

# 汞离子胁迫对茭白及其体内黑粉菌的影响

常福辰<sup>1</sup>, 丁小余<sup>1</sup>, 罗玉明<sup>2</sup>, 耿智<sup>3</sup>, 杜寅<sup>3</sup>, 丁鸽<sup>1</sup>

(1. 南京师范大学生命科学学院, 江苏 南京 210097)

(2. 淮阴师范学院生物系, 江苏 淮安 223001)

(3. 南京师范大学中北学院, 江苏 南京 210046)

**[摘要]** 研究了  $Hg^{2+}$  对茭白(*Zizania latifolia* Turcz.) 体内共生的茭白黑粉菌(*Ustilago esculenta* P. Henn.) 的影响. 对不同浓度  $Hg^{2+}$  胁迫下茭白黑粉菌在幼茎中的分布状态进行了解剖观察, 分析了在此过程中的 MDA 含量、可溶性蛋白含量、SOD 活性和 POD 活性等一系列指标. 试验结果表明, 2 mg/L 以上的  $Hg^{2+}$  胁迫能导致茭白黑粉菌的消亡, 导致茭白茎尖不能膨大.

**[关键词]** 茭白, 茭白黑粉菌,  $Hg^{2+}$ , 胁迫

**[中图分类号]** Q 942 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2006)04-0079-03

## Effect of Intimidation of Mercury Ion on *Zizania latifolia* Turcz. and *Ustilago esculenta* P. Henn. in its Body

Chang Fuchen<sup>1</sup>, Ding Xiaoyu<sup>1</sup>, Luo Yuming<sup>2</sup>, Geng Zhi<sup>3</sup>, Du Ying<sup>3</sup>, Ding Ge<sup>1</sup>

(1. School of Life Sciences Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

(2. Department of Life Sciences Huaiyin Teacher's College, Huaian 223001, China)

(3. Zhongbei College, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

**Abstract:** The paper deals with the effect of  $Hg^{2+}$  on *Zizania latifolia* Turcz. and *Ustilago esculenta* P. Henn. in its body. Under intimidation of different concentrations of  $Hg^{2+}$ , the distribution state of *Ustilago esculenta* P. Henn in the tender stem of *Zizania latifolia* Turcz. is observed anatomically. During the process, a series of indexes as accumulation of MDA and soluble protein, SOD activities and POD activities are studied. The results indicated that  $Hg^{2+}$  intimidation above 2 mg/L can lead to disappearance of *Ustilago esculenta* P. Henn. and unexpandibility of stem tip of *Zizania latifolia* Turcz.

**Key words:** *Zizania latifolia*, *Ustilago esculenta*,  $Hg^{2+}$ , intimidation

## 0 引言

茭白(*Zizania latifolia* Turcz.) 属禾本科多年生水生草本植物. 茭白在生长期间, 由于受到体内共生的茭白黑粉菌(*Ustilago esculenta* P. Henn.) 所分泌的吡嗪乙酸的刺激作用, 茎尖呈肉质肥大, 供食用, 是我国的特产水生蔬菜. 茭白主要产地在江浙两省, 每年有相当部分的茭白不再膨大而变为“雄茭”, 在生产上造成较大的损失. 关于“雄茭”的产生一般认为是由于环境条件、栽培措施等因素的影响<sup>[1,2]</sup>, 而关于环境污染, 尤其是一些重金属离子的污染, 如汞、镉、铅等重金属离子是否和“雄茭”的形成有内在的联系, 目前尚无此方面的研究. 本文研究比较不同浓度的  $Hg^{2+}$  对茭白体内共生的茭白黑粉菌的影响以及茭白的一些生理生化反应.

## 1 材料与方法

试验所用材料采自于苏州市东山镇附近的两熟茭白品种, 污染试验于 2004 年 4 月 ~ 10 月进行. 处理

收稿日期: 2005-04-01.

基金项目: 江苏省教育厅自然科学基金(01KJD180005, 02KJD180009)资助项目.

作者简介: 常福辰, 1952—, 高级实验师, 主要从事植物学与水生植物的教学与研究. E-mail: changfuchen@njnu.edu.cn

液用去离子水配制的 Hogland 培养液配制: 单离子系列浓度为 0.5、1、2、5 mg/L  $\text{HgCl}_2$ , 各处理组均设置一个对照样, 每次试验均为 3 个重复。

光学观察材料经 50% FAA 液固定, 石蜡包埋, 连续切片厚度 6 ~ 10  $\mu\text{m}$ , 铁矾 - 苏木精和 PAS 法分别染色, 中性树胶封片, Olympus-BH 显微镜观察及摄影; 各项生理指标分别在第 5 天进行测定, 最终结果取 3 次重复测定的平均值。其中丙二醛(MDA)含量的测定参照 Heath 和 Parker 的硫代巴比妥酸(TBA)比色法<sup>[3]</sup>测定。可溶性蛋白含量的测定采用 Bradford<sup>[4]</sup>的考马斯亮蓝 G-250 法测定。超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定参照 Giannopolitis 等的方法, 以抑制 NBT 光化还原 50% 为一个酶活性单位<sup>[5]</sup>。过氧化物酶(POD)活性的测定参照陈雄等的愈创木酚氧化法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 $\text{Hg}^{2+}$ 胁迫对茭白体内菌丝的影响

