

# ‘洛阳红’牡丹花色素种类的确定及遮荫与 外施蔗糖对花瓣还原糖含量的影响

朱丽娟<sup>1</sup>, 刘艺平<sup>2</sup>, 杨秋生<sup>2</sup>

(1. 郑州航空工业管理学院, 河南 郑州 450015; 2. 河南农业大学, 河南 郑州 450002)

**摘要:**以‘洛阳红’牡丹为试材,通过改变光照条件和外施蔗糖,研究其对‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的影响。结果表明:‘洛阳红’牡丹花色素种类为芍药素-3,5-双葡萄糖。遮荫和喷施蔗糖对‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量有较大影响。光照对花瓣还原糖含量的影响差异极显著( $P < 0.01$ )。在全光照、50%光照和20%光照条件下,喷施0.3 mol/L水平的蔗糖,对花瓣还原糖含量的影响达到显著水平以上( $P < 0.05$ ),光照条件越差,影响越显著。

**关键词:**‘洛阳红’牡丹;花色素;还原糖含量

**中图分类号:**S 685.11;Q 945.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)07-0053-05

‘洛阳红’(*Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’)是牡丹传统的栽培品种,具有抗性强、花色艳、花头多等优良特性,广泛用于城市公园、居住区、道路、风景区等,是北方城市常用的牡丹品种。有关牡丹的栽培起源、种质资源、品种分类、系统演化及栽培生理等方面都有较深入的研究<sup>[1-8]</sup>,但对‘洛阳红’牡丹的花色生理研究却很少见报道,该研究欲通过改变光照条件和外施蔗糖,研究其对‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的影响,为遮荫条件下延长花期,改善‘洛阳红’牡丹的观赏品质提供一定的理论依据。

**第一作者简介:**朱丽娟(1980-),女,硕士,讲师,研究方向为园林植物与园林规划设计。E-mail:zhulj918@yahoo.com.cn。

**收稿日期:**2011-12-22

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

材料取自洛阳国家牡丹基因库,‘洛阳红’花型为蔷薇型,有时呈菊花型。花蕾扁圆形;花紫红色(61-C),有光泽;花径16 cm×6 cm。花瓣多轮,质硬,排列整齐,基部具有紫黑色斑;部分雄蕊常有瓣化现象;雌蕊多而小,房色暗紫色,偶有结实。花梗较长,花朵直上,中花品种。株型高,直立。枝较细而硬,生长势强,成花率高,属传统品种<sup>[9]</sup>,露地栽培,选择生长势良好、生长均匀一致、株龄一致、无病虫害的植株。

### 1.2 试验设计

由表1可知,每小区4株,株行距为80 cm×80 cm,面积为6 400 cm<sup>2</sup>。分设2个处理:遮荫处理和喷施蔗糖

## Study on Extraction and Stability of Pigment from Petal of *Matthiola incana* (L.) R. Br.

ZHANG Xiao-ai<sup>1</sup>, DENG Qun-xian<sup>1</sup>, LI Ming-yang<sup>2</sup>, ZUO Jing<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture, Sichuan Agricultural University, Yaan, Sichuan 625014; 2. Chongqing Flowers Engineering Technology Research Center, College of Horticulture and Garden, Southwest University, Chongqing 400716)

**Abstract:** Taking *Matthiola incana* (L.) R. Br. petals as raw materials, by using solvent extraction method, by single factor experiment, and the orthogonal experiment, *Matthiola incana* (L.) R. Br. pigment extraction technology and pigment stability were optimized and studied. The results showed that the optimum *Matthiola incana* (L.) R. Br. petals pigment extraction technology were: with acetone extraction as agents, solid-liquid ratio was 1 : 40, extraction time was 3.0 h, 55℃ temperature. The pigments were not high temperature resistant, the oxidation resistance of the gender was weak, ultraviolet light had hypochromic effect obviously, under neutral partial weak acid could remain stable, glucose, citric acid in the protection. Fe<sup>3+</sup> had great influence on pigment.

