

水杨酸对镉胁迫下玉米幼苗质膜透性和保护酶活性的影响

李彩霞 李鹏* 苏永发 郑普勤 张芬琴 张勇

河西学院生物系, 甘肃张掖 734000

摘要 在Cd²⁺胁迫下, 添加外源水杨酸(SA)的培养液中生长的玉米幼苗叶中超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)的活性均提高, 质膜透性降低, 丙二醛(MDA)的积累减少, 显示SA对Cd²⁺胁迫具有一定的缓解效应。

关键词 水杨酸; 镉; 玉米; 质膜透性; 保护酶

Effect of Salicylic Acid on Permeability of Plasma Membrane and Activities of Protect Enzymes of Maize (*Zea mays* L.) Seedlings under Cadmium Stress

LI Cai-Xia, LI Peng*, SU Yong-Fa, ZHENG Pu-Qin, ZHANG Fen-Qin, ZHANG Yong

Department of Biology, Hexi College, Zhangye, Gansu 734000, China

Abstract Effects of exogenous salicylic acid (SA) on permeability of plasma membrane and protective enzymes activities in leaves of maize (*Zea mays* L.) seedlings under different concentrations of Cd²⁺ stress were studied. The results showed that exogenous SA could remarkably promote the activities of SOD, POD and CAT, delay the accumulation of MDA, and decrease the electrolyte leakage in maize seedling leaves under Cd²⁺ stress. So exogenous SA could mitigate the stress of Cd²⁺.

Key words salicylic acid; cadmium; maize (*Zea mays* L.); plasma membrane permeability; protect enzyme

镉离子(Cd²⁺)因其在土壤中的高度移动性和对作物的高度毒害性是重金属中比较严重的污染物之一(孙光闻等2004; 李德明等2005)。Cd²⁺可破坏叶绿体结构, 抑制根系活力, 抑制气孔开放, 还能使植物组织细胞产生活性氧, 引起膜脂过氧化, 改变活性氧代谢有关酶活性, 从而影响植株生长(Toppi和Gabbrielli 1999)。它还可通过食物链进入人体, 影响人体健康。近年来, 有关抗坏血酸(ascorbate, AsA)、锌(Zn)和钙(Ca)能缓解镉对植物的伤害已有所报道(宗会和李明启2001; 杨超光等2005)。但是水杨酸(salicylic acid, SA)能否缓解镉对玉米幼苗伤害的报道未见。SA是生物体内普遍存在的酚类化合物之一, 它可以促进种子萌发、幼苗生长, 诱导植物开花, 控制离子吸收等多种生理作用(杨江山等2005; 李德红和潘瑞焱1995; Shakirova等2003), 它也可提高盐胁迫下的植物体内超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)和过氧化物酶(peroxidase, POD)活性, 防止丙二醛(malondialdehyde, MDA)积累和降低质膜透性, 从而缓解盐对植物的伤害(魏爱丽等2001; 时丽冉和杜军华2001)。本文初步研究了外

源SA对Cd²⁺胁迫下玉米幼苗叶中细胞膜透性和保护酶活性的影响。

材料与方法

玉米品种‘中单二号’(*Zea mays* L. ‘Zhongdan NO 2’)种子, 购自甘肃省张掖市种子公司。挑选饱满、大小一致、无虫害的种子, 用5%安替富民(北京兴福精细化学研究所)消毒15 min, 蒸馏水冲洗数次, 置于25℃培养箱中浸种、催芽, 挑选萌发一致、大小均匀的种子播种在洗净的装有沙子的塑料网篮中, 用蒸馏水在室温自然光下培养至第2片叶露出后, 再用Hoagland营养液培养至第3片叶露出时, 选取长势良好且较一致的幼苗平均分配到装有处理液的培养钵中, 分2组处理。一组用含有浓度为0、50、100、150、200 μmol·L⁻¹的Cd²⁺(硝酸镉为分析纯)的培养液进行处理; 另一组是在5个不同浓度Cd²⁺的培养液中分别加入100 μmol·L⁻¹的SA(SA为分析纯, 预

收稿 2006-02-27 修定 2006-09-18

*通讯作者(E-mail: lipeng@hxu.edu.cn, Tel: 0936-8282131)。

备实验时此浓度对玉米生长较好)。第5片叶伸展后取样,测定各项指标。以上每组处理均重复3次,图中所有数据均为平均值 \pm 标准误。配对t检验以及多重比较用SPSS统计分析软件分析。

