

蹇光耀,孔祥生,张淑玲. 3 个牡丹品种对高温胁迫的生理响应[J]. 江苏农业科学,2017,45(12):103-105.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.12.027

3 个牡丹品种对高温胁迫的生理响应

蹇光耀¹, 孔祥生¹, 张淑玲²

(1. 河南科技大学农学院, 河南洛阳 471003; 2. 洛阳国际牡丹园, 河南洛阳 471003)

摘要:在人工气候箱中,对牡丹品种洛阳红、凤丹白、映金红等 3 个品种进行不同温度处理,再测定丙二醛含量、脯氨酸含量、可溶性糖含量、超氧化物歧化酶活性,研究高温胁迫对 3 个牡丹品种生理生化特性的影响。结果发现,40 ℃ 高温胁迫处理后,3 个牡丹品种叶片的细胞膜相对透性、脯氨酸含量、可溶性糖含量、丙二醛含量显著高于对照,而净光合速率、可溶性蛋白含量、超氧化物歧化酶活性显著低于对照。结果表明,牡丹植株受伤害的程度与高温胁迫的强度有关,且 3 个品种的抗热性由大到小顺序为凤丹白 > 映金红 > 洛阳红。

关键词:牡丹;高温胁迫;抗性;生理生化

中图分类号: S685.110.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)12-0103-03

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)是我国特有的名贵木本花卉,素有“国色天香”“百花之王”的美誉,一直受到国人的推崇,长盛不衰^[1]。牡丹喜夏季凉爽、冬季阳光充足、雨量适中的环境,畏炎热,耐寒冻,耐旱,怕水涝。而我国南方地区夏季雨热同季,光照度较高,对牡丹的生长影响很大,常使其进入强迫性休眠^[2]。近年关于干旱胁迫及水分饱和胁迫对牡丹生理代谢的影响报道较多^[3-5],但关于牡丹在高温胁迫下生理响应的报道较少。本试验通过研究不同温度处理下牡丹叶片净光合速率(P_n)、脯氨酸含量、丙二醛(MDA)含量、可溶性糖含量、细胞膜相对透性和超氧化物歧化酶(SOD)活性等生理生化指标的变化,初步探讨牡丹在高温胁迫下的伤害与适应等抗性生理变化。研究结果对于了解牡丹夏眠的影响因素,促进中原牡丹品种南移,提高牡丹植株的抗高温能力有着重要的理论意义。

1 材料与方法

1.1 材料与处理

试验材料选用 3 年生牡丹品种洛阳红、凤丹白、映金红(生产上凤丹白的耐高温性比较强),由洛阳市国际牡丹园提供。每个品种选取长势一致植株各 12 株。2014 年 10 月进行选株盆栽,花盆容积约 18 L(桶上口直径 28 cm,下口直径 25 cm,高 26 cm),每盆 1 株。试验材料移栽后正常管理保证其健康生长。于 2015 年 5 月进行试验,利用人工气候箱(LRH-300-GS II,广东省医疗器械厂)对 3 个品种的牡丹材料进行不同温度处理,处理温度分别为 30、35、40 ℃,以 25 ℃ 为对照,处理过程中空气湿度为 70%~80%,光照度约为 150 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。连续处理 48 h 后立即测定叶片光合作用参数和细胞膜相对透性,另取叶片用液氮处理后放入超低温冰箱保存,以备测定其余生理生化指标。

1.2 生理生化指标的测定

净光合速率(P_n)用 Li-6400 光合仪(美国 LICOR 公司),采用开放式气路于晴天 10:00—11:00 进行测定。可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法,脯氨酸含量的测定采用磺基水杨酸法,可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 比色法,MDA 含量的测定采用硫代巴比妥酸(TBA)显色法,SOD 活性的测定采用氮蓝四唑(NBT)光还原法^[6];细胞膜相对透性的测定采用电导法^[7]。

