

干旱胁迫对琴叶榕生长和生理特性的影响

吴中军^{1,2}, 张 扬¹, 刘奕清², 唐建民²

(1. 重庆文理学院 生命科学与技术学院, 重庆 402160; 2. 重庆高校园林花卉工程研究中心, 重庆 402160)

摘 要:以 1 a 生组培琴叶榕盆栽苗为试材, 控水模拟不同土壤水分状况, 探讨不同程度干旱胁迫对琴叶榕叶片生理特性的影响。结果表明:随着干旱胁迫程度的提高, 琴叶榕株高、净光合速率、蒸腾速率和叶绿素含量均呈现下降趋势;脯氨酸含量、丙二醛(MDA)含量都随着干旱胁迫程度的加强而显著升高;POD 活性随干旱胁迫的加强而升高;SOD 活性在轻度和中度干旱下上升, 在严重干旱胁迫时反而下降。

关键词:干旱胁迫;琴叶榕;观赏植物

中图分类号:S 794.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)03-0068-04

琴叶榕(*Ficus lyrata*)为桑科榕属常绿乔木, 又名橡皮树。重庆地处三峡库区腹心地带, 是长江流域重要的生态屏障。从 2008 年开始实施的“森林工程”是重庆市委、市政府站在可持续发展高度上提出的战略方针, “森林重庆”的建设对加快西部地区增长、长江上游地区的经济中心和城乡统筹发展的建设, 以及对维护长江中下游地区生态安全具有极其重要的战略意义。琴叶榕作为常绿树种, 在城市绿化中占有重要的地位。重庆市的干旱和洪涝是主要的气象灾害, 出现的频率较高, 据资料显示, 从 1892~2005 年的 100 余年, 特旱年出现频率大约为 4.4%, 大旱和偏旱年出现的频率大约为 28.9%^[1]。干旱对树木的正常生长构成了极大的威胁。但是, 目前国内外有关干旱胁迫的研究多集中在果树和其它科属的植物^[2-4], 而对琴叶榕干旱的研究报道很少。在干旱地区和干旱季节, 琴叶榕主要依靠降雨维持生长, 但由于降雨量少, 造成了琴叶榕的生长受到抑制。现对琴叶榕的抗旱能力进行研究, 探讨琴叶榕的抗旱性, 为干旱地区和干旱季节琴叶榕栽培管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2009 年 3~7 月在重庆高校园林花卉中心进行。以生长状况良好、形态均一的 1 a 生组培琴叶榕盆栽组培苗为试材。

1.2 试验设计

试材按干旱胁迫程度分为 4 个处理, 即轻度干旱胁迫 T1(相对含水量 50%~55%)、中度干旱胁迫 T2(相对含水量 40%~45%)、严重干旱胁迫 T3(相对含水量 30%~35%)和对照 CK(相对含水量 60%~65%)。每处理 4 盆, 每盆栽种 1 株, 3 次重复, 并挂牌。采用整盆称重法控制土壤含水量, 每日 18:00 称花盆重量, 根据测量结果补充每日消耗水量, 使水分保持试验设计处理水平, 15 d 后进行各项指标的测定。

1.3 试验方法

1.3.1 形态指标的测定 用卷尺测定茎基部到顶端高度为株高, 茎基粗度用游标卡尺测定, 用卷尺测定节间距(从基部数第 3~5 节)。

1.3.2 光合生理指标的测定 晴天 7:00~18:00, 用光合仪测定琴叶榕叶片的净光合速率(Pn)和蒸腾速率(Tr)。并记录测定时外界环境条件, 即温度(Tc), 空气相对湿度(RH)和太阳辐射(PAR)。

1.3.3 其它生理指标的测定 采用乙醇提取法测定叶绿素含量、茚三酮法测定脯氨酸含量和硫代巴比妥酸(TBA)法测定丙二醛(MDA)含量^[5];氮蓝四唑(NBT)法测定 SOD 活性和愈创木酚法测定 POD 活性^[6]。

1.4 数据处理

试验数据采用 SPSS 13.0 和 Microsoft Excel 软件进行统计分析, Duncan 氏多重比较。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对琴叶榕形态指标的影响

