

李 心,杨柳燕,顾俊杰,等. 红掌花芽分化进程及其主要生理指标变化研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):140-143.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.027

# 红掌花芽分化进程及其主要生理指标变化研究

李 心<sup>1</sup>,杨柳燕<sup>1</sup>,顾俊杰<sup>2</sup>,张栋梁<sup>2</sup>,张永春<sup>1</sup>,任小平<sup>3</sup>

(1. 上海市农业科学院林木果树研究所,上海 201403; 2. 上海鲜花港企业发展有限公司,上海 201303;

3. 上海瀛庙果蔬专业合作社,上海 202153)

**摘要:**通过石蜡切片对红掌品种潘多拉的花芽分化进程进行显微观测,并测定花芽分化进程及成熟期和衰老期对应叶片的可溶性蛋白、可溶性糖、淀粉和内源激素含量的变化。结果表明,红掌的花芽分化进程与苞片的形态变化有关,可以划分为花序原基形成期、花原基形成期、花瓣原基形成期、雄蕊原基形成期和心皮原基形成期5个时期。在花序原基形成期、花瓣原基形成期及盛花期,对应叶片的可溶性蛋白含量较高;雄蕊原基形成期和盛花期对应叶片中的可溶性糖和淀粉含量均表现出下降趋势;花序原基产生时期,相应叶片表现出较高的 ZT 含量和  $GA_3/IAA$  高比值;花原基和花瓣原基的产生时期则 IAA 含量和 IAA/ABA 升高;雄蕊原基的产生时期整体激素水平较低;心皮原基形成期,IAA 含量和 IAA/ABA 比值再次表现出升高的趋势;盛花期和衰老期, $GA_3$ 、ABA、 $GA_3/IAA$  和  $GA_3/ABA$  则急剧升高。

**关键词:**红掌;花芽分化;花发育;生理变化

**中图分类号:** S682.1<sup>+</sup>40.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)24-0140-04

红掌 (*Anthurium andraeanum*) 为天南星科 (Araceae) 花烛属多年生草本花卉,目前全世界范围内广泛作为切花、盆栽进行生产,具有极高的观赏价值。红掌的花是由佛焰苞和肉穗花序组成,佛焰苞呈心形,颜色多样,有单色或者复色,也是最具观赏的部位,小花着生在肉穗花序上<sup>[1-4]</sup>。规模化生产红掌组培苗,一般经过6~8个月漫长的驯化成为幼苗,再经6~11个月的植株生长进入开花期。之后,红掌以“一叶一花”模式交替生长,前3年为盛花期,开花量高,其中3—10月为其开花高峰期,第4年开始逐渐进入衰老期<sup>[5-6]</sup>。

红掌可周年开花,不同品种的花序开放时间并不一致,小花内一般雌蕊先熟,雌雄蕊成熟时间相差达20 d左右,构成了天然的生殖屏障<sup>[7]</sup>,因而在杂交授粉时,需要选择适宜的父母本植株进行配制来增加杂交效率。

红掌开花期需要消耗较大的养分,植株的整体

状况对开花质量和杂交选育的效果也有较大影响,不适应的情况下,有可能导致盲花和发育不良现象。因此,系统研究花芽分化进程及对应的可溶性蛋白、可溶性糖、淀粉和内源激素等变化规律,可以为杂交选育和开花期的植株栽培管理技术提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为红掌品种潘多拉 (*Anthurium andraeanum* cv. Pandola) 开花期植株,种植于上海市农业科学院温室大棚,16 cm × 12 cm 塑料盆中栽培,基质为进口泥炭,每隔7 d施用“花多多1号”营养液1次。

### 1.2 试验方法

2019年春季采集不同苞片长度的花芽,FAA固定液(90 mL 70%乙醇,5 mL 乙酸,5 mL 福尔马林)固定,常规石蜡包埋,Lecia 切片机切片,厚度8~12 μm,爱氏苏木精片染30 min,自来水水洗反蓝,经脱水透明封片后,Nikon 光学显微镜下观测,并根据切片结果确定花芽分化时期。

