

水分胁迫对长柄扁桃叶片含水量及保护酶活性的影响

罗 梦, 郭春会^{*}, 马小卫
(西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 利用 PEG-6000 根际模拟土壤水分胁迫的方法, 对长柄扁桃 (*Amygdalus pedunculata*) 幼苗进行了不同程度的水分胁迫处理, 研究在不同水分胁迫下长柄扁桃叶片相对含水量及膜脂过氧化作用的变化。结果表明, 随着胁迫时间的延长和胁迫强度的加大, 叶片相对含水量持续下降, MDA 和质膜透性逐渐增大, 但在胁迫的前期, 下降和上升幅度相对较小。POD 活性在不同程度水分胁迫下表现出先降后升的趋势, CAT 活性表现出先升后降的趋势, 在轻、中度胁迫下 SOD 活性先升而后降低, 在重度胁迫下呈现出降、升、降的变化。三种酶活性在胁迫结束时除重度胁迫处理略低于对照外, 其余各处理均高于对照, 表明长柄扁桃对干旱有较强的适应能力。

关键词: 长柄扁桃; 水分胁迫; 叶组织相对含水量; 质膜透性; 保护酶

中图分类号: Q945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)06-0103-04

长柄扁桃 (*Amygdalus pedunculata* Pall.), 又名柄扁桃、野樱桃, 系蔷薇科李亚科扁桃属植物^[1], 是我国特有的一种扁桃属植物, 分布于内蒙古和陕西神木县境内, 是优良的防风固沙和绿化用灌木, 同时具有多种经济用途。但目前由于沙漠淹没和人为破坏, 其分布零散, 日趋绝迹。《内蒙古珍稀濒危植物图谱》^[2]将其列为二级濒危植物。植物逆境和衰老过程, 阻碍了体内保护酶系统对活性氧的清除, 引起体内活性氧的累积导致膜脂过氧化作用, 从而造成细胞膜系统的破坏^[3]。植物在逆境条件下的膜脂过氧化反应和保护酶系统活性的变化, 已广泛用于对逆境的反应机理的研究^[4], 目前, 关于水分胁迫条件下林木膜脂过氧化作用的研究很多^[5, 6], 而对濒危植物长柄扁桃的该方面研究还未见报道。本研究旨在探讨水分胁迫对长柄扁桃幼苗叶片含水量和膜脂过氧化及保护酶类的影响, 了解长柄扁桃对干旱环境的适应机理, 为其抗旱机理的研究和种质资源的保护提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料 with 处理

1.1.1 育苗 长柄扁桃种子 2005 年采集于神木县毛乌素沙漠腹地, 将除去外壳的种子经 KMnO₄ 消毒后, 置于铺垫双层滤纸的培养皿中, 于培养箱中 17℃ 培养, 每天定时定量浇水, 待种子发芽后, 播种育苗, 选择长势良好的植株, 移栽至苗圃中, 定时定量浇水。

1.1.2 试验处理 选择生长正常, 长出约 10 片新叶的幼苗, 用水冲洗干净根上的泥土, 用吸水纸吸去根表面水分, 移入分别含有 10%、20%、25%、40% 的聚乙二醇 (PEG-6000) 溶液中进行根际胁迫处理, 以蒸馏水培养作为对照, 每个处理重复 3 次, 分别于 0、6、12、24、48、72 h 取幼苗叶片作为实验材料。

1.2 测定方法

1.2.1 酶液制备 准确称取 0.2 g 叶片, 加入 6 ml 磷酸缓冲液 (pH 7.8), 冰浴研磨, 于 4℃ 匀浆, 6000 g 下离心 20 min, 取上清液, 4℃ 保存备用。

1.2.2 测定方法 叶片组织相对含水量采用《植物生理学实验技术》^[7]的方法, 即, 相对含水量 RWC (%) = (鲜重 - 干重) / (组织被水充分饱和和重 - 干重) × 100%。叶片质膜透性参照时忠杰^[8]的方法。保护酶类 SOD、POD、CAT 的活性测定参照《植物生理学实验技术》^[7]的方法。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对长柄扁桃叶片组织相对含水量的影响

植物组织相对含水量反映了植物体内水分亏缺程度, 由图 1 可见, 随着水分胁迫处理时间延长和胁迫程度的增大, 长柄扁桃叶片组织相对含水量 (RWC) 逐渐下降, 并且胁迫强度越大, 叶片 RWC 的下降幅度也越大。在胁迫至 6h 时与对照相比, RWC 上述各处理分别下降 15%、19%、24% 和

收稿日期: 2006-03-14
基金项目: 陕西省科技攻关项目 (2004K04-G9)。
作者简介: 罗梦 (1979—), 女, 河南新乡人, 硕士研究生, 主要从事长柄扁桃生理和快速繁殖研究。
^{*} 通讯作者: 郭春会 (1960—), 女, 陕西蒲城人, 教授。

