

醉芙蓉花色变化的机理分析

刘嘉琦¹, 金惠强², 袁红艳¹, 陆小平¹

(1. 苏州大学 金螳螂城市建设学院 江苏 苏州 215123; 2. 苏州寒山园艺绿化工程有限公司 江苏 苏州 215129)

摘要:以醉芙蓉为材料, 对花冠的日周期变色规律进行了调查, 其花色由 6:00 的白色转为 12:00 的浅红, 15:00 以后变为深红色。用比色法对不同时间的花瓣进行了原花色素和花色素含量测定, 结果表明: 9:00 以前的花冠虽然无色, 但原花色素相对含量较高; 11:00 前后, 由于原花色素开始转化为花色素, 此时原花色素与花色素的含量差异减小; 17:00 以后, 原花色素大多转为花色素, 使花冠变为深红色。在花冠变色的过程中, 光周期和花瓣水分对花冠变色无影响。因此推测, 芙蓉花的变色可能是由于花瓣中的原花青素转化为花色素引起的, 且这种呈色不具光依赖性。

关键词:醉芙蓉; 原花青素; 花冠呈色

中图分类号: S 685.99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)11-0113-04

花青素(Anthocyanidin), 既是自然界中一类水溶性的天然色素, 也是植物花瓣中的主要呈色物质。其广泛存在于植物中, 属黄酮类化合物; 水果、花卉等色彩与其有关。在植物细胞液泡不同的 pH 值条件下花瓣呈现各种颜色。在酸性条件下呈红色, 并且其颜色的深浅与花青素的含量呈正相关性, 在碱性条件下花瓣则呈蓝色。花青素的颜色受许多因子的影响, 低温、缺氧和缺磷等不良环境也会促进花青素的形成^[1]。醉芙蓉是木芙蓉(*Hibiscus mutabilis* L.) 的一个变种, 属锦葵科植物。其花冠重瓣, 花色多变, 早晨绽放出的白色花中午变为浅红色, 傍晚则变为深红色。由于每朵花开放的时间有先有后, 常常在一棵树上看到白、粉红、红等不同颜色的花冠, 甚至一朵花上也能出现不同的颜色^[2]。因花朵一日三变其色, 故名醉芙蓉、三醉花。为了探讨醉芙蓉花瓣转色的原因, 以城市行道观赏灌木树种—醉芙蓉为材料, 调查分析了花冠的日周期变色及温度、光照对呈色的影响, 并对花冠细胞内原花青素变化进行了测定, 为解明观赏植物花色变化的生理机制提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

定植于苏州大学独墅湖校区的 3 a 生醉芙蓉。

1.2 试剂

甲醇、正丁醇、盐酸、硫酸铁铵、 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 溶液、原花青素(购于南京青泽医药科技开发有限公司)。正丁醇与盐酸按 95 : 5 的体积比混合。

第一作者简介: 刘嘉琦(1985-), 女, 在读硕士, 研究方向为园林植物与观赏园艺。E-mail: apple85162005@yahoo.com.cn

通讯作者: 陆小平。E-mail: szlxp@yahoo.com.cn

收稿日期: 2008-06-07

1.3 仪器

紫外分光光度计(UV-3000, 日本 HITACHI 公司)、光照培养箱(PYX-250-A, 广州科力仪器公司)、恒温水浴锅(KD-8D, 中国上海)。

1.4 方法

1.4.1 花色变化的时间周期调查 分别于 1 d 中 7:00、9:00、12:00、15:00、17:00 观察花朵的开放情况与花瓣的颜色变化。

1.4.2 花色变化与温度的关系 将 17:00 采集的离体花苞插入装有 150 mL 自来水的三角瓶中, 置不同温度梯度(5、10、15、20 及 25 ℃)的光照生化培养箱中, 观察花色变化及花苞开放程度并拍照记录。

1.4.3 原花色素含量的测定 原花色素含量的测定按参考文献[3]并作改进, 称取白色花瓣 1.0 g 置冰浴中研磨。用 5% 盐酸的正丁醇室温下浸提 3 次, 合并提取液, 定容至 25 mL。取出 6 mL 置于具塞锥形瓶中, 再加入 0.2 mL 硫酸铁铵溶液混匀, 置沸水浴回流 精确加热 40 min 后, 立即置冰水中冷却, 在加热完毕 15 min 后, 测 $\text{OD}_{546\text{ nm}}$ 值, 由标准曲线计算试样中原花青素的含量。每个样品重复 1 次取平均值计算, 2006 年 10 月和 2007 年 10 月各做 1 次。同时, 对 2007 年 10 月的样品用紫外分光光度计中扫描软件进行 400 ~ 650 nm 波段扫描。

