

不同土壤水分条件下牡丹的生理特性研究

侯小改^{1,2}, 段春燕¹, 刘素云¹, 刘改秀³, 薛 娴¹

(1. 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003; 2 北京林业大学 生物科学与技术学院, 北京 100083;

3 中国洛阳国家牡丹基因库, 河南 洛阳 471006)

摘要:以盆栽牡丹朱砂垒为试材, 研究了 5 种土壤相对含水量对牡丹叶片生理特性的影响。结果表明, 随着土壤干旱胁迫程度的增加, 叶片相对水分亏缺(RWD) 加大; 总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b 含量下降, 类胡萝卜素含量在土壤相对含水量 85% 到 55% 间, 含量略有增加, 后逐渐下降; H_2O_2 、丙二醛(MDA)、脯氨酸、可溶性糖含量、 $O_2^{\cdot-}$ 产生速率都明显增加; SOD 酶活性降低; POD 酶活性则增加。

关键词: 牡丹; 土壤相对含水量; 干旱胁迫; 生理特性

中图分类号: S685.11 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2007) 03- 0080- 04

Physioecological Characteristics of Tree Peony under Different Soil Water Conditions

HOU Xiao-gai^{1,2}, DUAN Chun-yan¹, LIU Su-yun¹, LIU Gai-xiu³, XUE Xian¹

(1. Agricultural College, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China;

2. College of Biological Sciences and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3. Zhongguo Luoyang Peony Genetic Storehouse, Luoyang 471006, China)

Abstract: With potted *Paeonia suffruticosa* Andr. cv. Zhu shalei as material, the effect of soil water on the physioecological characters of paeoy leaves under five drought stress developing. The results showed that with the soil water stress increasing, the relative water deficit(RWD) raised, content of chlorophyll, chlorophyll a and chlorophyll b decreased, and content of carotenoids raised less from 85% to 55%, and it decreased obviously from 55% to 20%. The content of H_2O_2 , MDA, Proline, soluble sugar and $O_2^{\cdot-}$ production rate in leaves increased obviously; At same time, the activity of SOD decreased, and POD increased.

Key words: Tree peony; Relative soil water content; Soil water stress; physioecological characteristics

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.) 是我国的传统名花, 其观赏栽培已有 1600 多年, 是世界上园艺化栽培最早的植物之一^[1, 2]。因其花朵硕大、色彩艳丽等独特的观赏价值而倍受国人及世界人民的推崇和偏爱。牡丹生长忌涝, 土壤水分过多, 会造成烂根烂叶, 易滋长病虫害; 水分不足, 又会影响植株的正常生长和发育, 进而影响其观赏价值。虽然在牡丹繁殖与栽培、生物学特性及营养生理等方面有一些研究报道^[1, 2], 但有关牡丹水分生理涉及很少^[3]。为此, 采用盆栽试验研究了牡丹在不同土壤水分条件下的生理特性的变化, 以期对牡丹大田及盆栽水分管理提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料及处理

试验在中国洛阳国家牡丹基因库进行, 供试品种为朱砂垒 7 年生盆栽苗。栽培基质为壤土: 细沙: 农家肥= 2 1: 1。5 月初挑选生长势较为一致的 25 盆进行干旱处理。设定 5 个土壤相对含水量(相对含水量= 土壤含水量(%) / 土壤田间持水量(%) × 100%): 85%, 70%, 50%, 40% 和 20%, 每处理 5 盆。通过每天 18: 30 称重和补水, 使各处理保持设定的相对含水量, 连续控水 20 d 后进行各指标测定。土壤含水量用烘干称重法测定, 以 3 次重复的

收稿日期: 2007- 03- 10

基金项目: 河南省科技攻关项目(0524030004); 河南科技大学博士基金项目(09001174); 洛阳市科技攻关项目(0602042)