由图 1 可看出, 随着干旱胁迫程度的加强, 琴叶榕的株高呈现下降趋势, 但是各处理间有较显著差异。在

第一作者简介:吴中军(1966-), 男, 四川夹江人, 教授, 研究方向为园艺植物的栽培生理。E-mail: wuzhongjun163@com。

基金项目:重庆市森林工程科技支撑计划资助项目。

收稿日期:2010-11-12

轻度和中度干旱胁迫时,琴叶榕的株高与对照无显著差异;在严重干旱胁迫时,株高与对照差异达显著水平。

基茎粗度和节间距指标,在轻度、中度和严重干旱胁迫下变化均不大。

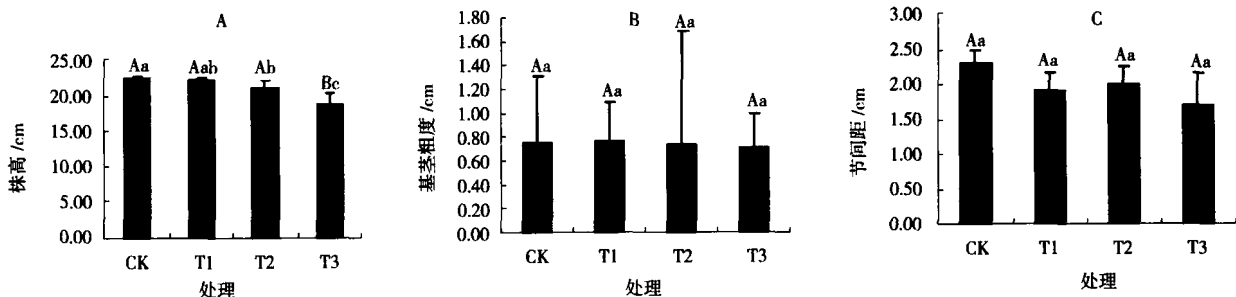


图1 不同干旱胁迫下各处理对琴叶榕形态指标的影响

注:1. CK. 对照;T1. 轻度干旱胁迫;T2. 中度干旱胁迫;T3. 严重干旱胁迫。2. 不同小写字母表示 $P=0.05$ 时差异显著;不同大写字母表示 $P=0.01$ 时差异极显著。下同。

2.2 干旱胁迫对琴叶榕光合生理指标动态变化的影响

不同温度下干旱胁迫对琴叶榕净光合速率和蒸腾速率产生了显著的影响(图2)。净光合速率是反映植物光合作用能力的重要指标,蒸腾速率是反映植物蒸腾作用能力的重要指标。

由图2-A可看出,随着温度的不断升高,琴叶榕在各干旱处理下的净光合速率均由高变低。在相同温度下,随着干旱胁迫程度的加强,琴叶榕的净光合速率逐渐下降。当温度为24.7℃时,轻度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照和中度干旱胁迫无显著差异,与严重干旱胁迫差异达极显著水平;中度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照和严重干旱胁迫差异均达显著水平;严重干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照差异达极显著水平。当温度为25.8℃时,轻度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照无显著差异,与中度干旱胁迫差异达显著水平,与严重干旱胁迫差异达极显著水平;中度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照和严重干旱胁迫差异均达显著水平;严重干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照差异达极显著水平。当温度为28.0和30.6℃时,轻度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照无显著差异,与中度和严重干旱胁迫差异均达极显著水平;中度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照和严重干旱胁迫差异均达极显著水平;严重干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照差异达极显著水平。当温度为32.2℃时,轻度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照无显著差异,与中度和严重干旱胁迫差异均达极显著水平;中度干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照差异达极显著水平,与严重干旱胁迫差异达极显著水平。

重干旱胁迫差异达显著水平;严重干旱胁迫条件下,琴叶榕的净光合速率与对照差异达极显著水平。这说明过高的温度可以抑制琴叶榕的光合作用,且随着温度的升高,这种抑制作用越来越明显。在相同温度条件下,干旱胁迫抑制琴叶榕的光合作用,且随着干旱胁迫程度的加强,这种抑制作用越来越强。