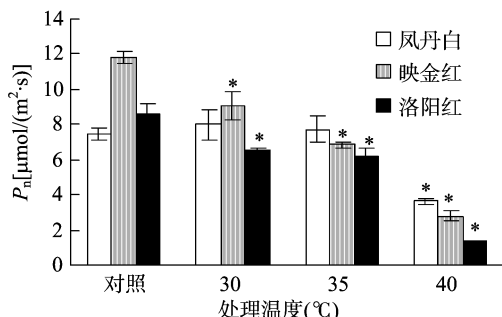
1.3 数据处理

试验数据使用 Excel(Office 2007)计算及绘图,辅以 DPS 7.05 进行方差分析及差异显著性检验($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同温度处理对牡丹叶片 P_n 的影响

30、35 ℃ 处理下凤丹白叶片 P_n 与对照差异不显著;40 ℃ 处理下凤丹白叶片 P_n 比对照显著降低 51.01%。处理温度分别为 30、35、40 ℃ 时,映金红叶片 P_n 比对照分别显著降低 22.88%、41.52%、76.27%,洛阳红叶片 P_n 相比对照分别显著降低 25.29%、29.89%、83.91%(图 1)。



柱上“*”表示与对照差异显著($P < 0.05$);下同。

图1 不同温度处理对牡丹叶片 P_n 的影响

2.2 不同温度处理对牡丹叶片中可溶性糖含量的影响

在 30、35 ℃ 处理下 3 个品种牡丹叶片中可溶性糖含量相比对照并没有明显的变化规律。但在 40 ℃ 处理下 3 个品种牡丹叶片中可溶性糖含量均达到最高值,凤丹白、映金红、洛

收稿日期:2016-03-11

基金项目:国家自然科学基金(编号:31200468)。

作者简介:蹇光耀(1990—),男,河南南阳人,硕士研究生,主要从事牡丹生理研究。E-mail: yao909481599@163.com。

阳红叶片中可溶性糖含量比对照分别显著提高了 57.38%、18.61%、20.37% (图 2)。

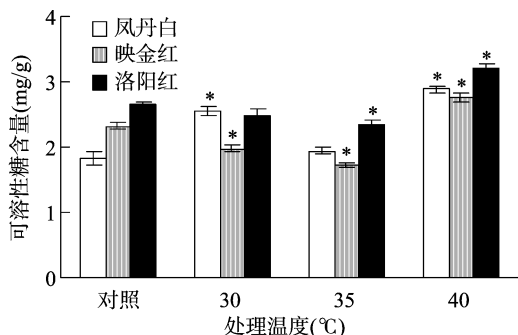


图2 不同温度处理对牡丹叶中可溶性糖含量的影响

2.3 不同温度处理对牡丹叶片中可溶性蛋白含量和脯氨酸含量的影响

随着处理温度的升高,洛阳红叶片中可溶性蛋白含量呈降低趋势,而风丹白和映金红叶片中可溶性蛋白含量都有一个相对升高然后降低的过程。但在 40℃ 处理下 3 个品种牡丹叶片中可溶性蛋白均降低到最低水平,风丹白下降幅度最小,相比对照下降 19.11%,映金红比对照下降 35.24%,洛阳红下降幅度最大,为 66.87% (图 3)。

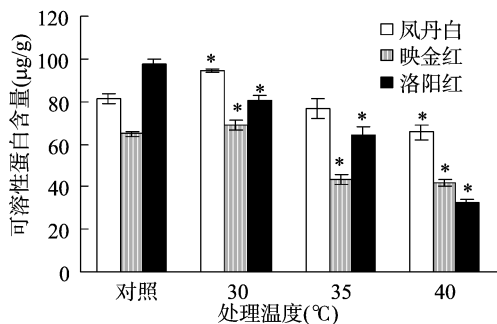


图3 不同温度处理对牡丹叶中可溶性蛋白含量的影响

随着处理温度的升高,3 个品种牡丹叶片中脯氨酸含量均呈增加趋势,且在 40℃ 处理下均达到最高值。40℃ 处理下风丹白、映金红、洛阳红叶片中脯氨酸含量比对照分别显著提高了 716.82%、618.24%、404.52% (图 4)。

