

逐渐干旱对牡丹生理指标的影响

李 军¹, 孔祥生¹, 李金航¹, 刘改秀², 郭丽丽¹

(1. 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003; 2. 中国洛阳国家牡丹基因库, 河南 洛阳 471011)

摘 要:以“洛阳红”和“乌龙捧盛”牡丹盆栽苗为试材, 研究了逐渐干旱及复水过程中牡丹叶片中渗透调节物质及MDA含量的变化。结果表明: 随着水分胁迫程度的增加, 2种牡丹的可溶性蛋白质含量呈先升高后降低的趋势; 2种牡丹的可溶性糖含量、脯氨酸含量和MDA含量均呈逐渐升高的趋势。相比于重度干旱胁迫, 复水后2种牡丹的渗透调节物质含量均有所降低, 除“乌龙捧盛”可溶性蛋白质含量差异不显著外, 其它指标差异均达显著水平; 而相对对照, 复水后2种牡丹的渗透调节物质含量升高, 但差异均不显著。2种牡丹的MDA含量在复水后比重度干旱胁迫时有所降低, 均达差异显著水平; 而与对照进行比较, 差异不显著。

关键词:牡丹; 逐渐干旱; 复水; 生理指标

中图分类号:S 685.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)16-0050-04

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.) 是中国的传统名花, 因为花大色艳, 雍容华贵, 具极高的观赏价值, 有“花中之王”的美誉, 深受世界人民喜爱^[1-2]。牡丹忌涝, 水分过多, 会烂根烂叶; 水分不足, 会影响牡丹的正常生长和发育^[1]。洛阳为“牡丹花城”, 属于暖温带大陆性半湿润气候, 牡丹在花期前后容易遭受干旱胁迫^[3]。渗透调节物质是植物抵御干旱胁迫的重要小分子有机物, MDA是细胞膜脂过氧化主要产物之一, 其含量可以反映活性氧对细胞膜的伤害程度^[4-5]。现以“洛阳红”和“乌龙捧盛”牡丹盆栽苗为试材, 通过对逐渐干旱过程中牡丹这些生理指标变化的研究, 初步探索牡丹对水分胁迫的生理响应机制, 以期对牡丹水分管理提供更多的科学依据和理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试牡丹品种“洛阳红”和“乌龙捧盛”均为4年生苗株, 来源于洛阳市国家牡丹基因库。

1.2 试验方法

2012年10月, 选取健壮无病、长势均一的“洛阳红”和“乌龙捧盛”各10株移栽装盆。塑料盆直径28 cm, 高23 cm, 每盆1株, 土壤为洛阳市郊大田肥沃土壤。装盆后, 正常水分管理。2013年5月, 干旱处理开始前10 d,

每天使用称重法补水使土壤相对含水量控制在80%, 然后停止浇水, 让土壤自然干旱。停止浇水后每天取样一次测定渗透调节物质和MDA含量。同时用称重法计算土壤相对含水量。待牡丹叶片大部分出现萎蔫时复水。试验从5月10日开始, 以此日取的样品作为对照, 处理1 d(5月11日)土壤相对含水量下降到70%(轻度干旱), 处理2 d(5月12日)下降到58%(轻度干旱), 处理3 d(5月13日)下降到46%(中度干旱), 处理4 d(5月14日)下降到35%(重度干旱), 处理5 d(5月15日)下降到26%(重度干旱), 处理7 d后(5月17日)复水至80%, 控水1 d后(5月18日)再取样1次。取样时选取枝条自上端向下第3~4片叶, 3次重复。

1.3 项目测定

可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝G-250染色法^[6]; 可溶性总糖含量测定采用蒽酮比色法^[6]; 脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮法^[6]; MDA含量测定采用硫代巴比妥酸法^[6]。

