

# 环境生态因子对牡丹花色及光合特性的影响

李敏

(菏泽学院园林工程系, 山东 菏泽 274200)

**摘要:**以“肉芙蓉”牡丹为试材,对露地和温室条件下各时期(从鳞芽萌动到开花)环境生态因子、光合特性和花色苷含量进行了测定。结果表明:露地和温室条件下的环境生态因子差异明显,温室中大气均温较露地高2.8℃,有效积温高62℃,空气相对湿度高10%,昼夜温差小4.78℃,光照时数少2.2 h,光照强度低7 710.4 lx,导致温室牡丹净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)极显著下降,分别下降60%,16.4%和17.5%;胞间CO<sub>2</sub>浓度(Ci)增加227%,花色苷含量下降39.3%。

**关键词:**生态因子;牡丹;花色;光合特性;影响

中图分类号:S685.11

文献标识码:A

文章编号:1004-874X(2013)13-0047-03

## Effects of environmental ecological factors on flower color and photosynthetic characteristics of peony

LI Min

(Department of Pharmaceutical Engineering, Heze University, Heze 274200, China)

**Abstract:** Using *Paeonia suffruticosa* Andr. 'Roufufeng' as experimental materials, the ecological factors, photosynthetic characteristics and anthocyanidin content of peony in open field and greenhouse were determined from bud to bloom. The result showed, the ecological factors in open field were obviously different with those in greenhouse. Under the condition of greenhouse, the atmosphere temperature, effective accumulative temperature and air humidity were respectively 2.8℃, 62℃ and 10% higher than open field. The temperature difference between day and night, sunshine time and light intensity in greenhouse were respectively 4.78℃, 2.2 h and 7710.4 lx less than open field. Those environmental ecological factors in greenhouse led to a decline of Pn, Tr and Gs of peony, and respectively decreased 60%, 16.4% and 17.5%, but an increase of 227% for Ci. Then anthocyanidin content of peony in greenhouse decreased 39.3% than open field.

**Key words:** ecological factors; peony; flower color; photosynthetic characteristics; effect

牡丹是中国特产名花<sup>[1]</sup>,已有上千年栽培历史,享有“国色天香”、“花中之王”的美誉,不仅可观赏,还可入药<sup>[2]</sup>。近年来,随着花卉产业的快速发展,温室催花牡丹生产规模不断扩大<sup>[3]</sup>,在一定程度上满足了消费者春节赏花的需求,但由于温室催花牡丹所处环境生态因子不同于自然开花牡丹,常造成花小、色淡等问题,影响了其观赏品质。目前对牡丹的研究多集中于品种群划分<sup>[4]</sup>、栽培措施<sup>[5-6]</sup>、逆境胁迫<sup>[7]</sup>对其生理特性的影响以及花色苷组成<sup>[8-9]</sup>等方面,有关环境生态因子对牡丹花色及光合特性影响的研究报道甚少。为此,研究自然开花和温室催花牡丹所处的不同环境生态因子对牡丹花色及光合特性的影响,弄清引起催花牡丹花色欠佳的环境因素,为改进牡丹催花技术、提高催花牡丹品质提供一定的理论依据。

### 1 材料与方

#### 1.1 试验材料

以露地栽培和温室促成栽培两种不同环境生态条件下的4年生牡丹为试材,品种为“肉芙蓉”,选取长势旺盛均一、无病虫害的植株。

#### 1.2 试验方法

试验于2011年12月至2012年4月在山东省菏泽市百花园牡丹种植基地进行。该基地位于115°26'26"E, 35°16'22"N,海拔47 m,属于温带大陆性气候,年平均气温

13.6℃,极端高温40.5℃,极端低温-16.5℃,无霜期210 d,年降水量636 mm,降水多集中在6-8月,年平均相对湿度57%,土壤为潮土。

**1.2.1 温室催花牡丹与露地牡丹栽培方法** 于2011年12月6日将已通过低温春化作用的牡丹上盆并搬入玻璃日光温室进行催花,催花期间的管理参照赵海军<sup>[10]</sup>的管理方法。露地牡丹按常规栽培措施<sup>[11]</sup>进行管理。

**1.2.2 环境生态因子的测定与计算** 为便于分析,将牡丹从花芽萌动到开花的过程分为A鳞芽萌动期(露地为2月27日至3月6日,温室为12月6-12日)、B花蕾显露期(露地为3月7-27日,温室为12月13-22日)、C花蕾增大期(露地为3月28日至4月10日,温室为12月23日至1月9日)、D绽蕾露色期(露地为4月11-15日,温室为1月10-15日)、E初开期(露地为4月16-19日,温室为1月16-20日)5个时期。

