

土壤干旱与盐胁迫对球花石楠幼苗生理特性的影响

黄晓霞, 黄大韧, 杨自云, 高 昆, 程小毛

(西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224)

摘 要:以球花石楠 2 a 生实生苗为试材, 分别进行良好水分处理(100%田间持水量), 干旱处理(50%田间持水量)及盐处理(0.1 mol/L NaCl 溶液), 测定其部分生理生化指标。结果表明: 干旱及盐胁迫引起植株光合色素含量的改变, 叶绿素含量及类胡萝卜素含量在干旱胁迫下均有所降低, 而在盐胁迫下均有所增加。盐胁迫刺激了膜质过氧化产物丙二醛含量的增加, 同时也显著提高了过氧化氢酶(CAT)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)的活性; 干旱胁迫仅增加了过氧化氢酶(CAT)的活性, 对丙二醛含量的影响不显著; 渗透调节物质脯氨酸含量在干旱胁迫和盐胁迫下均显著增加。此外, 综合所测指标分析, 盐胁迫对球花石楠幼苗的影响要大于干旱胁迫。

关键词:球花石楠幼苗; 干旱胁迫; 盐胁迫; 生理生化

中图分类号:S 682.2⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)21-0087-03

环境胁迫是林业生产和生态环境建设中日益严重的问题, 对南方、北方主要造林树种的抗旱及抗盐机理的研究受到了越来越多的关注, 在无花果、沙枣、桑树、苹果、核桃等经济树种的抗逆性方面也相继取得了一定的研究成果^[1,2], 而对于林木有机组成部分的园林绿化树种的研究则相对滞后。球花石楠(*Photinia glomerata* Rehd. et Wils.)为蔷薇科石楠属常绿乔木, 是一种很好的园林绿化树种, 在云南当地被广泛的应用于园林造景及城市绿化中。该试验以球花石楠实生幼苗为材料, 通过测定干旱胁迫以及盐胁迫下植株体内生理特性的变化, 研究该树种对干旱及盐胁迫的适应性, 可为球花石楠的栽培及园林应用提供理论依据和科学指导, 对于扩大种植云南乡土树种有积极意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料选择健康并生长一致的 2 a 生球花石楠实生苗, 于 2009 年 9 月初移栽到 5 L 的塑料盆中, 基质为红土+珍珠岩+腐殖土(1:1:2)的混合基质。

1.2 试验方法

试验共设 3 个处理组良好水分组(即对照组, WW)、

干旱处理组(DS)、盐处理组(SS)。试验大棚内白天温度范围为 20~30℃, 夜间温度范围为 9~18℃, 相对湿度为 35%~80%。处理时间从 2009 年 9 月 20 日至 11 月 20 日, 所有指标测定在处理结束时进行, 每株选取从上到下的第 3~5 片完全展开的叶作为生理生化指标的测定样品, 5 次重复。

水分处理方法:测定土壤的最大田间持水量(FC), 用隔天称重法进行水分控制。对照组为 100%FC, 干旱处理组为 50%FC。

盐处理方法:用 0.1 mol/L NaCl 溶液进行处理, 每盆隔天浇 10 mL 的盐溶液, 再补充水分至 100%FC。

1.3 指标测定

叶绿素含量测定:参照 Inskeep and Bloom 的方法^[3], 称取植物叶片 0.2 g, 剪碎后用冷的二甲基甲酰胺暗中 4℃下浸提 48 h, 于 663.8 和 646.8 nm 下比色。计算单位叶鲜重的叶绿素 a、叶绿素 b 及整个叶绿素的含量。**胡萝卜素含量测定:**参考 Arnon 的方法^[4], 叶片样品用 80%冷丙酮暗中提取 48 h, 于 663、645 和 470 nm 下比色。计算单位叶鲜重的胡萝卜素的含量。**抗坏血酸过氧化物酶(APX, EC 1.11.1.11):**参照 Knorzer 等的方法^[5]。计算每 1 min 内每 1 mg 蛋白转化的抗坏血酸量(摩尔消光系数为 2.8 mM⁻¹·cm⁻¹), 用以表示酶活性的大小。**过氧化氢酶(EC 1.11.1.6, CAT):**参考 Aebi 的方法^[6]。根据摩尔消光系数 39.4 mM⁻¹·cm⁻¹, 计算酶活性。**丙二醛 MDA 含量测定**参照 Hodges 等的方法^[7]。**可溶性蛋白含量测定**参照 Bradford 的方法^[8]。**游离脯氨酸含量测定**参照 Bates 等的方法^[9]。

