ABA 含量可能是燕子掌生长缓慢而抗性强的内在因素之一。

关键词: 燕子掌; 花芽分化期; 花芽萌发期; 内源激素

中图分类号: S 793.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)12-0116-04

燕子掌(*Crassula agenten* Thumb.)为景天科青锁龙属的常绿小灌木。原产非洲南部, 株高 1~3 m, 茎叶肉质, 体态强健。其花为白色或粉色, 顶生, 花径 2 mm 左右, 十分清雅别致, 在黄淮地区栽培燕子掌较为普遍, 但开花者甚少, 很难见到其美丽的花容, 故《植物志》对其形态的描述也是泛泛而谈, 国内对其研究少见报道^[1]。以养殖燕子掌多年的体会, 燕子掌开花必须具备一定的生长龄(3~5 a), 并提供一定的生长条件才能开花, 其花期多在秋、冬季节。燕子掌植株在 9 月至 10 月上旬, 处于生长缓慢时期, 无芽的萌发和茎叶的生长; 自 10 月中

旬至 11 月中旬, 芽萌发, 其中绝大部分是花芽, 11 月中旬以后, 植株进入生长旺盛时期, 花芽发育成花序, 花序按一定规律顺序开放, 这时营养芽开始大量萌发, 茎叶迅速生长。从花芽分化到谢花大约需 100 d 左右。花芽分化是开花多少和质量好坏的基础, 是有花植物发育中最为关键的阶段, 花芽的数量和质量直接影响花卉的观赏性状和经济价值。植物激素在花芽分化、萌发中有重要的调节作用。1969 年 Evans 提出激素平衡假说, 1970 年 Luckwill 也提出植物体内激素的某种平衡能调控花芽孕育的假说, 并在以后的试验中得到了深入发展。许多试验证明, 促进开花的物质是在叶中产生并运输至芽中, 使叶芽转变为花芽, 因此叶对成花有重要的影响。现以燕子掌为对象, 研究叶、芽中内源激素在上年 9 月至次年的 1 月的含量变化, 探讨花芽分化、萌发与激素的关系, 以期对燕子掌在栽培措施中的激素化学调控提

第一作者简介: 芦站根(1971-), 女, 河北武邑人, 副教授, 现主要从事植物生理生态的教学与研究工作。

基金项目: 河北省科技攻关资助项目(05220209)。

收稿日期: 2008-07-16

The Effect of Al^{3+} Integrating with Arginine on Preservation Effects of Cut Chinese Rose

ZENG Chang-li

(School of Life Sciences, Jiangnan University, Wuhan, Hubei 430056, China)

Abstract: In the paper, the integration effect of different content of Al^{3+} and arginine on preservation influence of cut Chinese rose was preliminarily studied. The result indicated that Al^{3+} coordinating with arginine might change the appearance shape of cut flowers, increase the maximal diameter of flower, prolong the time of reaching the maximal diameter of flower, maintain the balance of water in cut flowers, reduce the speed of anthocyanin decomposition, and prolong obviously the vase longevity and improve ornamental quality. Through the observation and determination of these indexes, the treatment of 100 mg/L Al^{3+} and 0.1 mmol/L arginine was the best one because of its distinct preservation effects.

Key words: Chinese rose; Cut flower; Al^{3+} ; Arginine; Preservation

供理论上的依据和指导。

1 材料与方法

1.1 材料

试验样地为河北衡水学院植物园, 供试材料为原产于非洲南部的燕子掌 (*Crassula argente* Thumb.), 1998 年引种扦插栽培。2004 年 9 月分别选取长势基本一致的 20 株燕子掌作为试材, 自 2004 年 9 月至 2005 年 1 月每月取植株的芽和同一部位的鲜叶片于 -84℃ 保存用于测定内源激素含量。

