

盐胁迫下不同品种小麦苗期抗氧化保护酶活性的变化

刘艳丽^{1,2}, 刘桂珍³, 崔党群²

(1. 河南省新乡市农业科学院, 河南新乡 453002; 2. 河南农业大学, 河南郑州 450000; 3. 河南省种子管理站, 河南郑州 450000)

摘要 [目的]研究在盐胁迫下小麦苗期叶片的抗氧化保护酶活性变化, 为耐盐小麦品种选育提供依据。[方法]采用盆栽试验, 设置 0 (对照)、100、150、200、250 和 300 mmol/L 6 个盐浓度处理, 测定盐胁迫下石 4185 和豫麦 47 的苗期抗氧化保护酶活性等指标。[结果]石 4185 的过氧化氢酶 (CAT)、过氧化物酶 (POD) 和超氧化物歧化酶 (SOD) 活性均比豫麦 47 高。[结论]石 4185 比豫麦 47 具有更强的抗氧化保护系统, 具有更强的耐受盐胁迫的能力。

关键词 盐胁迫; 小麦; 丙二醛; POD; CAT; 抗氧化保护酶

中图分类号 S501 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)28-0018-03

Changes on Activity of Antioxidant Enzymes of Different Varieties in Wheat Seedling under Salt Stress

LIU Yan-li^{1,2}, LIU Gui-zhen³, CUI Dang-qun² (1. Xinxiang Academy of Agricultural Sciences of Henan Province, Xinxiang, Henan 453002; 2. Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450000; 3. Henan Seed Management Station, Zhengzhou, Henan 450000)

Abstract [Objective] The aim was to research the changes on the ability of antioxidant protection system of wheat seedling under salt stress to lay the foundation for the breeding of salt-tolerant wheat varieties. [Method] By the pot test, we set six salt concentrations such as 0 (CK), 100, 150, 200, 250 and 300 mmol/L to test the antioxidant enzymes of Shi 4185 and Yumai 47 under the salt stress in seedling stage. [Result] The activity of CAT, POD and SOD of Shi 4185 were higher than that of Yumai 47. [Conclusion] It illustrated that Shi 4185 has stronger antioxidant protection system than Yumai 47 and stronger ability to tolerate salt stress.

Key words Salt stress; Wheat; MDA; POD; CAT; Antioxidant enzymes

据统计, 全球大约有 10% 的可耕地面积存在不同程度的盐渍化, 我国目前约有 1/5 的灌溉农田属于盐碱地或盐渍化土壤, 而且盐碱地和盐渍化土壤面积逐年上升, 影响作物高产的主要环境胁迫因子之一就包括盐胁迫^[1-3]。通过合理的水土管理和化学改良的途径可以有效地改良、开发和利用盐渍化土壤, 而培育耐盐作物品种则是经济、有效地改良和利用盐碱地资源的措施之一^[4]。小麦的耐盐性受品种的种性、环境条件、发育时间及空间等多方面因素的影响和限制。对于小麦生产来说, 苗期的耐盐性强弱显得十分重要^[5]。研究认为, 小麦苗期较为可靠的鉴定指标有丙二醛 (MDA) 含量、超氧化物歧化酶 (SOD) 活性等。为此, 笔者对豫麦 47 和石 4185 进行了苗期抗氧化保护酶的研究, 旨在为小麦耐盐品种选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 参加试验的小麦品种豫麦 47 和石 4185 由河南农业大学小麦课题组提供。

1.2 试验设计 试验在河南农业大学科教园区进行, 小麦种植在高 30 cm、直径 20 cm 的白塑料盆中, 使用 0~20 cm 耕作层的壤土。土壤的有机质含量 21.6 g/kg, 碱解氮 62.00 mg/kg, 速效钾 16.15 mg/kg, 速效磷 5.02 mg/kg。试验设计每盆装土 3.8 kg, 每盆施氮磷钾复合肥 (N+P+K ≥ 42%) 12 g。当小麦长到 2 叶 1 心时进行盐胁迫处理, 每个品种设 6 个盐浓度处理, 分别为 0 (对照)、100、150、200、250、300 mmol/L。每次浇水 1 000 mL, 对照浇灌清水, 其他处理浇灌相应浓度的盐溶液。

