

淹水对玉米细胞抗氧化酶系统的影响

孙建伟 (临沂大学生命科学学院, 山东临沂 276005)

摘要 以鲁单 981 和强盛 1 号玉米杂交种为供试材料, 采用酶活性测定技术, 初步研究了淹水对玉米幼苗抗氧化酶系统的影响。结果表明, 淹水处理后, 在取样时间内鲁单 981 和强盛 1 号的 CAT 活性增强, 但品种之间有差异; POD 和 SOD 的活性升高, 且品种间差异不大。CAT、POD 和 SOD 活性的变化可能与玉米对淹水的抗性有一定的关系。

关键词 淹水; 玉米; 抗氧化酶; 影响

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)01-0044-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.01.013



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Waterlogging on Antioxidant Enzyme System in Maize Cells

SUN Jian-wei (College of Life Science, Linyi University, Linyi, Shandong 276005)

Abstract Two maize hybrids of Ludan-981 and Qiangsheng-1 were used as the test materials, and the influence of waterlogging on the antioxidant enzyme system of maize was studied by using assay of enzyme activities. The results showed that CAT activity increased during the course of sampling both in Ludan-981 and in Qiangsheng-1 after treated with waterlogging, but there were some differences between the two varieties. Waterlogging could increase POD and SOD activities, and there was little differences between varieties. Therefore, we concluded that the activity changes of CAT, POD and SOD may be related to waterlogging resistance of maize.

Key words Waterlogging; Maize; Antioxidant enzymes; Effect

涝害是夏季农作物, 尤其是地势低洼处的农作物经常遇到的逆境之一, 涝害对植物的水分代谢、矿质代谢、光合作用、呼吸作用、细胞膜、植物激素平衡、酶系统等许多方面都有着重要的影响, 植物在适应过程中也在形态和代谢等方面形成了一些保护机制, 以减轻涝害对植物的伤害, 从而度过不良的环境^[1]。玉米(*Zea mays* L.)是非常重要的农作物, 在世界上的分布非常广泛^[2]。研究涝害对玉米的影响具有重要的理论和实践意义, 为玉米抗涝性品种的选育和推广提供一定的实验依据。鉴于此, 笔者从酶活性测定的角度探讨涝害与玉米抗氧化酶系统之间的关系。

1 材料与方法

1.1 材料 采用鲁单 981(亲本为齐 319×Lw9801)以及强盛 1 号(亲本为 912×922)2 个玉米杂交种作为试验材料, 2 个品种均购自山东省临沂市种子分公司。

1.2 方法

1.2.1 幼苗培养。 采用大小为 60 cm×40 cm×15 cm 的塑料筐进行幼苗培养, 将土壤粉碎混匀后平均分到每个塑料筐中。选择颗粒饱满的玉米种子种植在塑料筐中, 每筐约 50 株。每个玉米品种都设置试验组和对照组各 1 筐。种植后常规管理, 注意浇水, 待其生长至六叶期时取生长状况较一致的幼苗进行处理, 去掉多余的幼苗。试验设 3 次重复。

1.2.2 材料处理及酶液提取。 试验组幼苗用自来水灌满塑料筐, 使玉米幼苗的根部完全浸没在水中; 对照组正常培养。分别于浸水处理后 0、1、2、3、4、5 d 取各品种第 5 叶片提取酶液。采用文献^[3]的方法提取酶液。按 4:1 的比例加入 50% 的甘油混匀后分装, 保存于 -20 °C 冰箱中备用。

1.2.3 测定项目及方法。 采用波钦诺克的方法进行 CAT 活

性的测定^[4]; 采用愈创木酚法进行 POD 活性的测定^[5]; 利用 SOD 抑制氮蓝四唑(NBT)的光化还原作用^[6]进行 SOD 活性测定; 采用抑制 NBT 光化还原 50% 为 1 个酶活性单位。试验处理与酶活性测定均重复 3 次, 最后取平均值为酶的活性, 用 Excel 绘图分析酶活性的变化趋势。