从鳞芽萌动期到初开期,用最高、最低温度计记录每日最高温和最低温;用干湿球温度计于每日2:00、8:00、14:00、20:00分别记录气温及空气相对湿度;用乔唐式日照计记录每日光照时数;用JD-3型照度计于每日8:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00对光照强度进行记录。根据以上记录计算日均温、昼夜温差、≥3.8℃的有效积温<sup>[12]</sup>、日均光照强度、日均相对湿度等。

**1.2.3 牡丹花色苷和光合特性的测定** 于2012年1月19日和4月18日,分别随机采集3株温室和露地牡丹同位花各3朵,取中间层花瓣采用盐酸甲醇法<sup>[13]</sup>进行花色苷的测定。

收稿日期:2013-04-24

基金项目:菏泽学院科学研究基金(XYJJKJ-2)

作者简介:李敏(1979-),女,硕士,讲师,E-mail:limin428@126.com

自牡丹完全展叶后,选取植株顶部花下倒数第4片叶采用 LI-6400 型便携式光合速测仪于每日 8:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00 分别进行净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)、胞间二氧化碳浓度(Ci)的测定,然后根据测定结果计算每日均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 自然开花与人工催花牡丹所处环境生态因子对比

表 1 自然开花与人工催花牡丹不同时期环境生态因子比较

时期	类型	经历时间(d)	均温(°C)	昼夜温差(°C)	有效积温( $\geq 3.8^{\circ}\text{C}$ )	自然光照时数(h)	自然光照强度(lx)	空气相对湿度(%)
A	自然开花	9	3.9	16.1	26	3.4	9025	60
	人工催花	7	12.8	17.2	54	5.8	9892	87
B	自然开花	21	7.2	21.3	81	6.0	14905	65
	人工催花	10	13.5	18.7	97	4.1	8905	72
C	自然开花	14	14.6	23.4	172	8.1	22152	59
	人工催花	18	14.5	12.5	193	4.3	12986	63
D	自然开花	5	14.3	17.0	63	6.7	19102	72
	人工催花	6	14.1	13.1	62	2.3	5434	79
E	自然开花	4	16.1	19.2	59	5.5	14925	70
	人工催花	5	15.2	11.6	57	2.2	4340	75

注:表中各指标值均为对应时期的日均值。

生态因子可以发现,自然开花牡丹在 A、B 两时期的均温较人工催花牡丹低,分别低 8.9、6.3°C;而 C、D、E 3 时期与人工催花牡丹相差很小,不足 1°C。自然开花牡丹的昼夜温差在 16.1~23.4°C 之间,人工催花牡丹的昼夜温差在 11.6~18.7°C 之间,前者昼夜温差比后者平均大 4~5°C。从鳞芽萌动到开花,人工催花牡丹共需  $\geq 3.8^{\circ}\text{C}$  的有效积温 463°C,而自然开花牡丹需 401°C,较前者少 62°C。自然光照时数和自然光照强度是人工催花无法调控的环境因素,却是牡丹促成栽培重要的限制因子,从统计结果可知,自然开花牡丹总光照时数为 326 h,较人工催花牡丹的 178 h 高 148 h,且自然开花牡丹光照强度除 A 时期外,其余各时期均高于催花牡丹,分别较催花牡丹高 6 000、9 166、13 668、10 585 lx。空气相对湿度在自然开花牡丹和人工催花牡丹两种生长类型下的差异也较大,前者在 59%~72% 范围内变化,后者在 63%~87% 范围内变化,且自然开花牡丹各个时期的空气相对湿度均比催花牡丹低,分别低 17%、7%、4%、7% 和 5%。

### 2.2 不同环境生态因子对牡丹花色素苷含量的影响

如图 1 所示,不同环境生态条件下牡丹花色素苷含量不相同,自然开花牡丹花色素苷含量为 1.215 A,温室催花牡丹为 0.872A,两者相差 0.343A,差异达极显著,表明自然开花牡丹生长期间的光、温、水等环境条件更有利于牡丹花色素苷的形成和牡丹观赏品质的提高。

### 2.3 不同环境生态因子对牡丹光合参数的影响

从表 2 可以看出,无论花蕾增大期、绽蕾露色期还是初开期,自然开花牡丹成熟功能叶的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度均极显著高于人工催花牡丹,且较人工催花牡丹分别高 68.2%、209.8%、238.6%、30.2%、10.8%、19.2% 和 9.6%、25.3%、28.6%;而胞间  $\text{CO}_2$  则以人工催花牡丹较