1.3 取样 盐胁迫处理后第 3 天开始取样, 以后每间隔 1 d

取 1 次样, 共取 5 次, 每次取小麦功能叶片待测。

1.4 测定项目与方法 叶片 MDA 含量测定采用硫代巴比妥酸比色法^[6]。叶片 SOD 活性测定采用氮蓝四唑法^[7]。叶片过氧化氢酶 (CAT) 活性测定采用 H₂O₂ 法^[7]。叶片过氧化物酶 (POD) 活性测定参照杨丽涛等^[8]的方法。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对小麦幼苗 MDA 含量的影响 MDA 含量的高低与膜伤害程度密切相关, 是表示膜伤害程度的重要指标^[3,9]。由图 1 可知, 盐胁迫下 2 个小麦品种叶片中的 MDA 含量都随着盐浓度的增加和盐胁迫时间的延长而逐渐增加, 豫麦 47 的含量高于石 4185 且增加的幅度远大于石 4185, 说明盐胁迫对 2 个品种小麦的叶片细胞膜都产生了伤害, 但石 4185 远没有豫麦 47 受到的伤害程度严重。

2.2 盐胁迫对小麦叶片 SOD 活性的影响 由图 2 可知, SOD 活性随着盐胁迫浓度的增加和时间的延长而逐渐下降, 豫麦 47 幼苗的 SOD 活性随着盐浓度的增加, 在盐胁迫后第 3 天迅速升高, 而后随着盐胁迫时间的延长, SOD 活性急剧下降, 到盐胁迫后第 7 天, 高盐胁迫下的 SOD 活性已接近或低于对照。石 4185 幼苗的 SOD 活性随着盐浓度的增加而逐渐升高, 但随着盐胁迫时间的延长而逐渐降低, 但在盐胁迫处理后第 11 天仍高于对照。豫麦 47 幼苗的 SOD 活性随着盐浓度的增加, 到盐胁迫后第 7 天, 高盐胁迫下的 SOD 活性已接近或低于对照水平。

2.3 盐胁迫对小麦幼苗叶片 POD 活性的影响 由图 3 可知, 石 4185 和豫麦 47 幼苗的 POD 活性随着盐浓度的增加而增加。在低盐胁迫下, 2 个小麦品种幼苗的 POD 活性增加幅度均较小; 在高盐胁迫下, 石 4185 幼苗的 POD 活性增加幅度较大, 而豫麦 47 仍然只有较小的增幅。随着盐胁迫时间的延长, 2 个品种 POD 活性均呈现升高的趋势。石 4185 的

POD 活性大于豫麦 47。这说明石 4185 比豫麦 47 有较强的抗氧化胁迫的能力,能更加有效地抑制活性氧的过量积累。

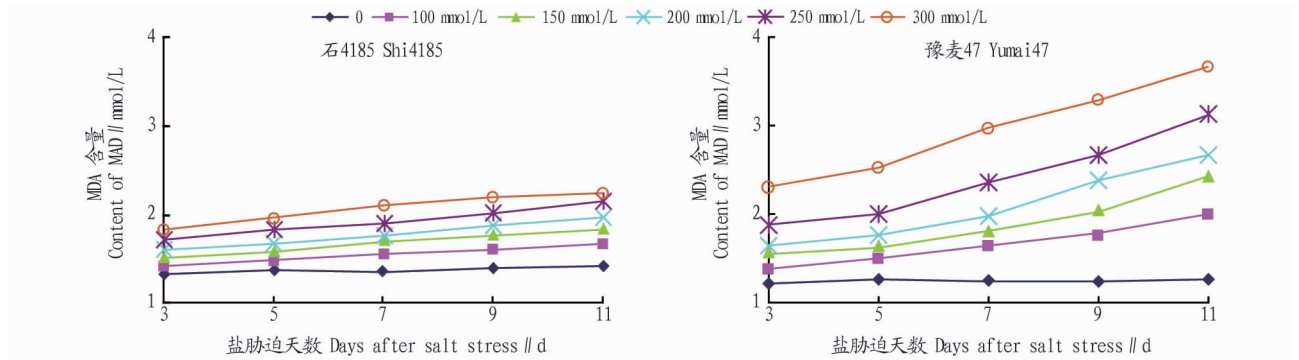


图 1 盐胁迫对不同品种小麦幼苗 MDA 含量的影响
Fig.1 Effects of salt stress on the content of MDA in different wheat varieties

