

重金属污染对黄瓜种子过氧化氢酶(CAT)活性的影响

于锡宏, 陈友, 马凤鸣

(东北农业大学 哈尔滨 150030)

摘要: 重金属污染对黄瓜种子胚芽内 CAT 活性影响研究的结果表明: 各种重金属污染后黄瓜种子胚芽内的 CAT 活性均增加。黄瓜对 Cd、Hg、Pb 和 Zn 的主动应激耐受浓度范围分别为 500 mg/kg ~ 1 000 mg/kg(毫克/公斤)、小于 25 mg/kg(毫克/公斤)、50 mg/kg ~ 300 mg/kg(毫克/公斤)和 50 mg/kg ~ 500 mg/kg(毫克/公斤); 被动应激耐受浓度分别为 2 000 mg/kg(毫克/公斤)、150 mg/kg(毫克/公斤)、600 mg/kg(毫克/公斤)和 500 mg/kg ~ 1 000 mg/kg(毫克/公斤)。

关键词: 重金属污染; 黄瓜种子; 过氧化氢酶(CAT)活性

中图分类号: S435.111.3⁺14, S642.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2002)06-0044-02

随着人们生活水平的提高和市场经济的发展, 生产安全、营养、保健的蔬菜, 已经成为质量效益型农业的必然趋势。然而, 城市化学工业的发展造成工业“三废”的超标排放, 使作物赖以生存的土壤、大气、水资源受到严重污染, 导致蔬菜产品含有重金属及其它污染物, 影响人们的健康和生活。因此对蔬菜的重金属污染问题开展研究已成为蔬菜生产发展的迫切需要。本试验以设施内黄瓜为研究对象, 系统地研究了重金属 Hg(汞)、Zn(锌)、Pb(铅)、As(砷)和 Cd(镉)污染后黄瓜种子胚芽内 CAT 酶活性的变化规律, 并对黄瓜的重金属耐受机制进行探讨。

1 试验材料与方法

供试黄瓜(*Cucumis sativus*, L)品种: 长春密刺, 由东北农业大学农学院园艺系瓜类课题组提供。本试验于 2000 年在东北农业大学园艺学院农业部重点开放实验室(三室)进行。

重金属对黄瓜种子萌发及幼芽生长影响的试验设计见表 1, 以无离子水为对照, 将黄瓜种子(每处理 200 粒)在 25℃ 用表 1 中的重金属溶液浸种 6 h(小时), 放入恒温培养箱中催芽(28℃), 12 h(小时)后开始观察黄瓜种子出芽情况, 以后每隔 2 h(小时)调查一次发芽率直到催芽后 48 h(小时)结束。对催芽后 48 h(小时)的种子, 取种子的胚芽测定 CAT 的活性。

表 1 重金属种子处理浓度试验设计

	浸种浓度(mg/kg)			
	Zn	Cd	Hg	As
Zn	50	200	500	1 000
Cd	250	500	1 500	2 000
Hg	25	50	75	150
As	50	150	300	600
Pb	50	150	300	600

注: 表中的重金属浓度为重金属盐的 mg/kg 数, 重金属盐分别为 CdSO₄、PbSO₄、ZnSO₄、Na₂HAsO₄、HgCl₂。

2 结果分析

在本试验中发现, 各种重金属污染后, 黄瓜种子胚芽内的 CAT 活性均有增加, 并且在芽率和芽势试验中, 危害越大的

重金属处理, 种子胚芽内的 CAT 活性越高。由试验结果我们推断黄瓜对重金属的耐受性可分为两个阶段: 一是植物的主动耐受应激反应, 在这种主动应激反应下, 植物可以正常地生长与发育, 甚至在某种程度上还有促进作物生长发育的作用; 二是作物的一种被动耐受应激反应, 是各种重金属污染浓度超过一定范围而产生的应激反应, 在这种应激反应条件下, 植物虽可生长发育, 但其内部正常的生理活动被改变, 造成生长发育受抑制的现象。超出这一范围, 植物就不能生长(见图)。