2 结果与分析

2.1 淹水处理后玉米幼苗 CAT 活性的变化趋势 淹水处理后, 鲁单 981 和强盛 1 号玉米叶片细胞中 CAT 活性的测定结果如图 1 所示。从测定结果可以看出, 淹水处理后 2 个玉米品种叶片细胞中的 CAT 活性均呈升高的趋势, 在处理后的 2 d 内, 试验组与对照组的 CAT 活性差异不大, 但 2 d 后一直到取样结束时试验组的 CAT 活性都明显高于对照组, 而且鲁单 981 和强盛 1 号的变化趋势是一致的, 鲁单 981 的升高幅度要稍大于强盛 1 号。因此, 淹水处理后鲁单 981 和强盛 1 号的 CAT 活性均增强。

2.2 淹水处理后玉米幼苗 POD 活性的变化趋势 淹水处理后, 鲁单 981 和强盛 1 号玉米叶片细胞中 POD 活性的测定结果如图 2 所示。由图 2 可知, 淹水处理后, 鲁单 981 和强盛 1 号叶片细胞的 POD 活性均升高, 但升高幅度不大。对比图 2A、B 可以看出, 鲁单 981 和强盛 1 号的 POD 活性变化趋势一致, 从第 2 天开始一直到取样结束, 试验组的 POD 活性均高于对照组, 而且鲁单 981 的变化幅度稍大于强盛 1 号, 说明淹水可使玉米叶片中 POD 的活性升高。

2.3 淹水处理后玉米幼苗 SOD 活性的变化趋势 淹水处理后, 玉米品种鲁单 981 和强盛 1 号叶片细胞中 SOD 活性的测定结果见图 3。由图 3 可以看出, 淹水处理后, 鲁单 981 和强盛 1 号叶片细胞的 SOD 活性均升高, 但升高幅度较小。鲁单 981 和强盛 1 号的 SOD 活性的变化趋势也一致, 从第 2 天开始一直到取样结束, 试验组的 SOD 活性一直稍高于对照组, 但 2 个品种之间的差别不大, 说明淹水可使玉米叶片中

的 SOD 活性升高, SOD 活性的升高可能与玉米对淹水的抗性有关。

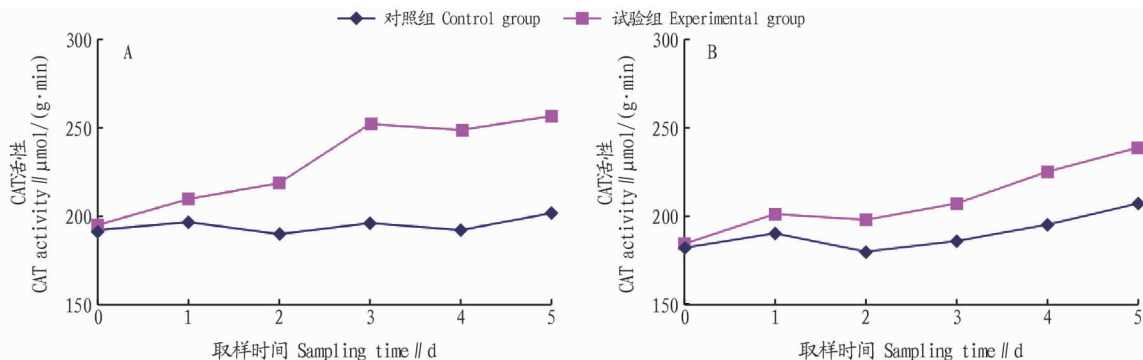


图 1 淹水处理对鲁单 981 (A) 和强盛 1 号 (B) 叶片细胞 CAT 活性的影响

Fig. 1 Effects of waterlogging on CAT activity in leaf cells of Ludan-981 (A) and Qiangsheng-1 (B)