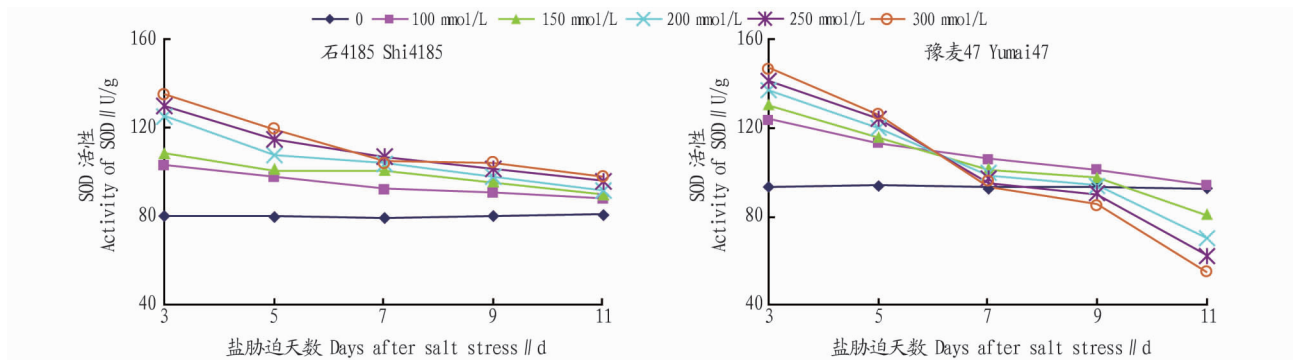


图 2 盐胁迫对不同品种小麦幼苗 SOD 活性的影响
Fig.2 Effects of salt stress on the activity of SOD in different wheat varieties

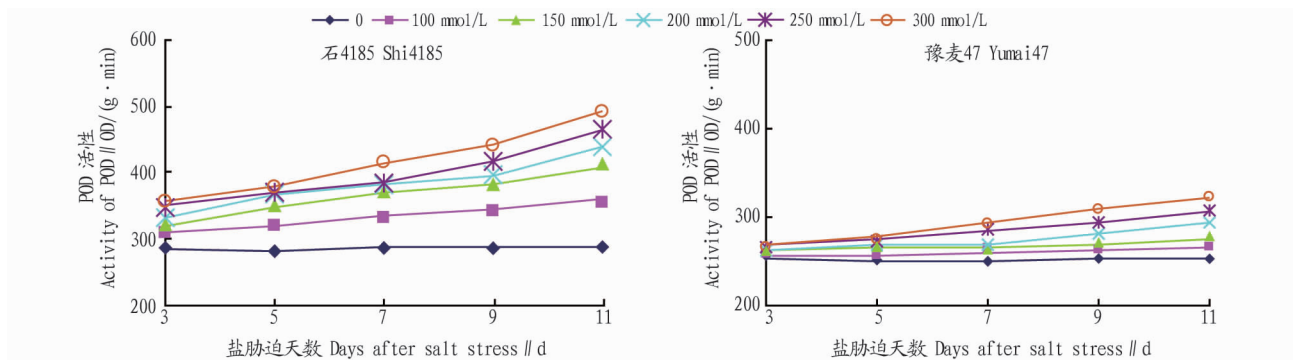


图 3 盐胁迫对小麦幼苗 POD 活性的影响
Fig.3 Effects of salt stress on the activity of POD in different shoot

2.4 盐胁迫对小麦幼苗叶片 CAT 活性的影响 由图 4 可知,在第 3~11 天的胁迫过程中,2 个小麦品种的 CAT 活性变化呈现相同的趋势:在盐胁迫的第 5 天 CAT 活性迅速上升到最大值,随着盐胁迫时间的延长呈现逐渐下降的趋势,但是石 4185 的 CAT 活性升高的幅度较豫麦 47 的大而下降的幅度又比豫麦 47 的小。盐胁迫下,虽然 2 个品种小麦叶片的 CAT 活性的变化趋势相同,但豫麦 47 的 CAT 活性始终低于石 4185。

