

脱落酸与水分胁迫下棉花幼苗水分关系及 保护酶活性的影响

姚满生, 杨小环, 郭平毅

(山西农业大学化学调控中心, 山西太谷 030801)

摘要:以晋棉 21 和抗虫棉 99B 为材料, 研究了脱落酸处理的棉花幼苗, 在聚乙二醇 (PEG) 6000 不同渗透胁迫 (-0.5 MPa, -0.8 MPa, -1.1 MPa) 下, 叶片相对含水量、渗透势、质膜透性以及超氧歧化酶 (SOD)、过氧化氢酶 (CAT)、过氧化物酶 (POD) 变化。结果表明, 脱落酸能减缓水分胁迫时期棉花叶片含水量的降低, 提高叶片渗透势; 两个品种的 SOD、POD、CAT 的活性都比未处理的高; 且品种之间表现出明显的差异, 晋棉 21 比抗虫棉 99B 膜脂过氧化程度低, 减少了膜脂过氧化产物丙二醛 (MDA) 在叶片中的积累。表明脱落酸能增加棉花体内保护酶活性, 降低膜脂过氧化作用, 保护膜结构的完整性, 减少水分胁迫的伤害, 且晋棉 21 比抗虫棉抗水分胁迫能力强; 同时表明抗虫棉与抗旱性没有相同的生理基础。

关键词:脱落酸; 棉花; 水分胁迫; 保护酶

中图分类号:S562.01 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2005)03-0141-05

Effects of Abscisic Acid on Water Relationship and Defensive Enzymes Activities in Cotton Seedling under Water Stress

YAO Man-sheng, YANG Xiao-huan, GUO Ping-yi

(Chemical Regulation Centre, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

Abstract: The variations of relative water content (RWC), osmotic potential, activities of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and peroxidase (POD) of Jin-mian 21 and 99 B cotton seedling were studied under the condition of PEG6000 osmotic stress and abscisic acid (ABA). The content of malondialdehyde (MDA), metabolite of membrane lipid peroxidation, and the drought resistance under water stress of two cotton cultivars were also tested and compared.

Cotton seeds sterilized with 0.1% HgCl₂ for 5 min, rinsed with tap water, were germinated under 28°C in culture chamber. After germinated, the seeds were sown in plastic pots containing sands and incubated in room. After emergence, seedlings were irrigated with 1/2 Hoagland nutrition solution, incubated with 14h/d, 5000 Lx, and a day/night temperature of 28°C/20°C. After the third leaf fully elongated, the seedlings were separated to two groups, one irrigated with 1/2 Hoagland nutrition solution and the other with the same solution containing 0.2 × 10⁻⁵ mol · L⁻¹ ABA for one week. Each treatment consisting of ten plants was duplicated three times. Then seedlings were treated with three different polyethylene glycol (PEG) water potential solutions of Hoagland (-0.5 MPa, -0.8 MPa, -1.1 MPa). After 24 hours, physiological indexes of the third leaf of two cultivars were tested. The results showed that ABA could slow down the reduction of RWC and increased osmotic potential under PEG different osmotic stress (-0.5 MPa, -0.8 MPa, -1.1 MPa) in cotton seedlings. When PEG osmotic potential was -1.1 MPa, RWC of Jin-mian 21 and 99B were 86% and 74%, separately; osmotic

收稿日期:2004-12-16; **作者简介:**姚满生(1954-),男,教授

基金项目:山西省科技攻关项目(022015)

potential of two cultivars were separately -1.28 Mpa and -1.69 Mpa, the result showed that ABA could increase water content of cotton leaves, therefore Jin-mai 21 was higher drought resistant than 99B. After treated with ABA, the defensive enzyme activities of SOD, CAT and POD were higher than the untreated, and there were significant difference between the two cultivars. Function of membrane lipid peroxidation in Jin-mian 21 was lower than that in 99B. In addition, the accumulation of MDA of Jin-mian 21 decreased in comparison with 99B. Our results demonstrated that ABA could protect the intactness of membrane structure and decreased the hurt of water stress. The experimental results also indicated that the anti-insect ability of 99B and the drought resistance of Jin-mian 21 had no common physiological foundations.