由图2-B可看出,随着温度的不断升高,琴叶榕在各干旱处理下的蒸腾速率均由低变高。在相同温度下,随着干旱胁迫程度的加强,琴叶榕的蒸腾速率逐渐下降。当温度为24.7℃时,轻度干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照差异达显著水平,与中度和严重干旱胁迫差异达极显著水平;中度干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照差异达极显著水平,与严重干旱胁迫无显著差异;严重干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照差异达极显著水平。当温度为25.8和28.0℃时,轻度干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照、中度和严重干旱胁迫差异均达极显著水平;中度干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照差异达极显著水平,与严重干旱胁迫无显著差异;严重干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照差异达极显著水平。当温度为30.6和32.2℃时,轻度干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照、中度和严重干旱胁迫差异均达极显著水平;中度干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照差异达极显著水平,与严重干旱胁迫差异达显著水平;严重干旱胁迫条件下,琴叶榕的蒸腾速率与对照差异达极显著水平。这说明随着温度的升高,琴叶榕的蒸腾作用越来越强。在相同温度条件下,干旱胁迫抑制琴叶榕的蒸腾作用,且随着干旱胁迫程度的加强,这种抑制作用越来越强。

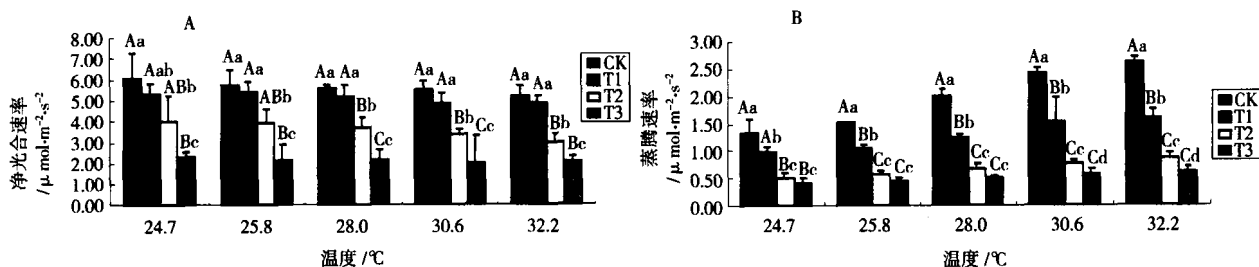


图2 不同干旱胁迫和温度下各处理琴叶榕叶片的净光合速率和蒸腾速率

2.3 干旱胁迫对琴叶榕叶片叶绿素、脯氨酸和丙二醛(MDA)含量的影响

由图 3-A 可看出,随着干旱胁迫程度的加强,琴叶榕叶片的叶绿素含量呈现下降趋势,但是各处理间有较显著差异。在轻度干旱胁迫时,叶绿素含量略有下降,与对照无显著差异;在中度干旱胁迫时,叶绿素含量与对照差异达显著水平($P<0.05$);严重干旱胁迫时,叶绿素含量较对照出现明显下降,达到差异极显著水平($P<$

0.01)。这说明琴叶榕叶片的光合作用受到中度和严重干旱胁迫的抑制,且随着干旱胁迫程度的加强,这种抑制作用越来越强。

由图 3-B 可看出,随着干旱胁迫程度的加强,琴叶榕叶片的脯氨酸含量呈现上升趋势,各处理间有较显著差异。在轻度干旱胁迫时,脯氨酸含量略有上升,与对照无显著差异;在中度和严重干旱胁迫时,脯氨酸含量较对照出现明显上升,达到差异极显著水平($P<0.01$)。