以不同分化时期花芽以及盛花期、衰老期的花对应叶片为材料,测定以下生理指标:淀粉、可溶性糖、可溶性蛋白、吲哚乙酸(IAA)、脱落酸(ABA)、赤

收稿日期:2020-03-07

基金项目:上海市农业委员会农业基础研究项目(编号:沪农科攻字[2014]第7-2-3号)。

作者简介:李 心(1986—),女,河南驻马店人,博士,助理研究员,主要从事花卉种质资源与生理研究。E-mail:saaslx@163.com。

通信作者:张永春,博士,研究员,主要从事花卉种质资源、育种与生理研究。E-mail:saasflower@163.com。

霉素( $\text{GA}_3$ )和玉米素(ZT)。采用蒽酮比色法进行淀粉和可溶性糖含量的测定;考马斯亮蓝法进行可溶性蛋白含量的测定<sup>[8]</sup>;液相色谱(HPLC)法进行 IAA、ABA、 $\text{GA}_3$  和 ZT 含量的测定<sup>[9]</sup>。每指标均 3 次生物学重复测定。

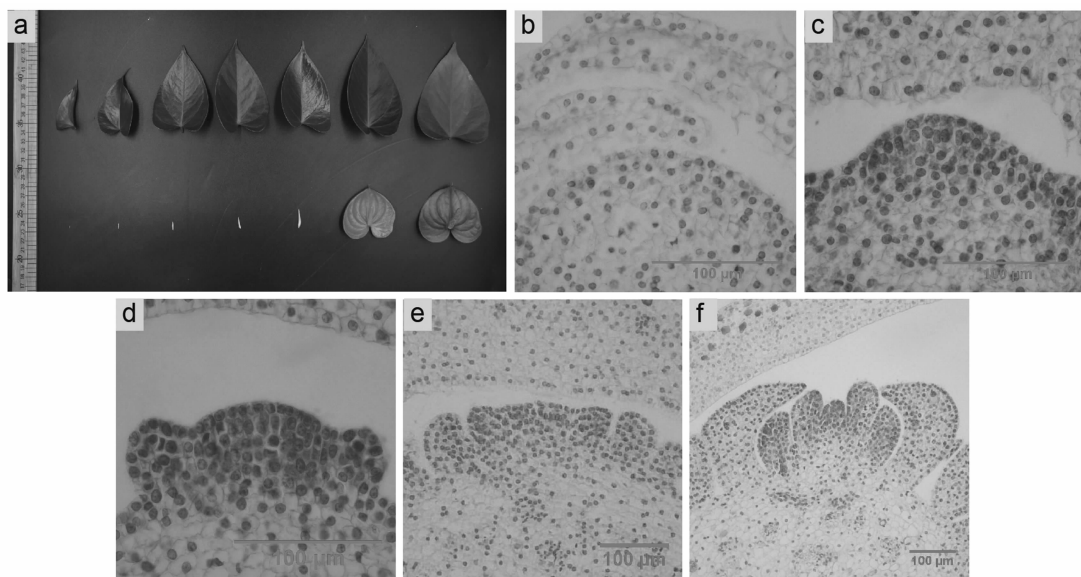
## 2 结果与分析

### 2.1 花芽分化进程

形态观测和切片结果(图 1)表明,花芽的分化进程是随着苞片长度的增加而进行的,可以划分为花序原基形成期、花原基形成期、花瓣原基形成期、雄蕊原基形成期和心皮原基形成期 5 个时期。当苞片为 0.3 cm 左右时,观赏芽还包裹在叶柄基部叶鞘中,此时花序原基形成,而肉穗花序底部小花原基