1.4 数据分析

试验数据采用Excel 2003软件进行计算, 使用SPSS 13.0软件进行统计分析。柱状图采取平均值±标准偏差(Mean±SD)格式绘制。以单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差异法(LSD)分析土壤相对含水量变化时生理指标的差异。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对牡丹叶片可溶性蛋白质含量的影响

由图1可知, 随着干旱胁迫加剧, 2种牡丹的可溶性蛋白质含量表现出先升高后降低的趋势。2种牡丹均在重度干旱胁迫(土壤相对含水量为35%)时升至最高水平, “洛阳红”(5.24 mg/g)比对照升高116.96%, 差异达

第一作者简介:李军(1987-), 男, 河南信阳人, 硕士, 研究方向为植物学。E-mail: LEEJUN19870824@163.com.

责任作者:郭丽丽(1982-), 女, 博士, 讲师, 现主要从事牡丹逆境生理与分子生物学等研究工作。E-mail: guolili0928@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31200468)。

收稿日期:2014-03-25

显著水平;“乌龙捧盛”(3.65 mg/g)比对照升高 67.97%,差异也达显著水平。干旱胁迫加剧(土壤相对含水量为 26%)时,“洛阳红”和“乌龙捧盛”牡丹分别比相对含水量为 35%时下降 7.05%、10.93%,差异均不显著。复水后,2 种牡丹的可溶性蛋白质含量比重度干旱胁迫(土壤相对含水量为 26%)时均有所下降,“洛阳红”差异达显著水平,而“乌龙捧盛”差异不显著;相对于对照,“洛阳红”升高 3.74%，“乌龙捧盛”升高 9.87%,差异均不显著。

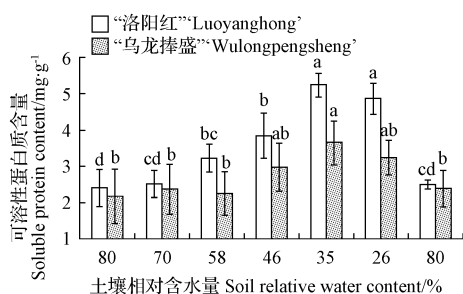


图 1 干旱胁迫及复水对牡丹叶片可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 1 The effect of drought stress and re-watering on soluble protein content of *Paeonia suffruticosa* Andr. leaf

2.2 干旱胁迫对牡丹叶片可溶性糖含量的影响

从图 2 可以看出,随着干旱胁迫程度增加,2 种牡丹的可溶性糖含量呈逐渐上升的趋势。“洛阳红”和“乌龙捧盛”均从轻度干旱胁迫开始显著上升,均在重度干旱胁迫(土壤相对含水量为 26%)时达到峰值,“洛阳红”(89.92 mg/g)比对照上升 108.52%,而“乌龙捧盛”(84.67 mg/g)比对照上升 85.54%,差异均显著。复水后,相对重度干旱胁迫,2 种牡丹的可溶性糖含量均下降,且差异均显著;而与对照相比,“洛阳红”和“乌龙捧盛”分别上升 7.34%、12.09%,差异均未达显著水平。

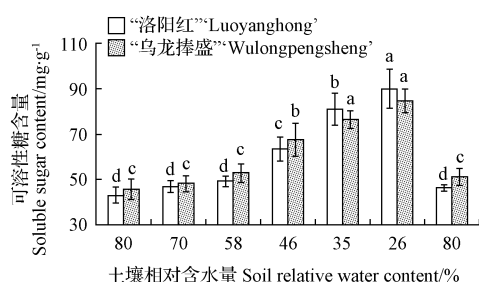


图 2 干旱胁迫及复水对牡丹叶片可溶性糖含量的影响

Fig. 2 The effect of drought stress and re-watering on soluble sugar content of *Paeonia suffruticosa* Andr. leaf

2.3 干旱胁迫对牡丹叶片脯氨酸含量的影响

从图 3 可以看出,随着土壤相对含水量的减少,“洛阳红”和“乌龙捧盛”的脯氨酸含量呈逐渐增加趋势。2 种牡丹均从轻度干旱胁迫时显著增加,重度干旱胁迫(土壤相对含水量为 26%)时达到最大值,“洛阳红”