3 结论与讨论

在逆境环境中,诸如干旱、盐渍、冷害等,膜脂过氧化作用常常发生,反映在植物体内即活性氧迅速大量积累,破坏细胞膜的结构和功能,影响植物体的正常生长。MDA 是膜脂过氧化重要的产物之一,它的产生能加剧膜的损伤,因此

在植物衰老生理和抗性生理研究中 MDA 含量是一个常用指标,可通过 MDA 了解膜脂氧化的程度,以间接测定膜系统受损程度以及植物的抗逆性^[10]。该试验结果表明,2 个参试小麦品种石 4185 和豫麦 47 叶片的 MDA 含量随着盐胁迫浓度的增加而增加,随着盐胁迫时间的延长而呈逐渐增多的趋势,豫麦 47 叶片的 MDA 含量比石 4185 增加显著,石 4185 比豫麦 47 细胞膜受到的损伤程度小。

植物在胁迫条件下,细胞内的各种反应能产生大量的过氧化氢、单线态氧和超氧自由基等,为保护自身免受伤害,植物体内形成一套主要包括抗氧化酶系统和非酶系统的抗氧化剂类的防御体系,清除活性氧的主要的抗氧化酶类包括超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)等,可以有效地清除活性氧并尽可能地减少活性

氧的积累,减轻膜脂过氧化化的程度,保护膜系统的完整性、有序性和稳定性。该试验结果表明,豫麦 47 的 SOD 活性在胁迫初期急剧上升,接着又显著下降,到盐胁迫后第 7 天,高盐胁迫下的 SOD 活性已接近或低于对照。石 4185 的 SOD 活性随盐浓度的增加而上升,随盐胁迫时间的延长而下降,但其活性始终高于对照,且 SOD 活性变化较豫麦 47 平稳,且能较长时间保持比对照高的水平,所以石 4185 比豫麦 47 更能耐盐胁迫。这一结果与齐志广等^[11]的研究结果不太一致,这可能与取样部位和盐处理浓度、时间等条件不同有关。POD 能分解植物体内过多的过氧化物,也是植物体内重要的

一种保护酶。POD 通过催化其他底物与过氧化氢反应以消耗过氧化氢,与 CAT 共同作用使过氧化氢维持在一个较低的水平。2 个品种幼苗的 POD 活性随着盐胁迫浓度的增加和时间的延长呈上升的趋势,这与刘鹏等^[12]、张美云等^[13]的研究结果基本一致。植物叶片中的 CAT 是其保护自身免受 OH-毒害的关键,主要清除羟基自由基。该试验中,2 个供试品种在盐胁迫下 CAT 活性随盐胁迫浓度的增加而增加,在胁迫第 5 天达到最高,随后急速下降。石 4185 升高的幅度比豫麦 47 大而降低的幅度比豫麦 47 小。