还未分化;苞片长度为 0.6 cm 左右时,观赏芽仍然包裹在叶柄基部叶鞘中,此时肉穗花序底部花芽处于花原基形成期;苞片长度为 0.9 cm 左右时,观赏芽同样包裹在叶柄基部叶鞘中,此时肉穗花序底部花芽处于花瓣原基形成期;苞片长度为 1.4 cm 左右时,观赏芽也包裹在叶柄基部叶鞘中,此时肉穗花序底部花芽处于雄蕊原基形成期;苞片长度为 2.1 cm 左右时,观赏芽抽出叶柄基部叶鞘,且苞片开始呈现出淡粉色,此时肉穗花序底部花芽处于心皮原基形成期。

整个花芽分化期,对应叶片均呈现嫩绿色,之后随着花梗不断伸长,苞片持续积累色素至盛花期完全着色并展开,叶片也转变为深绿色。随后苞片开始转绿,叶片开始变黄,转入衰老期。



a—不同发育阶段花芽及对应叶片形态,发育阶段从左至右依次为花序原基形成期、花原基形成期、花瓣原基形成期、雄蕊原基形成期、心皮原基形成期、盛放期和衰老期;b—花序原基形成期;c—花原基形成期;d—花被原基形成期;e—雄蕊原基形成期;f—心皮原基形成期

图1 红掌潘多拉花芽分化进程

### 2.2 花芽分化时期的可溶性蛋白、可溶性糖和淀粉含量变化

取不同花芽分化时期时观赏芽对应的叶片进行可溶性蛋白、可溶性糖和淀粉含量测定,结果(图 2)表明,在花序原基形成期,叶片中可溶性蛋白和可溶性糖含量相对较高,而淀粉含量相对较低;而花原基形成期,可溶性蛋白和可溶性糖含量均降低,淀粉含量缓慢升高;花瓣原基形成期,可溶性蛋白和可溶性糖含量升高,淀粉含量保持缓慢升高趋势;雄蕊原基形成期,可溶性蛋白和可溶性糖含量再次降低,淀粉含量也表现出降低趋势;心皮原基

形成期,可溶性蛋白、可溶性糖、淀粉含量均表现出升高趋势;盛放期,可溶性蛋白含量继续升高,而可溶性糖和淀粉含量则开始下降;衰老期,可溶性蛋白、可溶性糖和淀粉含量均表现出下降趋势。

### 2.3 花芽分化时期的激素含量变化

不同花发育时期的激素含量测定结果(图 3)表明,在花芽分化期间, $\text{GA}_3$  与 ABA 含量均保持较低水平,而 ZT、IAA 含量则波动明显。其中,在花序原基形成期时,叶片中 ZT 含量相对较高,而 IAA 含量则相对较低;在花原基形成期,ZT 表现出降低趋势,而 IAA 含量升高;在花瓣原基形成期,ZT、IAA 含量