作者简介: 侯小改(1966-), 女, 河南焦作人, 副教授, 博士, 主要从事园艺植物栽培生理及分子生物学研究。

平均值计算土壤相对含水量。

1.2 方法

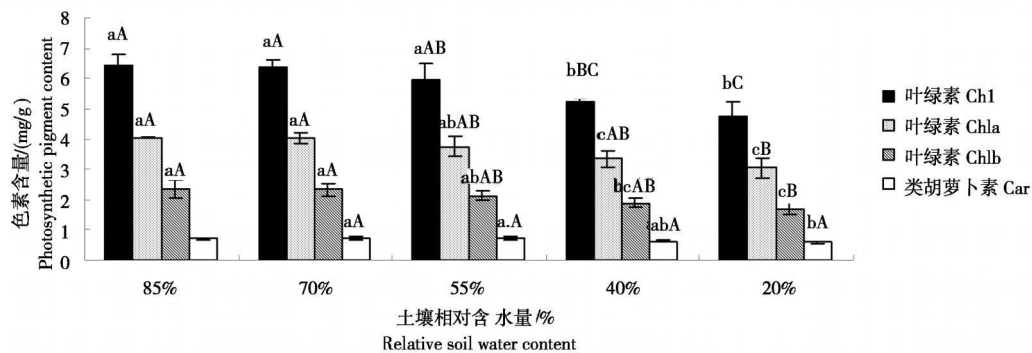
相对水分亏缺 (WSD) 按文献[4] 方法测定。叶绿素 (Chl) 和类胡萝卜素 (Car) 含量按沈伟其^[5] 方法测定; 过氧化氢含量按 Patterson 等^[6] 方法测定; 丙二醛 (MDA) 用硫代巴比妥酸 (TBA) 比色法^[7] 测定; 叶中超氧阴离子 ($O_2^{\cdot -}$) 产生速率按王爱国等^[8] 方法测定; 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性测定按赵世杰等^[7] 的方法; 过氧化物酶 (POD) 活性采用愈创木酚法测定^[9]; 用蒽酮法测定可溶性总糖含量^[7]; 按文献[7] 的方法测定叶中游离脯氨酸含量。

试验数据采用 DPS 数据处理系统分析。

2 结果与分析

2.1 土壤相对含水量对牡丹叶片相对水分亏缺的影响

图 1 表明, 随着土壤相对含水量的降低, 叶片相对水分亏缺加大, 当土壤相对含水量为 85% 和 70% 时差异不显著, 从 70% ~ 20% 差异达显著或极显著水平。说明在重度缺水情况下, 牡丹叶片维持水分平衡的能力下降。



不同的大小写字母分别表示在 $P < 0.01, 0.05$ 水平上存在显著差异, 其他同
The different capital and smallletters indicate the significance at level of 0.01 and 0.05; The same the other

图 2 土壤相对含水量对色素含量的影响

Fig. 2 The effect of relative soil water content on photosynthetic pigment content in leaves

2.3 土壤相对含水量对牡丹叶片 H_2O_2 和 MDA 含量的影响

图 3、4 表明, 随着土壤相对含水量的降低, H_2O_2 含量呈逐渐增加的趋势, 当土壤相对含水量为 85% 和 55% 时, 差异不显著, 从 55% ~ 40% 和 20%, 差异达显著水平。MDA 含量则表现为, 当土壤相对含水量从 85% 降至 70% 时, 含量略有降低, 但差异不显著, 随后逐渐增加, 且在 55% ~ 20% 差异达显著水平。

2.4 土壤相对含水量对叶片 $O_2^{\cdot -}$ 产生速率的影响

图 5 表明, 随着土壤相对含水量的降低, $O_2^{\cdot -}$ 呈上升趋势。土壤相对含水量在 85% ~ 55% 间差异不显著, 从 55% ~ 20% 差异达极显著水平。