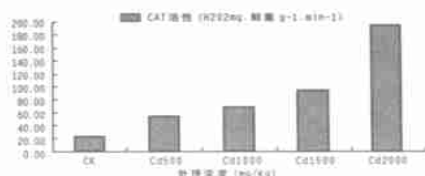


图 1 Cd 处理后对黄瓜幼芽内 CAT 活性的影响

Cd 污染后, 各浓度处理均表现出 CAT 活性增加的趋势, 随着处理浓度的加大, CAT 活性表现出明显递增的趋势, 特别是 Cd 2 000 mg/kg(毫克/公斤)处理的 CAT 活性表现出比对照和其它浓度处理极显著的增加。参照种子芽率和胚芽生长势的试验, 我们认为这一结果和 Mn 的高浓度处理是相一致, Cd 在 500 mg/kg(毫克/公斤)浓度下, 对黄瓜种子的萌发和胚芽的生长已经造成了影响。在 Cd 500 mg/kg ~ 1 500 mg/kg(毫克/公斤)的范围内, 虽然 CAT 活性是递增的, 但增加的幅度不很明显; 在 Cd 2 000 mg/kg(毫克/公斤)时 CAT 活性极显著的增加, 推测这一浓度已达到黄瓜对重金属 Cd 的被动耐受极限浓度。因此本人认为黄瓜对 Cd 的主动应激耐受浓度应在 500 mg/kg ~ 1 000 mg/kg(毫克/公斤)之间; 被动应激耐受浓度应小于 2 000 mg/kg(毫克/公斤)。

重金属 Hg 处理后, CAT 的活性在低浓度处理时比对照显著降低, 当浓度达到 150 mg/kg(毫克/公斤)时 CAT 活性才比对照增加。这一试验结果和重金属 Cd 的结果相似, 我们认为 Hg 的主动应激耐受浓度应小于 25 mg/kg(毫克/公斤); 被动耐受浓度应在 150 mg/kg(毫克/公斤)左右(参见图 2), 但结果表明, 黄瓜对重金属 Hg 的耐受能力较低。

重金属 As 处理后, 极显著的促进了 CAT 活性的增加, 各浓度处理之间 CAT 活性差异不显著, As 在很低的浓度下, 就

收稿日期: 2002-07-11

极显著地影响了种子的萌发速度和抑制胚芽的生长, 所以在本试验的处理浓度中, 其最低浓度已经是属于被动耐受的浓度范围, 但由于黄瓜种子最终都能够萌发, 因此本试验中的浓度范围并未超出黄瓜对 As 的被动耐受程度, 故所有 As 处理的黄瓜种子均能够正常的发芽, 只是发芽时间延迟, 胚芽生长受抑(参见图 3)。

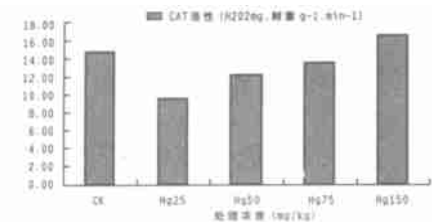


图 2 Hg 处理后对黄瓜幼芽内 CAT 活性的影响

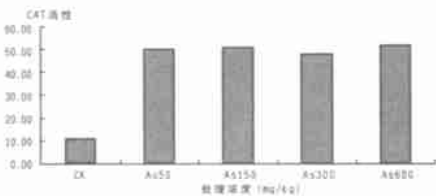


图 3 As 处理后对黄瓜幼芽内 CAT 活性的影响

重金属 Pb 处理后, Pb 50 mg/kg(毫克/公斤)处理 CAT 活性比对照降低, 其它浓度处理却比对照升高, 可以看出 Pb 对黄瓜种子的毒性较大; 随着 Pb 处理浓度的增加, 种子内 CAT 活性表现为先降低后升高、再降低然后再升高的趋势, 结合种子芽率和胚芽生长的试验, 可以推断为: Pb 浓度在 50 mg/kg~300 mg/kg(毫克/公斤)之间为主动耐受应激过程, 当浓度达到 600 mg/kg(毫克/公斤)时, 进入被动耐受应激反应阶段(参见图 4)。

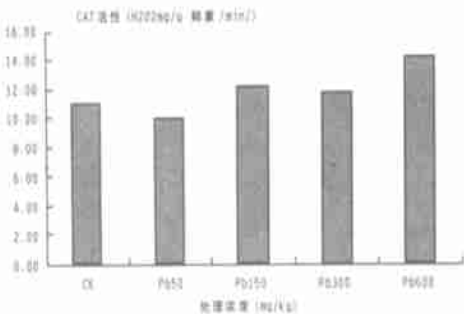


图 4 Pb 处理对黄瓜幼芽内 CAT 活性的影响

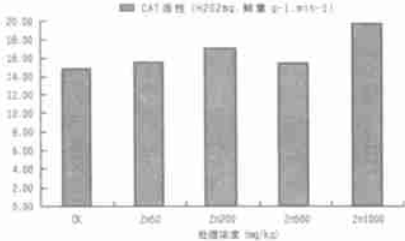


图 5 Zn 处理对黄瓜幼芽内 CAT 活性的影响

重金属 Zn 处理后, 各浓度处理均表现出 CAT 活性增加的趋势, 随着 Zn 处理浓度的增加, CAT 活性也表现出升高—降低—再升高的过程, 根据试验结果可将重金属 Zn 的污染范