Key words: ABA; cotton; water stress; defensive enzymes

自脱落酸被发现以来,人们对其生理作用已有了较详细的研究和认识。作为调节植物生长发育的一种重要植物激素,脱落酸具有控制植物的生长、抑制种子萌发及促进衰老等多方面的效应,而且脱落酸还可以提高植物的抗逆性^[1]。在盐胁迫、冷害及干旱等多种逆境条件下,脱落酸具有减缓和抵抗这些逆境的伤害^[2],故有“逆境激素”之称。本文选用晋棉 21 和抗虫棉 99B,研究脱落酸对棉花幼苗在水分胁迫条件下保护酶系和膜脂过氧化作用,旨在比较和了解棉花栽培品种和转基因品种抗旱性生理基础,为旱作栽培提供可控措施及理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

棉花品种晋棉 21 和抗虫棉 99B,由本校棉花研究室提供。ABA(100 mg 包装)由北京经科公司提供。

1.2 材料培养及处理

种子用 0.1% HgCl₂ 溶液消毒 5 min,自来水冲洗后,置于 28℃ 培养箱催芽,选发芽程度一致的种子,播种于装有河沙的塑料盆中,在生长室内培养。幼苗出土后用 1/2 Hoagland 营养液浇灌。每天光照时间 14 h,光强 5000 Lx,昼夜温度 28℃/20℃。待第三叶完全展开后,把材料分两组,一组加入 1/2 Hoagland 培养液;另一组在添加 ABA 2×10⁻⁶ mol·L⁻¹ 的 1/2 Hoagland 溶液中处理一周,各处理重复 3 次,每处理 10 棵苗。然后用 PEG 配成 -0.5MPa(PEG 193 g·L⁻¹), -0.8 MPa(PEG 251 g·L⁻¹), -1.1MPa(PEG 298 g·L⁻¹) 三种不同水势的 Hoagland 溶液进行水分胁迫处理,24 h 后同时测定两个品种第三叶的相关生理指标。

1.3 测定方法

叶片相对含水量(RWC),质膜相对透性,按西北农业大学编写的《植物生理学实验指导》方法^[3];渗透势用 FM-4 型冰点渗透计测定;SOD 酶活性、POD 酶活性按中国科学院上海植物生理研究所编写的《现代植物生理学实验指南》方法, SOD 酶活性以 NBT 光化还原抑制 SOD 50% 为一个酶活单位;POD 以氧化愈创木酚的 ΔOD_{470nm} 100 为一个酶活单位^[4]。CAT 和 MDA 按《植物生理学实验分析测定技术》方法, CAT 以 H₂O₂ 底物消耗量表示^[5]。

2 结果与分析

2.1 ABA 对水分胁迫下棉花幼苗水分状况的影响

2.1.1 RWC 的变化。图 1 表明,棉花幼苗 RWC 随 PEG 渗透胁迫强度的增加而下降。在

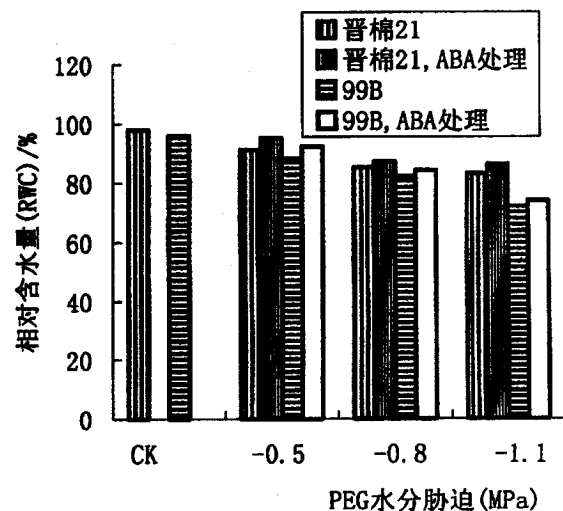


图 1 ABA 对水分胁迫下棉花幼苗 RWC 的影响
Fig. 1 Effects of ABA on RWC of cotton seedling under water stress

-0.5MPa 时,两品种下降幅度不大,到-0.8MPa 和-1.1MPa 时,两品种之间表现出较明显的差异,晋棉 21 下降幅度不大,在-1.1MPa 时,和对照相比下降了 15.3%,而 99B 比对照下降了 25%。ABA 处理后,叶片 RWC 和未处理比较下降较少。在-1.1MPa 时,晋棉 21 为 86%,而 99B 为 74%,表明 ABA 具有减缓渗透胁迫下水分下降的作用,其中对晋棉 21 比 99B 更明显。

