

汞污染对芡实、菱根部过氧化物酶活性的影响<sup>\*</sup>

解凯彬 施国新 陈国祥 常福辰 丁小余

(南京师范大学生物系 南京 210097)

THE EFFECTS OF Hg<sup>2+</sup> POLLUTION ON ACTIVITY  
OF PEROXIDASE IN ROOTS OF EURYALE FEROX  
SALISB AND TRAPA BICORNIS OSBECK

Xie Kaibin Shi Guoxin Chen Guoxiang Chang Fuchen Ding Xiaoyu

(Department of Biology, Nanjing Normal University Nanjing 210097)

关键词 芡实、菱、Hg<sup>2+</sup>、过氧化物酶

Key words *Euryale ferox* Salisb, *Trapa bicornis* Osbeck, Hg<sup>2+</sup>, Peroxidase

过氧化物酶是植物体内常见的氧化还原酶, 它可催化有毒物质氧化分解, 又是一种对环境因子十分敏感的酶, 环境被污染时, 其活性和同工酶均发生急剧变化<sup>[1]</sup>。国内外学者曾对重金属离子污染对植物过氧化物酶活性的影响作过研究<sup>[1~3]</sup>, 但大多数选用旱生植物作为研究对象。笔者对汞污染造成的芡实、菱根部过氧化物酶活性的动态变化作了初步的研究, 并进行了比较分析, 以期为水生经济植物重金属水污染的生理学效应研究增添新的内容。

1 材料与方法

1.1 材料

(1) 实验材料: 芡实(*Euryale ferox* Salisb) 采自苏州市娄葑乡群力村大田和南京师范大学生物系花房水生植物培育池。菱(*Trapa bicornis* Osbeck) 采自南京师范大学生物系花房水生植物培育池。

(2) 试剂: Hg<sup>2+</sup> 溶液的配制使用分析纯氯化高汞溶于无离子水中, 配成 1 000 mg/L (以氯化高汞计) 的母液, 用时根据所需浓度稀释。

1.2 方法

(1) 植物的培养方法: 芡实和菱萌发后约 1 个月, 将发育程度相近的成苗分别移入培养缸中, 作无土培养, 其中 1 缸作为对照组, 其余的分别以 5 mg/L、10 mg/L、20 mg/L、30 mg/L、40 mg/L 等不同浓度的 Hg<sup>2+</sup> 培养液进行培养。实验设 3 个平行组, 植株开始培养后, 每隔 24 h 测定各组的根部过氧化物酶的活性。每个数据均为 3 组数据的平均值。实验重复 1 次。

(2) 过氧化物酶活性的测定方法: 采用分光光度法并稍作改进<sup>[4]</sup>, 酶活性单位为“光密度变化值/分钟”, 即以  $\Delta D_{470}/(m \cdot in \cdot g \text{ FW})$  表示。

2 结果

2.1 芡实根部过氧化物酶活性的动态变化

以处理时间为横坐标, 酶活性相对对照组的百分比为纵坐标, 制成曲线见图 1。从图 1 中可以直观地

收稿日: 1998-10-18, 修回日: 1999-03-27。第一作者: 男, 1969 年出生, 讲师, 从事水生植物生物学特性研究。

<sup>\*</sup> 本课题由国家自然科学基金(39770046)和江苏省自然科学基金提供资助。

看出, 各测试组中, 随着培养时间的延长, 酶活性均呈现下降的趋势, 但是, 在 5 mg/L 和 10 mg/L 组中, 植株受害前 96 h, 酶活性都比对照组高; 在 20 mg/L 组中, 植株受害前 72 h, 酶活性均高于对照组, 96 h 后, 酶活性降为对照组的 92.8%; 30 mg/L 组中, 除了第 1 d 的酶活性高于对照组外, 从第 2 d 开始, 酶活性即低于对照组, 96 h 后, 酶活性仅为对照组的 38.3%; 而在 40 mg/L 组中, 植株受害 24 h, 酶活性即低于对照组, 受害 96 h 后, 酶活性仅为对照组的 21.5%。

以  $Hg^{2+}$  浓度为横坐标, 酶活性相对对照组的百分比为纵坐标, 制成曲线见图 2。从图 2 中可以看出, 在受害时间相同的条件下, 酶活性随着培养液中  $Hg^{2+}$  浓度的升高而呈现下降的趋势, 但在  $Hg^{2+}$  浓度小于 10 mg/L 时, 酶活性是在高于对照组酶活水平上的下降过程。