第一作者简介:黄晓霞(1980), 女, 四川成都人, 博士, 讲师, 现主要从事园林植物栽培生理及繁殖应用方面的教学科研工作。

E-mail: huangxx@swfu.edu.cn

通讯作者:程小毛(1979), 女, 博士, 讲师, 研究方向为园林植物。

基金项目:云南省部级重点学科省高校重点实验室及校实验室共享平台资助项目。

收稿日期:2010-07-29

1.4 统计分析

所有的数据分析都利用 SPSS 11.5 统计分析软件进行一元方差分析(one-way ANOVA), 平均数间多重比较采用 Duncan's 检验方法。P<0.05 时差异显著。

2 结果与分析

2.1 干旱与盐胁迫对叶片光合色素含量的影响

从表 1 可看出, 干旱胁迫下植株叶片中总叶绿素含

量下降; 而在盐胁迫下总叶绿素含量却显著增加, 总叶绿素含量的变化主要是由叶绿素 b 的变化引起的, 因为叶绿素 a 含量在干旱下虽有所下降, 但并不显著。叶绿素 a/ 叶绿素 b 在 3 个处理组中变化不大。类胡萝卜素、类胡萝卜素/ 总叶绿素在干旱胁迫下显著减小, 而盐处理下则变化不大。

表 1 干旱与盐胁迫对叶片光合色素含量的影响

处理	叶绿素 a / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$	叶绿素 b / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$	总叶绿素 / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$	类胡萝卜素 / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$	叶绿素 a/ b	类胡萝卜素/ 总叶绿素
WW	13.36±0.88 a	7.90±0.03 ab	21.26±0.85 ab	2.01±0.11 a	1.69±0.12 a	0.09±0.00 a
DS	10.22±0.42 a	6.48±0.57 b	16.70±0.73 b	1.09±0.06 b	1.60±0.17 a	0.07±0.01 b
SS	14.99±1.67 a	8.88±0.51 a	23.86±2.15 a	2.59±0.34 a	1.68±0.11 a	0.11±0.01 a
P	0.05 _{ns}	0.023 *	0.029 *	0.006 **	0.887 _{ns}	0.002 ** *

注 WW, 水分良好条件, 100%FC; DS, 干旱处理, 50%FC; SS, 0.1 mol/L NaCl 溶液处理。同一列中不同字母表示差异显著(邓肯新复极差法) P<0.05, 每个值代表 5 次重复的平均值±标准误。ns, 差异不显著; *, 0.01<P<0.05; **, 0.001<P<0.01; ***, P<0.001, 下表同。

2.2 干旱与盐胁迫对叶片抗氧化酶活性的影响

从表 2 可看出, 干旱处理组植株叶片过氧化氢酶 CAT 活性显著增强, 抗坏血酸过氧化物酶 APX 活性有所增加但不显著; 而在盐处理下, 过氧化氢酶 CAT 活性、抗坏血酸过氧化物酶 APX 活性都显著增强, 并且其增加的程度大于干旱胁迫下增加的程度。可看出, 球花石楠植株抗氧化酶对盐胁迫比对干旱胁迫的响应更为积极。

萝卜素含量均显著降低, 相似的结果在许多植物中都有报告, 如芦苇 (*Phragmites australis*)^[10] 和桐花树 (*Aegiceras corniculatum*)^[11]。叶绿素含量的降低可能是干旱胁迫激活了叶绿素降解酶活性^[2], 有研究表明叶绿素含量的降低可以使植物叶片有效的散失过量的激发能减少活性氧的生成, 其抗氧化能力可以得到加强^[3]。类胡萝卜素在紫黄质转化为玉米黄质的过程中起作用, 可以参与叶黄素循环, 促进过量激发能的散失, 可以清除活性氧^[4], 而该研究中干旱下类胡萝卜素含量的降低也表明干旱胁迫对球花石楠叶片造成了一定程度的氧化伤害。球花石楠叶绿素含量在盐胁迫下显著增加, 盐胁迫下叶绿素含量增加在前人的研究结果中也有过报道, 如董晓霞等^[5]通过对几种非盐生植物的研究认为, 盐胁迫可以显著增大植物叶绿素含量, 认为植物叶片中叶绿素含量的增加是为了降低盐胁迫带来的生理紊乱。