1.4.4 花冠含水量的调查 取花冠插入装有 150 mL 自来水的三角瓶中, 每隔 2 h 称一次花器重量(每次称重前擦干花柄上的水滴)。

2 结果与分析

2.1 醉芙蓉在不同时间中的花色

醉芙蓉在花苞初开的当天其花色会产生多种变化, 在不同的时间段中, 花色由白色至粉红色再至深红色的不同的变化。此后花色较稳定, 多为红色(图 1)。由图 1

可知,在晴朗的天气,花冠在 12:00 以前花色多为白色,而 12:00 以后花色变粉红并加深。这种花瓣变色可能是细胞内原花青素转为花青素引起的。

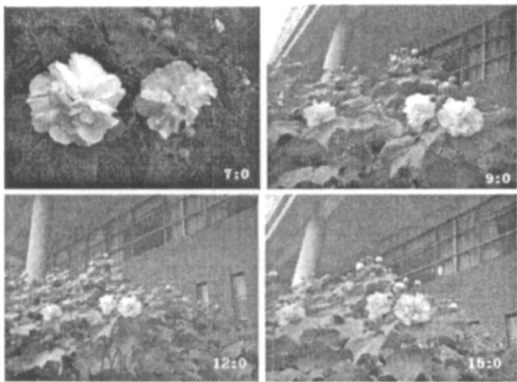


图 1 不同花色时间及花冠呈色

2.2 不同温度对花色的影响

将花苞置于相同光照、不同温度下观察,发现花苞(鹅黄色)置于 5℃中时一直不开放;置于 10℃中时,花苞也不开放;置于 15℃中时,花苞开始缓慢的开放,显色较浅,并且在黑暗中与在光照条件下,其开放程度相同;温度升至 20℃时,花才全部表现为红色(图 2)。有研究报道,在花瓣呈色的花青素生物合成中,至少需要有 3 种关键酶参与:二氢黄酮醇还原酶(DFR)、花青素合成酶(ANS)和类黄酮 3-葡萄糖基转移酶(3GT)。它们可将无色的二氢黄酮醇转化成有色的花色素^[4],且花青素中的酶的活性随着温度的变化而产生变化。调查发现,花冠的呈色随温度的升高而加深。环境温度只有达到一定值域时,花瓣才会完全展开并且出现颜色上的变化。温度低于 10℃时花冠呈色较低或不呈色(花瓣为白色);当环

境温度高于 15℃时花冠显粉红色。这一现象可能是温度升高到 15℃以上时,提高了花青素合成酶的活性,在花瓣细胞中形成花青素,使无色的原花色素变为有色的花色素。

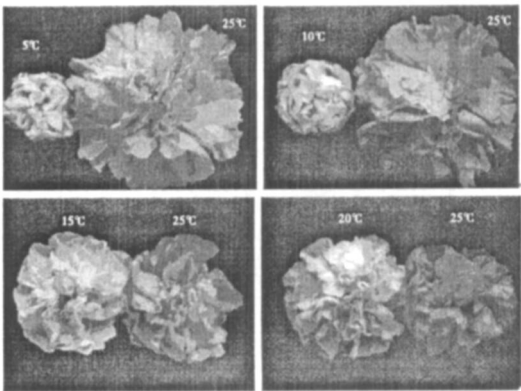


图 2 不同温度条件下的花色变化

2.3 花瓣中原花青素、花青素的测定

为了进一步探明醉芙蓉花冠在不同时间段中呈色的原因,对花冠细胞中原花青素、花青素的含量变化进行了测定(如图 3),由于原花青素本身为无色,在酸性条件下可生成深红色的花青素离子。因此,花瓣在酸性下煮沸后所测得的量是花瓣细胞中的原花青素量。由表 1 可知,煮前和煮后的花青素含量有明显差异。虽然花蕾和花苞多为白色,但原花青素含量较高,分别达 0.5 mg/g FW 和 0.319 mg/g; 11:00 以前的花冠仍为白色,其中的花青素和原花青素含量都较低; 13:00 前后粉红色的花瓣中花青素含量增加 1 倍; 15:00 以后花青素增加了 3 倍,此时的花瓣大多为深红色。这一结果表明花冠呈色与细胞内的原花青素有关。