(36.61 $\mu\text{g/g}$)为对照的 4.75 倍,“乌龙捧盛”(30.20 $\mu\text{g/g}$)为对照的 4.26 倍,差异均达显著水平。复水后,2 种牡丹的脯氨酸含量比重度干旱胁迫时均有所减少,且差异均达显著水平;而相对于对照,“洛阳红”基本保持一致,“乌龙捧盛”升高 25.30%,但差异未达显著水平。

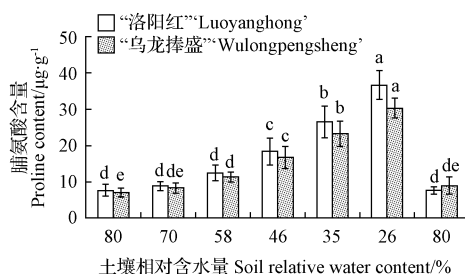


图 3 干旱胁迫及复水对牡丹叶片脯氨酸含量的影响

Fig. 3 The effect of drought stress and re-watering on proline content of *Paeonia suffruticosa* Andr. leaf

2.4 干旱胁迫对牡丹叶片 MDA 含量的影响

图 4 表明,2 种牡丹的 MDA 含量均随着干旱胁迫加剧而呈逐渐升高趋势。“洛阳红”在中度干旱胁迫时比轻度干旱胁迫(土壤相对含水量为 58%)升高 17.29%,差异显著,“乌龙捧盛”在重度干旱胁迫(土壤相对含水量为 35%)比中度干旱胁迫升高 16.22%,差异显著。2 种牡丹在重度干旱胁迫(土壤相对含水量为 26%)时升高到最高水平,“洛阳红”(24.85 $\mu\text{mol/g}$)比对照升高 42.31%，“乌龙捧盛”(24.56 $\mu\text{mol/g}$)比对照升高 31.09%,差异均达显著水平。复水后,2 种牡丹的 MDA 含量比重度干旱胁迫时均有所下降,且差异均达显著水平;而相对对照,“洛阳红”升高 3.80%，“乌龙捧盛”降低 11.78%,差异均未达显著水平。

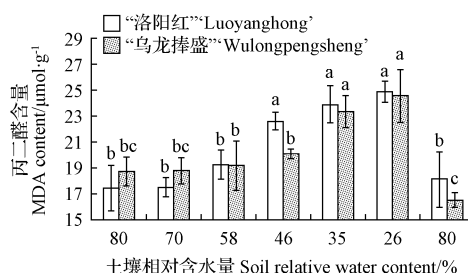


图 4 干旱胁迫及复水对牡丹叶片丙二醛含量的影响

Fig. 4 The effect of drought stress and re-watering on MDA content of *Paeonia suffruticosa* Andr. leaf

3 讨论与结论

可溶性蛋白质、可溶性糖和脯氨酸是植物的渗透调节物质。渗透调节是植物遭受干旱胁迫时,细胞会通过积累溶质,降低细胞渗透势和水势,提高细胞保水和吸水能力,维持一定的膨压,从而维持细胞正常生长发育、气孔开放等生理生化过程正常进行,为植物抵御和适应干旱环境的一种重要生理机制^[4]。随着干旱胁迫加剧,