围划分为: Zn 50 mg/kg~500 mg/kg(毫克/公斤)为主动应激反应耐受浓度范围; Zn 500 mg/kg~1 000 mg/kg(毫克/公斤)为被动应激反应耐受浓度范围(参见图 5)。因此在试验结果中, Zn 1 000 mg/kg(毫克/公斤)的 CAT 活性明显。

3 结果与讨论

通过试验研究得出各种重金属污染后, 黄瓜种子胚芽内的 CAT 活性均增加。黄瓜对 Cd 的主动应激耐受浓度在 500 mg/kg~1 000 mg/kg(毫克/公斤)之间; 被动应激耐受浓度应小于 2 000 mg/kg(毫克/公斤)。而黄瓜对重金属 Hg 的耐受能力较低, Hg 的主动应激耐受浓度应小于 25 mg/kg(毫克/公斤); 被动耐受浓度应在 150 mg/kg(毫克/公斤)左右。

在本试验研究的浓度范围内, As 污染处理的黄瓜种子均能够正常发芽, 只是发芽的时间延迟, 胚芽生长受抑制。

重金属 Pb 浓度在 50 mg/kg~300 mg/kg(毫克/公斤)之间为主动耐受应激过程, 当浓度达到 600 mg/kg(毫克/公斤)时, 进入被动耐受应激反应阶段。而重金属 Zn 50 mg/kg~500 mg/kg(毫克/公斤)为主动应激反应耐受浓度范围; Zn 500 mg/kg~1 000 mg/kg(毫克/公斤)为被动应激反应耐受浓度范围。

本试验仅研究了重金属污染对黄瓜种子胚芽内 CAT 活性的影响, 关于其它抗性酶活性的影响有待于进一步研究。

参考文献

[1] 贾小红等. 无污染蔬菜的现状和未来[J]. 农牧情报研究, 1993 (3).

[2] 秦天才等. 镉、铅单一和复合污染对小白菜抗坏血酸含量的影响[J]. 生态学杂志, 1997, 16(3).

[3] 沈明珠. 蔬菜中的硝酸盐[J]. 农业环境保护, 1987(2).

[4] 杨光吉. “无公害”蔬菜生产的两大途径[J]. 长江蔬菜, 1994(2).

[5] Hart J J, Welch R M, Norvell W A, Sullivan L A, Kochian L V. Characterization of Cadmium binding, uptake and translocation in intact seedlings of bread and durum wheat cultivars. Plant Physiol, 1998, 116: 1413~1420.

[6] Wu Y-Y, Wang X, Liang R-L. Ecological effect of compound pollution of heavy metals in soilplant system II: Effect on element uptake by crops, alfalfa and tree. J Appl Ecol, 1997, 8: 545~552(in Chinese).

[7] Yang J-R, He J-Q, Zhang G-X, Mao X-Q. Tolerance mechanism of crops to Cd pollution. J Appl Ecol, 1995, 6: 87~91(in Chinese).

[8] Ma J F, Hiradate S, Matsumoto H. High Aluminum resistance in Buckwheat II. Oxalic acid detoxifies Aluminum internally. Plant Physiol, 1998, 117: 753~759.

《种子科技》2003 年征订启事

《种子科技》是由中国种子协会和山西省种子协会共同主办的面向全国的种子方面的综合性刊物。本刊理论与实践结合, 普及与提高并重, 集科学性、知识性、实用性、信息性于一身, 实为广大种子繁育者、经营者、使用者和管理者的良师益友。

《种子科技》为双月刊, 大 16 开本, 内文 64 页, 彩色四封带彩插, 每期定价 6 元, 全年 36 元。本刊邮发代号 22-104, 请到当地邮局(所)订阅。也可直接汇款到本刊编辑部订阅。电话: 0351-7032916。地址: 太原市高新区创业街 35 号; 邮编: 030006。开户银行: 工行太原市高新区支行; 帐号: 0502121609024924896