表 1 原花青素的测定

	煮前(波长=546nm)	含量	煮后(波长=546nm)	含量	含量差
花蕾	0.1102	0.1860	0.4618	0.6883	0.5023
花苞	0.1143	0.1919	0.3581	0.5116	0.3197
7:00	0.0457	0.0939	0.1751	0.2787	0.1748
9:00	0.0455	0.0936	0.2237	0.3481	0.2445
11:00	0.0750	0.1357	0.2785	0.4264	0.2907
13:00	0.2402	0.3717	0.4320	0.6457	0.2740
15:00	0.6920	1.0171	0.9790	1.4271	0.4100
17:00	0.7606	1.1151	1.0353	1.5076	0.3925
19:00	1.1102	1.6164	1.4351	2.0788	0.4624
次日 8:00(同一朵花)	2.5724	3.7034	3.1602	4.5431	0.8397

2.4 花瓣中花青素吸收峰检测

在测 OD_{546nm} 值的同时,对测试样中花青素的最大吸收峰进行了扫描分析。结果表明,在 λ=300 nm 至 650 nm 区间,醉芙蓉花青素有两个最大吸收峰(图 4),分别为 λ=410 nm 和 λ=550 nm。λ=550 nm 是花青素吸

收峰,而 λ=410 nm 是非目的峰,可能是黄酮类(如红花苷)的吸收峰^[3]。从不同时间测试样的扫描图形来看,在 λ=550 nm 的吸收峰明显增加,而 λ=410 nm 的吸收峰保持相对稳定,表明试样中原花青素的 OD_{546nm} 值与其它成分无关。