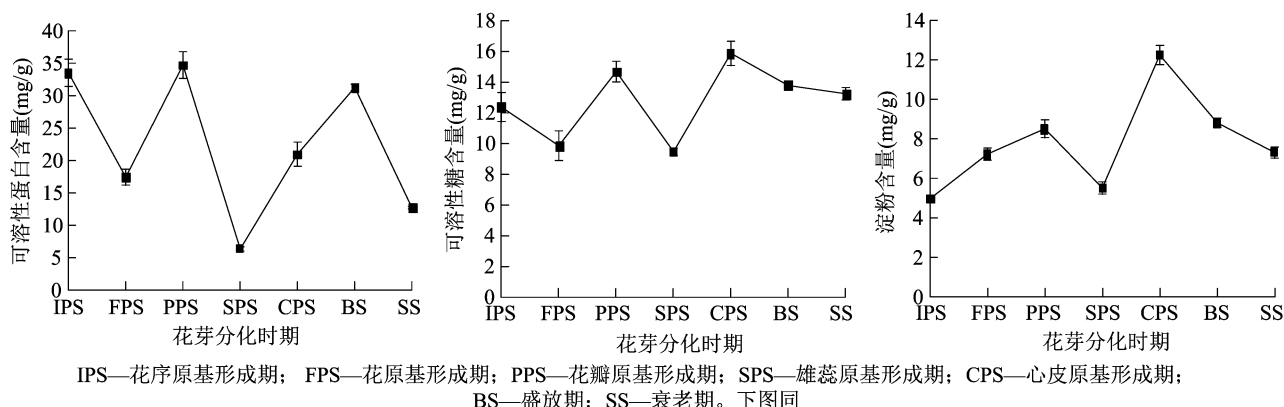


图2 不同花芽分化时期的可溶性蛋白、可溶性糖和淀粉含量变化

均升高;在雄蕊原基形成期,ZT、IAA 含量均降低;而心皮原基形成期,IAA 含量急剧升高,而 ZT 也表现出缓慢上升趋势。之后盛放期,IAA 含量变化不

大,ZT 含量升高缓慢,而  $GA_3$  和 ABA 含量则急剧升高;衰老期,ZT 表现出降低趋势,而  $GA_3$ 、IAA 和 ABA 则均表现出上升趋势。

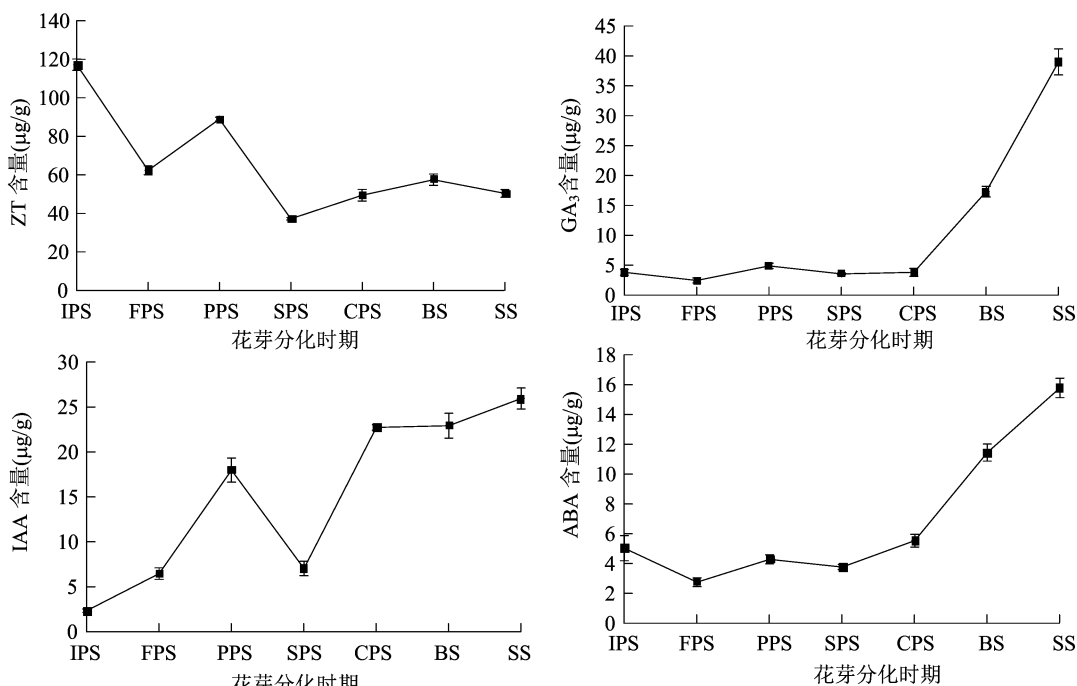


图3 不同花芽分化时期的内源激素变化

不同花发育时期的激素含量比值分析结果(图4)表明,在花序原基形成期,叶片中 ZT/ $GA_3$ 、ZT/IAA、ZT/ABA、 $GA_3$ /IAA 均相对较高,而  $GA_3$ /ABA 和 IAA/ABA 则均相对较低;在花原基形成期,ZT/IAA、 $GA_3$ /IAA 急剧下降,ZT/ $GA_3$ 、ZT/ABA 同样下降,但趋势略缓,而  $GA_3$ /ABA 和 IAA/ABA 则上升;在花瓣原基形成期,ZT/ $GA_3$ 、ZT/IAA、ZT/ABA、 $GA_3$ /IAA 保持下降趋势,而  $GA_3$ /ABA 和 IAA/ABA 保持上升趋势;在雄蕊原基形成期, $GA_3$ /IAA 略有上升,ZT/IAA 保持稳定,ZT/ $GA_3$ 、ZT/ABA、 $GA_3$ /ABA 和 IAA/ABA 均下降;在心皮原基形成期,