**Key words:** violet; natural pigment; extraction; stability

处理。遮荫处理为 20%光照(2 层遮阳网)、50%光照(1 层遮阳网)和全光照(CK<sub>1</sub>)；喷施蔗糖处理设浓度水平为 I:0.3 mol/L, II:0.7 mol/L, III:1.0 mol/L 和清水(CK<sub>2</sub>)，即在 20%光照、50%光照和全光照下分别设置浓度水平为 0.3、0.7、1.0 mol/L 和清水的喷施蔗糖处理。在‘洛阳红’展叶期开始搭设遮荫棚到第 2 年谢花期，蔗糖喷施从展叶期到谢花期每周喷施 1 次，之后每 2 周喷施 1 次直到叶落。

表 1 试验设计

光照条件 Light conditions		试验设计			
全光照(CK <sub>1</sub> )	Full light	I	II	III	CK <sub>2</sub>
		II	III	I	CK <sub>2</sub>
		III	I	CK <sub>2</sub>	II
50%光照	50% light	II	I	CK <sub>2</sub>	III
		III	II	I	CK <sub>2</sub>
		CK <sub>2</sub>	III	II	I
20%光照	20% light	III	CK <sub>2</sub>	II	I
		CK <sub>2</sub>	I	III	II
		I	II	CK <sub>2</sub>	III

### 1.3 试验方法

1.3.1 ‘洛阳红’牡丹材料的采摘 在‘洛阳红’牡丹盛花期期间，每天上午 10:00 左右，将不同处理下盛开的‘洛阳红’牡丹连同花梗采摘，每小区随机采 3 株，每株采同位花 1 朵带花梗，立即放于液氮罐中，带回实验室后存于-70℃超低温冰箱，待测<sup>[10-11]</sup>。

1.3.2 ‘洛阳红’牡丹花色苷样品的提取和种类的确定 将 1.3.1 采得花瓣称取若干克，液氮下研磨成粉状，1% HCl 甲醇(HCl:CH<sub>3</sub>OH=1:99, v/v, 下同)溶液浸提 24 h，将浸提液过滤后稀释到适宜浓度使吸光度值在 0.8~1.3 之间，3 次重复，用尤尼柯 2 000 型分光光度计测出最大吸收峰值，并测定由少量氯化铝引起的光谱位移，以及 440 nm 处的吸光度 E<sub>440</sub> 和可见光部分最大吸光度 E<sub>max</sub> 的比率，取平均值。

1.3.3 ‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的测定 将 1.3.1 采得花瓣取 2.000 g，在研钵中研磨至糊状，用蒸馏水洗净入 50 mL 容量瓶中，当体积近 30 mL 左右时，将容量瓶置于 80℃的恒温水浴中保温 30 min，其间摇动数次，以便将还原糖充分提取出来，30 min 后取出冷却，定容至刻度，摇匀后过滤，待测。3 次重复，取平均值。测定采用斐林试剂法<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 ‘洛阳红’牡丹花色苷种类的确定

花色苷的种类决定着花瓣的颜色，花色苷光谱在波长 200~600 nm 范围内有特征性吸收峰，光谱中产生不同波长的吸收峰主要是由于花色苷中苷元的结构不同而引起的。常见的花色苷特有的吸收峰值见表 2，以波长为横坐标、吸光度为纵坐标做‘洛阳红’牡丹花色苷的吸收曲线。由图 1 可看出，‘洛阳红’花色苷

在 1% HCl 甲醇中的最大吸收波长是 524 nm，另外，测得 440 nm 处的吸光度和可见光部分最大吸收峰值的比为 13%，由表 2、3 可知，‘洛阳红’牡丹花瓣花色苷种类是芍药素-3,5-双葡萄糖及花青素-3,5-双葡萄糖。

表 2 花色苷可见光部分的光谱特性

Table 2 Spectral characteristic of visible light of anthocyanin

花色苷 Anthocyanin	最大吸收波长 λ <sub>max</sub> MeOH-HCl/nm
洋芹定 Apigeninidin-5-葡萄糖	477
Lutcolinidin-5-葡萄糖	495
天竺葵素-5-葡萄糖	513
天竺葵素-7-葡萄糖	508
天竺葵素-3-葡萄糖	506
天竺葵素-3,5-双葡萄糖	504
天竺葵素-3,7-双葡萄糖	498
花青素-3-葡萄糖及芍药素-3-葡萄糖	523
花青素-3,5-双葡萄糖及芍药素-3,5-双葡萄糖	524
Rosinidin-3,5-双葡萄糖	519
翠雀素-3-葡萄糖及碧冬茄-3-葡萄糖	534
翠雀素-3,5-双葡萄糖及碧冬茄-3,5-双葡萄糖	533
锦葵素-3-葡萄糖	534
锦葵素-3,5-双葡萄糖	533
Hirsutidin-3,5-双葡萄糖	532
Capensinidin-3-鼠李糖	533
天竺葵素-3,5-双葡萄糖-香豆酸	507
天竺葵素-3,5-双葡萄糖-咖啡酸	507
天竺葵素-3-接骨木糖-5-葡萄糖-香豆酸-阿魏酸	509
花青素-3-双葡萄糖-5-葡萄糖-香豆酸	523
花青素-3-双葡萄糖-5-葡萄糖-阿魏酸	530
花青素-3-葡萄糖-香豆酸	527
牵牛素-3-芸香糖-5-葡萄糖-香豆酸	538
锦葵素-3,5-双葡萄糖-香豆酸	536