在对照样材料的茎尖纵剖面可见大量的茭白黑粉菌菌丝分布于幼茎细胞内和细胞间隙中, 在生长锥的原体和原套细胞内和细胞间隙也可见到菌丝的存在[图版 I. 1]。0.5 mg/L  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫后的茭白材料, 在茎尖纵剖面上所观察到的茭白黑粉菌菌丝仍然大量分布于茎尖的各个部位[图版 I. 2]。在 1 mg/L  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫下的茭白茎尖纵剖面上, 茭白黑粉菌的数量和分布也未见明显的变化, 在茭白幼茎节间切面上也能见到大量的茭白黑粉菌菌丝分布[图版 I. 3、7]。这表明 1 mg/L 浓度的  $\text{Hg}^{2+}$  的胁迫未对分布于茭白体内的茭白黑粉菌的生长产生影响, 而在 2 mg/L  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫下的茭白茎尖纵剖面上, 茭白黑粉菌菌丝已不复存在, 茭白幼茎节间处也没有茭白黑粉菌菌丝分布[图版 I. 5、8]。但茭白的结构未见有明显影响; 在 5 mg/L  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫下的茭白茎尖纵剖面上, 也没有茭白黑粉菌菌丝的分布, 生长锥细胞在形态上无明显变化[图版 I. 6]。

### 2.2 $\text{Hg}^{2+}$ 污染对茭白幼茎 MDA 含量、可溶性蛋白含量的影响

MDA 作为一种膜质过氧化产物, 其含量的明显增高揭示了被胁迫细胞的膜的完整性遭到破坏。表明在活性氧自由基积累的同时, 膜系统受到伤害(图 1)。

在  $\text{Hg}^{2+}$  为 0.5 mg/L 时, 可溶性蛋白含量有小幅度的上升, 表明低浓度  $\text{Hg}^{2+}$  的胁迫下对茭白体细胞内可溶性蛋白含量有促进作用; 随着  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫浓度加大至 1 mg/L, 出现下降趋势(图 2)。随着  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫浓度的增加, 导致蛋白质合成系统的逐渐破坏, 阻碍蛋白质合成, 加速蛋白质分解。

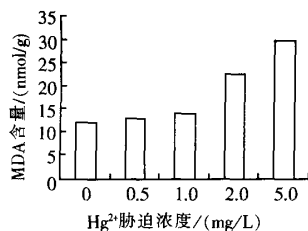


图 1  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫对 MDA 含量的影响

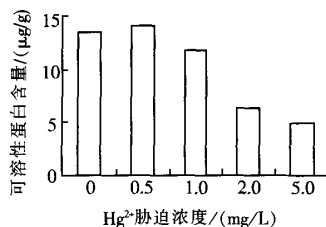


图 2  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫对可溶性蛋白含量的影响

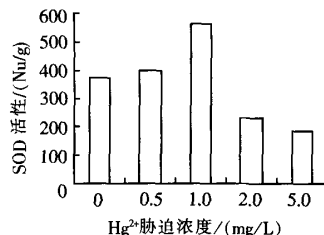


图 3  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫对 SOD 活性的影响

### 2.3 $\text{Hg}^{2+}$ 胁迫对茭白幼茎 SOD 活性、POD 活性的影响

由图 3 可见, 在低浓度  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫下, SOD 活性上升可以在一定程度上降低活性氧自由基的积累对植物体所造成的伤害, 同时也降低了  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫对茭白黑粉菌的伤害。随着  $\text{Hg}^{2+}$  浓度的进一步增大和 SOD 活性的下降, 茭白黑粉菌菌丝体不复存在, 这可能表明 SOD 作为内源活性氧清除剂, 只能在一定程度上减轻重金属离子对细胞的伤害。