从表 1 可以看出,自然开花牡丹和人工催花牡丹所处的环境生态因子差异显著。自然开花牡丹从鳞芽萌动到开花,均温、昼夜温差、自然光照时数、自然光照强度、空气相对湿度等环境生态因子变化很大,而人工催花牡丹则由于特殊的温室栽培环境,各环境生态因子变化较小,仅自然光照时数和自然光照强度因受外界条件的影响变化较大。

对比自然开花牡丹和人工催花牡丹不同时期的环境

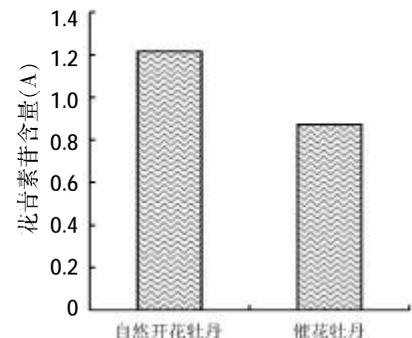


图 1 不同环境生态条件下牡丹花色素苷含量

高,分别比自然开花牡丹高 2.2、2.7、1.9 倍,表明自然开花牡丹光合作用、蒸腾作用较人工催花牡丹更强烈,代谢活动更活跃,且代谢过程偏向于合成方向,细胞间  $\text{CO}_2$  被大量用于合成碳水化合物,因而也导致  $\text{Ci}$  远低于人工催花牡丹。

## 3 结论与讨论

牡丹是喜光长日照植物,光照对牡丹生长发育具有重

表 2 自然开花与人工催花牡丹不同时期光合参数

时期	类型	Pn ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ )	Tr ( $\text{mmol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ )	Gs ( $\text{mmol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ )	Ci ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ )
花蕾增大期	自然开花	14.3**	2.24**	112.7*	194
	人工催花	8.5	1.72	102.8	616**
绽蕾露色期	自然开花	15.8**	2.06**	124.9**	176
	人工催花	5.1	1.86	99.7	654**
初开期	自然开花	14.9**	2.48**	138.5**	188
	人工催花	4.4	2.08	107.7	554**

注:“\*”表示差异显著,“\*\*”表示差异极显著。

要作用,有利于增强光合作用,促进碳水化合物形成,进而合成各种代谢产物,这在本试验中再次得到证明。自然生长的牡丹从鳞芽萌动到开花,光照时数达 326 h,而温室催花牡丹仅有 178 h,而且自然开花牡丹各时期(鳞芽萌动期除外)光照强度都高于人工催花牡丹,这使自然生长的牡丹净光合速率远远高于温室催花牡丹,促进了花色素苷的形成和积累,使自然开花牡丹花色素苷含量较温室催花牡丹高 39.3%,花朵更加艳丽美观。

作为起源于我国西北地区的温带落叶小灌木,牡丹具有喜温习性,温度直接影响其芽的萌动、根的伸长以及枝叶生长、开花等。据刘克长等<sup>[12]</sup>研究,温度高于 3.8℃,牡丹才开始代谢活动,而且均温、有效积温对牡丹生长速度、花前各物候期的长短起着决定作用。本试验发现,自然生长条件下的牡丹从鳞芽萌动期到初开期,大气均温基本呈逐渐上升的趋势,由 3.9℃逐渐上升至 16.1℃,而温室催花牡丹由于加入了人为控制措施,大气均温在 12.8~15.2℃之间小幅波动,这使得温室中生长的牡丹一直处于相对较高的温度中,因而从鳞芽萌动到开花,温室牡丹共用了 46 d 时间,比露地牡丹少 7 d。而通过有效积温的对比则发现,温室牡丹从萌芽到开花较露地牡丹多 62℃,这可能与温室牡丹昼夜温差小,夜间呼吸消耗多、积累少有关。另外,较高的温度也是造成牡丹花色黯淡的原因之一<sup>[14]</sup>。

喜燥恶湿是牡丹习性之一,从露地牡丹所生长的环境条件来看,60%~70%的空气相对湿度有利于牡丹的良好生长,而温室牡丹由于处于温室环境,空间相对封闭,且温度高,湿度大、大多数时间超过 70%、部分时间甚至接近 90%,在高湿条件下枝叶旺长,不利于可溶性糖的积累,甚至可引起花色素苷的分解<sup>[15]</sup>,从而对牡丹的品质产生一定的不良影响。

牡丹的品质与其生长的环境生态因子密切相关,光照、温度、水分、湿度、土壤、养分等的差异会对牡丹成花数量、花朵大小、色泽以及其生理代谢活动产生影响。本试验中由于露地和温室栽培使用的土壤、施肥水平相同,故未对土壤性状进行比较,但通过对其他环境生态因子的比较发现,温室环境中的大气均温较高、昼夜温差较小、光照较弱、空气相对湿度较大,这种条件导致牡丹从鳞芽

\*\*\*  
(上接第 33 页)