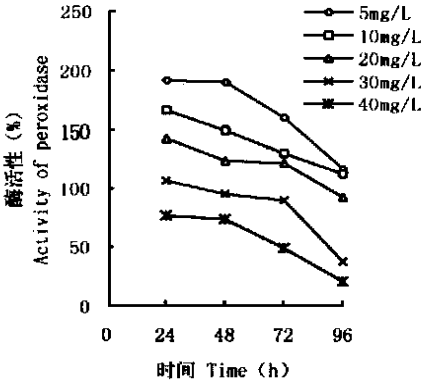


图 1 不同处理时间对芡实根部过氧化物酶活性的影响

Fig. 1 The effects on activity of peroxidase in root of *Euryale ferox* Salisb with different time of treatment

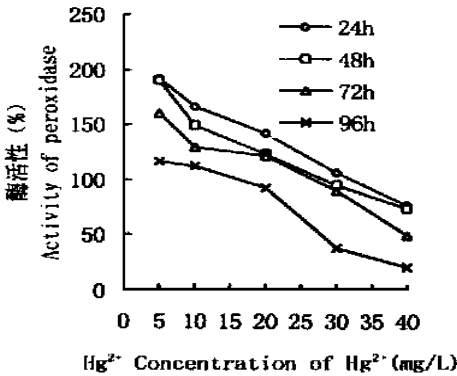


图 2 不同  $Hg^{2+}$  浓度对芡实根部过氧化物酶活性的影响

Fig. 2 The effects on activity of peroxidase in root of *Euryale ferox* Salisb of different concentration of  $Hg^{2+}$

2.2 菱根部过氧化物酶活性的动态变化

以处理时间为横坐标, 酶活性相对对照组的百分比为纵坐标, 制成曲线见图 3。从图 3 中可以看出, 5 mg/L 组受害 24 h 后, 酶活性为对照组酶活性的 250.3%, 并且随着受害时间的延长, 酶活性急剧升高, 至受害 96 h 后, 酶活性高达对照组的 408.8%。其余各测试组中, 随着培养时间的延长, 酶活性均呈

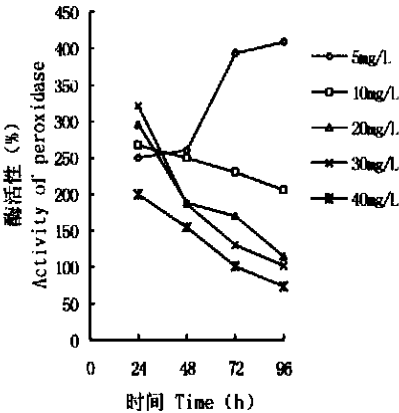


图 3 不同处理时间对菱根部过氧化物酶活性的影响

Fig. 3 The effects on activity of peroxidase in root of *Trapa bicornis* O sbeck with different time of treatment

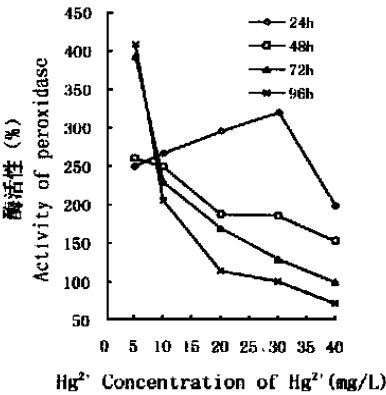


图 4 不同  $Hg^{2+}$  浓度对菱根部过氧化物酶活性的影响

Fig. 4 The effects on activity of peroxidase in root of *Trapa bicornis* O sbeck of different concentration of  $Hg^{2+}$

现下降的趋势,这种趋势随  $\text{Hg}^{2+}$  浓度的升高而加剧。但是,  $30\text{ mg/L}$  组受害 96 h 后酶活性仍然高于对照组;  $40\text{ mg/L}$  组受害 72 h 后酶活性也高于对照组。

以  $\text{Hg}^{2+}$  浓度为横坐标,酶活性相对对照组的百分比为纵坐标,制成曲线见图 4。从图 4 中可以看出,在受害 24 h 后,从  $5\text{ mg/L}$  到  $30\text{ mg/L}$  组随着  $\text{Hg}^{2+}$  浓度的升高,酶活性呈上升趋势,而  $40\text{ mg/L}$  组酶活性则显著下降,但此时酶活性仍高达对照组的 200.4%。从受害 48 h 以后,随着  $\text{Hg}^{2+}$  浓度的升高,酶活性均呈下降趋势,并且受害时间越长,下降趋势越明显。