1.2 方法

1.2.1 内源激素的提取与纯化 用 JA5003N 电子天平准确称取样品 500 mg, 分 3 次加入预冷的 80% 甲醇共 3 mL, 冰浴匀浆, 将匀浆液倒入离心管中, 于 4℃ 5 000×g 离心 10 min, 倒出上清液, 残渣加 0.5 mL 80% 的甲醇再离心 1 次, 合并上清液, 上清液过 C₁₈ 胶柱, IAA 和 ABA 经过甲酯化后和 iPA、ZR_s 各取 300 μL 分别用氮气吹干, 加 300 μL 稀释缓冲液溶解后用于测定。

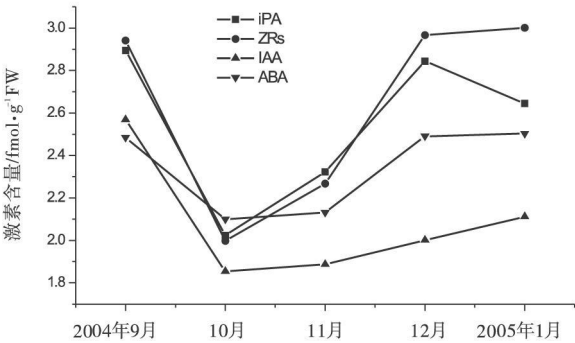


图 1 燕子掌叶片内源激素含量月变化

2.1.2 ZR_s、IAA、iPA 与 ABA 含量之比的变化 由图 2 可知, 燕子掌叶片生长类激素与 ABA 含量比值变化趋势基本相同, 即植株生长缓慢期比值降低, 花芽萌发期比值上升。iPA、ZR_s 同属于细胞分裂素(CTK), 其功能

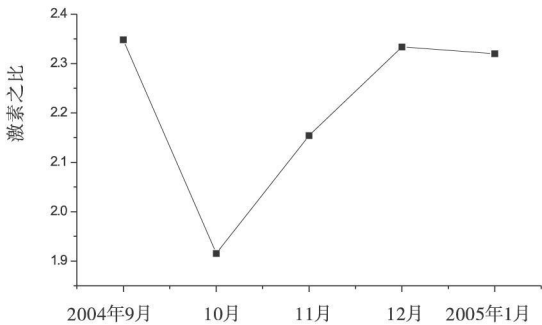


图 3 燕子掌叶片内 CTK 与 ABA 含量之比月变化

1.2.2 内源激素的测定 采用酶联免疫吸附检测 (ELISA) 法测定, ELISA 试剂药盒购自南京农业大学农学系植物激素实验室, 重复 3 次。测试仪器为 Multiskan MK3 酶联免疫吸附仪。作图所用软件为 Origin5.0。

2 结果与分析

2.1 燕子掌花芽分化、萌发期激素含量变化

2.1.1 ZR_s、IAA、iPA、ABA 含量变化 如图 1 可知, 燕子掌叶片内源激素含量在 2004 年 9 月至 10 月下降, 其中 ZR_s 下降最明显 (下降了 32.05%), 其次 iPA (30.09%), 次之 IAA (27.77%), 最后 ABA (15.49%), 10~12 月上升, 即植株生长缓慢期激素含量降低, 花芽萌发期其含量增加。用 LSD 法进行数据统计分析, 结果表明: 图 1 中 iPA: 9~10 月、11~12 月差异极显著, ZR_s: 9~10 月、11~12 月差异极显著, IAA: 9~10 月差异极显著、11~12 月差异显著, ABA: 9~10 月、11~12 月差异极显著。

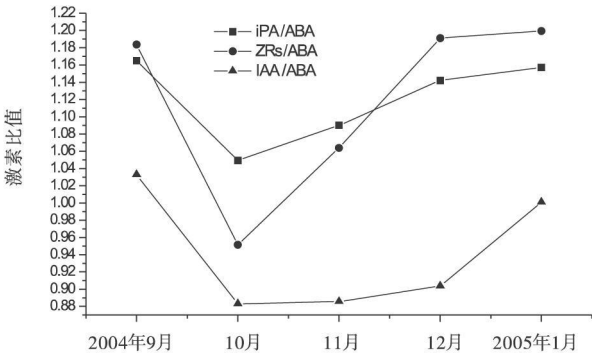


图 2 燕子掌叶片内 ZR_s、IAA、iPA 与 ABA 含量之比月变化

相似, 把同一时期的 iPA、ZR_s 含量加起来, 与 ABA 之比绘成曲线, 如图 3 所示, 可以看出, CTK/ABA 在花芽分化期降低到最低点, 萌发期上升至 12 月到达最高峰, 至次年 1 月稍有回落。