“洛阳红”和“乌龙捧盛”的可溶性蛋白质含量均呈先升高后降低的趋势。该结果与前人对甘草^[4,7] (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) 和白刺^[8] (*Nitraria tangutorum* Bobr.) 的研究结果一致。可溶性蛋白质大部分是特异性调节酶类,一部分可能是脱水保护剂^[9]。牡丹在遭受一定程度干旱胁迫时,细胞内生理生化反应迅速做出调整,可溶性蛋白质种类和含量发生变化,使可溶性蛋白质含量升高以降低细胞渗透势和水势,增强细胞保水和主动吸水能力,减少干旱对细胞的伤害。当干旱胁迫进一步加剧时,细胞中 RNA 转录和翻译均受到抑制,蛋白质合成速度下降,同时蛋白酶活性升高,水解速度加快,可溶性蛋白质含量因此下降^[10]。当 2 种牡丹的可溶性蛋白质含量升高到最高水平时,相对于对照,“洛阳红”升高幅度更大,重度干旱胁迫时下降幅度更小,复水后恢复至对照水平更快。随着水分胁迫程度的增加,“洛阳红”和“乌龙捧盛”的可溶性糖和脯氨酸含量均呈逐渐升高趋势。这与孙存华等^[11] 对藜 (*Chenopodium album*)、周学洁等^[7] 对甘草 (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)、贾瑞丰等^[12] 对降香黄檀 (*Dalbergia odorifera* T. Chen) 的研究结果一致。可溶性糖主要指能溶于水和乙醇的单糖和寡聚糖,主要包括葡萄糖、果糖和蔗糖。在干旱胁迫过程中,牡丹叶片内可溶性糖含量逐渐升高,可以提高细胞液浓度,维持低细胞渗透势,提高细胞保水及吸水能力,有利于牡丹适应干旱环境^[13]。相对对照,当“洛阳红”和“乌龙捧盛”的可溶性糖含量上升到峰值时,“洛阳红”上升幅度更大,复水后“洛阳红”恢复至干旱前水平更快。牡丹在干旱胁迫过程中,叶片内脯氨酸不断积累,主要功效可能为一方面保持低细胞水势,提高保水能力,防止水分散失,另一方面和蛋白质互相作用,增加蛋白质可溶性,增强蛋白质间水合作用,更好的保持细胞膜结构的完整性^[14-15]。当 2 种牡丹的脯氨酸含量增加至最大值时,与对照相比,“洛阳红”增加幅度更大,复水后“洛阳红”更接近于对照水平。

随着干旱胁迫加剧,MDA 含量呈逐渐增加的趋势。对杠柳^[16] (*Periploca sepium* Bunge)、大麦^[17] (*Hordeum vulgare* L.)、大豆^[18] (*Glycine max*) 和甘薯^[19] (*Ipomoea batatas* Lam.) 等植物的研究也发现了相同的变化特征。活性氧积累会造成细胞膜脂过氧化,主要产物之一是丙二醛。MDA 对细胞膜系统和许多生物功能分子具有较强的破坏作用,其含量高低是细胞膜脂过氧化程度和细胞膜破坏程度的重要指标^[20-21]。干旱胁迫加剧时,MDA

含量逐渐增加,说明干旱胁迫对牡丹叶片细胞膜造成伤害的程度在上升。当“洛阳红”和“乌龙捧盛”的 MDA 含量升高到最高水平时,与对照相比,“洛阳红”升高幅度更大,复水后“洛阳红”更接近于干旱前水平。