### 3 讨论

过氧化物酶在植物体内普遍存在,并具有多方面的生理功能,其对环境污染反应灵敏。Pratima 孙赛初、吴家燕、高圣义等人的研究表明,小剂量、短时间的重金属处理,可以提高或加速植物的某些生理生化反应,而大剂量、长时间的重金属作用,则对植物表现出强烈的毒性,抑制植物的生理生化过程<sup>[2,5~7]</sup>。 $\text{Hg}^{2+}$  对芡实和菱根部过氧化物酶活性的影响同样具有这种效应。形成这种效应的原因可能是低浓度  $\text{Hg}^{2+}$  短时间作用,造成植物体内有毒物质过氧化氢的增加;而过氧化氢是过氧化物酶的底物,底物浓度升高,促进了酶活的升高;随着  $\text{Hg}^{2+}$  浓度的提高和作用时间的延长,植物体内  $\text{Hg}^{2+}$  积累增加,对酶蛋白产生了毒害,使酶失活。

李元等人在  $\text{Cd}^{2+}$  对烟草过氧化物酶活性的影响研究中发现,  $\text{Cd}^{2+}$  浓度在  $10\text{ mg/L}$  到  $160\text{ mg/L}$  之间时,随着  $\text{Cd}^{2+}$  处理浓度的增加,烟草叶片过氧化物酶活性急剧上升<sup>[1]</sup>。菱在  $\text{Hg}^{2+}$  浓度介于  $5\text{ mg/L}$  到  $30\text{ mg/L}$ 、培养 24 h 后,根部过氧化物酶活性的变化趋势与之相同;而高于  $30\text{ mg/L}$  或培养时间超过 48 h,酶活则随  $\text{Hg}^{2+}$  浓度的上升和培养时间的延长而下降。出现这种差异,一方面可能是由于  $\text{Cd}^{2+}$  和  $\text{Hg}^{2+}$  对过氧化物酶的毒害有差异,另一方面也说明,菱和烟草相比,对重金属毒害的耐受性有差异。菱生活在水体中,植物体直接和水环境进行物质交换,当水体受到重金属污染时,重金属较易被菱等水生植物吸收,并在体内积累,因此,较低浓度的重金属离子即可对水生植物造成较严重的毒害。而对旱生植物而言,由于污染水中的重金属离子有一部分被土壤所吸附,因此可以耐受较高浓度的重金属离子的污染。所以,水生植物对重金属污染更敏感,更能反映水体中重金属污染的程度。芡实在  $\text{Hg}^{2+}$  浓度介于  $5\text{ mg/L}$  到  $40\text{ mg/L}$  之间、培养 24 h 以上时,  $\text{Hg}^{2+}$  浓度的升高和培养时间的延长均使其根部过氧化物酶的活性降低。这和 Pratima 对水稻根系过氧化物酶在金属离子胁迫下的变化的研究结果相似<sup>[1]</sup>。这也表明,芡实对  $\text{Hg}^{2+}$  污染的抗性要弱于菱。造成不同离子间对同一种酶活性影响的不同和同一离子对不同植物中同一种酶活性影响不同的原因尚有待进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 李元,王焕校,吴玉树  $\text{Cd}$ 、 $\text{Fe}$  及其复合污染对烟草叶片几项生理指标的影响 生态学报,1992,12(2): 147~ 154
- 2 Pratima Nag, Parimal Nag, Paula K *et al* Toxication of zinc on growth and enzyme activity of *Oryza sativa* L. seedling *Environ Pollut*(Series A), 1984, 36: 45~ 59
- 3 Lee K C, Cunningham B A, Paulsen G M *et al* Effect of cadmium on respiration rate and activities of several enzymes in soybean seedling *Physiol Plant*, 1976, 36(1): 4~ 6
- 4 张志良 植物生理学实验指导 北京:高等教育出版社,1992 154~ 155
- 5 孙赛初,王焕校 水生维管束植物受镉污染后的生理生化变化及受害机制初探 植物生理学报,1985,11(2): 113~ 121
- 6 吴家燕,夏增禄,巴音等 土壤重金属污染的酶学诊断——紫色土中的镉、铜、铅、砷对水稻根系过氧化物酶的影响 环境科学学报,1990,10(1): 73~ 77
- 7 高圣义,王焕校,吴玉树 锌污染对蚕豆部分生理生化指标的影响 中国环境科学,1992,12(4): 281~ 284