

镉胁迫下龙葵叶中三种抗氧化酶的活性和抗坏血酸含量的变化

唐秀梅^{1,2}, 龚春风¹, 刘鹏^{1,*}, 徐根娣¹, 蔡妙珍¹, 吴琼鸯¹

¹浙江师范大学植物学实验室, 浙江金华 321004; ²广西大学农学院, 南宁 530004

摘要: 水培龙葵, 设置0、10、25、50、100 mg·L⁻¹ 5个镉浓度, 处理17和34 d后测定叶片中3个保护酶活性和抗坏血酸含量。结果表明, 经镉处理后的过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性和抗坏血酸(AsA)含量都增加, 25、100 mg·L⁻¹ 镉处理的差异显著; 处理34 d后, 3个酶的活性呈现随着镉浓度升高而变化的规律, 三者都表现出先升高后降低再升高的趋势。

关键词: 镉; 龙葵; 抗坏血酸; 抗氧化保护酶

Variations of Three Antioxidant Enzymes Activities and AsA Content in Leaves of *Solanum nigrum* L. under Cadmium Stress

TANG Xiu-Mei^{1,2}, GONG Chun-Feng¹, LIU Peng^{1,*}, XU Gen-Di¹, CAI Miao-Zhen¹, WU Qiong-Yang¹

¹Laboratory of Botany, Zhejiang Normal University, Jinhua, Zhejiang 321004, China; ²College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530004, China

Abstract: In this research, the AsA content and three antioxidant enzymes activities of *Solanum nigrum* were studied after 17 and 34 days of treatment with Cd (0, 10, 25, 50, 100 mg·L⁻¹) in hydroponic culture. Compared to control, the activities of POD, SOD, CAT and AsA content increased with Cd treatment and changed significantly with 25 and 100 mg·L⁻¹ Cd. After 34 days with Cd treatment, the activities of POD, SOD and CAT changed with the increase concentration of Cd²⁺. And the activities rised first, decreased later, and then increased again.

Key words: Cd; *Solanum nigrum*; AsA; antioxidant enzyme

镉是一种工业毒物 and 环境污染物。土壤中过量的镉易为植物吸收和积累, 影响植物的生长、细胞分裂及代谢活动, 造成农作物产量和品质下降(陈怀满 1996)。它可通过食物链进入动物和人体。采用超积累植物修复重金属污染以其潜在的高效、廉价及其环境友好性获得广泛关注(Gardea-Torresdey 等 2005)。而龙葵作为一种新发现的镉超积累植物(魏树和等 2004), 研究其对镉的耐性机制是有意义的。植物抗氧化系统是解析植物耐重金属的机制之一, 本文从过氧化物酶(peroxidase, POD)、超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、过氧化氢酶(catalase, CAT)活性和抗坏血酸(ascorbic acid, AsA)出发, 研究镉超积累植物龙葵在镉胁迫下叶中3种抗氧化酶活性和抗坏血酸含量的变化, 以供揭示龙葵的耐镉和植物修复机制时参考。

材料与amp;方法

龙葵(*Solanum nigrum* L.)种子撒在湿润的土壤

中萌发, 待苗长到7~8 cm高时移栽至5 L塑料桶中, 每盆4株, 3次重复, 营养液为1/2Hoagland, 加入Cd²⁺(镉离子以3CdSO₄·8H₂O形式加入), 设5个Cd²⁺浓度梯度, 分别为0(对照)、10、25、50、100 mg·L⁻¹。每天用0.1 mol·L⁻¹ NaOH或HCl调pH至4.5, 以维持生长介质中较高的Cd²⁺浓度, 连续通气, 5 d换一次营养液, 每天补充蒸馏水以补足由于吸收和蒸发所减少的营养液体积。分别在镉处理后第17天和第34天取成熟叶片进行测定。根据邹琦(1995)书中的方法测定以下生理指标: AsA含量测定用2,6-二氯酚靛酚法; POD活性用愈创木酚法; SOD活性采用NBT光化还原法测定; CAT活性按硫代硫酸钠滴定法测定。各实验均重复3次, 根据3次实验所得数据计算平均值和标准误差, 用SAS分析软件进行方差分析。

收稿 2008-06-18 修定 2008-10-20

资助 国家自然科学基金(30540056)和浙江省自然科学基金(306391)。

* 通讯作者(E-mail: sky79@zjnu.cn; Tel: 0579-82282340)。

结果与讨论

1 镉对龙葵叶中抗坏血酸含量的影响

从图1可知,各浓度Cd处理后的龙葵叶中AsA含量都增加,25~100 mg·L⁻¹镉处理的差异显著,其中25 mg·L⁻¹处理的表现得最突出。并随着Cd处理时间的延长,各处理的龙葵叶中AsA含量也有所增加,表现在处理34 d后龙葵叶中AsA含量比处

