

干旱胁迫对李树不同品种膜脂过氧化的影响

许丽颖¹, 郭太军², 王立凤¹, 张俊晟¹, 肖 杰¹

(1. 牡丹江师范学院 生命科学与技术学院, 黑龙江 牡丹江 157012; 2. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘要:为了探究李树水分逆境生理,在干旱胁迫条件下,通过对紫叶李和长李 15 某些生理生化指标的研究,探讨水分亏缺时李树抗旱的生理反应及其适应机理。结果表明:随着干旱胁迫程度的加强,两种李树的过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性均表现为先升高,再降低;而丙二醛(MDA)的含量显著提高。品种间表现为干旱胁迫对紫叶李的伤害大于对长李 15 的伤害。

关键词:干旱胁迫;李树;过氧化物酶;过氧化氢酶;丙二醛

中图分类号:S662.3

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)03-0059-03

李树是蔷薇科(Rosaceae)李亚科(Prunoideae)李属(*Prunus*)植物,在中国是栽培历史比较悠久的落叶果树。李属植物在全世界共有 30 余个种,全国各地的李树种类有 8 种、5 变种,约有 800 余个品种类型。

紫叶李(*Prunus cerasifera* Ehrh. f. *atropurea* Rehd.)是蔷薇科李属植物,原产亚洲南部,是樱李(*P. cerasifera*)的变种,成熟后叶片终年紫红色,嫩叶鲜红,近年来在我国园林绿化中作为彩叶植物被广泛应用。这 2 种李树在我国都是重要的栽培品种,在园林绿化中应用也比较广泛,可以作为道路、小区和广场等的绿化。

近年来,全球气候逐渐变暖,干旱对植物的威胁也越来越严重,给植物的生产和栽培都带来了很大影响,从而导致干旱胁迫成为植物遭受危害最普遍的形式之一,是许多地区发展农业生产的瓶颈。植物在干旱条件下会引起膜损害和膜透性及生物自由基的增加,而植物体内一系列的抗氧化酶类和小分子物质为了清除这些多余活性氧自由基,会做出一些本能的反应,即为植物对不良环境作出的适应性反应^[1-2]。园林绿化中经常会遇到干旱的条件,该试验选用园林绿化中常用的 2 种李树,研究其在不同干旱胁迫条件下的膜脂过氧化水平、保护酶系统的变化,以探讨水分亏缺时李树抗旱的生理反应及其适应机理,为李树水分

逆境生理研究及抗旱育种、抗旱栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试紫叶李(紫叶樱桃李×孔雀蛋实生)和长李 15(一号李×北京美国李)为由长春市农业科学院园艺研究所提供的一年生嫁接苗,砧木为黄干核李。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验在吉林农业大学校园绿化公司日光温室内进行。采用盆栽方法,每盆栽植 1 株,定干高度 40 cm。盆土配比为 $V_{\text{园土}}:V_{\text{马粪}}:V_{\text{煤渣}} = 1.00:0.25:0.50$,盆上口直径 30 cm,每盆装土 10.5 kg。

试验于 2007 年 4~6 月进行。选取生长整齐一致的植株,开始干旱胁迫处理。设对照(相对土壤含水量为 100%),正常管理(75%)为处理 A、轻度胁迫(55%)为处理 B、中度胁迫(40%)为处理 C、重度胁迫(30%)为处理 D。

干旱胁迫处理前,将全部试验材料浇水至盆土水分饱和,之后每天 16:00 取土测定处理植株盆土含水量,当处理植株盆土含水量达到处理水分含量时,于次日 8:00 对植株新梢上部叶片进行测定。单株小区,3 次重复。

1.2.2 测定项目与方法 (1)土壤含水量测定。采用烘干法^[3]。

(2)过氧化物酶活性的测定。参照文献[4]方法进行。称取材料 1 g,剪碎,放入研钵中,加适量的磷酸缓冲液研匀,4 000 r·min⁻¹离心 15 min,上清液转入 100 mL 容量瓶中,残渣再用 5 mL 磷酸缓冲液重新提取 1 次,上清液倒入容量瓶中,定

收稿日期:2012-11-29

基金项目:牡丹江师范学院青年学术骨干资助项目(G201004)

第一作者简介:许丽颖(1982-),女,吉林省辽源市人,硕士,讲师,从事园林教学与设计等方面的工作。E-mail:swxxly@126.com。

容。取 2 只光径 1 cm 比色杯,在其中一只中加入反应混和液 3 mL 和磷酸缓冲液 1 mL,作为对照,另一只中加入反应混和液 3 mL 和配制好酶液 1 mL(如酶活性过高可稀释),立即开启秒表记录时间,于分光光度计上测量波长 470 nm 下吸光度值,每隔 1 min 读数 1 次。共测 4 min。

