

王小青,姜卫兵,韩 键,等. 南京地区越冬期间红花檵木叶片的生理变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):250-252.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.083

# 南京地区越冬期间红花檵木叶片的生理变化

王小青,姜卫兵,韩 键,姚征宏

(南京农业大学园艺学院,江苏南京 210095)

**摘要:**以圆叶青型、大叶红型和透骨红型等3种类型的红花檵木苗木为试材,在江苏南京地区秋末至深冬(2012年11月至2013年1月)自然降温进程中,测定叶片的相对电导率、丙二醛(MDA)含量、叶绿素含量、净光合速率( $P_n$ )、可溶性糖含量及超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性等相关生理指标的变化。结果表明,随着秋末至深冬温度的降低,3种红花檵木叶片的相对电导率和MDA含量都不断增加,叶绿素含量和净光合速率呈逐渐下降的趋势;而叶片可溶性糖含量仅在秋末冬初期间升高,至深冬开始下降;SOD活性在秋末冬初期间急剧增强,至深冬呈现高位水平;POD活性则在秋末到深冬呈稳定增强的趋势。综合比较3种红花檵木在南京地区越冬自然降温过程中多项生理指标可知,3种红花檵木都有一定的适应能力,但透骨红型与大叶红型不如圆叶青型耐寒性好。

**关键词:**南京地区;红花檵木;叶片;生理特性;自然降温;耐寒性

**中图分类号:** Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0250-03

红花檵木(*Loropetalum chinese* var. *rubrum*)别称红檵木、红檵木,为金缕梅科(Hamamelidaceae)檵木属檵木变种<sup>[1]</sup>。嫩枝被暗红色星状毛,叶互生,革质,卵形,全缘,嫩叶淡红色,越冬老叶暗红色;花4~8朵簇生于总状花梗上,呈顶生头状或短穗状花序,花瓣4枚,淡紫红色,带状线形;蒴果木质,倒卵圆形;种子长卵形,黑色,光亮;花期4—5月,果期9—10月。红花檵木枝繁叶茂,树态多姿,木质柔韧,耐修剪蟠扎,多用于园林绿化和制作树桩盆景。

红花檵木作为常绿观赏植物在园林绿化中备受重视,应用越来越广泛。目前,对红花檵木的研究多集中于呈色机理、变色规律、繁育及在园林中的应用等方面,而对红花檵木抗寒性、抗逆性等生理生化方面的研究报道较少<sup>[2]</sup>。低温胁迫不仅影响红花檵木的生长发育,也是其“北移”的主要限制因子。本试验通过对江苏南京地区红花檵木越冬期间生理变化进行研究,探明南京地区红花檵木对低温胁迫的生理适应性,为红花檵木越冬管理、扩大引种栽培及园林应用提供科学依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验材料

试验于2012—2013年在南京农业大学校园内进行,从侯伯鑫命名的三大类型<sup>[3]</sup>中各选取1个类型作为参试品种,分别为圆叶青型、大叶红型、透骨红型。3种类型红花檵木选取生长健壮、长势相近的二年生植株各20株,种植于内径30 cm、深25 cm的花盆中,栽培基质为园土:基质:有机

肥 = 1 : 1 : 1,每盆1株,盆距100 cm,常规水肥管理。

### 1.2 试验方法

分别在2012年11月11日、11月27日、12月11日、12月24日以及2013年1月18日进行叶片相对电导率、丙二醛(MDA)含量、叶绿素含量、叶片净光合速率( $P_n$ )、可溶性糖含量以及过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定。叶片选择无病虫害的枝梢成熟功能叶(由枝顶往下数第3张至第5张叶片),重复3次。

**1.2.1 测量方法** 相对电导率的测定参照徐康等的方法<sup>[4-5]</sup>;丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法<sup>[6]</sup>;叶绿素含量的测定采用朱广廉等的方法<sup>[7]</sup>,用20 mL提取液(丙酮与无水乙醇体积比为1:1)避光浸提24 h后测定440、645、663 nm的D值;可溶性糖含量的测定采用苯酚法<sup>[6]</sup>;过氧化氢酶及超氧化物歧化酶活性的测定分别采用愈创木酚法<sup>[8]</sup>和氮蓝四唑(NBT)法<sup>[9]</sup>。

叶片净光合速率( $P_n$ )的测定均选择晴朗的天气进行,选取新梢中部向阳面生长健康的功能叶,于07:00—17:00每2 h测量1次,用英国PP-System公司的CIRAS-1型光合测定系统采用开放式气路进行测定,每次测定5次重复,取日平均值。