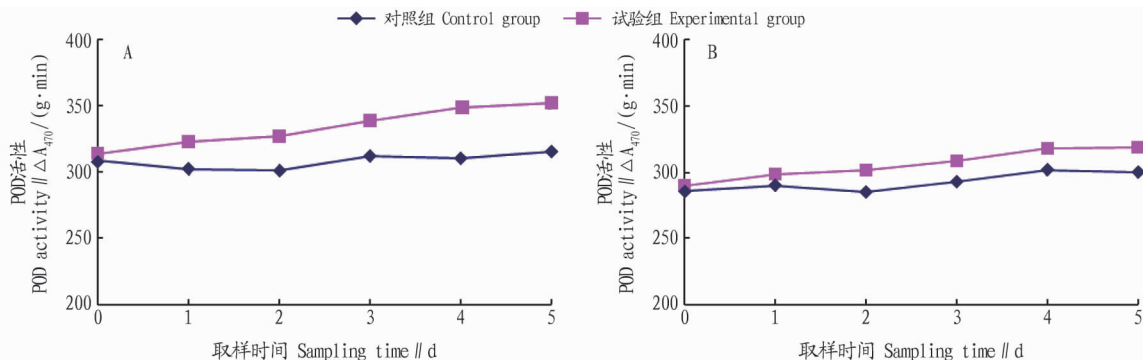


图 2 淹水处理对鲁单 981 (A) 和强盛 1 号 (B) 叶片细胞 POD 活性的影响

Fig. 2 Effects of waterlogging on POD activity in leaf cells of Ludan-981 (A) and Qiangsheng-1 (B)

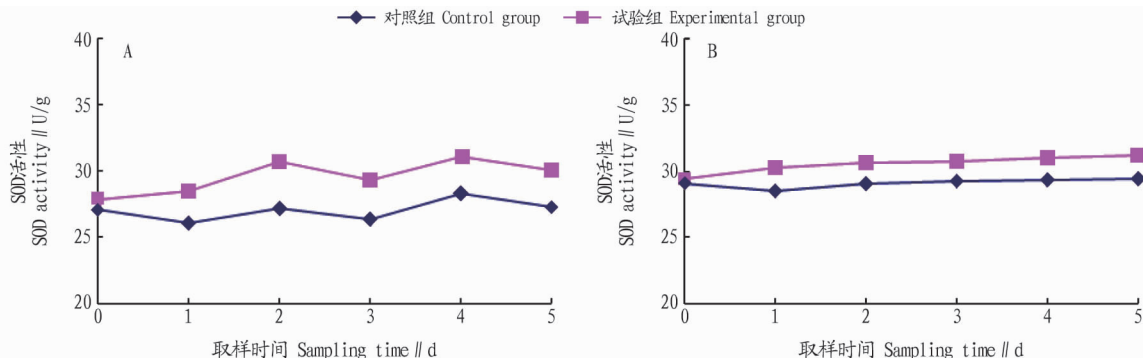


图 3 淹水处理对鲁单 981 (A) 和强盛 1 号 (B) 叶片细胞 SOD 活性的影响

Fig. 3 Effects of waterlogging on SOD activity in leaf cells of Ludan-981 (A) and Qiangsheng-1 (B)

3 结论与讨论

在淹水情况下,植物体会通过形态结构或生理等变化来适应环境的胁迫,以此来保护自身度过不良的环境条件。有研究表明,植物在受到非生物胁迫时会产生大量活性氧物质,如果不及时清除,积累过多,则会对植物造成损伤^[7]。植物的抗氧化酶系统对淹水胁迫能及时产生响应,对植物形成有效的保护,增强植物的耐涝能力,从而减轻伤害^[8]。

过氧化氢酶 (CAT)、过氧化物酶 (POD) 和超氧化物歧化酶 (SOD) 是植物抗氧化酶系统的重要成员,在植物体内活性氧代谢中起到非常重要的作用。前人的研究表明,在轻度涝害下, CAT、POD 和 SOD 的活性增强;在重度涝害下, CAT、POD 和 SOD 的活性先升高后降低,如弭宝彬等^[9]在研究水涝胁迫下冬瓜幼苗的生理响应差异分析时测定的 CAT 活性

升高;王晓娇等^[10]的研究表明,随着水分亏缺程度的加剧和时间的延长,马铃薯出苗期根系中 SOD、CAT 和 POD 活性升高。张晓佩等^[11]研究表明,在重度水涝条件下(水位在土层上 4cm), 2 个多花黑麦草品种叶片中过氧化氢酶和超氧化物歧化酶活性均表现为先升后降;潘路等^[12]研究表明,淹水胁迫下珠美海棠幼苗叶片中 POD、SOD 活性在初期明显升高,之后趋近于对照组;另外,王赞文等^[13]、高源远等^[14]、戴小梅等^[15]的研究,也得出了相似的结论,这与该试验的结果一致。该试验的研究也发现,用淹水处理后 CAT 活性明显增强,POD 和 SOD 的活性在水涝胁迫处理后也明显升高,不同玉米品种 CAT、POD 和 SOD 活性的增强幅度有所不同,这说明淹水胁迫可引起 CAT、POD 和 SOD 活性升高,玉米细胞内