ZT/ $GA_3$ 、IAA/ABA 上升,而 ZT/IAA、ZT/ABA、 $GA_3$ /ABA 和  $GA_3$ /IAA 均下降;盛放期和衰老期,ZT/ $GA_3$ 、ZT/ABA、IAA/ABA 均表现出下降趋势,而  $GA_3$ /IAA、 $GA_3$ /ABA 表现出上升趋势,ZT/IAA 则保持低水平。

### 3 讨论与结论

本研究取样开花期红掌品种潘多拉不同苞片长度的花芽,通过石蜡切片确定了红掌的花芽分化进程,发现红掌的肉穗花序并不像马蹄莲花序具有雄花区和雌花区<sup>[10]</sup>。红掌的花芽分化是随着苞片

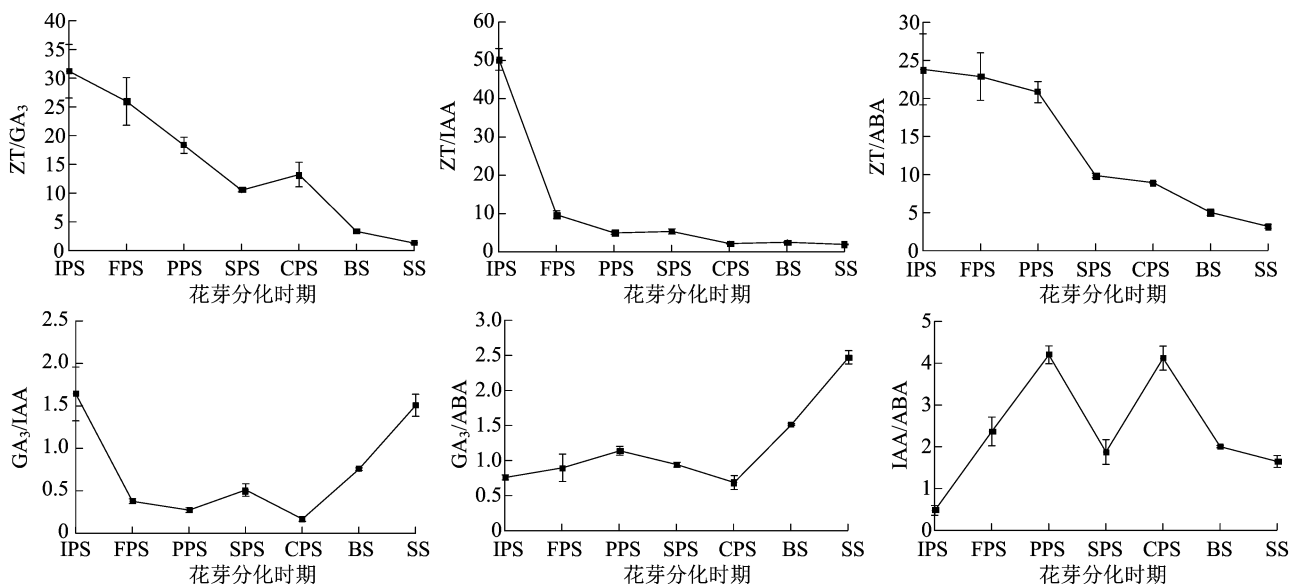


图4 不同花芽分化时期的内源激素比值变化

的成长而进行的,可以根据苞片长度的变化进行初步判断,包括花序原基形成期、花原基形成期、花瓣原基形成期、雄蕊原基形成期和心皮原基形成期 5 个时期。

不同花发育进程下对应叶片的可溶性蛋白、可溶性糖、淀粉含量呈现出较复杂的波动性变化。在花序原基形成期、花瓣原基形成期及盛放期,可溶性蛋白含量较高,说明这 3 个时期对应叶片中有旺盛的蛋白质合成发生。在花原基形成期、雄蕊原基形成期、盛放期对应叶片中的可溶性糖均表现出下降趋势,尤其是后 2 个时期叶片中淀粉含量下降幅度也较大,说明这 3 个时期发生所需能量较大,糖类物质消耗较多,这与百子莲盛花期叶片中可溶性糖、淀粉含量较低比较一致<sup>[11]</sup>。

不同花发育进程下对应叶片的激素含量也变化较大。花芽分化初期花序原基产生时,表现出较高的 ZT 含量和 GA<sub>3</sub>/IAA 高比值;花原基和花瓣原基的产生时期则 IAA 含量和 IAA/ABA 升高;雄蕊原基的产生时期整体激素水平较低;心皮原基形成期,IAA 含量和 IAA/ABA 比值再次表现出升高的趋势。盛放期和衰老期,GA<sub>3</sub>、ABA、GA<sub>3</sub>/IAA 和 GA<sub>3</sub>/ABA 则急剧升高,这与大多数园艺植物的变化规律<sup>[12-16]</sup>一致。

#### 参考文献:

- [1] 江 珊,张 莹,贾 琪,等. 我国红掌育种研究进展[J]. 河北农业科学,2010,14(6):53-54,122.
- [2] 卢帅雅,李斌奇,陈孝丑,等. 红掌遗传多样性及亲缘关系的 ISSR 分析[J]. 福建农业学报,2019,35(1):20-27.

- [3] 陈艳艳,黄少华,冷青云,等. 不同红掌杂交组合 F<sub>1</sub> 代重要形态性状的遗传分析[J]. 热带作物学报,2019,40(8):1488-1494.