参考文献

- [1] 侯小改,段春燕,刘素云,等. 不同土壤水分条件下牡丹的生理特性研究[J]. 华北农学报,2007,22(3):80-83.
- [2] 李永华,翟敏,李颖旭,等. 干旱胁迫下牡丹叶片光合作用与抗氧化酶活性变化[J]. 河南农业科学,2007(5):91-93.
- [3] 张锋,孔祥生,范志业,等. 逐渐干旱对牡丹光合和荧光特性的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(12):251-255.
- [4] 刘艳,陈贵林,蔡贵芳,等. 干旱胁迫对甘草幼苗生长和渗透调节物质含量的影响[J]. 西北植物学报,2011,31(11):2259-2264.
- [5] Wu F Z, Bao W K, Li F L, et al. Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of *Sophora davidii* seedlings[J]. Environmental and Experimental Botany, 2008, 63: 248-255.
- [6] 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, 2000:184-185, 194-197, 258-260, 260-261.
- [7] 周雪洁,王改利,梁宗锁,等. 干旱胁迫对甘草幼苗生理特性和甘草酸积累的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(7):64-70.
- [8] 李毅,屈建军,张伟民,等. 白刺对干旱胁迫的生理生化反应[J]. 中国农学通报,2012,28(1):24-29.
- [9] 杨春杰,张学昆,邹崇顺,等. PEG-6000 模拟干旱胁迫对同甘蓝型油菜品种萌发和幼苗生长的影响[J]. 中国油料作物学报,2007,29(4):425-430.
- [10] 谢志玉,张文辉,刘新成. 干旱胁迫对文冠果幼苗生长和生理生化特征的影响[J]. 西北植物学报,2010,30(5):948-954.
- [11] 孙存华,李扬,贺鸿雁,等. 藜对干旱胁迫的生理生化反应[J]. 生态学报,2005,25(10):2556-2561.
- [12] 贾瑞丰,徐大平,杨曾奖,等. 干旱胁迫对降香黄檀幼苗光合生理特性的影响[J]. 西北植物学报,2013,33(6):1197-1202.
- [13] 左敏,高素萍,王岑涅,等. 干旱胁迫对天彭牡丹生理生化和观赏特性的影响[J]. 西南农业学报,2011,24(4):1290-1293.
- [14] 刘世鹏,刘济明,陈宗礼,等. 模拟干旱胁迫对枣树幼苗的抗氧化系统和渗透调节的影响[J]. 西北植物学报,2006,26(9):1781-1787.
- [15] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1997:320.
- [16] 李田,孙景宽,田家怡,等. 干旱胁迫对杠柳光合特性及抗氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报,2010,30(12):2466-2471.
- [17] 鞠乐,齐军仓,成禄艳,等. 大麦种子萌发期干旱胁迫的生理响应及其抗旱性评价[J]. 西南农业学报,2013,26(1):93-98.
- [18] 卢琼琼,宋新山,严登华. 干旱胁迫对大豆苗期光合生理特性的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(9):42-47.
- [19] 吴巧玉,何天久,夏锦慧. 干旱胁迫对甘薯生理特性的影响[J]. 贵州农业科学,2013,41(6):52-54.
- [20] 杜润峰,郝文芳,王龙飞. 达乌里胡枝子抗氧化保护系统及膜脂过氧化对干旱胁迫的动态响应[J]. 草业学报,2012,21(2):51-61.
- [21] 李明,王根轩. 干旱胁迫对甘草幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. 生态学报,2002,22(4):503-507.

Effect of Gradual Drought Stress on Physiological Indexes of *Paeonia suffruticosa* Andr.

LI Jun¹, KONG Xiang-sheng¹, LI Jin-hang¹, LIU Gai-xiu², GUO Li-li¹

(1. College of Agriculture, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003; 2. China Luoyang Peony Genetic Storehouse, Luoyang, Henan 471011)

两个地区四种湿地植物生理特性比较

刘 峰^{1,2}, 杨 静 慧^{1,2}, 吴 莹¹, 徐 慧 洁¹, 杨 学 梁¹, 越 燕¹

(1. 天津农学院 园艺系, 天津 300384; 2. 天津中日农村环境资源合作研究中心, 天津 300384)

摘 要:以天津市南开区水上公园和西青区农学院的 4 种湿地植物千屈菜、荷花、蒲草、芦苇为试材, 对其叶片中过氧化物酶活性(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)活性进行测定分析, 探究其生理特性。结果表明: 芦苇和蒲草的生理特性优于千屈菜和荷花, 其中以荷花的最弱。在水上公园生长的植物其生理特性普遍好于天津农学院东校。

