

逐渐干旱对牡丹实生苗某些生理指标的影响

逯久幸, 李 闯, 李永华, 杨秋生 *

(河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 以牡丹实生苗凤丹为试材, 研究了逐渐干旱对牡丹实生苗叶绿素含量、光合特性、过氧化氢酶(CAT)活性等生理指标的变化。结果显示: 随着干旱胁迫的加剧, 牡丹实生苗叶绿素含量呈先升后降趋势。轻度干旱时叶绿素含量达到最大值, 比干旱胁迫前上升 18.6%; 重度干旱时达到最小值, 比干旱胁迫前下降了 51.2%。净光合速率、胞间 CO₂ 浓度、气孔导度均逐渐下降, 重度干旱时都达到最小值, 分别比干旱胁迫前下降了 88.0%、89.4%、78.6%。蒸腾速率呈现先升后降的趋势, 中度干旱达到最大值, 然后逐渐减小, 重度干旱时降到最小值, 比干旱胁迫前下降了 50%, 表明牡丹实生苗的光合作用受到一定程度抑制。CAT 活性变化在根与叶中表现不同。叶片 CAT 活性随干旱程度的加剧先升高后降低, 但整体来说, 干旱胁迫下叶片中 CAT 活性均比干旱胁迫前有所提高, 从而一定程度上提高了牡丹实生苗的抗旱性。根中 CAT 活性呈逐渐降低趋势, 需要进一步研究。复水后各指标都有所回升, 但均未达到干旱前水平。

关键词: 牡丹; 实生苗; 干旱胁迫; 光合作用

中图分类号: S685.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)02-0125-03

Effects of Gradual Drought on Physiological Indexs of Seedling in *Paeonia suffruticosa*

LU Jiu-xing, LI Chuang, LI Yong-hua, YANG Qiu-sheng *

(College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The seedlings, *Paeonia suffruticosa* Feng Dan were used as material to study the changes of physiological indexs, such as chlorophyll content, photosynthesis, CAT activity. The result indicated that chlorophyll content increased first, then decreased with the intensification of draught. In contrast to non-drought, chlorophyll content maximized increasing by 18.6% under slight drought and minimized decreasing by 51.2% under severe drought. Pn, Ci and Gs were all declining and at the lowest volume under severe drought, going down by 88.0%, 89.4%, 78.6% compared to non-drought respectively. Trincreased then decreaced under moderate drought and it dropped by 50% under severe drought compared to non-drought. The changes showed that photosynthesis of seedlings was restrained to some degree. CAT activiity had different changes in roots and leaves, and in leaves, it rose then dropped with the intensification of draught. On the whole CAT activity increased under drought stress compared to non-drought. CAT activity decreased gradually in roots. All indexs rebounded, but could not reach the lever of non-drought after watering.

Key words: *Paeonia suffruticosa*; Seedling; Drought stress; Photosynthesis

收稿日期: 2010-10-12

基金项目: 河南省教育厅自然科学研究计划(2009A220002)

作者简介: 逯久幸(1985-), 女, 河南博爱人, 在读硕士研究生, 研究方向: 园林植物栽培生理与分子生物学。

E-mail: water19851212@yahoo.com.cn

* 通讯作者: 杨秋生(1958-), 男, 辽宁阜新人, 教授, 博士生导师, 主要从事园林植物栽培教学和研究。

E-mail: qsyang@henau.edu.cn

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)是我国的传统名花,其观赏栽培已经有 1600 多 a 的历史。凤丹是我国著名的观赏和药用牡丹之一,同时作为嫁接牡丹优良品种的砧木被广泛使用。随着国内外市场对我国牡丹产品的质量要求不断提高,砧木生产作为商品化繁殖链条的基础其重要性日益显著^[1]。光合作用是植物生长的基础,水分状况又是影响光合作用的最重要的因子之一。李永华等^[2-3]、侯小改^[4-5]、张锋^[6]等对不同干旱胁迫下,牡丹的光合特性、生理特性和荧光特性等方面都做了较深入研究,但干旱胁迫对牡丹实生苗砧木的光合特性和生理特性影响的研究未曾涉及。鉴此,以凤丹实生苗为材料,研究逐渐干旱对牡丹实生苗光合特性和生理特性的影响,进一步阐明干旱胁迫的机制,为牡丹实生苗砧木的抗旱性研究提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料为牡丹品种凤丹(*Paeonia suffruticosa* Feng Dan)1 a 生实生苗。将幼苗浇以充足的水,使土壤相对水分含量达到 100%后停止浇水,进行自然干旱。土壤田间最大持水量为 21.45%。浇水后第 1 天开始取样,每隔 2 d 取一次样。同时取土壤,用烘干法称质量测定其含水量。当大部分实生苗出现萎蔫时,取样后复水,复水 1 d 后再取一次样。试验从 6 月 24 日开始,处理 1 d(6 月 25 日)土壤相对含量下降到 90%(干旱前),处理 4 d(6 月 28