33%，表明胁迫前期长柄扁桃叶片仍能维持较高含水量。

2.2 水分胁迫对长柄扁桃叶片质膜相对透性的影响

在 PEG 胁迫处理下，随着处理时间的延长和胁迫强度的增大，叶片相对含水量逐渐下降，随之叶片

质膜相对透性增大(见图 2)。胁迫至 12 h 时，各种处理叶片质膜透性与对照相比分别增加 35%、11%、47%、48%，增幅相对较小，12 h 后各处理细胞质膜透性急剧增加。在水分胁迫的前期长柄扁桃体内细胞膜受伤害程度相对较小。

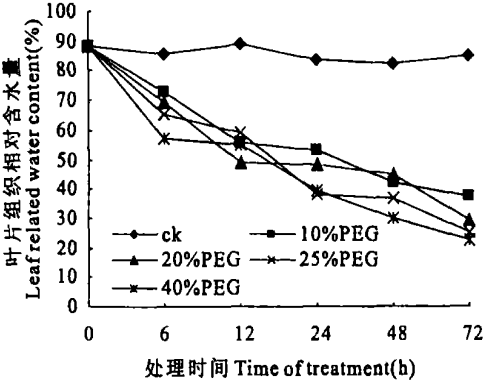


图 1 不同浓度 PEG 处理叶片组织相对含水量的变化
Fig.1 The changes in leaves related water content under different PEG treatment concentration

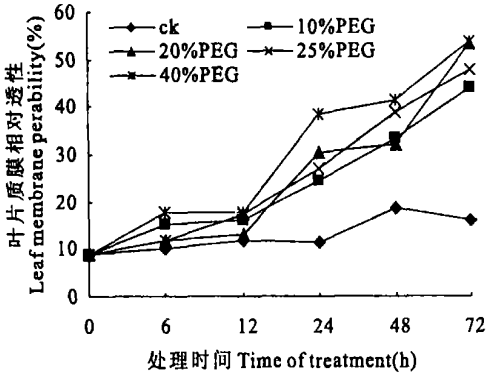


图 2 不同浓度 PEG 处理叶片质膜相对透性的变化
Fig.2 The changes in lipid peroxidation and relative permeability of leaves under different PEG treatment concentration

2.3 水分胁迫对长柄扁桃叶片膜脂过氧化的影响

MDA(丙二醛)是细胞内膜脂过氧化作用的最终产物之一，细胞内 MDA 的含量标志着细胞膜受伤害的程度。由图 3 可见，MDA 含量随时间的延长和胁迫处理强度的增大而持续上升，但在 PEG 浓度小于 25%时，各处理在开始的 12 h 内上升幅度不大，48 h 后除 10%处理的丙二醛含量变化接近对照，其余各处理均急剧增加。

2.4 水分胁迫对长柄扁桃叶片 POD 活性的影响

POD(过氧化物酶)是一种活性氧自由基清除

剂，能减轻细胞由于膜脂过氧化作用而引起的伤害程度。由图 4 可见，过氧化物酶随着胁迫时间的延长，各处理开始先表现出降低的趋势(在 PEG 处理浓度小于 25%时，各处理下降的幅度较小)，6 h 时 POD 活性略高于对照，12 h 后各处理酶活性开始上升，胁迫至 72 h，除 40%PEG 处理略低于对照外，其余各处理均高于对照。长柄扁桃幼苗能在水分胁迫下经过短暂的适应后，提高体内的 POD 活性，以防止活性氧的大量积累，这有利于维持自由基的清除和产生平衡，表明长柄扁桃对干旱有较强的适应能力。

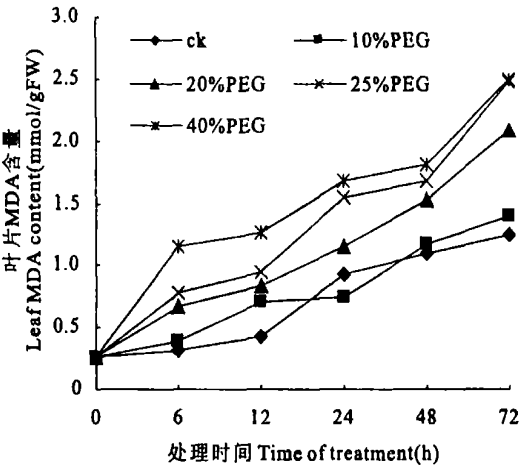


图 3 不同浓度 PEG 处理叶片 MDA 含量变化
Fig.3 The changes in leaves MDA content under different PEG treatment concentration