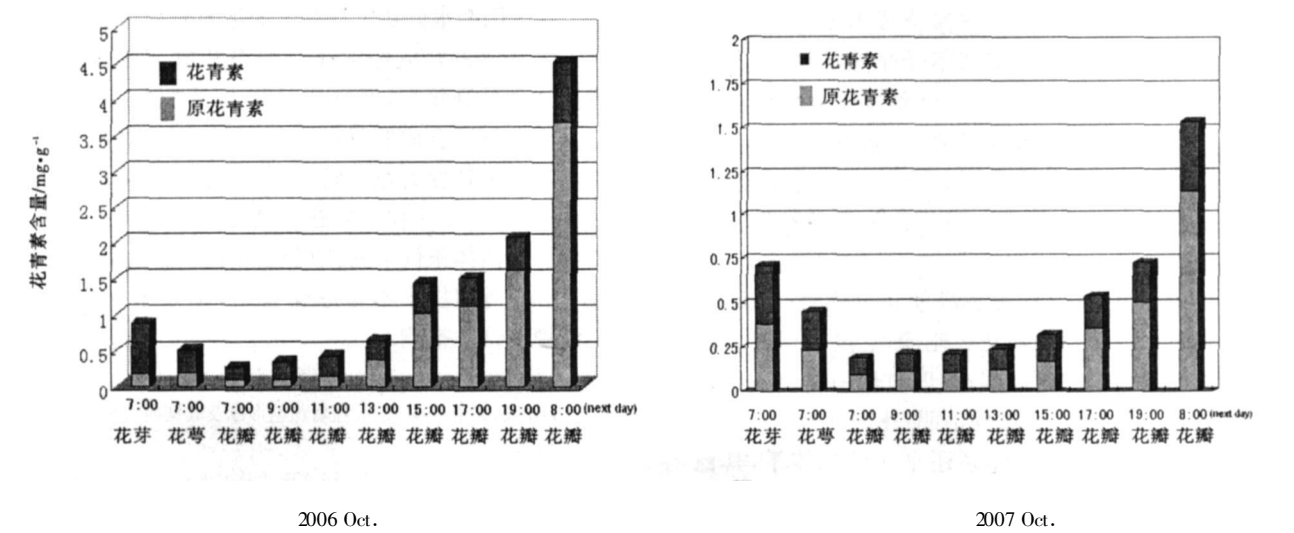


图3 醉芙蓉花冠在呈色过程中原花青素和花青素的变化

2.5 花冠含水量的变化

由于花瓣的蒸腾作用容易引起细胞内花青素相对含量增加,从而使花瓣的红色加深。为了调查花瓣水分对花冠呈色的影响,又调查了花冠的失水速率,结果如表2所示。

表1表明,花冠的水分在早晨最多,随着时间的推移水分逐渐减少。从全天的变化来看,15:00前后失水加快,17:00以后趋于平缓,这与花冠呈色几乎是同步的,即花冠

13:00至15:00为淡红色,15:00以后为深红色。

表2	花冠失水速率变化						
时间	8:30	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00
花冠重量/g	10.58	9.42	9.10	8.87	8.43	8.21	8.07
花冠水分的网减少/g		1.16	1.48	1.71	2.15	2.23	2.41
单位时间内的水分损失/g		0	0.32	0.23	0.44	0.08	0.18

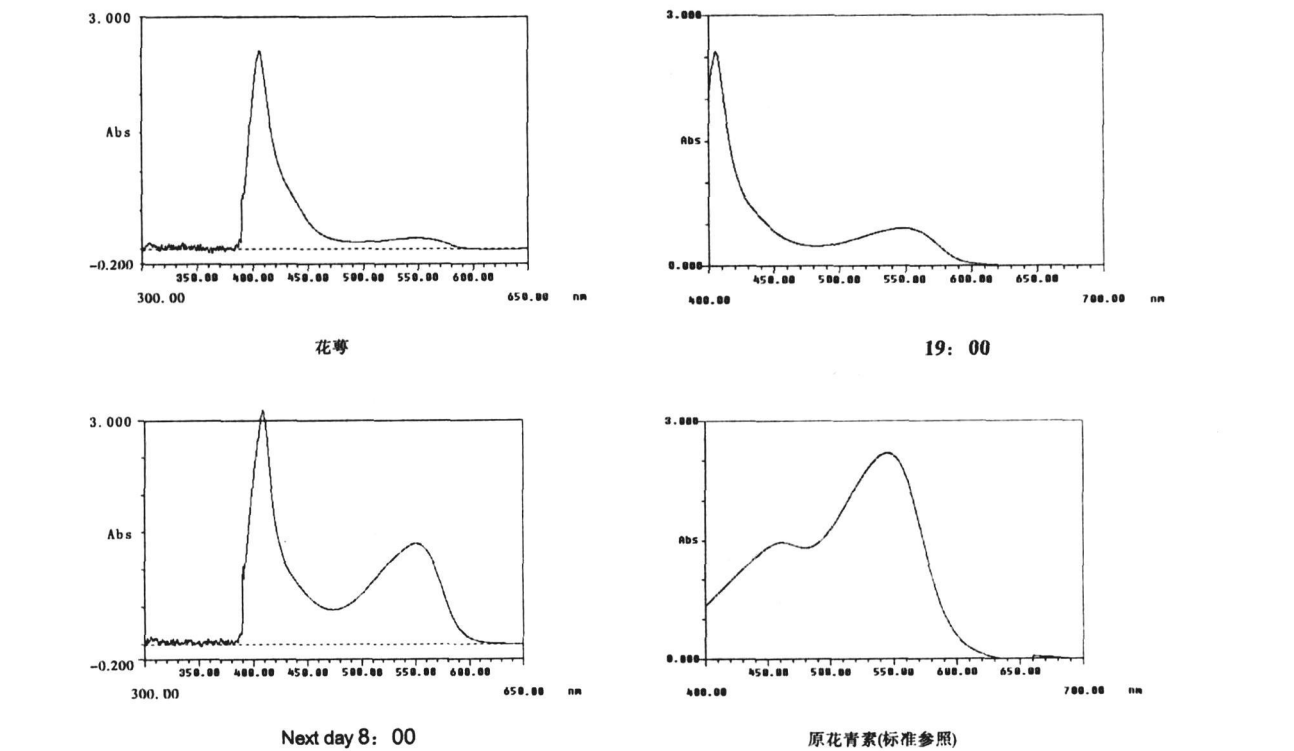


图4 醉芙蓉花青素吸收峰

3 讨论

大多数花卉、果实的花青素合成需要光照,即属于依光型;而有些花卉和果实却不受光照条件的影响,即属于非依光型。将醉芙蓉花冠分别置于光照条件下和黑暗条件下进行试验。结果表明,在温度等其他生长条件都适宜的情况下,无论花冠处于光照下还是黑暗中,都能够正常开放且呈红色。因此认为醉芙蓉花冠呈色属于非依光型。