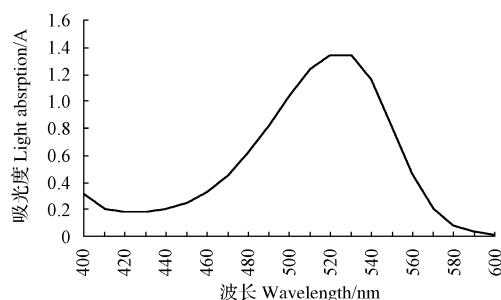


图 1 ‘洛阳红’牡丹花色苷的光谱吸收曲线

Fig. 1 Spectra of a magenta anthocyanin isolated from *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’

### 2.2 ‘洛阳红’牡丹的花色素种类的确定

目前，发现并提取出来在自然界存在的花色素有 6 种，其中以天竺葵色素、矢车菊色素、翠雀色素 3 种为主，另 3 种由此衍化而来，芍药花色素是由矢车菊色素甲基化形成的，矮牵牛花色素及锦葵色素则由翠雀素不同程度的甲基化而来的。以波长为横坐标、吸光度为纵坐标，做‘洛阳红’牡丹花色素的吸收曲线。由图 2 可看出，‘洛阳红’牡丹花色素的最大吸收波长在 532 nm 处，另测得 440 nm 处的吸光度和可见光部分最大吸光度的

表 3 未酰化花色苷可见光部分的光谱特性

Table 3 Spectral characteristic of visible light of no acylation anthocyanidin

花色苷 Anthocyanidin	糖苷类型 Glucoside type	E <sub>440</sub> /E <sub>max</sub>
天竺葵色素 Pelargonidin	无	39
	3-单葡萄糖苷	38
	3-鼠李葡萄糖苷	40
	3-龙胆二糖苷	36
	3-二葡萄糖苷-7(或 4')-葡萄糖苷	42
	5-葡萄糖苷	15
	3,5-二葡萄糖苷	21
	3-鼠李葡萄糖苷-5-葡萄糖苷	19
花青素 Anthocyanin	无	19
	3-单葡萄糖苷	22
	3-鼠李葡萄糖苷	23
	3-龙胆二糖苷	25
	3-木葡萄糖苷	22
	3,5-二葡萄糖苷	13
甲基花青素 Anthocyanins methyl	无	25
	3-单葡萄糖苷	26
	3,5-二葡萄糖苷	13
	3-鼠李葡萄糖苷-5-葡萄糖苷	12
	5-葡萄糖苷	12
	5-苯甲酸盐	11
翠雀素 Delphinidin	无	16
	3-单葡萄糖苷	18
	3-鼠李葡萄糖苷	17
	3,5-二葡萄糖苷	11
牵牛色素 Petunidin	无	17
	3-单葡萄糖苷	18
	3,5-二葡萄糖苷	10
	3-鼠李葡萄糖苷-5-葡萄糖苷	10
锦葵色素 Mallow pigment	无	19
	3-单葡萄糖苷	18
	3,5-二葡萄糖苷	12
	3-鼠李葡萄糖苷-5-葡萄糖苷	9

比为 25%，由表 3、4 可知，‘洛阳红’牡丹花瓣所含花色苷为芍药素。由此可知，‘洛阳红’牡丹所含的花色素主要是芍药花色苷，所含的花色素苷主要是芍药素-3,5-双葡萄糖。

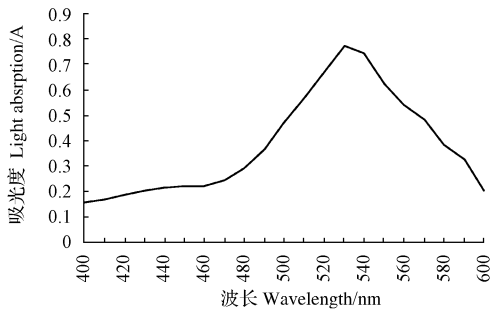


图 2 ‘洛阳红’牡丹花色苷的光谱吸收曲线

Fig. 2 Spectra of a magenta anthocyanidins isolated from *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’