(下转第 48 页)

表3 不同甘薯品种的矿质元素含量比较

Table 3 Comparison of mineral element contents of different varieties of sweet potatoes

mg/kg

品种名称 Variety name	钙 Ca	铜 Cu	铁 Fe	钾 K	镁 Mg	锰 Mn	磷 P
SP-27	4.33×10 ²	1.44	12.60	3.75×10 ³	1.56×10 ²	1.83	5.70×10 ²
SP-41	3.92×10 ²	1.54	9.09	3.66×10 ³	1.55×10 ²	2.96	5.67×10 ²
SP-50	2.95×10 ²	1.28	12.50	2.97×10 ³	1.25×10 ²	2.57	3.56×10 ²
SP-46	2.09×10 ²	1.05	9.21	3.30×10 ³	1.02×10 ²	1.82	4.81×10 ²
SP-47	3.60×10 ²	1.09	13.00	3.78×10 ³	1.35×10 ²	2.63	4.20×10 ²
SP-128	2.78×10 ²	1.57	9.19	4.37×10 ³	1.34×10 ²	4.26	5.76×10 ²
SP-146	1.82×10 ²	1.13	10.20	3.96×10 ³	1.07×10 ²	0.87	4.84×10 ²
SP-238	2.86×10 ²	1.69	12.00	3.57×10 ³	1.80×10 ²	2.20	6.93×10 ²
SP-179	1.53×10 ²	1.70	14.30	4.55×10 ³	1.09×10 ²	1.95	3.46×10 ²

3 结论

对9个海南本地甘薯种质资源农艺性状、品质特性和矿物质元素的分析表明,不同甘薯品种蛋白质、淀粉、还原糖、维生素C、总多酚、磷、钾、钙、镁、锌、铁等含量有极显著差异,不同品种之间的差异性不同。其中,SP-179和SP-50的蛋白质和还原糖含量最高,为优质甘薯品种。蛋白质是组成人体一切细胞、组织的重要成分,机体所有重要的组成部分都需要有蛋白质的参与,蛋白质在人体生命活动中起着重要作用,没有蛋白质就没有生命活动的存在^[13]。甘薯可以根据需要作为人们食物中蛋白质的部分来源,也可以用作烘焙行业。根据不同需要选择不同品种进行加工,不但能提高劳动生产率,同时也可提高甘薯在国际上的竞争力。在所测的9个甘薯品种中,蛋白质和淀粉含量有较大差异,蛋白质含量最高的为21.9 g/kg,最低的只有4.4 g/kg;淀粉最高含量279 g/kg,最低含量162 g/kg,说明从海南本地甘薯资源中可筛选出提供高淀粉和高蛋白育种的材料。试验结果表明,海南本地甘薯中含有高蛋白、高淀粉和高营养元素和优良农艺性状的遗传资源,可以作为亲本材料进行育种,为甘薯新品种选育奠定基础。

参考文献

[1] 杨立明,陈赐民. 浅谈甘薯综合利用[J]. 国外农学—杂粮作物,

(上接第45页)

CAT、POD和SOD活性的高低可能与玉米对淹水胁迫的抗性强弱有关,这可能是植物减弱涝害所造成伤害的重要机制之一。

参考文献

- [1] KANG S Z, SHI W J, CAO H X, et al. Alternate watering in soil vertical profile improved water use efficiency of maize (*Zea mays*) [J]. *Field Crops Res*, 2002, 77(1): 31-41.
- [2] 魏和平, 利容干, 王建波. 淹水对玉米叶片细胞超微结构的影响[J]. *植物学报*, 2000, 42(8): 811-817.
- [3] 罗广华, 王爱国. 植物SOD同工酶活性显示的某些干扰[J]. *植物生理学通讯*, 1993, 29(2): 119-122.
- [4] 波钦诺克 XH. 植物生物化学分析方法[M]. 荆家海, 丁钟荣, 译. 北京: 科学出版社, 1981: 203-207.
- [5] 吴岳轩, 曾富华, 王荣臣. 杂交稻对白叶枯病的诱导抗性 with 细胞内防御酶系统关系的初步研究[J]. *植物病理学报*, 1996, 26(2): 127-131.
- [6] GIANNOPOLITIS C N, RIES S K. Superoxide dismutase: II. Purification and quantitative relationship with water-soluble protein in seedlings [J]. *Plant Physiol*, 1977, 59(2): 315-318.