喜温植物开花时,温度偏高使花色艳丽;相反,花期温度偏高使大部分植物的花色暗淡;温度稍低时多数植物花色鲜艳且维持较长时间;温度过低使花色不鲜艳且不表现固有花色^[5-6]。有试验证明:花瓣细胞中存在花青素,花青素无论是在天然体系还是在模拟体系,其稳定性都会受到温度的影响^[7]。花青素在不同的温度下的反应不同,导致花色产生不同的变化,试验也证明了这一点。醉芙蓉的生长适温为 15~25℃。温度过低花苞无法展开或不转色。醉芙蓉花冠在 15℃时花色为粉红色,当温度在 25℃以上时,花色变为深红色。相反,温度低于 10℃,参与花青素生物合成的酶系活性减弱,花苞几乎不开放或开放缓慢,且花色较浅。

适度水分使植物显示固有花色且花色维持长久,水分亏缺使花色转深,但花瓣不硬挺^[6]。花色苷类色素常均一性地溶解于液泡溶液中。但是,花色苷在液泡中稳定存在的关键是要避开水的攻击。调查结果显示花苞中的水分在一天中呈递减趋势,花色却随着水分的减少而颜

色变深。因而水分缺失与花色变化的关系尚难定论。

花色素的合成经常在花即将开放前或在花发育的早期达到最高峰^[8],但分析结果与其相反,即开放前或花发育的早期合成的只是原花青素,而在开放过程中才由原花青素转变为花青素。并且,在花瓣由白色转为红色的过程中,叶片和茎可能不是提供原花青素或花青素的库源。离体条件下的花瓣也能正常呈色以及幼叶、成熟叶和茎等组织中不含原花青素(结果未列出)的试验可以说明这一推测。

参考文献

- [1] 赵昶灵,郭维明,陈俊愉.植物花色形成及其调控机理[J].植物学通报,2005,22:70-81.
- [2] 赵宇瑛,张汉峰.花青素的研究现状及发展趋势[J].安徽农业科学,2005,33:904-905.
- [3] 尹金华,高飞飞,陈大成,等.荔枝果皮花色苷提取及稳定性研究[J].亚热带植物通讯,1999,28:20-23.
- [4] 刘仕芸,黄艳岚,张树珍.植物花青素生物合成中的调控基因[J].植物生理学通讯,2006,42:747-754.
- [5] 程金水.园林植物遗传学[M].北京:中国林业出版社,2000:23-39.
- [6] 黄蓉.园林植物开花生理与控制[M].北京:农业出版社,1990:93-99.
- [7] Dela G, Or E, Ovadia R et al. Changes in anthocyanin concentration and composition in Jaguar rose flowers due to transient high-temperature conditions[J]. Plant Science, 2003, 164:333-340.
- [8] Bartley G E, Scolnik P A. Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato development[J]. The Plant Cell, 1993(5):379-387.

Mechanism Analysis of Variety Corolla from *Hibiscus mutabilis* L

LIU Jia-qí¹, JIN Hui-qiang², YUAN Hong-yan¹, LU Xiao-ping¹

(1. School of Urbanology, Soochow University, Soochow, Jiangsu 215123, China; 2. Hanshan Gardening Afforestation Project Limited Company, Soochow, Jiangsu 215129, China)

Abstract: The changing colour of cotton rose in one day circle was investigated. The colour changed from white at 6:00 to pink at 11:00, and after 17:00, it became deep red. The original pigment and pigment contents at different times were determined by comparing colour method. Although the crowns were colorless before 9:00, but the relative amount of original pigments were higher. From about 11:00, the difference of original pigment and pigment lessened due to the transformation from original pigment to pigment began. After 17:00, the most of original pigments had shifted to pigment, so the colours of crowns became deep red. During the progress of the change colours, the circle of light and the water amount of petal had no influence in crown's colour. Based on results, the colour change of drunken cotton rose was supposed to owing to the shift from original pigment to pigment and it is independent of light.

Key words: *Hibiscus mutabilis* L.; Original anthocyanidin; Coloration corolla