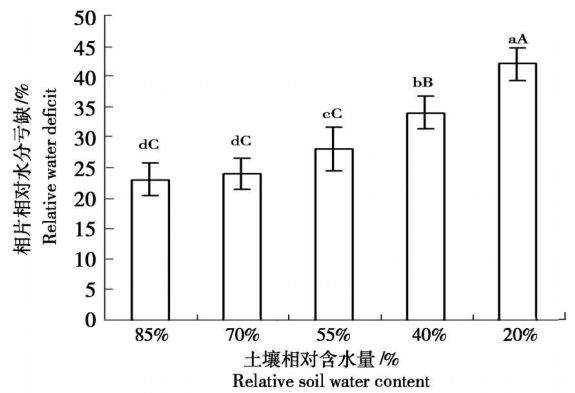


图 1 土壤相对含水量对叶片相对水分亏缺的影响

Fig. 1 The effect of relative soil water content on RWD in leaves

2.2 土壤相对含水量对叶片光合色素含量的影响

随着土壤相对含水量的降低, 总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b 含量逐渐减少, 但当土壤相对含水量为 85% 和 55% 时, 差异不显著, 从 55% ~ 20% 时, 差异达显著水平。随着土壤干旱胁迫程度的增加^[10], 叶绿素含量显著减少, 表明牡丹叶片的光合潜力受到显著抑制。类胡萝卜素含量在 SRWC85% ~ 55% 间略有增加, 后逐渐下降, 但在 85% ~ 40% 间, 差异不显著 (图 2)。

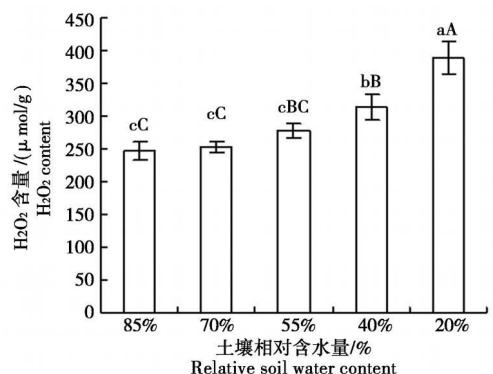


图 3 土壤相对含水量对 H_2O_2 含量的影响

Fig. 3 The effect of relative soil water content on H_2O_2 contents

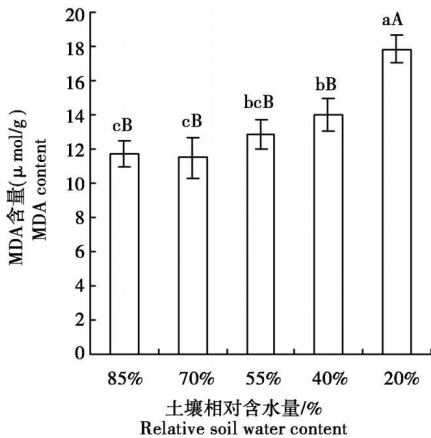


图 4 土壤相对含水量对 MDA 含量的影响

Fig. 4 The effect of relative soil water content on MDA content

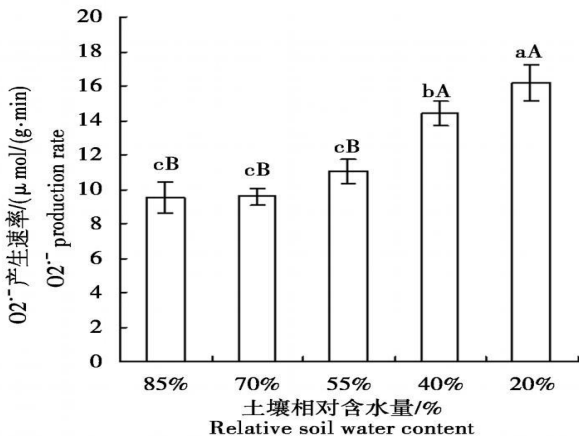


图 5 土壤相对含水量对 O₂⁻ 产生速率的影响

Fig. 5 The effect of relative soil water content on O₂⁻ production rate

2.5 土壤相对含水量对牡丹叶片保护酶活性的影响

从图 6 可以看出,随着土壤相对含水量的减少,SOD 酶活性逐渐降低,但当土壤相对含水量从 85% ~ 70% 时,其差异不显著,从 70% 到 20%,差异达显著水平。这表明土壤干旱胁迫对牡丹叶片的 SOD 酶活性产生了明显的抑制作用^[11]。