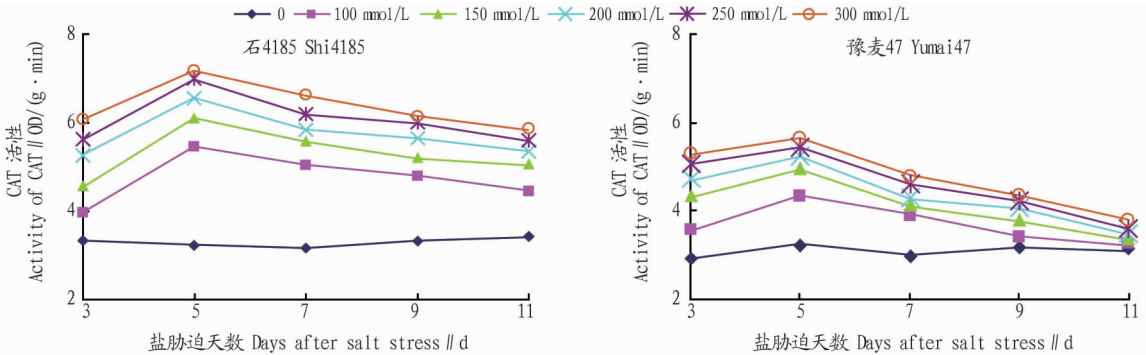


图 4 盐胁迫下小麦幼苗 CAT 活性的变化

Fig.4 Changes of the activity of CAT under salt stress in different shoot

盐胁迫前期小麦幼苗产生的活性氧主要靠 SOD 清除,而后期主要靠 POD 和 CAT 清除。3 种酶在胁迫过程中的每个阶段所起的作用不一样。在该试验的整个胁迫过程中,总体上石 4185 的 3 种酶的活性均比豫麦 47 高,其耐盐胁迫的机制之一是能有效地抑制盐胁迫导致的活性氧过量积累,减轻膜脂过氧化作用,维持细胞膜的相对完整性和有序性。可见,石 4185 具有较强的抗氧化胁迫的能力,这也正是它能在盐胁迫下保持较好生长的重要原因之一。

参考文献

[1] 阮成江,谢庆良. 盐胁迫下沙棘的渗透调节效应[J]. 植物资源与环境学报,2001,11(2):45-47.
[2] BOYER J S. Plant productivity and environment[J]. Sci,1982,218:443-448.
[3] ZHU J K. Plant salt tolerance[J]. Trends in Plant Sci,2001,6(2):66-71.
[4] 赵可夫. 植物抗盐机理[M]. 北京:中国科学技术出版社,1993.

[5] 马雅琴,翁跃进. 春小麦品种耐盐性鉴定评价[J]. 作物学报,2005,31(1):58-64.
[6] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京:农业出版社,1992.
[7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
[8] 杨丽涛,李杨瑞,莫家让. 喷施“多效好”对甘蔗叶片几个生理生化特性的效应研究初报[J]. 广西农学院学报,1990,9(1):79-83.
[9] MUNNS R. Comparative physiology of salt and water stress[J]. Plant Cell Environ,2002,25(2):239-250.
[10] 许东河,李东艳,陈于和,等. 氯化钠对不同大豆品种膜脂质过氧化物的影响[J]. 中国油料,1993(1):40-42.
[11] 齐志广,黄占景,沈银柱. 盐胁迫对小麦耐盐突变体苗期超氧化物歧化酶活性的影响[J]. 河北师范大学学报(自然科学版),2002,26(4):406-409.
[12] 刘鹏,何瑞霞,孙海燕. NaCl 胁迫对不同品种向日葵幼苗生理特性的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版),2006,21(5):525-527.
[13] 张美云,钱吉,钟扬,等. 野生大豆若干耐盐生理指标的研究[J]. 复旦学报(自然科学版),2002,41(6):669-673.

(上接第 13 页)

[8] LEE J Y,LEE J Y,YUN B S,et al. Antifungal activity of beta-asarone from rhizomes of *Acorus gramineus*[J]. J Agric Food Chem,2004,52(4):776-780.
[9] SCHNEIDER K,CHEN X H,VATER J,et al. Macrolactin is the Polyketide Biosynthesis Product of the pks2 Cluster of *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42[J]. J Nat Prod,2007,70(9):1417-1423.
[10] LIU G Q,KONG Y Y,FAN Y J,et al. Data on genome analysis of *Bacillus velezensis* LS69[J]. Data in brief,2017,13:1-5.
[11] LUO C Q,LIU X H,ZHOU H F,et al. Nonribosomal peptide synthase

gene clusters for lipopeptide biosynthesis in *Bacillus subtilis* 916 and their phenotypic functions[J]. Appl Environ Microbiol,2015,81(1):422-431.
[12] QIN Y X,HAN Y Z,YU Y Q,et al. Complete genome sequence of *Bacillus amyloliquefaciens* L-S60, a plant growth-promoting and antifungal bacterium[J]. J Biotechnol,2015,212:67-68.
[13] CHEN L. Complete genome sequence of *Bacillus velezensis* LM2303, a bio-control strain isolated from the dung of wild yak inhabited Qinghai-Tibet plateau[J]. J Biotechnol,2017,251:124-127.