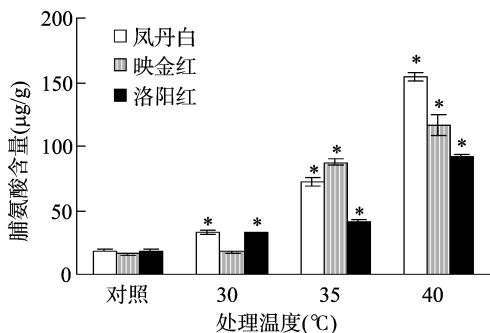


图4 不同温度处理对牡丹叶中脯氨酸含量的影响

2.4 不同温度处理对牡丹叶片中 MDA 含量的影响

随着处理温度的升高,3 个品种牡丹叶片中 MDA 含量均呈增加趋势。处理温度分别为 30、35、40℃ 时,风丹白叶片中 MDA 含量比对照分别显著增加 16.15%、29.04%、53.54% ;

映金红叶片中 MDA 含量比对照分别显著增加 27.57%、36.13%、62.15% ;洛阳红叶片中 MDA 含量比对照分别显著增加 11.75%、31.84%、104.02% (图 5)。

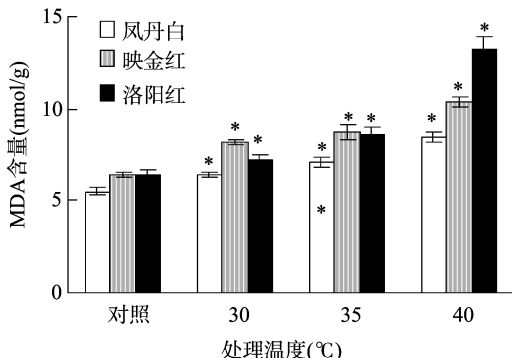


图5 不同温度处理对牡丹叶片中 MDA 含量的影响

2.5 不同温度处理对牡丹叶片细胞膜相对透性的影响

随着处理温度的升高,3 个品种牡丹叶片细胞膜相对透性呈增加趋势。处理温度分别为 30、35、40℃ 时,风丹白叶片细胞膜相对透性比对照分别增加 10.99%、50.78%、87.96% ;映金红叶片细胞膜相对透性比对照分别显著增加 33.52%、89.56%、137.36% ;洛阳红叶片细胞膜相对透性比对照分别显著增加 47.70%、114.37%、224.14% (图 6)。

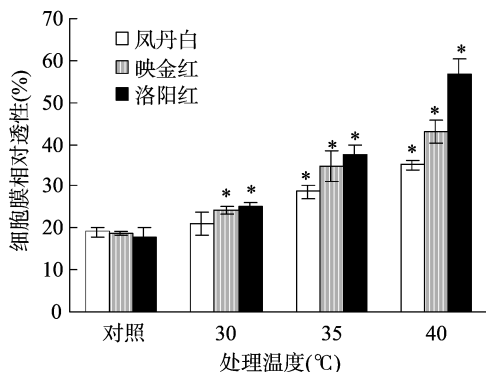


图6 不同温度处理对牡丹叶片细胞膜相对透性的影响

2.6 不同温度处理对牡丹叶片中 SOD 活性的影响

随着处理温度的升高,3 个牡丹品种叶片 SOD 活性呈先增加后降低的趋势。风丹白、映金红、洛阳红叶片中 SOD 活性均在 35℃ 处理下最高,分别为 12.35、14.23、11.34 U/g。风丹白、映金红、洛阳红叶片中 SOD 活性在 40℃ 处理下最低,比对照分别显著降低 17.61%、50.57%、69.76% (图 7)。

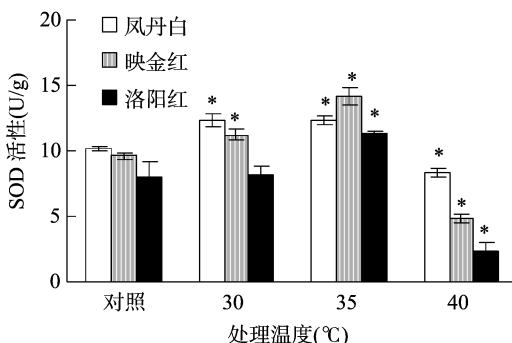


图7 不同温度处理对牡丹叶片中 SOD 活性的影响

3 讨论

3.1 高温胁迫对牡丹叶片 P_n 的影响

高温胁迫抑制植物的光合作用已在许多植物上得到证实^[8-10], 本研究表明, 在高温胁迫下 3 个品种牡丹的光合作用均受到不同程度的抑制, 且随着处理温度的升高 3 个品种牡丹的 P_n 总体上呈下降趋势。但凤丹白在高温条件下 P_n 的下降幅度最小, 说明凤丹白在 3 个品种中耐高温性较强。