1995(2): 44-45, 55.

- [2] 朱秀珍, 田希武, 王随保, 等. 甘薯发展前景及经济效益探讨[J]. *山西农业科学*, 2011, 39(4): 386-388.
- [3] ZHU F, WANG S N. Physicochemical properties, molecular structure, and uses of sweet potato starch [J]. *Trends Food Sci Tech*, 2014, 36(2): 68-78.
- [4] GRACE M H, YOUSEF G G, GUSTAFSON S J, et al. Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweet potato storage and impacts on bioactive properties [J]. *Food Chem*, 2014, 145(4): 717-724.
- [5] KIM H W, KIM J B, CHO S M, et al. Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking [J]. *Food Chem*, 2012, 130(4): 966-972.
- [6] 李锋, 李建科, 赵燕. 红薯的保健功能及发展趋势[J]. *农产品加工*, 2006(11): 21-23.
- [7] 宋付平, 黄洁, 刘国道. 甘薯种质资源在海南的收集与评价[J]. *江西农业学报*, 2009, 21(6): 15-17.
- [8] 周志林, 唐君, 张允刚, 等. 甘薯试管保存资源污染抢救方法研究[J]. *江苏农业科学*, 2008(1): 237-239.
- [9] 朱崇文, 马代夫, 李秀英, 等. 甘薯的品质改良[J]. *作物杂志*, 1987(1): 1-2.
- [10] 王弗能, 汪飞杰, 王天云. 海南岛甘薯品种资源考察报告[M]//华南热带作物科学研究院, 中国农业科学院作物品种资源研究所. 海南岛作物(植物)种质资源考察文集. 北京: 农业出版社, 1992: 249-259.
- [11] 江阳, 孙成均. 甘薯的营养成分及其保健功效研究进展[J]. *中国农业科技导报*, 2010, 12(4): 56-61.
- [12] 张允刚, 房伯平. 甘薯种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [13] 张继, 刘阿萍, 曾家豫, 等. 果果甘草茎叶营养成分的分析研究[J]. *草业学报*, 2003, 12(2): 93-96.

- [7] 杨红兰, 周雅, 张道远. 转乙酰脱氢酶基因 *ALDH* 棉花对干旱和高盐抗性研究[J]. *新疆农业科学*, 2015, 52(7): 1177-1182.
- [8] LIU K W, SU R R, ZHU J Q, et al. Physiological responses of cotton at seedling stage to waterlogged stress [J]. *Advance journal of food science & technology*, 2012, 4(6): 348-351.
- [9] 弭宝彬, 武芳芳, 谢玲玲, 等. 水涝胁迫下冬瓜幼苗的形态结构及生理响应差异分析[J]. *南方农业学报*, 2018, 49(12): 2419-2424.
- [10] 王晓娇, 蒙美莲, 曹春梅, 等. 水分胁迫对马铃薯出苗期根系生理特性及内源激素 IAA、ABA 含量的影响[J]. *东北师大学报(自然科学版)*, 2018, 50(2): 103-109.
- [11] 张晓佩, 高承芳, 刘远, 等. 多花黑麦草对水涝胁迫的生理响应[J]. *福建农业学报*, 2014, 29(9): 898-903.
- [12] 潘路, 彭治, 刘雪, 等. 水涝胁迫对珠美海棠叶片生理特性的影响[M]//张启翔. 中国观赏园艺研究进展 2018. 北京: 中国林业出版社, 2018: 321-324.
- [13] 王赞文, 梁宗锁, 韩蕊莲. 水涝胁迫对党参的生长、生理特性及多糖含量的影响[J]. *浙江理工大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(6): 893-900.
- [14] 高源远, 于腾辉, 吴建国, 等. 水涝胁迫对烟草理化特性和几种次生代谢产物的影响[J]. *南昌大学学报(理科版)*, 2018, 42(5): 445-451.
- [15] 戴小梅, 许林, 谢焯锋, 等. 水涝胁迫下2种乡土草本植物生理特性的响应[J]. *西南农业学报*, 2015, 28(1): 110-114.