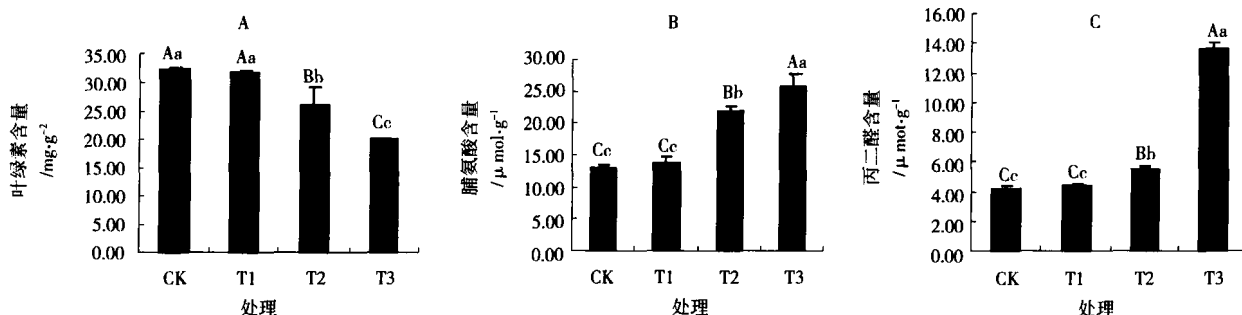


图3 干旱胁迫对琴叶榕叶片叶绿素、脯氨酸和丙二醛含量的影响

由图 3-C 可看出,随着干旱胁迫程度的加强,琴叶榕叶片的丙二醛含量呈现上升趋势,各处理间有较显著差异。在轻度干旱胁迫时,丙二醛含量略有上升,与对照无显著差异;在中度干旱胁迫时,丙二醛含量较对照达到差异显著水平($P<0.05$);严重干旱胁迫时,丙二醛含量较对照急剧上升,达到差异极显著水平($P<0.01$)。

2.4 干旱胁迫对琴叶榕叶片内 SOD 和 POD 活性的影响

由图 4-A 可看出,随着干旱胁迫程度的加强,琴叶榕叶片的 SOD 活性呈先上升后下降的趋势,在轻度和中度干旱胁迫时,琴叶榕叶片 SOD 活性较对照明显升高,达到极显著水平($P<0.01$)。严重干旱胁迫时,琴叶榕叶片 SOD 活性下降,与对照无明显差异。说明轻度和中度干旱胁迫可以使琴叶榕叶片 SOD 活性增强,稳定细胞膜通透性。

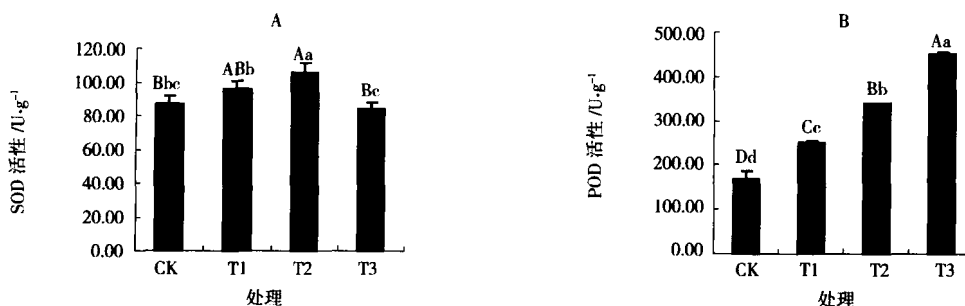


图4 干旱胁迫对琴叶榕叶片 SOD 和 POD 活性的影响

由图 4-B 可看出,随着干旱胁迫程度的加强,琴叶榕叶片的 POD 活性呈急剧上升趋势。轻度、中度和严重干旱胁迫时,POD 活性均与对照差异极显著($P<0.01$)。说明干旱胁迫增加了琴叶榕叶片的 POD 活性,从而维持琴叶榕叶片细胞膜在干旱条件时的通透性。

3 结论与讨论

3.1 结论

随干旱程度的提高,琴叶榕的生长和生理指标都会受到不同程度的影响。表现为严重干旱胁迫时,琴叶榕的生长受到抑制。琴叶榕叶片的净光合速率和蒸腾速率呈下降趋势,而脯氨酸含量、丙二醛含量和 POD 活性均呈上升趋势。SOD 活性在轻度和中度干旱时逐渐上升,严重干旱时出现下降趋势。在该试验中,琴叶榕叶片叶绿素含量在中度和严重干旱时下降,且干旱程度越高,下降越明显。

3.2 讨论

3.2.1 干旱胁迫与植物的形态指标 株高、基茎粗度和节间距是植物生长的重要指标^[7],植物在生长过程中受到干旱胁迫时,植物体内的代谢必定会发生变化,生长状况必然随之变化^[8]。该试验中,干旱胁迫下琴叶榕的生长和生理指标都会受到不同程度的影响,严重干旱胁迫时,琴叶榕的生长受到抑制,与他们的研究结果相似。

3.2.2 干旱胁迫与植物的生理指标 叶绿素含量是反映植物光合能力的重要指标^[9],该试验结果表明,在中度和严重干旱胁迫时,叶绿素含量均呈下降趋势,表明中度和严重干旱胁迫抑制了琴叶榕叶片叶绿素的合成。脯氨酸含量是植物组织中重要的渗透调节物质,对维持植物细胞内的渗透压起重要作用。植物组织中游离脯氨酸含量的增加将会使细胞内的渗透压下降,以此促进植物吸水^[10]。丙二醛含量的变化是反映细胞膜脂过氧化作用的一个重要指标,在相同土壤含水量条件下,细胞膜脂过氧化作用越强,细胞膜受损伤程度越高^[11]。这说明,中度和严重干旱胁迫时琴叶榕叶片细胞通过增加脯氨酸含量来稳定胞内渗透压。在该试验中,脯氨酸和丙二醛含量随干旱胁迫程度增加而上升,干旱程度越