3.2 高温胁迫对牡丹叶片中可溶性物质含量的影响

渗透调节是植物在逆境胁迫下降低渗透势、抵抗胁迫的一种重要方式, 可溶性糖、可溶性蛋白质和游离脯氨酸都是重要的渗透调节物质, 在植物体遭受高温胁迫时, 可溶性糖量通常会升高^[11]。本研究表明, 在 30、35 ℃ 处理下 3 个品种牡丹叶片中可溶性糖含量相比对照并没有一致的变化规律, 这与在茄子和黄姜的研究结果^[12-13] 一致。可能是因为温度升高提高淀粉分解为可溶性糖的速率, 而同时呼吸作用加强, 消耗了细胞内贮存的糖类, 这两者同时作用造成在不同品种在可溶性糖含量上变化的差异。在 40 ℃ 高温胁迫条件下 3 个品种牡丹叶片中的可溶性糖含量与对照相比均显著升高, 可溶性糖含量升高幅度为凤丹白 > 映金红 > 洛阳红。

高温下植物可溶性蛋白质的含量与植物的耐热性有关, 弱耐热品种减少幅度较大^[14]。在逆境下植物体内常有脯氨酸的积累, 其积累量与逆境水平和植物对这种逆境的抗性有关, 因而测定植物体内脯氨酸含量在一定程度上可以了解植株遭受逆境的情况及植物对逆境的抵抗能力^[15]。本研究表明, 在 40 ℃ 高温胁迫条件下 3 个品种牡丹叶片中可溶性蛋白含量与对照相比均显著降低, 脯氨酸含量与对照相比均显著升高, 可溶性蛋白含量降低幅度为洛阳红 > 映金红 > 凤丹白, 脯氨酸含量升高幅度为凤丹白 > 映金红 > 洛阳红。高温胁迫下可溶性物质含量的变化表明高温胁迫对 3 个牡丹品种的伤害程度为洛阳红 > 映金红 > 凤丹白。

3.3 高温胁迫造成牡丹叶片膜脂过氧化和膜结构的破坏

植物逆境条件下, 往往发生膜脂过氧化作用, MDA 是其产物之一, 通常利用 MDA 含量表示膜脂过氧化的程度和植物对逆境条件反应的强弱^[16]。细胞膜相对透性可表示质膜透性变化, 是反映植物的高温伤害及对高温适应的最常用指标^[17]。在大白菜和茄子上的研究显示, 耐热性较好的植物品种, 高温胁迫后 MDA 含量和细胞膜相对透性上升较慢, 且 MDA 含量的变化与细胞膜相对透性变化呈现良好的相关性, 可作为鉴定耐热性的指标^[18-19]。本研究表明, 随着处理温度的升高, 3 个牡丹品种叶片 MDA 含量和细胞膜相对透性与对照相比呈升高趋势, 升高幅度均为洛阳红 > 映金红 > 凤丹白。

SOD 是植物氧代谢的关键酶, SOD 催化 O_2^- 发生歧化反应而生成 H_2O_2 , 从而清除 O_2^- , 减少膜系统的伤害, 保护膜结构, 从而使植物在一定程度上抵抗高温胁迫。不少研究认为, SOD 活性可作为评价植物抗高温胁迫潜力的可靠指标^[20-24]。本研究表明, 在 40 ℃ 高温胁迫处理下 3 个品种牡丹叶片 SOD 活性的与对照相比均显著降低, 降低幅度为洛阳红 > 映金红 > 凤丹白。综上所述, 高温胁迫条件, 3 个牡丹品种中凤丹白的膜脂过氧化的程度最低, SOD 活性最高, 说明其具有较强的抗热性。