表 2 干旱与盐胁迫对叶片抗氧化酶活性的影响

处理	过氧化氢酶(CAT) / $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ protein}$	抗坏血酸过氧化物酶(APX) / $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ protein}$
WW	25.77±3.53 b	370.05±51.94 b
DS	50.93±9.88 a	406.59±109.81 b
SS	63.67±11.08 a	620.84±76.72 a
P	0.005 ** *	0.020 *

2.3 干旱与盐胁迫对叶片膜质过氧化及可溶性物质影响

从表 3 可看出, 盐胁迫下, 植株叶片中丙二醛的含量表现出显著增长的趋势, 是水分良好情况的 2 倍以上, 而干旱下叶片丙二醛的含量虽有所增加, 但并不显著, 说明球花石楠在盐胁迫下受到膜质过氧化的伤害程度更大。与水分充足的对照组相比, 干旱处理及盐处理下, 可溶性蛋白含量没有显著变化, 而脯氨酸含量却显著增加, 并且盐处理组的增加程度大于干旱处理组。

丙二醛是植物细胞膜脂过氧化产物之一, 能够强烈的与细胞内各种成分发生反应, 从而引起酶和膜的严重损伤, 丙二醛含量的多少可以直接反映植物在逆境胁迫下受伤害的程度^[6]。试验结果可看出, 无论干旱胁迫还是盐胁迫下, 植株叶片中丙二醛的含量都在增加。但在干旱胁迫下, 丙二醛的含量增加并不明显, 而盐处理下, 植株中丙二醛的含量表现出剧烈增长的趋势。说明球花石楠在盐胁迫下受到的膜质过氧化伤害程度更大。而另一方面, 干旱及盐胁迫也激活了该植物的抗氧化系统活性, 如 CAT 及 APX 酶活性的增加, 以此来清除逆境所带来的膜质过氧化及活性氧等伤害。

表 3 干旱与盐胁迫对叶片膜质过氧化及可溶性物质的影响

处理	丙二醛(MDA) / $\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$	可溶性蛋白 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$	脯氨酸 / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$
WW	0.779±0.474 b	44.41±1.60 a	44.64±0.98 c
DS	0.837±0.105 b	39.66±3.61 a	66.00±0.03 b
SS	1.667±0.258 a	40.85±4.14 a	123.63±0.72 a
P	0.015 *	0.598 _{ns}	0.000 ** ** *

很多研究证明, 盐胁迫降低了植物叶片的水势, 而促进了渗透调节物质(可溶性蛋白、可溶性糖及游离脯氨酸)的积累, 增加了植物的渗透调能力^[7-18]。试验中, 干旱与盐胁迫都没有引起球花石楠幼苗可溶性蛋白含量的增加, 但却显著增加了脯氨酸的积累。脯氨酸积累可

3 讨论

该研究中干旱胁迫下球花石楠叶绿素含量及类胡

为植物幼苗的渗透调节提供一种经济有效的方式,因为幼苗的根系不够发达,只能吸收土壤浅层的水分^[18]。因此从该试验的结果可看出,球花石楠在干旱及盐处理下的渗透调节可以通过脯氨酸的累积来进行,并且在盐胁迫下脯氨酸的增加量要大于干旱胁迫,说明了植物在逆境下发挥作用的渗透物质及方式有所侧重。

4 结论与建议

通过对干旱和盐处理下球花石楠幼苗的某些生理生化指标的测定,主要得出以下结论:干旱及盐胁迫引起植株光合色素含量的改变,叶绿素含量及类胡萝卜素含量在干旱胁迫下均有所降低,而在盐胁迫下均有所增加。盐胁迫刺激了膜脂过氧化产物丙二醛含量的增加,同时也显著提高了过氧化氢酶(CAT)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)的活性;干旱胁迫仅增加了过氧化氢酶(CAT)的活性,对丙二醛含量的影响不显著;渗透调节物质脯氨酸含量在干旱胁迫和盐胁迫下均显著增加。综合所测指标分析,盐胁迫对球花石楠幼苗的影响要大于干旱胁迫。由于时间和条件有限,该次研究深度不够,还存在很多的不足,建议可进一步展开该树种抗逆性方面的研究,提高其抗逆能力,为球花石楠的培育提供理论和实践方面的依据,同时也为我国城市林业发展做出贡献。