**1.2.2 数据分析方法** 试验数据用SPSS数据处理系统和Excel软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 试验期的温度变化

秋末至深冬(2012年11月11日至2013年1月18日)的试验期间,南京地区气温总体呈下降趋势。由秋末(2012年11月11日)的日平均气温16.8℃降到深冬(2013年1月18日)的6.9℃,该时期内日均气温如图1所示。

### 2.2 相关生理指标的变化

**2.2.1 细胞膜透性的变化** 以叶片相对电导率表示植物在低温伤害下细胞膜透性的变化,是评价植物抗寒性较直观

收稿日期:2014-10-23

作者简介:王小青(1989—),男,湖南衡阳人,硕士研究生,主要从事果树分子研究。E-mail:276880654@qq.com。

通信作者:姜卫兵,教授,硕士生导师,主要从事园艺园林树种资源、生理、生态和园林规划设计工作。Tel:(025)84396964;E-mail:weibingj@sohu.com。

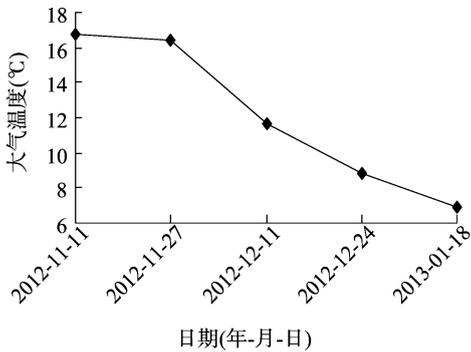


图1 试验基地秋末至深冬的气温变化情况

的方法<sup>[10]</sup>。在低温胁迫下,相对电导率越高,表明细胞膜透性程度越高,组织所受的伤害越重。由图2可知,从秋末至深冬,随着气温的降低,3种红花檵木的叶片相对电导率都在不断升高,即气温越低,细胞膜的透性越大,说明低温对细胞膜造成的损伤越大。其中,叶片相对电导率增幅最大的是大叶红型(56.3%),增幅最小是圆叶青型(38.0%),透骨红型(54.0%)居中,且圆叶青型一直处于较低水平。

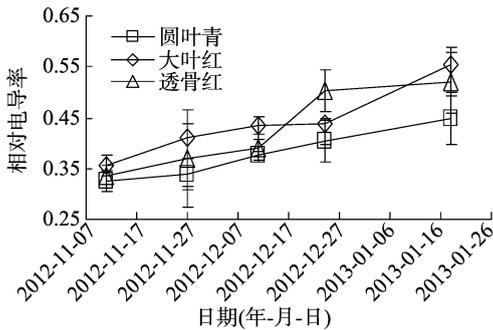


图2 自然降温过程中3种红花檵木叶细胞相对电导率的变化情况

2.2.2 叶片MDA含量的变化 植物器官衰老或在逆境下遭受伤害,往往发生膜脂过氧化作用,MDA是膜脂氧化的最终产物,其含量可以反映植物遭受逆境伤害的程度。如图3所示,从秋末至深冬,3种红花檵木的MDA含量都逐渐升高,其中圆叶青型的MDA含量一直处于较低水平,大叶红型处

于较高水平。大叶红型、透骨红型、圆叶青型的增幅分别为61.1%、60.7%、38.7%。

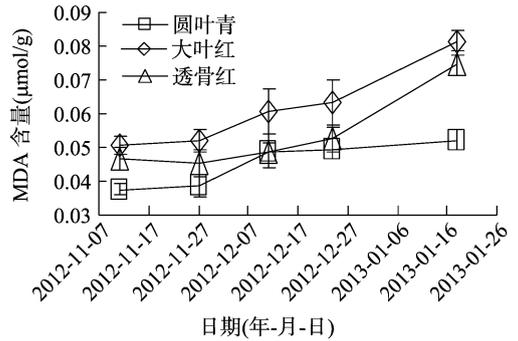


图3 自然降温过程中3种红花檵木MDA含量的变化情况

2.2.3 叶绿素含量的变化 如图4所示,随着气温的降低,3种类型红花檵木的叶绿素含量都呈现出逐渐降低的趋势。其中,大叶红型、透骨红型的叶片叶绿素含量降幅较大,分别达到28.0%、20.6%;而圆叶青型的叶片叶绿素含量降幅相对较小,为12.5%,且圆叶青型叶绿素含量整体水平一直相对较高。

