

# 生态因子及矿质元素对红花槭叶片色素含量的影响

马 晓<sup>1</sup>, 陈 刚<sup>2</sup>, 张冬梅<sup>3</sup>

(1. 河南职业技术学院 环境艺术工程系, 河南 郑州 450046; 2. 郑州师范学院 生命科学系, 河南 郑州 450044;

3. 上海市园林科学研究所, 上海 200232)

**摘 要:**分别对不同时期红花槭叶片中的色素含量及矿质元素(包括全 N、全 P、全 K、全 Cu、全 Fe、全 Zn)的含量进行了测定,并分析了生态因子(温度、湿度等)对红花槭叶片色素含量的影响以及它们之间的相关性。结果表明:花色素苷含量在红花槭变色期大幅增加,是导致其变色的主要色素;大量元素含量 7~9 月变化相对稳定,是进行叶分析的最佳时期;花色素苷与全 P、全 Fe、全 Zn 和昼夜温差呈显著正相关,有计划地提高 P 和 Fe、Zn 的施入量以及加大温差,可以促进花色素苷的形成。

**关键词:**红花槭;色素含量;生态因子;矿质营养

**中图分类号:**S 792.35 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)13-0086-03

红花槭(*Acer rubrum*)产自北美东部地区。幼枝红色;叶掌状 3~5 裂,宽约 10 cm,叶表面暗绿色,叶背覆有白粉,秋叶黄色、琥珀色或火红色,为优良的秋季色叶植物,有极高的观赏价值。选育后的红花槭有很多栽培品种,叶色鲜亮,变色期较长,如:‘October glory’、‘Red Sunset’、‘Autum Flame’等。现以表现良好的红花槭‘Red Sunset’品种为材料,对其色素含量和矿质元素的动态变化进行分析,分析环境因子对叶片呈色规律的影响,为红花槭的栽培、生产和园林应用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试树种为 2004 年 4 月从加拿大引种的 5 a 生红花槭(*Acer rubrum* ‘Red Sunset’),胸径 6 cm 左右,高 6.5~10.0 m。定植密度 2.5 m×3.0 m,灌溉条件良好。

**第一作者简介:**马晓(1980-),女,硕士,讲师,现主要从事园林植物与观赏园艺研究工作。E-mail: maxiao720@163.com.

**责任作者:**张冬梅(1970-),女,博士,研究员,高级工程师,现主要从事林木遗传育种工作。E-mail: zdm0512@sohu.com.

**收稿日期:**2012-03-26

### 1.2 样品采集

从展叶开始采样,每月采样 1 次;11 月处于变色关键期,叶中各元素含量变化较快,改为每周采样 1 次。于晴天早上 9:00~10:00,分东、西、南、北 4 个方向选取树冠外围当年生枝中部叶,每次取 6 株树采样,组成混合样品,采后立即放入冰盒保存。将样品放入含 0.1% 洗涤剂的水中快速洗去灰尘,然后用去离子水冲洗 3 次,备用<sup>[1]</sup>。

### 1.3 分析方法

花色素苷采用 0.1 mol/L HCl 浸提;叶绿素和类胡萝卜素用 80% 丙酮浸提<sup>[2]</sup>;全 N 采用凯氏定氮法测定;全 P 用钼钒黄比色法;全 K 用火焰光度法;全 Fe、全 Zn 和全 Cu 用原子吸收法测定<sup>[3]</sup>。

所有图表均采用 SPSS 10.0 处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 色素含量的动态变化

由图 1 可知,*A. rubrum* ‘Red Sunset’ 花色素苷在萌芽初期含量较高,为 0.25 mg/g FW,随着叶片逐渐展开含量有所下降,在 6~11 月间含量维持在较低的水平;11 月以后花色素苷含量急剧上升,11 月 29 日叶片中花

**Abstract:** The effects of different mulches on green-belt soil that covered with tree bark, organic garden waste and water permeable brick and weed were studied. The results showed that the green-belt soil covered with tree bark and organic garden waste could regulate the soil temperature, conserved the water and increased the fertility of the soil, with the increase of mulches thickness, the effects became larger. The covering of water permeable brick could increase the soil pH and soil bulk density. The weeds were controlled when the green-belt soil covered with the three kinds of mulches.