表 4 花色苷可见光部分光谱特性

Table 4 Spectral characteristic of visible light of anthocyanidin

花色苷 Anthocyanidin	最大吸收波长 λ <sub>max</sub> /nm	E <sub>440</sub> /E <sub>max</sub>
天竺葵色素 Pelargonidin	520	39
矢车菊色素	535	19
芍药素	532	25
翠雀素 Delphinidin	544	16
牵牛色素 Petunidin	543	17
锦葵色素 Mallow pigment	542	19

2.3 遮荫对‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的影响

测定不同光照处理下，喷施清水的‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量。由表 5、6 可知，全光照下‘洛阳红’花瓣中的还原糖含量最高，为 3.35%，50%光照下为 2.76%，20%光照下为 1.96%。对数据进行 DPS 分析可知，光照条件对花瓣还原糖含量的影响差异呈极显著 ( $P < 0.01$ )。全光照下的光合有效辐射最大，光合作用强，光合产物高，还原性糖的含量相应增高，相反，20%光照下光合有效辐射最小，还原糖含量最低，还原糖含量与光合作用强弱有直接的关系。

表 5 光照强度对还原糖含量影响的方差分析

Table 5 Variance analysis table of reductive sugar content in petals of *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’ under different light intensities

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean square	F value	Level of significance
区组间 Interblock	0.0080	2	0.0040	0.343	0.7290
处理间 Between treatment	2.9216	2	1.4608	124.737	0.0002
误差 Error	0.0468	4	0.0117		
总变异 Total variation	2.9765	8			

表 6 光照强度对还原糖含量影响的多重比较

Table 6 Multiple comparison of reductive sugar content in petals of *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’

处理	均值	5%显著水平	1%极显著水平
Treatment	Mean value/%	5% level of significance	1% level of significance
全光照	3.35000	a	A
Full light			
50%光照	2.76333	b	B
50% light			
20%光照	1.96000	c	C
20% light			

2.4 外施蔗糖对不同光照条件下‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的影响

2.4.1 对全光照下‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量影响 由表 7、8 可知，全光照下，喷施不同浓度蔗糖，花瓣中还原糖含量相差较大，0.3 mol/L 浓度下的含量最高，为 4.31%，其次是 0.7 mol/L > 1.0 mol/L > 对照。外施蔗糖能促进花瓣中还原糖含量的增高，浓度越低促进作用越强，0.3 mol/L 浓度的促进作用强于 0.7 和 1.0 mol/L 水平，主要由于低浓度蔗糖溶液更有利于叶片的吸收和利用。DPS 多重分析结果表明，全光照下，0.3

mol/L 与对照相比影响显著( $P<0.05$ ),而其它 2 个水平影响不显著。

表 7 全光照下不同蔗糖浓度对‘洛阳红’  
花瓣还原糖含量影响的方差分析

Table 7 Variance analysis table of reductive sugar  
content in petals of *Paeonia suffruticosa* cv. ‘Luoyanghong’ under  
different sucrose concentration in full light intensities

变异来源 Source of variation	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	显著水平 Level of significance
区组间 Interblock	0.0025	2	0.0012	0.014	0.9860
处理间 Between treatment	1.4191	3	0.4730	5.413	0.0383
误差 Error	0.5243	6	0.0874		
总变异 Total variation	1.9459	11			

表 8 全光照下不同蔗糖浓度对‘洛阳红’  
花瓣还原糖含量影响的多重比较分析

Table 8 Multiple comparison of reductive sugar  
content in petals of *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’ under  
different sucrose concentration in full light intensities

处理 Treatment	均值 Mean value/%	5%显著水平 5% level of significance
I	4.31333	a
II	3.86333	ab
III	3.73667	ab
对照	3.35000	b

2.4.2 对 50%光照下‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量影响 由表 9、10 可知,50%光照下,0.3 mol/L 下‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量为 3.51%,0.7、1.0 mol/L 浓度下分别为 3.42%和 3.14%,对照最低为 2.76%,且由于光合有效辐射比全光照下低,光合作用弱,光合产物相对较低,50%光照下还原糖含量均比全光照下低。由方差分析结果可知,在 50%光照下,外施蔗糖对‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的影响达到显著水平( $P<0.05$ ),DPS 多重分析比较结果表明,0.3、0.7 mol/L 影响显著高于 1.0 mol/L 和对照,0.3、0.7 mol/L 处理间差异不显著,可知,50%光照下,外施蔗糖对提高‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量有显著的促进作用,0.3 mol/L 和 0.7 mol/L 对提高花瓣还原糖含量的促进作用较 1.0 mol/L 达到显著水平,较对照达到极显著水平。