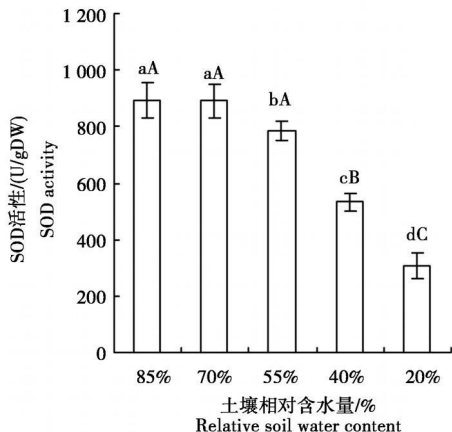


图 6 土壤相对含水量对 SOD 活性的影响

Fig. 6 The effect of relative soil water content on SOD activity

随着土壤相对含水量的降低,POD 酶活性呈逐渐加大的趋势(图 7)。土壤相对含水量从 85% ~ 70%,POD 酶活性增加不显著,在 70% ~ 20% 间差异达显著或极显著水平。

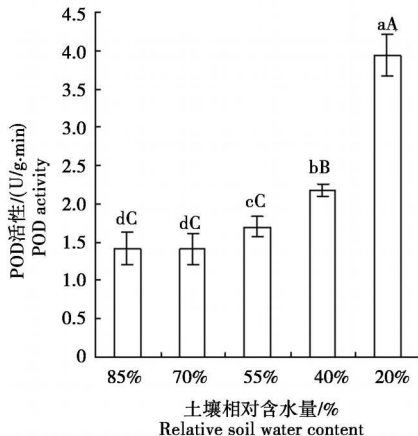


图 7 土壤相对含水量对 POD 活性的影响

Fig. 7 The effect of relative soil water content on POD activity

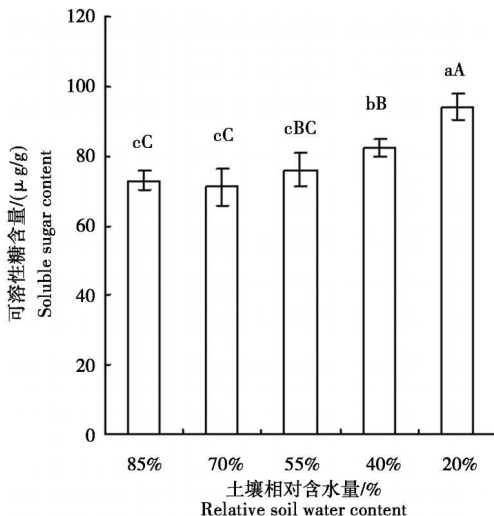


图 8 土壤相对含水量对可溶性糖含量的影响

Fig. 8 The effect of relative soil water content on soluble sugar content

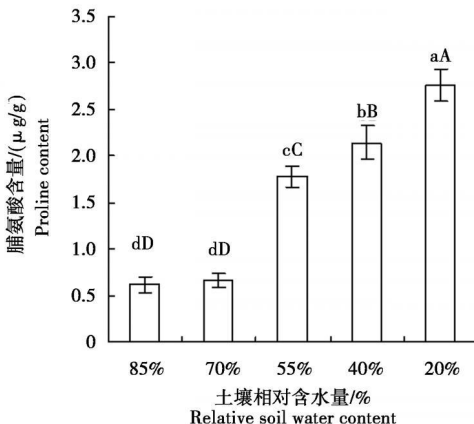


图 9 土壤相对含水量对脯氨酸含量的影响

Fig. 9 The effect of relative soil water content on proline content

2.6 土壤相对含水量对牡丹叶片可溶性糖、脯氨酸等含量的影响

图 8, 9 表明, 随着土壤相对含水量的降低, 叶片中可溶性糖及脯氨酸含量总体呈增加趋势, 但当土壤相对含水量从 85% 降到 55% 时, 可溶性糖含量差异不显著, 从 55% 到 20% 间差异达显著水平。而脯氨酸含量则在 70% ~ 20% 间差异达显著水平。

3 结论与讨论

试验结果表明, 土壤水分亏缺引起色素含量降低, 这与张成军^[12]、潘瑞炽等^[13]、樊卫国等^[14]等的研究结果相似。与任红旭等^[15]研究结果有所不同。水分亏缺条件下, 引起叶片色素含量变化不同可能有多种因素, 如植物种类不同反应的差异, 处理时间、试验条件的不同等。特别是取样单位不同而引起的差异, 即干旱后比叶重会增加。相对含水量高的叶子, 其单位重量的叶面积必然小于相对含水量低的叶子。本研究结果表明, 随着土壤干旱胁迫程度的增加, 叶绿素含量显著减少, 表明牡丹叶片的光合潜力受到显著抑制。