**Key words:** green-belt soil; tree bark; organic garden waste; water permeable brick; weed

色素苷含量达到 1.34 mg/g FW, 涨幅达 436%。总叶绿素含量的变化趋势为展叶初期及旺盛生长期含量增加很快, 在 6 月达到最高, 为 2.87 mg/g FW, 之后叶绿素含量逐渐下降, 在变色期含量急剧下降直至趋于 0。类胡萝卜素总的变化趋势是 5~6 月含量逐渐上升, 在 6 月达到最高, 为 1.04 mg/g FW, 而后逐渐下降。

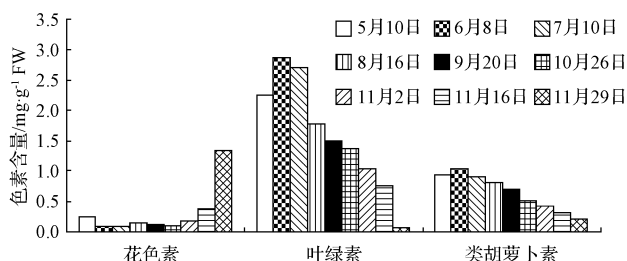


图 1 叶中色素含量的动态变化

Fig. 1 Dynamic variation of pigment of 'Red sunset'

## 2.2 大量矿质营养元素的动态变化

大量元素含量在整个生长季中均呈规律性变化(图 2)。从春季萌芽到秋季落叶, 整体上呈逐渐降低的趋势, 但各自的变化幅度不同。其中 N 变幅为 33.07~11.08 g/kg, P 为 0.34~0.15 mg/kg, K 为 0.71~0.22 mg/kg。其变化周期中 7~9 月相对稳定。大量元素在叶片中的含量大小依次为 N>K>P。

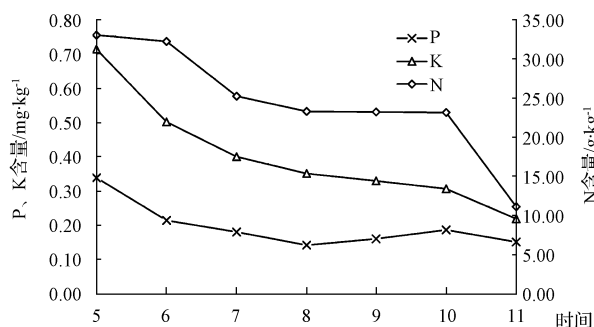


图 2 营养元素的动态变化

Fig. 2 Dynamic variation of mineral nutrition of 'Red sunset'

## 2.3 色素含量与其它因子的相关性分析

由表 1 可知, 'Red Sunset' 叶片的叶绿素含量分别与类胡萝卜素、全 K、平均气温呈显著正相关, 相关系数分别为 0.988、0.549 和 0.817, 其中叶绿素与类胡萝卜素、平均气温呈极显著正相关; 叶绿素含量与花色素苷、全 P、全 Fe、全 Zn、昼夜温差、平均湿度呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.670、-0.564、-0.858、-0.547、-0.657 和 -0.506, 其中叶绿素与花色素苷、全 Fe 和昼夜温差呈极显著负相关。

'Red Sunset' 叶片的类胡萝卜素与全 K 含量呈显著正相关, 相关系数为 0.533。由表 1 中还可知, 'Red

表 1

色素与生态及矿质元素相关性分析

Table 1

Correlation between pigment, mineral nutrition, environment factor

	叶绿素	类胡萝卜素	花色素苷	全 N	全 P	全 K	全 Cu	全 Fe	全 Zn	平均气温	昼夜温差	平均湿度
叶绿素	1.00											
类胡萝卜素	0.988 **	1.00										
花色素苷	-0.670 **	-0.727 **	1.00									
全 N	-0.02	0.01	0.03	1.00								
全 P	-0.564 *	-0.622 *	0.787 **	0.25	1.00							
全 K	0.549 *	0.533 *	-0.26	0.38	-0.14	1.00						
全 Cu	0.08	0.12	-0.20	0.05	-0.25	0.02	1.00					
全 Fe	-0.858 **	-0.872 **	0.629 **	-0.05	0.523 *	-0.48	0.17	1.00				
全 Zn	-0.547 *	-0.584 *	0.542 *	-0.03	0.34	-0.13	0.10	0.685 **	1.00			
平均气温	0.817 **	0.87 **	-0.848 **	-0.16	-0.749 **	0.500 *	0.09	-0.792 **	-0.637 **	1.00		
昼夜温差	-0.657 **	-0.737 **	0.644 **	-0.29	0.613 *	-0.524 *	-0.07	0.818 **	0.601 *	-0.75 **	1.00	
平均湿度	-0.506 *	-0.45	0.08	-0.24	-0.01	-0.692 **	0.21	0.526 *	0.28	-0.34	0.35	1.00

注: \*\* 代表 0.01 水平; \* 代表 0.05 水平。

Sunset' 叶片的类胡萝卜素与花色素苷、全 P、全 Fe、全 Zn、昼夜温差呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.727、-0.622、-0.872、-0.584、-0.737。

花色素苷分别与全 P、全 Fe、全 Zn、昼夜温差呈显著正相关, 相关系数分别为 0.787、0.629、0.542、0.644, 与平均气温呈显著负相关, 相关系数为 -0.848; 全 P 与全 Fe、昼夜温差呈显著正相关, 相关系数分别为 0.523、0.613, 与平均气温呈显著负相关, 相关系数为 -0.749; 全 K 含量与平均气温呈显著正相关, 相关系数为 0.500, 与昼夜温差、平均湿度呈显著负相关, 相关系数分别