表 9 50%光照下不同蔗糖浓度对‘洛阳红’  
花瓣还原糖含量影响的方差分析

Table 9 Variance analysis table of reductive sugar  
content in petals of *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’ under  
different sucrose concentration in 50% light intensities

变异来源 Source of variation	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	显著水平 Level of significance
区组间 Interblock	0.0005	2	0.0002	0.024	0.9763
处理间 Between treatment	1.0138	3	0.3379	34.877	0.0003
误差 Error	0.0581	6	0.0097		
总变异 Total variation	1.0724	11			

表 10 50%光照下不同蔗糖浓度对‘洛阳红’  
花瓣还原糖含量影响的多重比较分析

Table 10 Multiple comparison of reductive sugar  
content in petals of *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’ under  
different sucrose concentration in 50% light intensities

处理 Treatment	均值 Mean value/%	5%显著水平 5% level of significance	1%极显著水平 1% level of significance
I	3.50667	a	A
II	3.42333	a	A
III	3.14000	b	AB
对照 CK	2.76333	c	B

2.4.3 对 20%光照下‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量影响 由表 11、12 可知,20%光照下,0.3 mol/L 水平下花瓣还原糖含量最高为 3.36%,其次是 0.7 mol/L 和 1.0 mol/L,对照下的最低。20%光照下的光合有效辐射比 50%光照和全光照下低,光合产物相应最少。由方差分析结果可知,处理间的差异性为极显著( $P<0.01$ ),外施蔗糖能极显著的促进 20%光照下‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的提高。多重比较分析结果可知,0.3 mol/L 水平的促进作用较其它 2 个水平达到极显著,0.7 mol/L 和 1.0 mol/L 水平的促进作用较对照效果达到极显著。在 20%光照下,喷施 0.3 mol/L 蔗糖对促进‘洛阳红’牡丹花瓣还原糖含量的效果最好,其次是 0.7 mol/L 和 1.0 mol/L 水平。

表 11 20%光照下不同蔗糖浓度对‘洛阳红’  
花瓣还原糖含量影响的方差分析

Table 11 Variance analysis table of reductive sugar  
content in petals of *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’ under  
different sucrose concentration in 20% light intensities

变异来源 Source of variation	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	显著水平 Level of significance
区组间 Interblock	0.0058	2	0.0029	0.388	0.6943
处理间 Between treatment	2.9745	3	0.9915	132.247	0.0000
误差 Error	0.0450	6	0.0075		
总变异 Total variation	3.0253	11			

表 12 20%光照下不同蔗糖浓度对‘洛阳红’  
花瓣还原糖含量影响的多重比较分析

Table 12 Multiple comparison of reductive sugar  
content in petals of *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’ under  
different sucrose concentration in 20% light intensities

处理 Treatment	均值 Mean value/%	1%极显著水平 1% level of significance
I	3.36333	A
II	2.72333	B
III	2.60667	B
对照 CK	1.96000	C

### 3 结论与讨论

通过光谱法确定了‘洛阳红’牡丹花瓣中花色素的种类为芍药花色素,花色素苷的主要成分是芍药素-3,5-葡萄糖苷。花色主要由花色素苷的种类决定,芍药素-3,5-葡萄糖苷的颜色为品红色,决定了‘洛阳红’牡丹



花色为紫红色。该研究结果表明,全光照下,花瓣中的还原糖含量最高,50%光照其次,20%光照最低;方差分析结果表明,光照对还原糖含量的影响差异极显著。全光照下,光合有效辐射值最大,光合作用最强,还原糖的含量最高;遮荫处理下,光合有效辐射值小,还原糖含量低。

外施蔗糖能促进‘洛阳红’牡丹花瓣中还原糖含量的增加,光合有效辐射越低,光合作用越弱,促进作用越明显。不同浓度的蔗糖溶液对不同光照下‘洛阳红’牡丹花瓣内的还原糖含量影响差异较大:全光照下,0.3 mol/L处理显著高于对照处理,其它处理间差异不显著;50%光照下,0.3 mol/L和0.7 mol/L显著高于1.0 mol/L,极显著高于对照,0.3 mol/L和0.7 mol/L处理间差异不显著;20%光照下,0.3 mol/L极显著高于其它3个处理,0.7 mol/L和1.0 mol/L极显著高于对照,0.3 mol/L处理不同光照条件下提高还原糖含量效果最好,光照强度越低,外加糖源对促进还原糖形成的效果越明显。