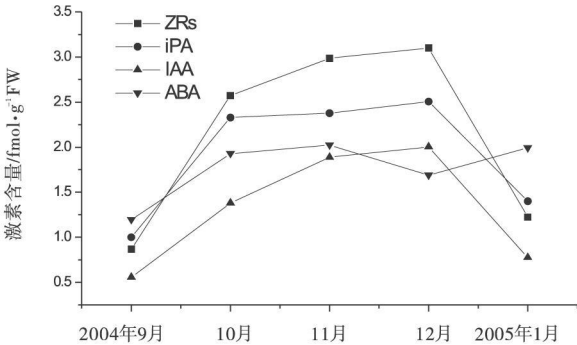


图 4 燕子掌芽内源激素含量月变化

2.2 燕子掌花芽分化期叶和芽的内源激素含量的变化

2.2.1 燕子掌花芽分化期 9~10 月叶片和芽的内源激素的变化比较 这一时期的激素含量变化(表 1): 9~10 月叶片内的激素含量呈减少的趋势, 而芽内的激素含量呈增加的趋势。

表 1 9~10 月叶和芽内源激素含量的比较

内源激素	叶				芽			
	iPA	ZRs	IAA	ABA	iPA	ZRs	IAA	ABA
/Fmol·g ⁻¹ FW								
Sep.	2.894	2.941	2.567	2.484	1.002	0.87	0.556	1.196
Oct.	2.023	1.998	1.854	2.100	2.328	2.572	1.378	1.930

2.2.2 燕子掌芽内源激素月变化及激素与 ABA 之比月变化 由图 4、图 5 可知, 燕子掌在花芽分化、萌发期激素含量及激素比值变化趋势相似, 在 12 月达到高峰, 次年 1 月降低, 而 ABA 含量在 11 月到达高峰, 12 月下降 1 月又回升。

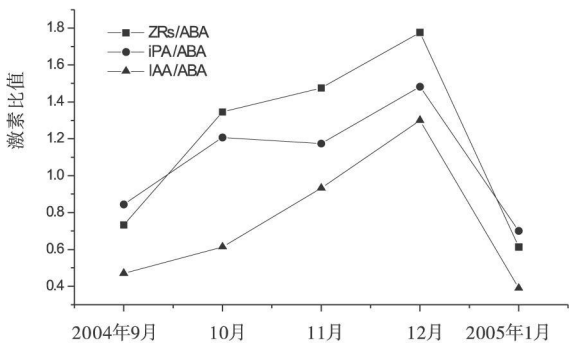


图 5 燕子掌芽内 ZRs、IAA、iPA 与 ABA 含量之比月变化

3 问题与讨论

3.1 燕子掌在 9、10 月的内源激素变化

植物生长到一定阶段便由叶芽生理和组织状态转化为花芽生理和组织状态, 发育成花器官雏形, 这个过程称作花芽分化(flower differentiation)^[1]。影响花芽分化除外界因素外, 内因的影响也极其复杂。营养物质是花芽形成的基础, 植物激素则对花芽分化起重要的调控作用。而且花芽分化不是由一种激素控制的, 是由多种激素综合调节的^[2]。营养物质的合成和运转在一定程度上又受激素水平的制约^[3]。由图 1、4 及表 1 可知 叶中的激素含量自 9~10 月下降, 而芽内的激素含量却上升。由于叶内生长类激素水平的降低使植株体内营养向生殖器官转运, 同时, 激素之间的平衡改变会导致同化产物的类型和比例的变化^[4], 使营养生长下降, 从而有利于植株向生殖生长转化。此时由于芽内激素水平的提高和平衡的改变, 并伴随着芽内同化物的质和量的变化而有利于花芽的分化。即叶与芽内激素在影响花芽分化中相互起着不同的作用, 叶内的激素水平代表整