-0.524、-0.692; 全 Fe 与全 Zn、昼夜温差、平均湿度呈显著正相关, 相关系数分别为 0.685、0.818、0.526, 与平均气温呈显著负相关 -0.792; 全 Zn 含量与昼夜温差呈显著正相关, 相关系数为 0.601, 与平均气温呈显著负相关, 相关系数为 -0.637。

## 3 结论与讨论

由 'Red Sunset' 叶片色素的季节变化可以看出, 秋季是红花槭 'Red Sunset' 的最佳观赏期。变色期, 'Red Sunset' 的花色素苷含量急剧增加, 叶绿素含量急剧下降直至趋于无, 类胡萝卜素含量逐步下降。结果表明, 花

色素苷是导致'Red Sunset'变色的主要色素。

有研究表明,花色素苷的积累和温度有关。对凤仙花、一品红和甜橙等的研究发现<sup>[4-6]</sup>,冷处理使花色素苷的含量增加。一般认为较大的昼夜温差,可以促进花色素苷的合成。该试验研究表明,花色素苷含量与昼夜温差呈极显著正相关,在一定时期花色素苷含量与气温呈极显著负相关,这与前人的研究结果一致。很多色叶树种在昼夜温差较大的地区变色明显,叶色鲜亮,显然有一定的理论根据,但如何通过栽培措施控制温度及温度变化使其定期变色还有待进一步研究。

植物在年生长周期中,叶片中的营养元素含量随物候而变化,定期采样,分析其中营养元素含量的变化,找出适宜的采叶期,是对树体营养状况做出诊断的关键。前人的研究表明,在营养元素变化相对稳定期进行树体的营养诊断较为合适<sup>[7-8]</sup>,从红花槭'Red Sunset'叶片中大量元素含量的动态变化可知,7~9月含量相对稳定。故'Red Sunset'在7~9月较适合进行采叶诊断。

前人研究认为红色系花卉过度供给N,则红色减退;K不足则阻碍光合作用能量传递和增加呼吸,因而降低净光合作用,相反则能促进光合作用有利于碳水化合物的积累;P在碳水化合物的代谢中起重要作用,而许多微量元素可以促进花色素苷的合成<sup>[9-11]</sup>。

该试验通过分析红花槭'Red Sunset'色素与矿质元素的相关性表明,花色素苷与全P、全Fe和全Zn呈显著正相关;与K无显著相关性。这与前人的研究结果基本一致,生产中可以在10月有计划地提高P肥和Fe、Zn肥的施入量,以促进花色素苷的形成,具体的施肥配方有待于进一步的研究。

#### 参考文献

- [1] 唐前瑞. 红檵木遗传多样性及其叶色变化的生理生化研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2001.
- [2] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,1990.
- [3] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤农化分析[M]. 上海:科学技术出版社,1981.
- [4] Alston R E. Physiology and the inheritance of anthocyanin pattern[J]. *Genetica*,1959,30(1):261-277.
- [5] Marousky F J. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*,1968,92:678.
- [6] Meredith F I, Young R H. *Proc. First Intl. Citrus Symp.* 1968,1:271.
- [7] 马国瑞. 园艺植物营养与施肥[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [8] 曲柏宏,朴红权. 苹果梨树营养状况的初步研究[J]. *园艺学报*,1996,23(4):334-338.
- [9] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学(上册)[M]. 北京:人民教育出版社,1979.
- [10] 邹帮基,何雪晖. 植物的营养[M]. 北京:农业出版社,1985.
- [11] 陈朱希昭,邓岳芬,梁德印,等. 棉花缺钾的解剖学特征观察[J]. *北京大学学报(自然科学版)*,1988,24(4):467-476.

## Influence of Environment Factors and Mineral Nutrition on the Pigments Productions in Leaves of *Acer rubrum* 'Red Sunset'

MA Xiao<sup>1</sup>, CHEN Gang<sup>2</sup>, ZHANG Dong-mei<sup>3</sup>

(1. Department of Environment Artistic Engineering, Henan Vocational and Technical College, Zhengzhou, Henan 450046; 2. Department of Life Sciences, Zhengzhou Normal University, Zhengzhou, Henan 450044; 3. Shanghai Landscape Gardening Research Institute, Shanghai 200232)

**Abstract:** The dynamic content of pigments and mineral nutrition in the leaves of *Acer rubrum* 'Red Sunset' in different month and the relationship between them were analyzed. The result showed that the increasing of anthocyanin was the main factor of color changing in the autumn; the most of nutrient elements in leaves had a variation with little fluctuation from July to September, so it was a good time for nutrition inspection; a significant positive correlation between the content of anthocyanin and P, Fe, Zn was provided, so enhancing fertilization of P, Fe and Zn would increase the accumulation of anthocyanin.

**Key words:** *Acer rubrum* 'Red Sunset'; pigments content; environment factors; mineral nutrition