碳水化合物是生成花色素苷的物质基础,糖类可作为代谢过程中的前体物质,促进花色素苷的代谢,并作为渗透调节因子来调节细胞的渗透势,从而影响花色素苷的合成,还作为信号因子,通过某些特异的信号传导途径来诱导不同花色素苷种类的形成。因此,在光照不足的情况下外施一定浓度的蔗糖能够弥补由于光合作用减弱而减少的光合产物,提高还原糖含量,增强‘洛阳红’牡丹的生长势,提高花色素苷含量,0.3 mol/L水平的促进效果明显优于0.7 mol/L和1.0 mol/L水平。

遮荫是园艺栽培中常用的栽培措施,通过对植物冠层及小气候的作用而影响植物的生长、发育过程。经观察,遮荫处理对‘洛阳红’牡丹花期有明显的推迟和延长

作用,50%光强下延长2~3 d,20%光强下延长3~5 d,这与郭香凤等<sup>[13]</sup>的调查结果不相同。遮荫的栽培措施常导致花径变小、花色变浅等问题,影响‘洛阳红’牡丹的观赏品质,因此,采取喷施0.3 mol/L蔗糖的方式,弥补由于光照不足导致还原糖含量过低,为花色素苷合成提供物质基础,既能延长‘洛阳红’牡丹的观赏时间,又能提高其观赏品质。

### 参考文献

- [1] 高志民,王雁,王莲英.牡丹、芍药繁殖与育种研究现状[J].北京林业大学学报,2001,23(4):75-79.
- [2] 陈向明.牡丹花期体内矿质元素含量特征[J].安庆师范学院学报(自然科学版),2002,8(2):60-62.
- [3] 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.
- [4] 成仿云,陈德忠.紫斑牡丹新品种选育及牡丹品种分类研究[J].北京林业大学学报,1998,20(2):27-32.
- [5] 陈向明,郑国生,张圣旺.牡丹栽培品种的RAPD分析[J].园艺学报,2001,28(4):370-372.
- [6] 陈向明,郑国生,孟丽.不同花色牡丹品种亲缘关系的RAPD-PCR分析[J].中国农业科学,2002,35(5):546-551.
- [7] 袁涛,王莲英.几个牡丹野生种的花粉形态及其演化、分类的探讨[J].北京林业大学学报,1999,21(1):17-21.
- [8] 林启冰,周志钦,赵宣,等.基于Adh基因家族序列的牡丹组(Sect. Moutan DC.)种间关系[J].园艺学报,2004,31(5):627-632.
- [9] 王莲英.中国牡丹品种图志[M].北京:中国林业出版社,1997.
- [10] 于晓南,张启翔.观赏植物的花色素苷与花色[J].林业科学,2002,38(3):147-153.
- [11] 孟祥春,张玉进,王小青.矮牵牛花瓣发育过程中花色素苷、还原糖及蛋白质含量的变化[J].华南师范大学学报(自然科学版),2001(2):96-99.
- [12] 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.
- [13] 郭香凤,史国安,孔祥生,等.喷施蔗糖对遮荫条件下牡丹生长和花朵观赏品质的影响[J].河南科技大学学报(农学版),2003,23(1):15-18.

## Determination of the Species of Anthocyanidin and Effects of Shading and Extraneous Source Sucrose on Petals Content of Reducing Sugar in *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’

ZHU Li-juan<sup>1</sup>, LIU Yi-ping<sup>2</sup>, YANG Qiu-sheng<sup>2</sup>

(1. Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou, Henan 450015; 2. Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

**Abstract:** Taking ‘Luoyanghong’ peony as test materials, by changing light conditions and adding sucrose, the reducing sugar content of ‘Luoyanghong’ peony petals were studied. The results showed that the ‘Luoyanghong’ peony anthocyanin was peonidin-3,5-double glucose. Shading and spraying sucrose had a great influence on the content of reducing sugar of ‘Luoyanghong’ peony petals. Light on the petals had a extremely significant difference ( $P < 0.05$ ) on the content of reducing sugar. In full sunshine, 50% light and 20% light conditions, the content of reducing sugar in reach significant level above on 0.3 mol/L level of sucrose on the petals ( $P < 0.05$ ), and with the light conditions became worse, it had more significant effect.

**Key words:** *Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghong’; anthocyanidin; reducing sugar