鲜叶的氨基酸含量大小顺序为阳坡>半阴半阳>林下>阴坡,即茶叶的品质依次降低,氨基酸含量在阴坡处理显著低于其他处理,阳坡、林下、半阴半阳处理之间差异不显著;MDA 含量的大小顺序为林下>阴坡>阳坡>半阴半阳,表明细胞膜脂过氧化程度依次降低,植物遭受逆境伤害的程度亦依次降低,MDA 含量在 4 种光照处理下差异不显著;SOD 活性大小顺序为半阴半阳>阳坡>林下>阴坡,SOD 活性在阴坡处理显著低于其他处理,阳坡、林下、半阴半阳处理之间差异不显著;CAT 活性大小顺序为半阴半阳>阴坡>林下>阳坡,CAT 活性在半阴半阳、阴坡处理下显著高于阳坡处理,与林下处理之间差异不显著;POD 活性大小顺序为阳坡>林下>半阴半阳>阴坡,

萌动到开花所需积温增加,时间缩短,成花质量下降,特别是花色质量下降显著。要弥补温室催花造成的牡丹质量下降,需要在栽培管理上采取相应的措施,通过养分、代谢等的调控提高其成花质量,这已在部分植物<sup>[16-17]</sup>上得以实现。因而今后温室催花牡丹的研究重点应放在提高温室催花牡丹质量的设施栽培措施上。

#### 参考文献:

- [1] 洪德元,潘开玉.芍药属牡丹组的分类历史和分类处理[J].植物分类学报,1999,37(4):351-368.
- [2] 杨小龙,张珂,许俊峰,等.牡丹皮药理作用的研究进展[J].河南科技大学学报(医学版),2012,30(2):157-160.
- [3] 孔素萍,王克安,段乃彬,等.牡丹春节催花促控技术[J].山东农业科学,2006(3):90-91.
- [4] 段春燕,侯小改,李连方.中国牡丹品种群野生原种特征及主要栽培区域[J].中国种业,2005(6):53.
- [5] 郑国生,何秀丽.夏季遮荫改善大田牡丹叶片光合功能的研究[J].林业科学,2006,42(4):27-32.
- [6] 刘晓娟,朱丽娟,杨秋生,等.根域限制对牡丹叶片代谢的影响[J].林业科,2012,48(12):54-57.
- [7] 刘春英,陈大印,盖树鹏,等.高、低温胁迫对牡丹叶片 PS II 功能和生理特性的影响[J].应用生态学报,2012,23(1):133-139.
- [8] 李嘉珏.中国牡丹品种图志(西北·西南·江南卷)[M].北京:中国林业出版社,2005.
- [9] Wang L S, Hashimoto F, Shiraishi A, et al. Phenetics in tree peony species from China by flowers pigment cluster analysis [J]. J. Plant Res,2001,114:213-221.
- [10] 赵海军.牡丹春节催花技术[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [11] 蒋立昶.菏泽牡丹栽培技术[M].天津:天津科技大学出版社,1996.
- [12] 刘克长,刘怀杞,张继祥,等.牡丹花前温度指标的确定与花期预报[J].山东农业大学学报,1991,22(4):397-402.
- [13] 杨秋生,朱丽娟,路玲,等.遮荫及蔗糖喷施对牡丹花色及光合特性的影响[J].河南农业大学学报,2005,39(3):249-253.
- [14] 赵昶灵,郭维明,陈俊愉.植物花色形成及其调控机理[J].植物学报,2005,22(1):70-81.
- [15] 孙建霞,张燕,胡小松,等.花色素苷的结构稳定性与降解机制研究进展[J].中国农业科学,2009,42(3):996-1008.
- [16] Zakhleniuk O V, Raines C A, Lloyd J C. Pho 3: A phosphorus-deficient mutant of Arabidopsis thaliana (L.) Heynh[J].Planta, 2001, 212(4):529-534.
- [17] Sadka A, Dewald D B, May G D, et al. Phosphate modulates transcription of soybean VspB and other sugar-inducible genes[J]. Plant Cell, 1994,6(5):737-749.

POD 活性在阳坡处理下显著高于阴坡处理,与林下和半阴半阳处理之间差异不显著。综上所述,光照对于茶叶生长最有利的条件顺序为:半阴半阳>阳坡>林下>阴坡。

#### 参考文献:

- [1] 邵通桥.发展贵定茶产业的战略思考[J].贵州农业科学,2004,32(5):98-99.
- [2] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:260-261,167-169,164-165.
- [3] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000:194-195.
- [4] 杨贤强,沈生荣.人工光照对离体茶鲜叶氨基酸及香气成分的影响[J].福建茶叶,1991(1):11-21.