随着土壤水分含量的急剧减少, 牡丹叶片中 POD 酶活性呈上升趋势。此与在柑橘^[16]、冬小麦^[17]等上的研究结果相似。而 SOD 酶活性却明显下降^[18], 特别是从 40% 到 20% 下降明显。这说明牡丹叶片细胞内活性氧酶促清除系统中的酶活性的变化对水分胁迫的反映不同。虽然牡丹叶片细胞部分保护酶活性上升, 但 $O_2^{\cdot-}$ 、 H_2O_2 和 MDA 含量仍然上升。分析其原因, 可能是水分严重亏缺情况下, 牡丹叶片部分保护酶活性的上升, 并不意味着活性氧清除能力的同步上升, 因为活性氧的清除需要整个防御系统的清除能力, 部分来不及清除的 H_2O_2 发生累积, 引起膜脂过氧化加剧, 导致膜系统损伤^[19]。

参考文献:

- [1] 李嘉珏. 中国牡丹与芍药[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998: 59.
- [2] 王莲英. 中国牡丹品种图志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 2.
- [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] 谢寅峰, 沈惠娟, 罗爱珍, 等. 南方 7 个造林树种幼苗抗旱生理指标比较研究[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(4): 13– 16.
- [5] 沈伟其. 测定水稻叶片叶绿素含量的混合液提取法[J]. 植物生理学通讯, 1988, 24(3): 62– 64.
- [6] PATTERSON BD, MARAE EA, FERGUSON IB. Estimation of hydrogen peroxide in plant extracts using titanium [J]. Anal Biochem, 1984, 139: 487– 492.
- [7] 赵世杰, 史国安, 董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002: 84– 134.
- [8] 王爱国, 罗广华. 植物的超氧自由基与羟胺反应的定量关系[J]. 植物生理学通讯, 1990(6): 55– 57.
- [9] 史国安, 郭香风, 付国占, 等. 晚播小麦叶片衰老代谢和粒重变化的比较研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(3): 476– 481.
- [10] 杨秀红, 李建民, 董学会, 等. 盐胁迫对甘草幼苗生长及其生理指标的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(4): 39– 42.
- [11] 谭 勇, 梁宗锁, 董娟娥, 等. 水分胁迫对不同产地板蓝根幼苗抗氧化酶活性和根系活力的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(5): 20– 23.
- [12] 张成军. 辽东栎林中四种木本植物幼苗对土壤干旱的生理生态响应[D]. 哈尔滨: 东北林业大学博士论文, 2003.
- [13] 潘瑞炽, 郑先念, 温兆清. 土壤干旱期间墨蓝的水分生理变化[J]. 云南植物研究, 1994, 16(4): 379– 384.
- [14] 樊卫国, 刘国琴, 何高涛, 等. 刺梨对土壤干旱胁迫的生理响应[J]. 中国农业科学, 2002, 35(10): 1243– 1248.
- [15] 任红旭, 陈 雄, 吴冬秀. CO_2 浓度升高对干旱胁迫下蚕豆光合作用和抗氧化能力的影响[J]. 作物学报, 2001, 27(6): 11– 18.
- [16] 聂华堂, 陈竹声, 计 玉. 水分胁迫下柑橘的生理变化与抗旱性的关系[J]. 中国农业科学, 1991, 24(4): 14– 18.
- [17] 单长卷, 杨小丽. 土壤干旱对冬小麦幼苗根、叶渗透调节和保护酶活性的影响[J]. 河南农业科学, 2006, 8: 28– 31.
- [18] 刘瑞香, 杨 吉, 高 丽. 中国沙棘和俄罗斯沙棘在不同土壤水分条件下保护酶系统和丙二醛的变化[J]. 华北农学报, 2006, 21(2): 87– 90.
- [19] 陈立松, 刘星辉. 水分胁迫对荔枝叶片活性氧代谢的影响[J]. 园艺学报, 1998, 25(3): 241– 246.