日)下降到 68%(轻度干旱),处理 7 d(7 月 1 日)土壤相对含水量下降到 50%(中度干旱),处理 10 d(7 月 4 日)下降到 33%(重度干旱),处理 13 d(7 月 7 日)后复水,复水后 1 d(7 月 8 日)相对含水量上升至 95%。取样后进行各项指标测定。

1.2 方法

叶绿素含量、过氧化氢酶(CAT)活性测定参照张志良等^[7]的方法。光合指标的测定采用开路式光合气体分析系统(LI-6400, LI-COR, NE, USA)于上午 9:00—11:00 测定植株的净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s),细胞间隙 CO_2 浓度(C_i),蒸腾速率(T_r)等参数,选取植株完全展开的叶片,5 次重复。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对牡丹实生苗叶绿素含量的影响

由图 1 可知,随着土壤相对含水量的降低,总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b 含量均呈现先升高后降低的趋势,叶绿素 a/b 值上升。轻度干旱时,总叶绿素含量达到最大值,比干旱前上升了 18.6%。随着干旱胁迫的加剧,总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b 含量均呈现降低趋势。中度干旱和重度干旱时,总叶绿素含量比干旱前分别下降了 23.3%和 51.2%。复水后,总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b 都基本恢复干旱前水平。叶绿素 a/b 值在轻度干旱和中度干旱时基本保持不变,重度干旱时叶绿素 a/b 值上升为 3.2,比干旱前提高了 24%。叶绿素 a/b 值的增加是植物叶片对干旱环境的一种适应性表现^[9]。

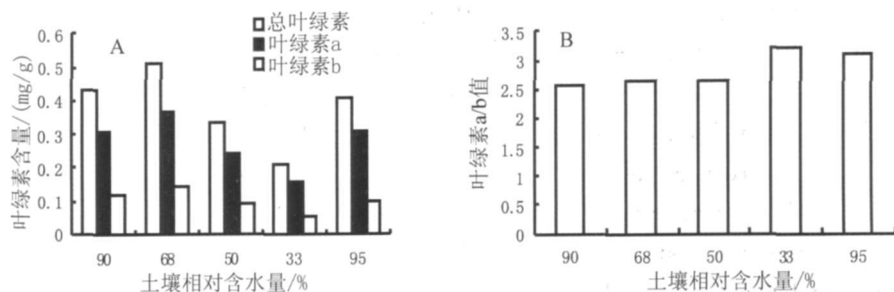


图 1 干旱胁迫下牡丹实生苗叶绿素含量(A)、叶绿素 a/b 值(B)的变化

2.2 干旱胁迫对牡丹实生苗光合作用的影响

由表 1 可以看出,随着干旱胁迫的加剧,净光合速率、胞间 CO_2 浓度、气孔导度均逐渐下降,蒸腾速率呈现先升后降的趋势。干旱前,前三者均为最大值,分别为 $2.00 \mu mol/(m^2 \cdot s)$, $96.67 \mu mol/mol$, $19.56 \mu mol/(m^2 \cdot s)$ 。重度干旱时达到最低,分别比干旱前下降了 88.0%, 89.4%, 78.6%; T_r 在中度干旱时达到最大值,然后逐渐降低,在重度干旱时

为最小值,比干旱前下降了 50%,表明牡丹实生苗的光合作用受到一定程度抑制。复水后,除 T_r 比干旱前升高了 18.0%外, P_n 、 C_i 、 G_s 并未立即恢复到干旱前水平,分别比干旱前降低了 75.5%、45.6%和 19.8%。从 P_n 的变化可以看出, G_s 与 C_i 的变化趋势与 P_n 变化趋势相近。牡丹实生苗干旱期间, C_i 、 G_s 随 P_n 变化而变化,可能是由于干旱胁迫导致光合作用受阻,气孔关闭导致 CO_2 供应不足,造成 C_i