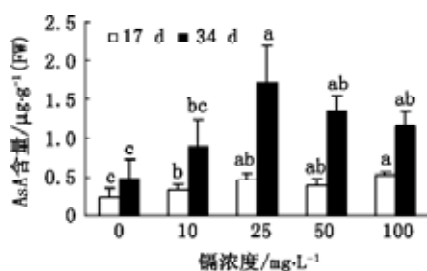


图1 镉对龙葵叶中AsA含量的影响

Fig.1 Effect of Cd on AsA content in leaves of *S. nigrum*
Duncan's 多重比较, 不同字母表示均值间差异显著。下图同此。

理17 d后大。说明龙葵作为一种耐镉植物,在镉胁迫下表现出特有的抗氧化保护性和适应性。

2 镉对龙葵叶中抗氧化保护酶的影响

由图2可看出,POD、SOD、CAT经镉处理后都增加,处理17 d后,在镉浓度为100 mg·L⁻¹时,3个酶的活性最高,说明短期的高浓度镉胁迫时保护酶发挥着较强的作用;SOD活性随着镉浓度的升高而增强,这与Sun等(2007)的研究结果一致。经镉处理34 d后,25 mg·L⁻¹镉处理的POD和CAT活性最大,这与Boominathan和Doran(2003)研究高镉胁迫对遏蓝菜(*Thlaspi arvense* L.)的影响结果一致,说明此浓度下龙葵表现出对POD和CAT活性有强诱导的响应。据前人(张金彪和黄维南2000)报道,Cd污染可引起SOD、POD和CAT活性下降,但耐性植物在一定的Cd浓度范围内,3种酶的活性可以维持或提高,超过一定范围,它们的活性仍会下降,本文中也得到了验证。总之,龙葵作为一种镉超积累植物,可以用于防治环境污染。可以用作防治环境污染。

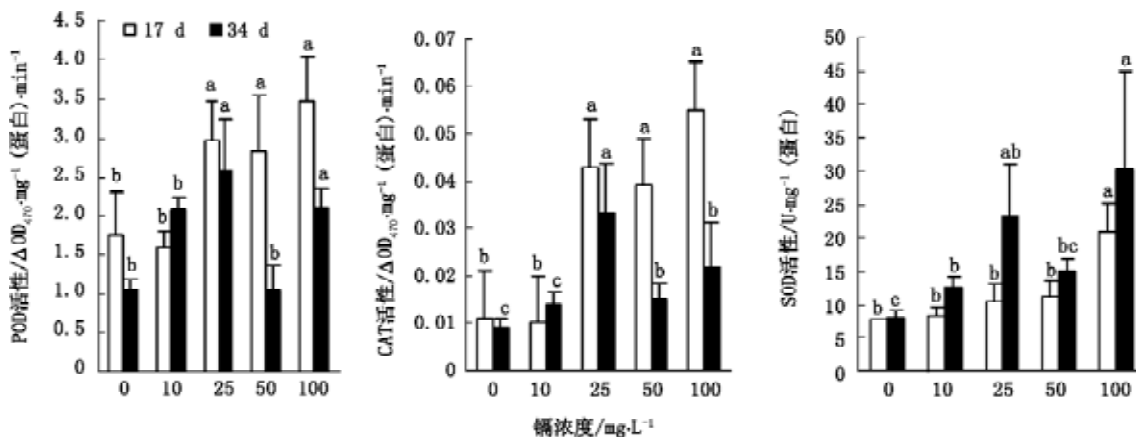


图2 镉对龙葵叶中抗氧化酶活性的影响

Fig.2 Effect of Cd on antioxidant enzymes activities in leaves of *S. nigrum*

参考文献

陈怀满(1996). 土壤——植物系统中的重金属污染. 北京: 科学出版社, 71~125
魏树和, 周启星, 王新(2004). 超积累植物龙葵及其对镉的富集特征. 环境科学, 26 (3): 167~171
张金彪, 黄维南(2000). 镉对植物的生理生态效应的研究进展. 生态学报, 20 (3): 510~514
邹琦(1995). 植物生理生化实验指导. 北京: 中国农业出版社, 10~26
Boominathan R, Doran PM (2003). Organic acid complexation,

heavy metal distribution and the effect of ATPase inhibition in hairy roots of hyperaccumulator plant species. J Biotechnol, 101 (2): 131~146
Gardea-Torresdey JL, Peralta-Videa JT, de la Rosa G, Parsons JG (2005). Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. Coordin Chem Rev, 249: 1797~1810
Sun RL, Zhou QX, Sun FH, Jin CX (2007). Antioxidative defense and proline/phytochelatin accumulation in a newly discovered Cd-hyperaccumulator, *Solanum nigrum* L. Environ Exp Bot, 1016 (10): 1337~1346