(3)过氧化氢酶活性的测定。参照文献[4]方法进行。称取材料 0.5 g,放入研钵中,加入在 4℃下预冷的 pH7.8 磷酸缓冲液 2~3 mL 和石英砂研磨后,转入 25 mL 容量瓶中,定容到刻度。取上部澄清液在 4 000 $r \cdot \min^{-1}$ 下离心 15 min,上清液在 5℃下保存备用。取 10 mL 试管 3 支,其中 2 支为样品测定管,1 支为空白管。25℃预热后,逐管加入 0.1 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2O_2 0.3 mL,每加完 1 管后立即计时,并迅速倒入石英比色杯中,240 nm 下测定吸光度,每隔 1 min 读数 1 次,共测 4 min,待 3 支管全部测定完后,计算酶活性。

(4)丙二醛含量测定。参照文献[4]方法进行。称取材料 1 g,剪碎,加入 2 mL 5% TCA 和少量石英砂,再加 8 mL TCA 研磨,匀浆在 4 000 $r \cdot \min^{-1}$ 离心 10 min,上清液为样品提取液。吸取离心的上清液 2 mL(对照加 2 mL 蒸馏水)加入 2 mL 0.6% TBA 溶液,摇匀。将试管放入沸水浴中煮沸 10 min(自试管内溶液中出现小气泡开始计时),冷却,3 000 $r \cdot \min^{-1}$ 离心 15 min,取上清液并量其体积。以 0.6% TBA 溶液为空白测定 532、600 和 450 nm 处的吸光度值,并计算丙二醛含量。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对 2 种李树过氧化物酶(POD)活性的影响

由图 1 可以看出,干旱胁迫使 2 种李树的 POD 活性先升高,再降低。但紫叶李的 POD 活性无论对照还是处理都高于长李 15。轻中度干旱胁迫时(处理 B 和处理 C),POD 的活性明显升高,重度胁迫时(处理 D)活性又下降。从 POD 活性来看,轻度胁迫(处理 B)下长李 15 和紫叶李分别比对照升高了 8% 和 22.4%,中度胁迫(处理 C)比对照升高了 35.6% 和 51.2%,重度胁迫(处理 D)下比对照升高了 31.3% 和 48.7%。

2.2 干旱胁迫对李树过氧化氢酶(CAT)酶活性的影响

由图 2 可以看出,干旱胁迫使 2 种李树的 CAT 活性先升高,再降低。但紫叶李的 CAT 活

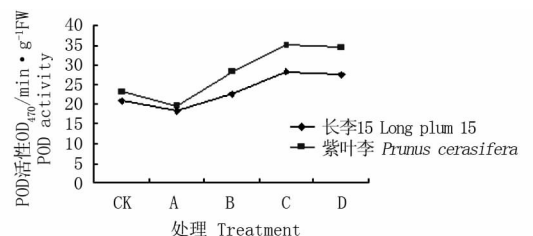


图 1 水分胁迫对 POD 活性的影响

Fig. 1 The effect of water stress on POD activity

性无论对照还是处理都高于长李 15。轻中度干旱胁迫时(处理 B 和处理 C),CAT 的活性明显升高,重度胁迫时(处理 D)活性又下降。从 CAT 活性来看,轻度胁迫下(处理 B)长李 15 和紫叶李分别比对照升高了 27.3% 和 31.9%,中度胁迫下 CAT 活性比对照升高了 47.8% 和 46.7%,重度胁迫下比对照升高了 28.2% 和 25.4%。表明植物体内保护酶维持膜系统稳定性的能力是有限的。随着干旱胁迫程度的加剧,这种能力会逐渐丧失。

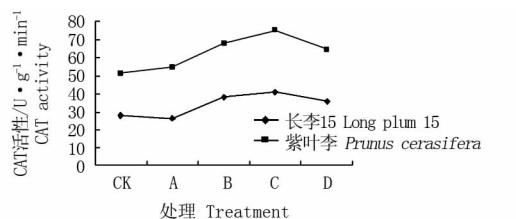


图 2 水分胁迫对 2 种李树 CAT 活性的影响

Fig. 2 The effect of water stress on CAT activity of the two plum varieties

2.3 干旱胁迫对 2 种李树丙二醛(MDA)含量的影响

由图 3 可以看出,随着干旱胁迫的加强,长李 15 和紫叶李的丙二醛(MDA)含量逐渐增加,但紫叶李的 MDA 活性始终高于长李 15。轻度胁迫下(处理 B)长李 15 和紫叶李分别比对照升高了 16.6% 和 30.3%,中度胁迫下(处理 C)分别比对照升高了 30.2% 和 33.9%,重度胁迫下(处理 D)比对照升高了 38.4% 和 45.5%。从图 3 中也

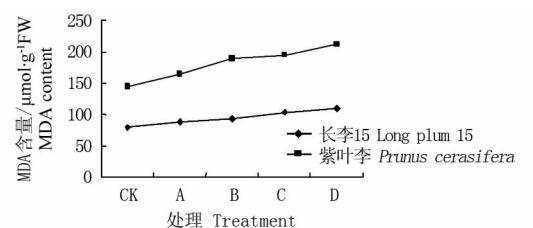


图 3 水分胁迫下 MDA 含量变化

Fig. 3 The changes of MDA content under water stress

可以看出,长李 15 的 MDA 含量变化较平缓,而紫叶李轻度胁迫时,MDA 含量增幅较大。干旱胁迫下紫叶李的膜脂过氧化程度较大,其膜质受到伤害较大,长李 15 在干旱胁迫下膜脂过氧化程度较小,其膜脂受到伤害较小。