参考文献:

- [1] 李嘉珏, 张西方, 赵孝庆, 等. 中国牡丹[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2011.
- [2] 徐 艳, 吕长平, 成明亮, 等. 几个牡丹品种的抗热性比较研究[J]. 湖南农业科学, 2007(4): 180-183.
- [3] 侯小改, 段春燕, 刘改秀, 等. 土壤含水量对牡丹光合特性的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(2): 91-94.
- [4] 孔祥生, 张妙霞, 王学永, 等. 水分胁迫下 2 个牡丹品种生理生化差异比较[J]. 林业科学, 2011, 47(9): 162-167.
- [5] 阿日文, 孙晓刚, 王莉莉, 等. 3 个牡丹品种对干旱和水涝胁迫的生理响应[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 252-255.
- [6] 孔祥生, 易现峰. 植物生理学实验原理与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012: 141-262.
- [7] 陈爱葵, 韩瑞宏, 李东洋, 等. 植物叶片相对电导率测定方法比较研究[J]. 广东教育学院学报, 2010, 30(5): 88-91.
- [8] 杜尧东, 李健陵, 王 华, 等. 高温胁迫对水稻剑叶光合和叶绿素荧光特征的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(10): 2541-2548.
- [9] 罗海波, 马 芩, 段 伟, 等. 高温胁迫对“赤霞珠”葡萄光合作用的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(13): 2744-2750.
- [10] Feng B, Liu P, Li G, et al. Effect of heat stress on the photosynthetic characteristics in flag leaves at the grain-filling stage of different heat-resistant winter wheat varieties[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2014, 200(2): 143-155.
- [11] 马英姿, 张 慧, 宋 荣, 等. 高温胁迫对蛇足石杉生理特性的影响[J]. 中草药, 2013, 44(2): 224-228.
- [12] 贾开志, 陈贵林. 高温胁迫下不同茄子品种幼苗耐热性研究[J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 398-401.
- [13] 涂三思, 秦天才. 高温胁迫对黄姜叶片脯氨酸、可溶性糖和丙二醛含量的影响[J]. 湖北农业科学, 2004(4): 98-100.
- [14] 孟焕文, 张彦峰, 程智慧, 等. 黄瓜幼苗对热胁迫的生理反应及耐热鉴定指标筛选[J]. 西北农业学报, 2000, 9(1): 96-99.
- [15] 徐 艳, 吕长平, 成明亮, 等. 几个牡丹品种的抗热性比较研究[J]. 湖南农业科学, 2007(4): 180-183.
- [16] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 280.
- [17] Martineau J R, Specht J E, Williams J H. Temperature tolerance in soybeans. I. Evaluation of a technique for assessing cellular membrane thermostability[J]. Crop Science, 1979, 19(1): 75-81.
- [18] 王志和, 于丽艳, 曹德航, 等. 短期高温处理对大白菜几个生理指标的影响[J]. 西北农业学报, 2005, 14(3): 82-85.
- [19] 张 雅, 傅鸿妃. 高温胁迫对茄子幼苗抗氧化系统和叶绿素荧光参数的影响[J]. 浙江农业科学, 2010(2): 246-250.
- [20] 耶兴元. 茉莉酸甲酯对高温胁迫下猕猴桃苗膜脂过氧化及相关抗氧化酶的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(5): 173-175.
- [21] 穆素素, 克热木, 伊 力, 等. 高温干旱对库尔勒香梨叶片生理指标的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(2): 209-212.
- [22] 江 萍, 王雪莲, 孙向宁, 等. 高温胁迫对文冠果主要抗氧化酶活性的影响[J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(2): 220-225.
- [23] 张桂莲, 陈立云, 张顺堂, 等. 高温胁迫对水稻剑叶保护酶活性和膜透性的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(9): 1306-1310.
- [24] 王国霞, 邓培渊, 杨玉珍, 等. 高温胁迫对不同油茶品种细胞膜稳定性的影响[J]. 河南农业科学, 2013, 42(4): 59-63.