电解质渗透率、MDA含量、SOD和过氧化氢酶(catalase, CAT)活性测定参照邹琦(2000)介绍的方法。POD活性测定用愈创木酚法(李合生2000)。

结果与讨论

1 SA对受Cd²⁺胁迫的玉米幼苗叶中质膜透性的影响

图1表明,受不同浓度Cd²⁺胁迫的玉米幼苗叶片的电导率均增高,质膜受伤害程度随着Cd²⁺浓度增大而加深。在Cd²⁺胁迫下,加外源SA的玉米幼苗电导率比未加SA的下降程度明显小,显示SA有缓解Cd²⁺对玉米幼苗叶片质膜伤害的作用($t=14.422$, $P<0.01$),因而膜系统的完整性得以维持。

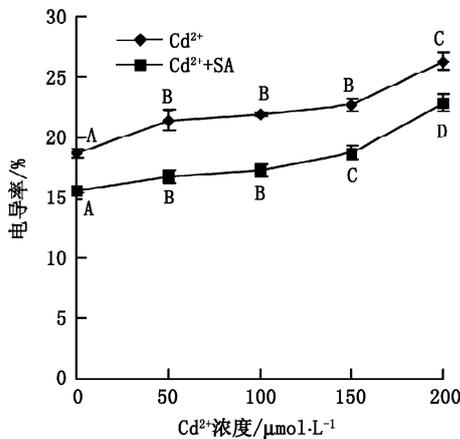


图1 SA对Cd²⁺胁迫下玉米幼苗叶片质膜透性的影响

Fig. 1 Effects of SA on the permeability of plasma membrane of maize seedling leaves under Cd²⁺ stress

图中不同字母表示Duncan法检验在 $\alpha=0.01$ 水平上差异显著,相同字母间差异不显著。图2、3同此。

2 SA对受Cd²⁺胁迫的玉米幼苗叶中MDA含量的影响

图2表明,玉米幼苗受Cd²⁺胁迫后,叶中MDA含量提高,其幅度随Cd²⁺浓度的增加而增大。未受Cd²⁺伤害的玉米幼苗在外加SA后,叶

中MDA含量较小下降,而受Cd²⁺伤害并外加SA的MDA含量则显著下降($t=5.479$, $P<0.01$)。因此认为,一定浓度的SA能降低植物叶中的MDA含量,减弱膜脂的过氧化作用,从而提高植物的抗Cd²⁺伤害能力。

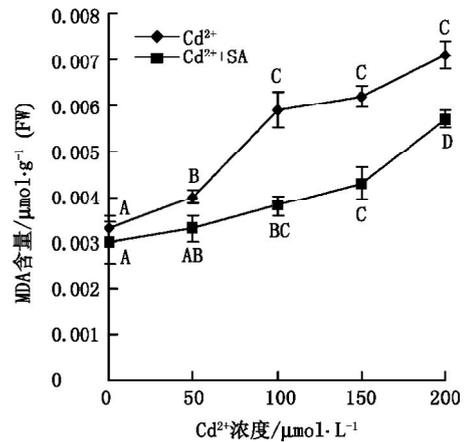


图2 SA对Cd²⁺胁迫下玉米幼苗叶片MDA含量的影响

Fig. 2 Effects of SA on the MDA content in maize seedling leaves under Cd²⁺ stress

3 SA对受Cd²⁺胁迫的玉米幼苗叶中POD、SOD和CAT活性的影响

从图3可见:

(1)玉米受Cd²⁺胁迫后,叶中POD活性提高,在一定的Cd²⁺浓度范围(50~200 μmol·L⁻¹)内,其活性随着Cd²⁺浓度的增加而增大。未受Cd²⁺伤害的玉米幼苗外加SA后,POD活性比未加SA的大。外加SA的玉米幼苗叶中POD活性在一定Cd²⁺浓度范围(50~150 μmol·L⁻¹)内随着其浓度的加大而增大,Cd²⁺浓度过高(200 μmol·L⁻¹)时,SA即无作用(图3-a)。SA对提高Cd²⁺胁迫下玉米幼苗叶中POD活性的作用显著($t=-10.904$, $P<0.01$)。

(2)玉米受Cd²⁺胁迫后,叶中SOD活性因Cd²⁺浓度不同而异。低浓度范围(50~100 μmol·L⁻¹)内的Cd²⁺胁迫下,SOD活性随着Cd²⁺浓度的增大而增大;而Cd²⁺浓度提高到150 μmol·L⁻¹时即降低。在Cd²⁺的胁迫下,外加SA的SOD活性比不加SA的有所提高;但Cd²⁺浓度大于100 μmol·L⁻¹时,SA的作用即不显著(图3-b)。t检验表明($t=-6.344$, $P<0.01$),SA处理前后的SOD活性差异显著。