3 结论与讨论

植物在干旱胁迫条件下,为了抵抗干旱胁迫诱导的氧化伤害,整个防御系统都需要动员,一种抗氧化剂或抗氧化酶不能够完全抵制这种伤害。过氧化物酶(POD)是植物体内的一种保护酶类,它与植物体内的多种代谢有关,它可以分解一些由于干旱胁迫产生的过氧化物,从而对生物体起到保护作用。过氧化氢酶(CAT)普遍存在于植物的所有组织中,其活性与植物的抗性有一定关系。

有研究表明,干旱损伤植物的程度与 POD 和 CAT 酶活力呈负相关^[5],但也有些研究的结果不同,如孙彩霞^[2]等发现,在干旱胁迫下,CAT 活性有逐渐下降的趋势,而 POD 活性表现却有逐渐上升的趋势。该试验结果表明,干旱胁迫条件下紫叶李和长李 15 的 POD 和 CAT 活性与对照比,轻中度水分胁迫时,POD 和 CAT 酶活性明显升高,重度胁迫时活性又下降。但紫叶李的 POD 和 CAT 活性无论对照还是处理都高于长李 15。2 种酶活性在干旱胁迫初期就升高,可能是李树对干旱胁迫的一种适应性表现,只有活性氧逐渐增加,才能减轻植株因土壤水分亏缺而引起的损伤,从而增加对生长过程中干旱的抵抗能力。这说明李树抵抗土壤含水量减少时,POD 和 CAT 可能是其第一层保护系统,当植物遇到干旱的初期,这一系统在保护植株干旱条件下免受氧化损伤方面起着重要作用。MDA 是膜脂过氧化作用的产物,是广泛用作衡量膜脂过氧化损伤的指标^[6]。

MDA 积累越多,表明活性氧和自由基等伤害越严重。该研究表明,干旱胁迫后,李树的 MDA 含量逐渐升高,但品种间 MDA 含量及上升幅度不同。抗旱性强的品种 MDA 含量及上升幅度小于抗旱性弱的,说明长李 15 的抗旱性强于紫叶李。POD 和 CAT 活性下降而 MDA 含量升高,说明 POD 和 CAT 是一种保护植物的酶,它们与 CAT 的积累可能互为因果。结果表明 POD 和 CAT 活性下降,从而导致有害自由基逐渐积累甚至超过伤害阈值,可能有效地启动膜脂过氧化使 MDA 含量增加,膜脂受到损伤;随着 MDA 的逐渐积累又抑制了 POD 和 CAT 的活性,从而降低了保护酶系统的一系列功能,进一步促使膜脂受损加重。说明植物在受到干旱胁迫时,保护酶活性的大小还有植物体内本身的防御功能之间有一定的关联性,这可能就是干旱胁迫下植物主要的生理反应及损伤机理。

参考文献:

- [1] 孙彩霞,刘志刚,荆艳东. 水分胁迫对玉米叶片关键防御酶系活性及其同工酶的影响[J]. 玉米科学, 2003, 11(1): 63-66.
- [2] 王娟,李德全,谷令坤. 不同抗旱性玉米幼苗根系抗氧化系统对水分胁迫的反应[J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 77-82.
- [3] 吕贻忠. 土壤学实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999: 5-6.
- [4] 张治安,张美善,蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2004: 134-139.
- [5] Rajinder S Dhindsa, Wandekayi Matowe. Drought tolerance in two mosses: correlated with enzyme defense against lipid peroxidation[J]. Journal of Experimental Botany, 1981, 32: 79-91.
- [6] Chowdhury R S, Choudhuri M A. Hydrogen peroxide metabolism as index of water stress tolerance in jute[J]. Physiologia Plantarum, 1985, 65: 503-507.

Effect of Drought Stress on Lipid Peroxidation of the Different Plum Varieties

XU Li-ying¹, GUO Tai-jun², WANG Li-feng¹, ZHANG Jun-sheng¹, XIAO Jie¹

(1. Life Science and Technology School of Mudanjiang Normal College, Mudanjiang, Heilongjiang 157012; 2. Horticultural College of Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: In order to prove plum tree water stress physiology, the physiology reaction and its mechanism with water deficit in plum were discussed through analyzing the physiological biochemistry characteristic comparison of Long plum 15 and *Prunus cerasifera* under drought stress. The results indicated that: with drought stress strengthen, two kinds of plum trees' peroxidase(POD) and catalase(CAT) activities first raising and then decreasing, but the malonaldehyde(MDA) content increased remarkable. The injury of drought stress to *Prunus cerasifera* was heavier than to the Long plum 15.

Key words: drought stress; plum; peroxidase; catalase; malonaldehyde