2.1.2 渗透势的变化。图 2 表明,两品种渗透势随水分胁迫增加而降低,在-0.5MPa 时,99B 的渗透势比晋棉 21 低,分别为-1.13MPa 和-0.96MPa,其后者耐水分胁迫能力强,在-0.8MPa 和-1.1MPa 时,两品种都呈下降趋势,但晋棉 21 渗透势下降缓慢。用 ABA 处理后,两品种渗透势都高于未处理的。ABA 对提高渗透势的作用,可能是增加了吸水能力的一种渗透调节作用,减少了干旱条件下水分的丢失。

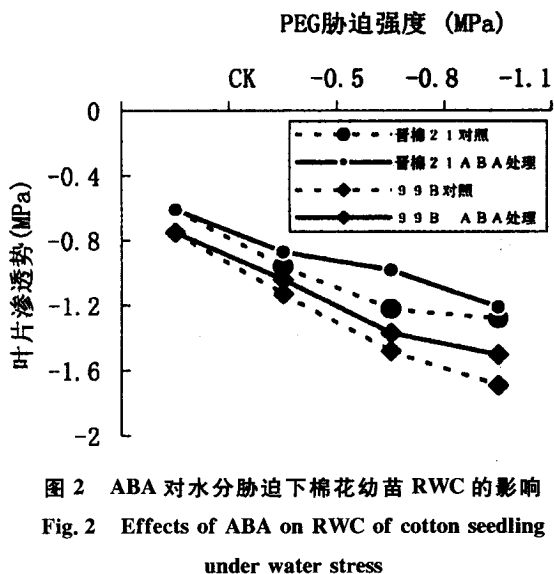


图 2 ABA 对水分胁迫下棉花幼苗 RWC 的影响
Fig. 2 Effects of ABA on RWC of cotton seedling

under water stress

2.2 ABA 对水分胁迫下棉花幼苗保护酶的影响

2.2.1 SOD 酶活性的变化。从图 3 可以看出,棉花幼苗 SOD 的活性随 PEG 浓度的变化而变化。在-0.5 MPa 时,两个品种的 SOD 的活性呈上升趋势,在-0.8~1.1 MPa 时,两品种 SOD 活性都下降,且不抗旱品种 99B 下降幅度比抗旱品种晋棉 21 快,说明 SOD 的活性水平与抗旱性密切相关。而经 ABA 处理后,两品种下降都缓慢,表明 ABA 有维持和提高 SOD 活性的作用。

2.2.2 POD 活性变化。图 4 表明,POD 活性随水分胁迫加剧,品种之间表现出明显的差异。-0.5MPa 时,两品种活性均上升,-0.8MPa 时,抗

旱品种晋棉 21 POD 活性明显上升,达到最大值;而 99B POD 活性呈下降趋势。在-1.1MPa 时,两品种 POD 活性均下降,晋棉 21POD 活性高于对照,而 99B 的 POD 活性则低于对照。同时,ABA 处理后,可明显提高两品种幼苗 POD 活性。