高,上升越明显。表明琴叶榕处于干旱环境时,其细胞通过加速脯氨酸和丙二醛的合成来维持细胞膜的通透性和渗透调节能力。SOD 和 POD 均为植物内源自由基清除剂^[12],在干旱胁迫下,植物细胞内会产生过剩的活性氧自由基,导致细胞膜透性增加^[13]。SOD 和 POD 是植物组织中的重要保护酶,可以消除细胞内活性氧自由基对细胞膜的伤害,稳定细胞膜的通透性^[14]。该试验表明,琴叶榕在适宜土壤含水量条件下,其叶片细胞内 SOD 和 POD 活性很低。随着干旱程度的增加,SOD 和 POD 活性也增加,从而抵御干旱环境对琴叶榕的伤害,增强抗旱能力。但是在严重干旱时,琴叶榕叶片细胞膜可能被严重损坏,导致 SOD 活性不升反降。

参考文献

- [1] 李永华,高阳华,唐云辉.重庆城区近 100 余年旱涝变化[J].气象研究,2008,27(1):162-163.
- [2] 魏磊,崔茂茂.干旱胁迫对山杏光合特性的影响[J].华北农学报,2008,23(5):194-197.
- [3] 刘世秋,张振文.干旱胁迫对酿酒葡萄赤霞珠光合特性的影响[J].干旱地区农业研究,2008,09,26(5):169-172.
- [4] 杨玉珍,彭方仁.干旱胁迫下不同种源香椿苗木的生理生化变化[J].南京林业大学学报,2008,32(1):24-28.
- [5] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [6] 李合生.植物生理生化实验原理与技术[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [7] 李林峰,刘新田.干旱胁迫对桉树幼苗的生长和某些生理生态特性的影响[J].西北林学院学报,2004,19(1):14-17.
- [8] 孙宪芝,郑成淑,王秀峰.木本植物抗旱机理研究进展[J].西北植物学报,2007,27(3):629-634.
- [9] 刘遵春,陈荣江.干旱胁迫对金光杏梅幼苗生长及其生理生化指标的影响[J].沈阳农业大学学报,2008,39(1):100-103.
- [10] 李昆,曾觉民,赵虹.金沙江干热河谷造林树种游离脯氨酸含量与抗旱性关系[J].林业科学研究,1999,12(1):103-107.
- [11] 姚允聪,曲泽洲,李树仁.不同浇水处理过程中柿幼树 SOD CAT 和膜脂过氧化作用的变化[J].北京农学院学报,1994,9(1):24-26.
- [12] 钱春,刘素君,尹克林.水分胁迫对草莓膜保护系统的影响[J].西南农业大学学报,2005,27(4):541-544.
- [13] 王霞,侯平,尹林克.土壤水分胁迫对桉柳体内膜保护酶及膜脂过氧化的影响[J].干旱区研究,2002,19(3):17-20.
- [14] 陈立松,刘星辉.果树逆境生理[M].北京:中国农业出版社,2003.

Effect of Soil Drought Stress on Growth and Physiological Characteristics of *Ficus lyrata*

WU Zhong-jun^{1,2}, ZHANG Yang¹, LIU Yi-qing², TANG Jian-min

(1. College of Life-Science, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing 402160; 2. Garden and Flower Engineering Research Center of Chongqing College, Chongqing 402160)

Abstract: Taking one year-old potted tissue culture plantlet of *Ficus lyrata* as material, physiological characteristics of *Ficus lyrata* leaves under different soil water condition were analyzed. The results showed that plant height, net photosynthetic rate, chlorophyll content of leaves reduced with increasing drought stress. At the same time, proline content and malondialdehyde (MDA) concentrations significantly increased, and POD activity increased as well. SOD activity increased under the mild and moderate drought stress, but reduced under severe drought stress.

Key words: drought stress; *Ficus lyrata*; ornamental plant