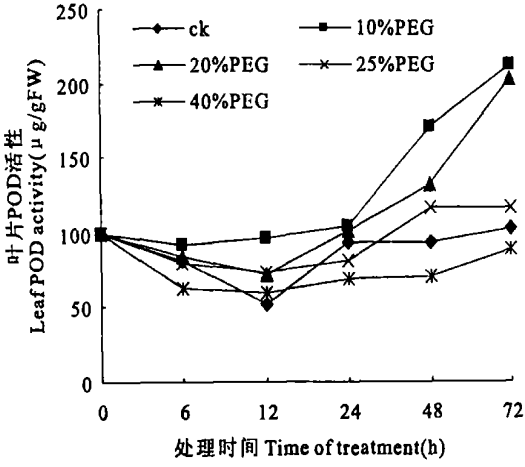


图 4 不同浓度 PEG 处理叶片 POD 活性的变化
Fig.4 The changes in leaves POD activity under different PEG treatment concentration

2.5 水分胁迫对长柄扁桃叶片 SOD 活性的影响

SOD(超氧化物歧化酶)是植物体内重要的保护氧自由基对细胞膜系统伤害的金属酶类。由图 5 可以看出,当 PEG 处理浓度小于 20%时,SOD 活性表现出先缓慢上升,到 48 h 后再下降的趋势。当 PEG 处理浓度为 25%、40%时,处理前 6 h SOD 活性呈降低趋势,6 h 后随着胁迫时间的延长,SOD 活性升高,表明长柄扁桃幼苗已完成了对水分胁迫的适应,24 h 后又呈下降的趋势。胁迫至 72 h,除 40%PEG 处理 SOD 活性略低于对照外,其余各处理均高于对照。长柄扁桃幼苗能在水分胁迫下 SOD 活性维持在较高的水平,这对防止活性氧的大量积累,降低膜质过氧化程度,减轻膜伤害具有重要作用。

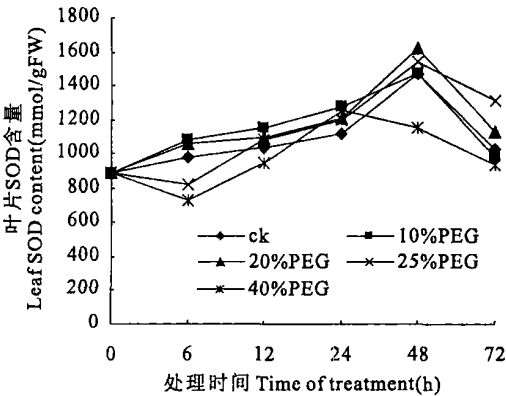


图 5 不同浓度 PEG 处理叶片 SOD 活性变化
Fig. 5 The changes in leaves SOD activity under different PEG treatment concentration

2.6 水分胁迫对长柄扁桃叶片 CAT 活性的影响

由图 6 看出,在水分胁迫条件下,长柄扁桃幼苗 CAT 活性随着胁迫时间的延长,表现出先增加后下降的总体趋势。在胁迫至 12h 时各处理 CAT 活性达到最高值,CAT 活性随着胁迫强度的增大而下降。胁迫结束时,10%、20%处理的 CAT 活性略高于对照,其余各处理均低于对照。在胁迫初期,长柄扁桃叶片 CAT 活性增大,可见植物通过自身的保护酶活性变化来保护其内部组织,防止其受到由于活性氧积累带来的伤害。在轻度胁迫下,长柄扁桃叶片内 CAT 活性增强,其清除自由基的能力不断提高,防止了活性氧积累引起的膜脂过氧化对植物的伤害。由此表明,长柄扁桃对于旱具有较强的适应性。

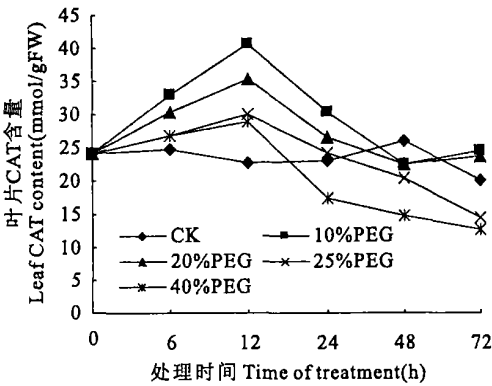


图 6 不同浓度 PEG 处理叶片 CAT 活性变化
Fig. 6 The changes in leaves CAT activity under different PEG treatment concentration