关键词:湿地植物; 过氧化物酶(POD)活性; 超氧化物歧化酶(SOD)活性; 丙二醛(MDA)含量

中图分类号:Q 948.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)16-0053-03

随着近年来天津市的不断发展, 生态城市的快速兴起, 城市的绿化环境也受到重视。然而天津作为沿海城市, 土壤盐碱化相对严重, 并且多年平均降水量较少导致水资源严重缺乏, 这些因素对于水生植物的生长都是不利的。同时, 随着城市现代化建设的快速发展, 大量建筑垃圾随意堆放以及工业污水的任意排放, 使得水体受到了不同程度污染。水资源短缺, 水体污染情况严重, 均给城市生态基础设施发展造成了相对滞后的情况, 影响了城市的长远发展^[1]。因此, 筛选适应性强、耐盐碱、耐旱以及可以自然管理的水生植物是十分必要的。

千屈菜(*Lythrum salicaria* L.) 属千屈菜科千屈菜属多年生挺水草本植物, 根茎横卧于地下, 粗壮, 叶披针

形, 对生或轮生, 喜光, 适宜种植在阳光充足、湿润且通风良好的环境, 在肥沃、疏松的土壤中长势更好, 耐盐碱性强^[2]。荷花(*Nelumbo nucifera* Gaertn) 属睡莲科莲属, 原产亚热带和温带地区, 地下茎长而肥厚, 叶片盾圆形, 生性喜好相对稳定的平静浅水、湖沼、泽地、池塘等地, 城市水景营造中荷花更是占主体地位的植物材料^[3]。蒲草(*Typha latifolia*) 属香蒲科香蒲属多年生水生草本, 又称水烛, 它是广泛生长于中国的一种在园林景观中具有观赏价值的野生水生植物, 喜光, 耐盐碱性强, 可用于净化、美化水面和湿地^[4]。芦苇(*Phragmites communis* T.) 属禾本科芦苇属^[5], 有具长、粗壮的匍匐根状茎, 分布广泛, 在灌溉沟渠旁、河堤沼泽地等低湿地或浅水中可以看到芦苇, 它是水体绿化中常用的水生植物。

目前, 在水生植物的研究方面, 徐德福等^[6]研究了湿地植物对富营养化水体中氮、磷吸收能力。刘旭富等^[7]对 5 种水生植物对富营养化水体净化能力做了研究。对试验所述 4 种水生植物的研究方面, 张秀娟等^[8]对 Hg、Cd 复合污染对千屈菜生理生化指标的影响进行

第一作者简介:刘峰(1977-), 女, 天津人, 硕士, 实验师, 现主要从事园艺教学与科研工作。E-mail: 630923263@qq.com.

责任作者:杨静慧(1960-), 女, 博士, 教授, 现主要从事园林植物的教学与科研工作。E-mail: jinghuiyang2@aliyun.com.

基金项目:国家星火计划资助项目(2012GA610031); 国家农业科技成果转化资金资助项目(2012GB2A100015)。

收稿日期:2014-03-13

Abstract: The potted *Paeonia suffruticosa* Andr. cv. 'Luoyanghong' and 'Wulongpengsheng' were used as material, the changes of osmotic adjustment substances content and malondialdehyde content in the *Paeonia suffruticosa* Andr. leaves in the process of drought stress and re-watering were studied. The results indicated that with the drought stress increasing, the content of soluble protein of the two kinds of *Paeonia suffruticosa* Andr. increased firstly, then decreased; the content of soluble sugar, proline and malondialdehyde showed an increasing trend. Compared with the severe drought, osmotic adjustment substances content of two kinds of *Paeonia suffruticosa* Andr. all dropped, the differences of the other indexes were all significant except soluble protein of 'Wulongpengsheng'; however compared with the control, content of osmotic adjustment substances rised, but all the differences were indistinctive. Malondialdehyde content of two kinds of *Paeonia suffruticosa* Andr. decreased to a certain degree, and the differences were both significant; however the differences were indistinctive compared with the control.

Key words: *Paeonia suffruticosa* Andr. ; gradual drought; re-watering; physiological indexes