POD 活性变化曲线(图 4)显示 POD 作为一种植物抗氧化酶类和 SOD 一样, 具有在逆境胁迫时, 可以在一定程度上缓解自由基的积累与膜质氧化的作用。

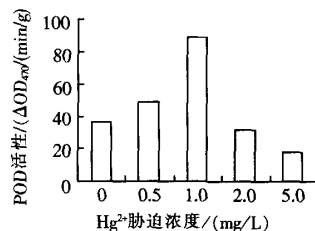
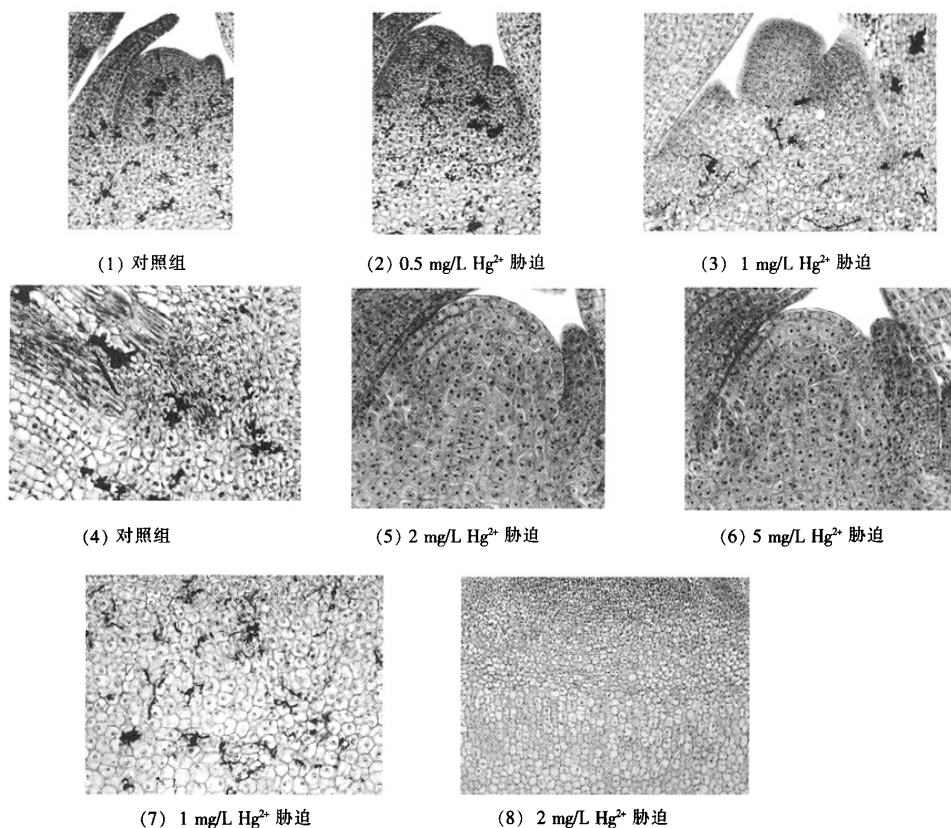


图 4  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫对 POD 活性的影响

图版 1  $\text{Hg}^{2+}$ 胁迫后茭白体内菌丝的光学显微照片

1: 对照组茭白茎尖纵剖面, 示茭白黑粉菌菌丝分布,  $\times 33$ ; 2:  $0.5 \text{ mg/L } \text{Hg}^{2+}$ 胁迫下茭白茎尖纵剖面, 示茭白黑粉菌菌丝分布,  $\times 33$ ; 3:  $1 \text{ mg/L } \text{Hg}^{2+}$ 胁迫下茭白茎尖纵剖面, 示茭白黑粉菌菌丝分布,  $\times 33$ ; 4: 对照组茭白茎尖纵剖面, 示幼叶基部茭白黑粉菌菌丝分布,  $\times 132$ ; 5:  $2 \text{ mg/L } \text{Hg}^{2+}$ 胁迫下茭白茎尖纵剖面, 示茭白黑粉菌菌丝没有分布,  $\times 132$ ; 6:  $5 \text{ mg/L } \text{Hg}^{2+}$ 胁迫下茭白茎尖纵剖面, 示茭白黑粉菌菌丝没有分布; 7:  $1 \text{ mg/L } \text{Hg}^{2+}$ 胁迫下幼茭白茎节间切面, 示茭白黑粉菌菌丝分布,  $\times 132$ ; 8:  $2 \text{ mg/L } \text{Hg}^{2+}$ 胁迫下幼茭白茎节间切面, 示茭白黑粉菌菌丝没有分布,  $\times 132$ .

### 3 结论

在本试验中茭白黑粉菌对  $\text{Hg}^{2+}$  的胁迫反应的阈值为  $2 \text{ mg/L}$ ; 在这个浓度下, 茭白体内的茭白黑粉菌菌丝已全部消亡. 这可能是部分  $\text{Hg}^{2+}$  污染浓度较大的地区, 茭白茎尖不能膨大的一个原因. 茭白在受到一定浓度的  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫, 显微构造还未观察到明显变化时, 体内已发生一系列生理生化反应, 结合  $\text{Hg}^{2+}$  胁迫后的一些生理生化指标的变化, 也可以部分证明这一点. 这对茭白生产中及时发现并采取措施具有一定的帮助.  $\text{Hg}^{2+}$  造成茭白黑粉菌消亡的机制以及其与“雄茭”的产生是否有直接的关系, 还有待于进一步的研究.

#### [参考文献]

- [1] 江解增, 张卫萍, 曹碚生, 等. 茭白的正常茭及其雄茭的主要差异研究[J]. 江苏农学院学报, 1998, 19(2): 77-80.
- [2] 丁小余, 徐祥生, 陈维培. “雄茭”、灰茭形成规律的初步研究[J]. 武汉植物学研究, 1991, 9(2): 115-120.
- [3] Heath R L, Parker L. Photoperitration in isolated chloroplasts kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation[J]. Arch Biophys, 1968, 25(2): 189-198.
- [4] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantity of protein dye binding [J]. Anal Biochem, 1976, 72(3): 248-254.
- [5] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutase(I); occurrence in higher plant[J]. Plant Physiol, 1977, 59(2): 309-314.

[责任编辑: 孙德泉]