个植株的生长发育水平和方向, 芽内激素水平代表该点的生长发育水平和方向。

多数学者认为植物生长素类和细胞分裂素类对花芽的形成起主要促进作用^[5,6]。在 9~10 月叶激素总体水平下降, 其中细胞分裂素类 ZRs 下降最明显(下降了 32.05%), 其次 iPA(30.09%), 而且 ZRs/ABA 的比例降幅最大(降低了 19.6%), 生长素类 IAA 下降了 27.77%, 而且 IAA/ABA 的比例降幅次之(14.53%), iPA 虽然降幅较大, 但 iPA/ABA 的比例降幅最小(9.92%), 同时比较芽内激素变化, 由图 4、图 5、表 1 可知, 芽内激素变化正与叶内相反, 呈增长趋势, 且增长次序与以上相同, ZRs、ZRs/ABA 之比增加最大, IAA 含量及 IAA/ABA 之比增加次之, 同叶变化一样, iPA 含量增幅大于 IAA, 但 iPA/ABA 增幅最小, 这说明对燕子掌花芽的孕育起决定作用的还不是细胞分裂素和生长素的绝对含量, 而是它们与 ABA 的比值, 比值有可能改变芽的分化方向, 激素间平衡对成花的影响比单项内源激素的水平更为重要^[7]。且由图 4 和图 5 知, 在花芽分化期与叶比较而言, 芽内具有相对高的 ZRs 及 ZRs/ABA 和 iPA 及 iPA/ABA, 具有相对低的 IAA 及 IAA/ABA, 这可能有利于生长点由营养生长向生殖生长状态的转变, 这与李秉真等对“苹果梨”研究结果一致^[9]。

总之, 燕子掌花芽分化时期需要叶内的激素含量降低, 芽内激素含量升高, 其中相对高的 ZRs 和 ZRs/ABA 及 iPA 及 iPA/ABA 有利于分化, 相对低的 IAA 和 IAA/ABA 也利于分化, 其中 ZRs 和 ZRs/ABA 作用最大。这对于燕子掌花芽分化的化学调控无疑具有十分重要的指导意义。

3.2 燕子掌在萌发期的内源激素的变化

由图 1、4 可知, 燕子掌叶、芽在 10 月至 12 月内源激素均呈上升趋势, 进入萌发期, 事实上, 2004 年燕子掌花芽的萌动始于 10 月中旬, 这些激素含量的变化趋势出现的时间正决定了燕子掌花芽萌发的时间。11 月中旬以后, 植株进入生长旺盛时期, 这时营养芽开始大量萌发, 茎叶迅速生长。12 月至次年 1 月叶片内激素含量或升或降, 变化不一, 但最后趋于稳定状态。从激素比值变化(图 2、图 3)知, ZRs/ABA、iPA/ABA、IAA/ABA 均呈上升趋势, 且具有相对高的 ZRs/ABA、iPA/ABA 和相对低的 IAA/ABA, 说明燕子掌花芽萌发期也需要较高的 CTK/ABA 和相对低的 IAA/ABA 作保障。又由图 1 知, ABA 含量在 10 月至次年的 1 月一直比较高, 均高于 IAA 含量, 数据统计分析知, 10、11 月差异显著, 12、1 月差异极显著。植物体内 ABA 的积累与生长的抑制和抗逆性的增强存在着显著的正相关^[8]。这种高而稳定的

ABA 含量可能是燕子掌生长缓慢而抗性强的内在因素之一。

植物生长调节剂现已广泛应用于花卉生产中的开花调控, 外施生长调节物质促进花芽的分化, 主要是因为可以打破植物体内原有激素的平衡, 从而缩短植物营养生长的时间, 较早进入生殖发育阶段^[10]。该研究的结果为下一步喷施外源激素进行成花调控提供了理论依据, 这需要以后进一步作深入的研究。