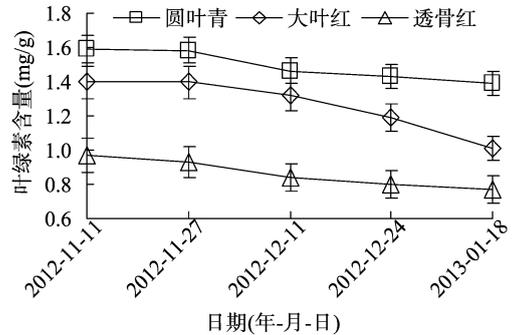


图4 自然降温过程中3种红花檵木叶绿素含量的变化情况

2.2.4 叶片净光合速率变化 从表1可以看出,从秋末至深冬,3种类型红花檵木叶片净光合速率( $P_n$ )均逐渐降低,圆叶青型、大叶红型、透骨红型 $P_n$ 的降幅分别为81.2%、83.2%、83.7%,而圆叶青型的 $P_n$ 一直处于较高水平。

表1 自然降温过程中3种红花檵木叶片净光合速率的变化

品种	净光合速率[ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]				
	11月11日	11月27日	12月11日	12月24日	1月18日
圆叶青型	3.40 ± 0.32aA	2.86 ± 0.32bA	1.68 ± 0.23cA	0.98 ± 0.09dA	0.64 ± 0.06dA
大叶红型	3.01 ± 0.34aAB	2.42 ± 0.31bAB	1.42 ± 0.21cA	0.92 ± 0.10dA	0.51 ± 0.17dA
透骨红型	2.77 ± 0.28aB	1.86 ± 0.22bB	1.26 ± 0.24cA	0.90 ± 0.23cA	0.45 ± 0.05dA

注:不同小写字母表示同一品种不同时间在0.05水平差异显著,不同大写字母表示不同品种同一时间在0.05水平差异显著。

2.2.4 可溶性糖含量的变化 可溶性糖是植物体内重要的渗透调节物质和冰冻保护物质<sup>[11]</sup>。如图5所示,3种红花檵木的叶片中可溶性糖含量在秋末冬初期间升高,至深冬开始下降。其中,圆叶青型可溶性糖含量一直处于较高水平。圆叶青型、透骨红型、大叶红型红花檵木可溶性糖含量分别增加25.09、22.08、14.99 mg/g。

2.2.5 超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性变化 超氧化物歧化酶和过氧化物歧化酶是膜脂氧化的酶促防御系统的保护酶,酶活性的增强是组织细胞对低温胁迫的一种保护性应激反应,可保护植物不受冷伤害<sup>[12-13]</sup>。如图6所示,在秋末

至深冬自然降温过程中,3种红花檵木叶片SOD活性变化趋势基本相同,在秋末冬初期间SOD活性急剧增强,至深冬呈现高位水平。而POD活性则在秋末到深冬呈稳定增强的趋势,其中圆叶青型红花檵木变化幅度最大,增加了1倍;大叶红型红花檵木和透骨红型红花檵木分别增加了0.7、0.6倍,且圆叶青型POD活性处于较高水平。

### 3 结论与讨论

在南京地区秋末至深冬自然降温过程中,3种红花檵木叶片的相对电导率和MDA含量都不断增加,叶绿素含量和

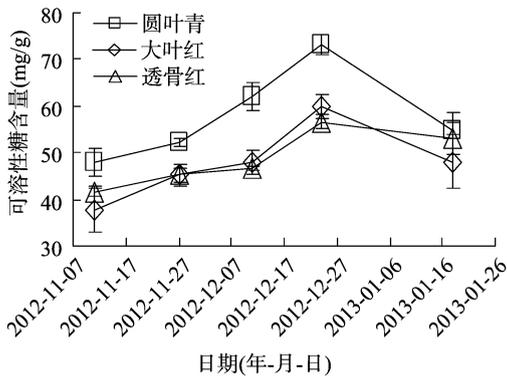
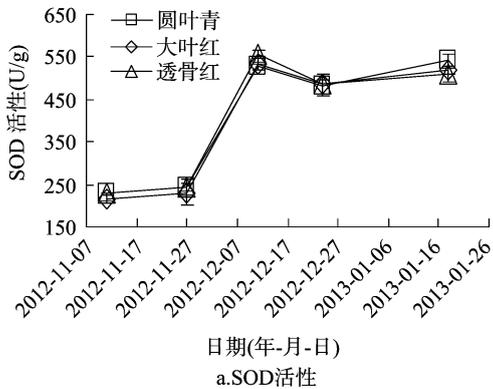
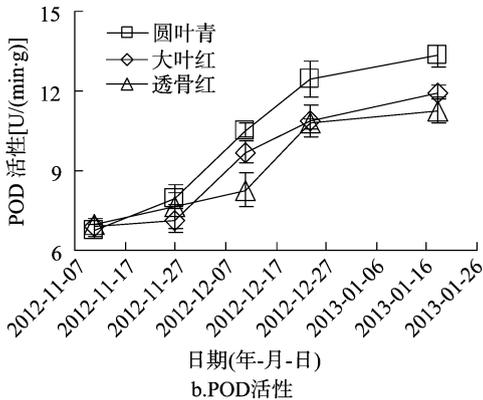