3 讨 论

在逆境条件下,植物在长期的进化过程中形成了一系列形态学和生物学适应能力,以适应逆境条件而得以生存。2005 年 9 月在毛乌素沙漠腹地对长柄扁桃生长情况进行了调查,其叶片表面蜡质层厚,以减少水分散失。其具有非常庞大的根系,一株生长在沙丘顶端的多年生长柄扁桃的根系布满了整个沙丘,根系直延伸至水分相对充足的沙丘底部,根冠比达到约 46:1,长柄扁桃以庞大的根系维持植株正常的需水,从而保证了其在毛乌素沙漠中生存。

通过人工模拟干旱胁迫处理,长柄扁桃幼苗在水分胁迫下随着胁迫时间的延长,叶片细胞相对含水量逐渐降低,但在胁迫的初期叶片含水量并未迅速下降,较高的含水量能减轻叶片的萎蔫程度,有利于叶片光合作用,这是长柄扁桃长期对于旱环境的一种适应,也是一种逆境生存的自我保护措施。植物组织相对含水量也表明了水分胁迫的程度,细胞

膜透性、MDA 含量随着细胞含水量的降低明显增加,但各处理在胁迫的初期增加幅度不明显,与叶片相对含水量的变化规律相似。

在通常情况下,植物体内产生的活性氧不足以使植物受到伤害,因为植物在长期的进化过程中形成了一个完善的清除活性氧的防卫系统,使活性氧的产生和清除维持在一个动态平衡状态,活性氧不会积累^[9]。然而,植物遭到逆境胁迫时(比如高光强、高温、干旱、盐渍、冷冻等),植物体内的氧代谢就会失调,活性氧的产生加快,而清除系统的功能降低,致使活性氧积累,活性氧积累对植物的伤害在于活性氧导致膜脂过氧化,SOD 和其他保护酶活性下降,同时还产生较多的膜脂过氧化物,膜的完整性被破坏。长柄扁桃幼苗在水分胁迫下,POD 活性表现出先降后升的趋势,CAT 活性呈现出先升后降的趋势。SOD 活性呈现先升再降的变化,胁迫至 72 h 时除 40%PEG 处理略低于对照外,其他各处理酶活性均高于对照。表明长柄扁桃受到干旱胁迫时,体内

的保护酶仍能维持较高的水平,避免了活性氧的大量积累,减轻了由于活性氧激发的膜脂过氧化所引起的膜伤害。一般研究认为抗旱品种在水分胁迫时,保护酶活性的变化有些表现先升后降,有些表现为维持恒定或略有增高的趋势,而不耐旱品种酶活性表现为持续下降的趋势^[5],由此可以看出长柄扁桃具有典型抗旱植物的特征,对干旱具有一定的适应能力。

参 考 文 献:

[1] 郭春会,梅立新,张 檀,等.扁桃的园艺技术[M].北京:中国标准出版社,2001.
[2] 赵一之.内蒙古珍稀濒危植物图谱[M].北京:中国农业科技出

版社,1992.
[3] 陈 洪.木麻黄抗旱生理生化部分特性的研究[J].福建农业大学学报,2000,15(1):48—54.
[4] BOWLER C VAN, MONTAGU M, INZE D. Superoxide dismutase and stress tolerance [J]. Annu. Rev. Plant Mol. Biol., 1992, 43, 83—116.
[5] 胡景江,顾振瑜,文建雷.水分胁迫对元宝枫膜脂过氧化作用的影响[J].西北林学院学报,1999,14(2):7—11.
[6] 刘国琴.果树对水分胁迫的生理响应[J].西南农业大学学报,2000,13(1):101—106.
[7] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000.192—199.
[8] 时忠杰.板栗等树种对水分胁迫的适应机理及板栗叶片 POD 动力学研究[D].福州:福建农林大学硕士学位论文,2002.9.
[9] 王宝山.植物生理学[M].北京:科学出版社,2004.298

Effects of water stress on the system of defense enzymes and RWC of *Amygdalus pedunculata* leaves

LUO Meng, GUO Chun-hui, MA Xiao-wei

(Department of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: *Amygdalus pedunculata* seedlings were treated with PEG—6000 solutions of different concentrations to imitate drought stress. The changes of relative water content and the membrane lipid peroxidation of leaves were studied. The results showed that the RWC decreased, whereas both the MDA content and the permeability of plasma membrane increased with the increase of PEG concentration. But in the early period of the treatment the changes were not obvious. POD activity showed decreasing first and then increasing. CAT activity increased at first and then decreased. SOD activity showed the same as POD under the light and middle concentration of the PEG drought stress. But it decreased at last under the stronger drought stress. The activities of the SOD、POD and CAT were all higher than that of the CK treatments except the stronger drought stress. All this suggested that the *Amygdalus pedunculata* has strong ability to fight a drought.

Keywords: *Amygdalus pedunculata* Pall.; water stress; RWC; membrane electrolyte leakage; defense enzymes