值降低。各项指标在干旱最严重时均达到最小值,可见严重干旱抑制了牡丹实生苗的光合作用,而且受重度干旱胁迫后不能迅速恢复。

表 1 干旱胁迫下牡丹实生苗净光合速率、气孔导度、
胞间 CO₂ 浓度、蒸腾速率的变化

时间/ (月·日)	土壤相对 含水量/%	Pn/($\mu\text{mol}/$ $\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Gs/($\mu\text{mol}/$ $\text{m}^2\cdot\text{s}$)	Ci/ ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	Tr/($\mu\text{mol}/$ $\text{m}^2\cdot\text{s}$)
06-25	90	2.00	19.56	96.67	0.50
06-28	68	1.40	16.47	50.50	0.52
07-01	50	0.96	16.44	27.32	0.71
07-04	33	0.24	4.19	10.24	0.25
07-08	95	0.49	15.69	52.63	0.59

2.3 干旱胁迫对牡丹实生苗 CAT 活性的影响

如图 2 所示,牡丹实生苗中根和叶 CAT 活性的变化趋势并不相同。随着干旱胁迫的加剧,牡丹实生苗根 CAT 活性逐渐降低,与干旱前 935.94 U/(min·g)相比,重度干旱时下降了 86.6%;复水后,CAT 活性稍有回升,但仍比干旱前下降了 58.3%。叶中 CAT 活性的变化与根中表现不同,呈现先升高后降低的趋势。轻度干旱时达到最大值,后逐渐降低,中度干旱和重度干旱时,CAT 活性分别比轻度干旱下降了 47.9%和 56.6%,但均比干旱前提高了 29.7%和 53.3%。整体来说,干旱胁迫下叶 CAT 的活性比处理前有所提高;复水后,CAT 活性与处理前持平。

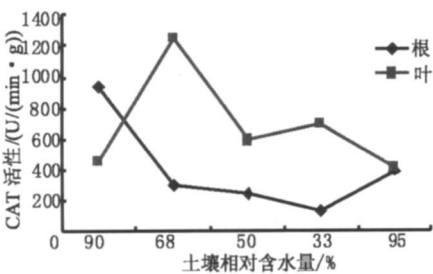


图 2 干旱胁迫下牡丹实生苗根、叶 CAT 活性的变化

3 结论与讨论

侯小改等^[4-5,8]、李永华等^[2-3]、张成军^[9]、吴显芝等^[10]的研究结果显示,干旱胁迫下,牡丹叶片叶绿素含量、净光合速率、气孔导度均呈下降趋势。张锋等^[6]认为,随着土壤水分胁迫的加剧,净光合速率、气孔导度呈下降趋势,而胞间 CO₂ 浓度却上升。干旱抑制牡丹光合作用,限制气体交换,逐渐干旱对牡

丹的光合生理指标产生了显著的影响。本试验结果表明,随着土壤干旱程度的加强,牡丹实生苗总叶绿素含量、净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度均呈下降趋势,这点与前人研究结果相似^[2-5];复水后,叶绿素含量及净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度等指标都有不同程度恢复,但很难立即恢复到干旱前水平,这表明干旱胁迫下牡丹实生苗叶片的光合作用受到一定程度影响。过氧化氢酶普遍存在于植物的组织中,其活性与植物的代谢强度及抗性有很大关系^[7]。干旱胁迫下,植物体内产生过量的活性氧和自由基,抗氧化酶活性的提高可以清除过量的活性氧与自由基,提高植物的抗旱力^[2]。本试验结果显示,牡丹实生苗叶子中 CAT 活性呈现先升后降的趋势,但整体上比干旱前酶活性增加,这表明在干旱胁迫下,牡丹实生苗抗旱能力有所提高。而根中的 CAT 活性却随干旱胁迫的加剧逐渐下降,与前人研究结果存有差异^[2-4],有待进一步研究。

参考文献:

[1] 成仿云,杜秀娟. 低温与赤霉素处理对‘凤丹’牡丹种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2008, 35(4): 553-558.

[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] 李永华,孙丽丹,苏志国,等. 短期高温对牡丹叶片光合作用及相关生理指标的影响[J]. 河南科学, 2008, 26(3): 291-293.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 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.

[7] 张志良. 植物生理学实验指导[J]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 1990.

[8] 侯小改. 4个牡丹品种光合特性的比较研究[J]. 河南农业大学学报, 2007, 41(5): 527-530.

[9] 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效应[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2003.

[10] 吴显芝,乙引. 干旱胁迫对金钗石斛幼苗生理生化的影响[J]. 贵州农业科学, 2006, 34(1): 18-20.