植物的花芽分化和开花是复杂的形态建成过程, 是植物体内各种因素共同作用, 并同环境因子相互协调的结果。此过程受到成花基因控制已得到证实^[11-12], 但植物成花基因的启动或表达与植物激素、营养状况、环境因素等的关系需要进一步的深入研究。总之, 该研究为进一步探索燕子掌成花机理提供了一定的生理学依据, 并对燕子掌实施花期调控, 实现观赏植物的周年生产具有重要的指导意义。

参考文献

[1] 马月萍, 戴思兰. 植物花芽分化机理研究进展[J]. 分子植物育种, 2003, 4(1): 539-545.

[2] 任桂杰, 董合忠, 陈永雷等. 棉花花芽分化时期茎尖内源激素的变化[J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 321-326.
[3] 田育天, 陈善娜, 郑焕娣等. 香荚兰花芽分化至萌发期内源激素的变化[J]. 云南植物研究, 2004, 26(2): 213-220.
[4] 刘卫群, 丁永乐, 张联合等. 烤烟打顶前后根系激素水平与物质代谢的关系初探[J]. 植物生理学通讯, 2002(8): 330-332.
[5] 李秉真, 孙庆林. “苹果梨”在花芽分化期内源激素的变化[J]. 植物生理学通讯, 2000(8): 330-332.
[6] 曹尚银, 张俊昌. 苹果树在花芽分化期内源激素的变化研究[J]. 果树学报, 2000(4): 244-248.
[7] 黄迪辉, 黄辉白. 柑橘成花机理的研究与内源激素的关系[J]. 果树科学, 1992, 9(1): 13.
[8] 李宗霖, 周曼. 植物激素及其免疫检测技术[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1996: 52-54.
[9] 李秉真, 孙庆林, 张建华等. “苹果梨”花芽分化期叶片激素及核酸含量变化[J]. 园艺学报, 1999, 26(3): 188-190.
[10] 刘涤, 迟静芬, 刘桂芸等. 烟草愈伤组织器官发生过程中外源激素的作用[J]. 植物生理学报, 1986, 12(1): 104.
[11] 安利忻, 刘荣维, 陈章良等. 花分生组织决定基因 API 转化矮牵牛的研究[J]. 植物学报, 2001, 43: 163-66.
[12] 曾英, 胡金勇, 李志坚等. 植物 MDAS 盒基因与花器官的进化发育[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(4): 281-287.

Research on the Changes of Endogenous Phytohormones in *Crassula agenten* Thumb. from Flower Bud Differentiation to Germination Phases

LU Zhan-gen, ZHOU Wen-jie

(Department of Biology, Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000, China)

Abstract: In this paper the *Crassula agenten* Thumb. was used as material for studying the changes of the contents of ZRs, IAA, iPA and ABA at the stages of flower bud differentiation and flowering, and the action of endohormone was analyzed and discussed. The results showed that there were decline of endohormone level in leaves and rise of endohormone level in flower bud in flower bud differentiation period. Relatively high levels of ZRs, iPA content and ZRs/ABA, iPA/ABA ratios benefited for its differentiation, and low level of IAA and IAA/ABA ratio also did same. Meanwhile the level of ZRs and ZRs/ABA ratio played great role in it. At germination phase, relatively high level of CTK and the ratio of CTK to ABA were needed, and low level of IAA and the ratio of IAA to ABA were needed so. The high and steady level of ABA possibly leads to its slow growth and high resistance.

Key words: *Crassula agenten* Thumb.; Endohormone; Flower bud differentiation; Flower bud germination

《北方园艺》

全国中文核心期刊
全国优秀农业期刊
黑龙江省优秀科技期刊

传播最新研究成果 刊载最新实用技术

邮发代号: 14-150 单月刊 每册定价 6.00 元 全年 72.00 元
邮寄地址: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部
邮编: 150086
电话: 0451-86674276