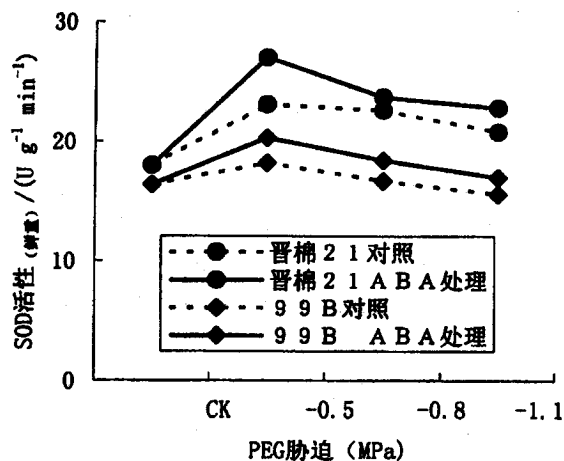


图 3 ABA 对水分胁迫下棉花幼苗 SOD 活性的影响

Fig. 3 Effects of ABA on SOD activity of cotton

seedling under water stress

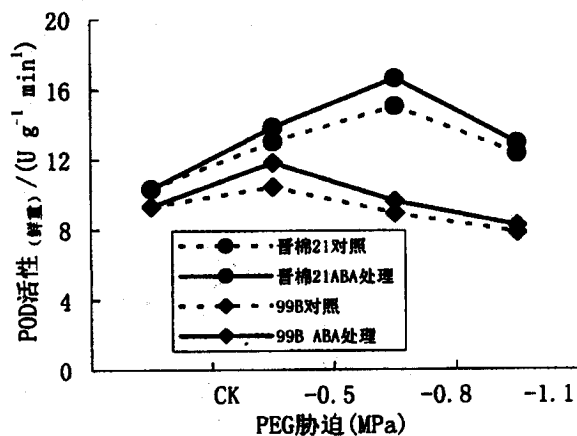


图 4 ABA 对水分胁迫下棉花幼苗 POD 活性的影响

Fig. 4 Effects of ABA on POD activity of cotton

seedling under water stress

2.2.3 CAT 活性变化。由图 5 可见,CAT 活性变化也与渗透胁迫强度有关。在-0.5 MPa 时,两品种 CAT 活性均上升,但晋棉 21 比 99B 上升幅度大;在-0.8 MPa 时,晋棉 21 CAT 活性下降缓慢,-1.1 MPa 时,其活性又高于对照;而 99B 水分胁迫为-0.8 MPa 和-1.1 MPa 时,CAT 呈直线下降,在-1.1 MPa 时低于对照。ABA 处理后,两品种活性均比未处理的高,说明 ABA 对干旱条件下 CAT 活性下降有缓解作用。

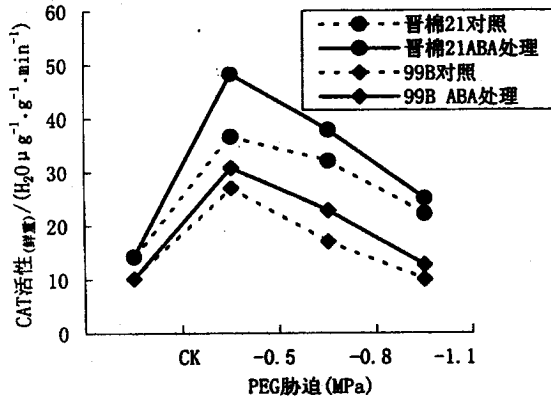


图5 ABA对水分胁迫下棉花幼苗CAT活性的影响
Fig. 5 Effects of ABA on CAT activity of cotton seedling under water stress

2.3 ABA对水分胁迫下棉花幼苗膜脂过氧化的影响

2.3.1 丙二醛含量的变化。图6表明,棉花幼苗经水分胁迫后,其MDA含量随胁迫强度的增强而增加。比较两个品种MDA变化可以看出,在-0.5MPa时,不抗旱的99B MDA含量上升幅度大于晋棉21,与对照相比,前者比后者增加12.8%。经过ABA处理后,两品种MDA含量均降低,在-0.5MPa时,99B降低9%,晋棉21降低14.8%。可见,ABA具有减缓干旱时MDA的积累的作用。

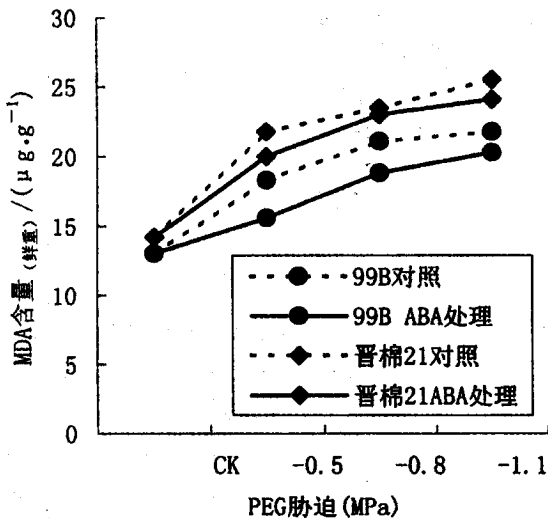


图6 ABA对水分胁迫下棉花幼苗MDA含量的影响
Fig. 6 Effects of ABA on MDA content of cotton seedling under water stress

2.3.2 质膜相对透性的影响。图7表明,随PEG渗透胁迫的加剧,品种间膜透性存在明显差异。晋棉21在水势为-0.5MPa和-1.1MPa时,膜相对透性分别为22.3%和27.0%;而99B的膜透

性较高,分别为24.9%和33.5%。ABA处理后,两品种的膜透性均降低,在三种水分胁迫条件下,晋棉21的膜透性分别只有19.2%、21.1%、24.9%;而99B膜透性较高,分别为23.1%、26.2%、29.4%。表明ABA能减缓渗透胁迫下离子的渗漏。