参考文献

- [1] 曹福亮. 中国南方主要造林树种耐盐耐旱机理研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- [2] 张川红. 北方几个造林树种抗盐能力与抗盐机理研究[D]. 北京: 北京林业大学, 1999.
- [3] Inskeep W P, Bloom P R. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N, N-Dimethylformamide and 80% acetone [J]. *Plant Physiol*, 1985, 77: 483-485.
- [4] Amon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase

in *Beta vulgaris* [J]. *Plant Physiol*, 1949, 24: 1-15.

- [5] Knorzer O G, Boger P. Alterations in the antioxidative system of suspension-cultured oyebeancells induced by oxidative stress [J]. *Physiol Plant*, 1996, 97: 388-396.
- [6] Aebi H. Catalase in vitro [J]. *Meth. Enzymol*, 1984, 105: 121-126.
- [7] Hodges D M, DeLong J M, Forney C F, et al. Improving the thiobarbituric acid-reactive substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds [J]. *Planta*, 1999, 207: 604-611.
- [8] Bradford M M. A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding [J]. *Anal Biochem*, 1976, 72: 248-254.
- [9] Bates C J, Waldren R P, Teare I D. Rapid determination of free proline for water-stress studies [J]. *Plant Soil*, 1973, 39: 205-207.
- [10] Pagter M, Bragato G, Brix H. Tolerance and physiological responses of *Phragmites australis* to water deficit [J]. *Aquat. Bot.*, 2005, 81: 285-299.
- [11] Parida A K, Dasa A B, Samadac Y, et al. Effects of salinity on biochemical components of the mangrove *Aegiceras corniculatum* [J]. *Aquat. Bot.*, 2004, 80: 77-87.
- [12] Mihailovč N, Lazarevič M, Dzeletovič Z, et al. Chlorophyllase activity in wheat *Triticum aestivum* L. leaves during drought and its dependence on the nitrogen ion form applied [J]. *Plant Sci.*, 1997, 129: 141-146.
- [13] Rouhi V, Samson R, Lemeur R, et al. Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery [J]. *Environ. Exp. Bot.*, 2007, 59: 117-129.
- [14] Streb P, Shang W, Feierabend J, et al. Divergent strategies of photoprotection in high-mountain plants [J]. *Planta*, 1998, 207: 313-324.
- [15] 董晓露, 赵树慧, 孔令安. 苇状羊茅盐胁迫下生理效应的研究 [J]. *草业科学*, 1998, 15: 10-13.
- [16] 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害 [J]. *植物生理学通讯*, 1991(2): 84-90.
- [17] Hare P D, Cress W A, van Staden J. Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress [J]. *Plant Cell Environ*, 1998, 21: 535-553.
- [18] Misra N, Gupta A K. Effect of salt stress on proline metabolism in two high yielding genotypes of green gram [J]. *Plant Sci*, 2005, 169: 331-339.

Physiological Traits of *Photinia glomerata* Seedlings as Affected by Soil Drought and Salt Stress

HUANG Xiao-xia, HUANG Da-ren, YANG Zi-yun, GAO Kun, CHENG Xiao-mao

(Faculty of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract: The two-year old seedlings of *Photinia glomerata* Rehd. et Wils. as experiment materials, the physiological traits as affected by drought and salt under three treatments (well-watered, 100% field capacity; drought stress, 50% field capacity; salt stress by 0.1 mol/L NaCl solution) were studied. The results showed that the contents of photosynthetic pigments were very different under three treatments. Compared with control treatment, the contents of chlorophyll and carotenoid were lower under drought treatment while higher under salt treatment. Moreover, salt stress significantly stimulated MDA accumulation, at the same time, it activated the antioxidative system of plant and improved the activities of CAT and APX; drought stress improved the activity of CAT enzyme while the drought effect on MDA content was not significant. Furthermore, the free proline content significantly increased under drought and salt stresses.

Key words: *Photinia glomerata* seedlings; drought stress; salt stress; physiology and biochemistry