- [4] 易双双,杨光穗,尹俊梅,等. 红掌主要观赏性状遗传多样性分析[J]. 热带作物学报,2017,38(12):2206-2214.
- [5] 白靖舒. 安祖花开花生物学特性与组织培养的研究[D]. 北京:北京林业大学,2005.
- [6] 张永红,王莲英. 安祖花生长发育特性初探[J]. 北京林业大学学报,1995,17(2):73-78.
- [7] 王宏辉. 红掌品种资源评价与杂交育种初步研究[D]. 南京:南京农业大学,2014.
- [8] 邹 琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [9] 于玉梅,刘春香,朱妍妍,等. 高效液相色谱法在黄瓜果实内源激素测定上的应用及改进[J]. 山东农业科学,2008(7):97-99.
- [10] 杨柳燕,张永春,汤庚国,等. 彩色马蹄莲花芽分化过程的光学显微观察[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2012,30(6):14-17.
- [11] 张 荻,申晓辉,卓丽环. 百子莲 (*Agapanthus praecox* ssp. *orientalis*) 开花生理特征的研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2011,29(3):6-13.
- [12] 王桐霖,吕梦雯,徐金光,等. 芍药鳞芽年发育进程及生理机制的研究[J]. 植物生理学报,2019,55(8):1178-1190.
- [13] 杨 盛,白牡丹,高 鹏,等. 果树花芽分化机理研究进展[J]. 落叶果树,2017,49(6):22-25.
- [14] 吕一帆,张馨之,晏 姿,等. 崇明水仙种球贮藏期内源激素变化规律[J]. 北方园艺,2017(2):76-79.
- [15] Yamaguchi N, Winter C M, Wu M F, et al. Gibberellin acts positively then negatively to control onset of flower formation in *Arabidopsis* [J]. Science,2014,344(6184):638-641.
- [16] Corbesier L, Prinsen E, Jacqumard A, et al. Cytokinin levels in leaves, leaf exudate and shoot apical meristem of *Arabidopsis thaliana* during floral transition [J]. Journal of Experimental Botany,2003,54(392):2511-2517.