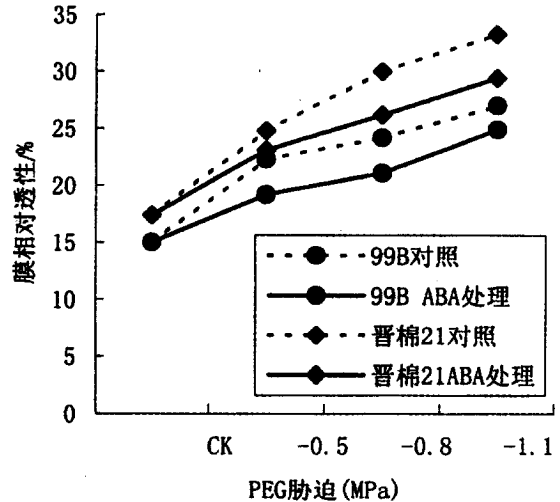


图7 ABA对水分胁迫下棉花幼苗膜透性的影响
Fig. 7 Effects of ABA on membrane permeability of cotton seedling under water stress

3 讨论

水分胁迫下植物不同品种间RWC和渗透势的变化,反映了植物品种本身抗旱能力的大小。本实验结果表明,在不同水分胁迫条件下,晋棉21比抗虫棉99B的RWC和渗透势下降较小,具有较强的抗旱能力。ABA处理后,不论是抗旱品种或不抗旱品种,RWC和渗透势较高,减少水分的丢失,提高棉花的抗旱性。ABA对植物干旱条件下水分关系的调节主要在于诱导气孔的关闭,降低叶片的蒸腾速率,促进根系吸水与泌泌速率,增加向地上部的供水量,通过渗透调节作用,提高叶片的水势,从而保持组织内水分平衡^[6,7]。

自20世纪60年代McCord等报道SOD的酶学特性以来,以SOD为中心的生物活性氧代谢的研究发展很快,迄今已形成了活性氧毒害的超氧物学说。水分胁迫能影响植物体内活性氧代谢系统的平衡,产生超氧自由基、过氧化氢等活性氧,它们能启动膜脂过氧化或膜脂脱脂化作用,从而破坏膜的结构^[1,8]。许多研究表明,植物生长抑制剂和延缓剂能诱导逆境蛋白的合成^[2,9],提高植物在逆境条件下SOD、POD、CAT等保护酶

的活性,减缓了活性氧对细胞的伤害,提高了植物的抗逆性^[10-11]。本文研究表明,ABA可明显提高SOD、POD、CAT保护酶的活性。在不同水分胁迫下,各保护酶活性明显高于对照,维持活性氧的平衡。因此膜脂过氧化产物MDA含量少,膜透性低。保护细胞膜结构,提高抗旱性。本实验还表明,生产中的栽培品种晋棉21和各项抗旱指标均高于转基因抗虫棉99B,表明抗虫棉与抗逆性没有共同的生理基础。

参考文献:

- [1] 彭艳华,黄永秀. 脱落酸应答基因的结构、表达调控及信号转导[J]. 植物生理学通讯,1996,(2):155-158.
- [2] 沈 拨,李云荫. 渗透胁迫和脱落酸对冬小麦叶片蛋白质的影响[J]. 作物学报,1996,22(3):228-294.
- [3] 西北农业大学植物生理生化教研组. 植物生理学实验指导[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1981. 35-36.
- [4] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999. 305.
- [5] 乔富廉. 植物生理学实验分析测定技术[M]. 北京:中国农业科学出版社,2002. 8:151-152,101-102.
- [6] 王 玮,李德全,邹 琦,等. 水分胁迫下外源 ABA 对玉米幼苗根叶渗透调节的影响[J]. 植物生理学通讯,2000,6:523-526.
- [7] 李宗霆,周 燮. 植物激素及其免疫检测技术[M]. 南京:江苏科技出版社,1996.
- [8] WAKAMATSUK T U. Change in peroxidase activity and in peroxidase isozymes in carrot[J]. Plant Physiology, 1993, 88:167.
- [9] PRUVOT C, Massimino J, Peltire G, et al. Effects of low temperature, high salinity and exogenous ABA on the synthesis of two chloroplastic drought-induced protein in solanum tuberosum[J]. Plant Physiology, 1996,97:123
- [10] 潘瑞炽,豆志杰,叶庆生. 茉莉酸甲脂对水分胁迫下花生幼苗 SOD 活性和膜脂过氧化作用的影响[J]. 植物生理学报,1995,(3):221-228.
- [11] CHOWDHURY R S, Chouduri M A. Hydrogen peroxide metabolism as an index of water stress tolerance in jute[J]. Plant Physiology, 1995, 65:503.