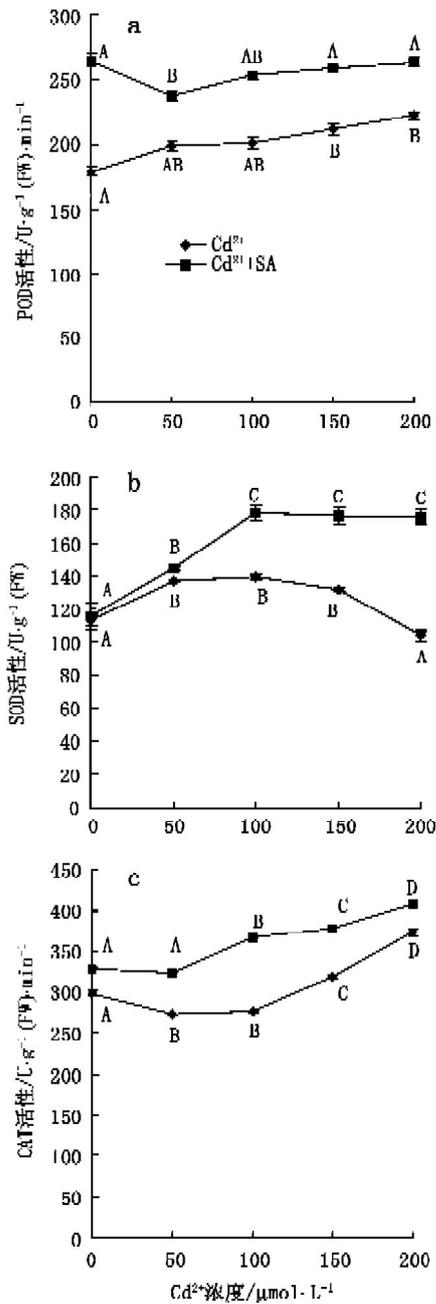


图3 SA对Cd²⁺胁迫下玉米幼苗叶片 POD、SOD和CAT活性的影响

Fig. 3 Effects of SA on POD, SOD and CAT activities of maize seedling leaves under Cd²⁺ stress

(3) 玉米幼苗受 Cd²⁺ 胁迫后, 叶中 CAT 活性因不同 Cd²⁺ 浓度而变化, 低浓度 (50~100 μmol·L⁻¹) Cd²⁺ 胁迫下的 CAT 活性下降, Cd²⁺ 浓度提高到 150 μmol·L⁻¹ 时即升高。在 Cd²⁺ 的胁迫下, 外加 SA 的 CAT 活性比不加 SA 的高, 但当 Cd²⁺ 浓度大于 100 μmol·L⁻¹ 时, CAT 活性提高的幅度明显下降 (图 3-c)。t 检验表明 ($t=-9.410, P<0.01$), SA 处理前后 CAT 活性有明显变化。

参考文献

- 李德红, 潘瑞焱 (1995). 水杨酸在植物体内的作用. 植物生理学通讯, 31 (2): 144~149
- 李德明, 朱祝军, 刘永华, 王玉清 (2005). 镉对小白菜光合作用特性影响的研究. 浙江大学学报 (农业与生命科学版), 31 (4): 459~464
- 李合生 (2000). 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 164~165
- 时丽冉, 杜军华 (2001). 水杨酸对盐害下玉米幼苗膜稳定性及 K⁺/Na⁺ 比的影响. 青海师范大学学报 (自然科学版), (1): 50~52
- 孙光闻, 朱祝军, 方学智 (2004). 不同镉水平对白菜生长及抗氧化酶活性的影响. 园艺学报, 31 (3): 378~380
- 魏爱丽, 曲岩, 郭平毅 (2001). 水杨酸对盐胁迫下小麦幼苗膜脂过氧化作用的调控. 信阳农业高等专科学校学报, 11 (3): 4~6
- 杨超光, 豆虎, 梁永超, 姜运生 (2005). 硅对土壤外源镉活性和玉米吸收镉的影响. 中国农业科学, 38 (1): 116~121
- 杨江山, 种培芳, 费赞 (2005). 水杨酸对甜瓜种子萌发及其生理特性的影响. 甘肃农业大学学报, 40 (1): 38~41
- 宗会, 李明启 (2001). 钙信使在植物适应非生物逆境中的作用. 植物生理学通讯, 37 (4): 330~335
- 邹琦 (2000). 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业出版社, 159~160, 163~167, 173~174
- Shakirova FM, Sakhautdinova AR, Bezrukova MV, Fatkhutdinova RA, Fatkhutdinova DR (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Sci, 164: 317~322
- di Toppi LS, Gabbriellini R (1999). Response to cadmium in higher plants. Environ Exp Bot, 41: 105~130