图5 自然降温过程中3种红花榿木可溶性糖含量变化



a.SOD活性



b.POD活性

图6 自然降温过程中3种红花榿木叶中SOD和POD活性的变化情况

净光合速率都呈逐渐下降的趋势,表明红花榿木的叶片受低温逆境的伤害;而叶片可溶性糖含量在秋末冬初期升高,至深冬有所下降,至少说明可溶性糖含量升高对提高红花榿木叶片的抗寒性还是起了一定的作用;SOD活性在秋末冬初期间急剧增强,至深冬呈现高位水平;POD活性则在秋末到深冬呈稳定增强的趋势,表明在低温逆境下红花榿木叶片可能通过抗氧化酶活性的增强来清除活性氧以降低对细胞的伤害水平。这与前人对有关木兰科<sup>[14]</sup>、澳洲坚果<sup>[15]</sup>、小麦<sup>[16]</sup>、刺柏属<sup>[17-18]</sup>等越冬期间叶片的生理变化研究结果相似。

本试验还发现,3种供试的红花榿木类型中,圆叶青型在

自然降温过程中具有较低水平的相对电导率及MDA含量,较高水平的叶绿素含量、 $P_n$ 、可溶性糖含量及SOD活性,表明其逆境伤害相对较轻;而大叶红型和透骨红型在越冬期间叶片的有关生理指标变化趋势没有表现出明显的规律性差异,表明其低温伤害程度相似,耐低温逆境的能力不如圆叶青型。此外,3种供试红花榿木叶片在南京地区没有明显的冻害症状,表明正常越冬环境条件下都有一定的适应能力。

#### 参考文献:

- [1] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007.
- [2] 黄程前, 蒋丽媛, 彭信海, 等. 红花榿木耐逆境胁迫研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 30(1): 37-39.
- [3] 侯伯鑫, 林峰, 李午平, 等. 红花榿木品种分类系统[J]. 林业科学研究, 2003, 16(4): 430-433.
- [4] 徐康, 夏宜平, 徐碧玉, 等. 以电导法配合 Logistic 方程确定茶梅-小玫瑰的抗寒性[J]. 园艺学报, 2005, 32(1): 148-150.
- [5] 房义福, 吴晓星, 李长贵, 等. 电导法对11种常绿阔叶树种抗寒性的测定[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(12): 11-12.
- [6] 朱广廉, 钟海文, 张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 51-54.
- [7] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002.
- [8] Eghy G H, Paul R N Jr, Vaulghn K C, et al. Role of peroxidase in the development of water-impermeable seed coats in *Sida spinosa* L. [J]. *Planta*, 1983, 157(3): 224-232.
- [9] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants[J]. *Plant Physiology*, 1977, 59(2): 309-314.
- [10] 骆颖颖, 梁月荣. 茶树抗寒性的间接鉴定[J]. 茶叶科学技术, 1998(3): 1-7.
- [11] 孙清鹏, 许煌灿, 张方秋, 等. 低温胁迫对大叶相思和马占相思某些生理特性的影响[J]. 林业科学研究, 2002, 15(1): 34-40.
- [12] Kuk Y I, Shin J S, Burgos N R. Antioxidative enzymes of ferrotection from chilling damage in rice plants[J]. *Crop Science*, 2003, 43(6): 2109-2117.
- [13] 郭惠红, 宋菲, 沈昕, 等. 金边卫矛冷驯化期间SOD和POD同工酶及蛋白的研究[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(6): 56-61.
- [14] 李刚, 姜卫兵, 翁铃玲, 等. 木兰科6种常绿树幼苗抗寒性的初步研究[J]. 园艺学报, 2007, 34(3): 783-786.
- [15] 岳海, 李国华, 李国伟, 等. 澳洲坚果不同品种耐寒特性的研究[J]. 园艺学报, 2010, 37(1): 31-38.
- [16] 衣莹, 张玉龙, 郭志富, 等. 越冬及返青期冬小麦生理生化指标的变化[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(1): 81-83.
- [17] 孙敬爽, 贾桂霞, 陶霞娟, 等. 越冬过程中刺柏属4树种叶片生理指标变化及适应性综合评价[J]. 植物资源与环境学报, 2013, 22(2): 59-66.
- [18] Hare P D, Cress WA, van Staden J. Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress[J]. *Plant Cell Environ*, 1998, 21: 535-553.