

综合生物塘水体过氧化氢酶的活性、 组成及其与过氧化氢的关系*

周易勇 夏宜铮

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

THE ACTIVITY AND SIZE FRACTION OF CATALASE AS WELL AS ITS RELATION TO CONCENTRATION OF HYDROGEN PEROXIDE IN SYNTHETIC BIOLOGICAL PONDS SYSTEM

Zhou Yiyong and Xia Yizheng
(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

关键词 过氧化氢酶, 过氧化氢, 水体酶, 综合生物塘, 污水净化

Key words Catalase, Hydrogen peroxide in water enzyme, Hydrogen peroxide, Synthetic biological ponds system, Purification of sewage

在我国, 关于水体酶学的研究尚未见诸报道。本文讨论了湖北黄州综合生物塘不同净化功能单元中过氧化氢酶(CAT)的组成(即未处理水样和通过孔径为 3.0μ 的滤膜的过滤水样各自所表现的活性)、CAT活性的变化趋势及其与底物(H_2O_2)浓度的关系。

材料与方法

黄州综合生物塘总面积为 $1854m^2$, 日处理污水 $150000kg$, 其中一个试验流程是由水生植物单元、藻-菌单元、生态修饰-缓冲单元及水产养殖单元等4个生态单元组成, 其中主要的净化单元为相互并联的水生植物单元和藻-菌单元。水生植物单元包括4个等面积的小区, A1、A3小区分别种植凤眼莲(*Eichhornia crassipes* Salms.)和水花生(*Alternanthera philoxeroides* Griseb.), A2、

A4小区为空白水面。藻-菌单元出水端(约占本单元 $1/4$ 水面)种植凤眼莲作为生态修饰带(图1)。

用采水器采集表层水($0.5m$), 部分水样用孔径为 3.0μ 的Millipore滤膜过滤, 分别测定未过滤水样中CAT的活性U和过滤水样中CAT的活性F。

除少数微型藻外, 大多数藻类均不能通过孔径为 3.0μ 的滤膜, 故藻类表现的CAT活性A与U与F的差值大体相等, 即

$$A = U - F$$

CAT活性用高锰酸钾滴定法测定^[1]。

* 本所所长择优基金资助项目; 实验工作得到本所黄州综合生物塘课题组全体同志的支持与协作, Millipore滤膜由本所林婉莲同志提供, 谨此一并致谢。
1991年5月16日收到。

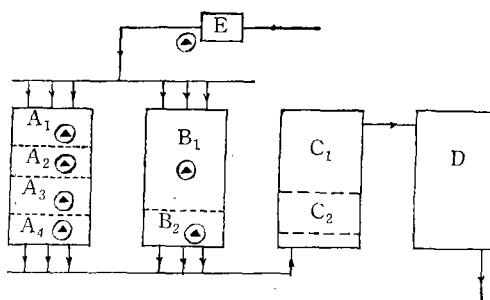


图 1 综合生物塘工艺流程及采样点分布示意图

Fig. 1 Diagram of Synthetic Biological Ponds System, showing the location of sampling stations

- | | | | |
|--------|--|-----|-------------------------|
| A1: | 水花生 (<i>Alternanthera philoxeroides Griseb.</i>) | C2: | 河蚌 freshwater mussel |
| A2: | 空白 blank | D: | 水产养殖单元 aquaculture unit |
| A3、B2: | 凤眼莲 (<i>Eichhornia crassipes Solms.</i>) | E: | 进水 influent |
| A4: | 末端 end point | Ⓐ: | 采样点 sampling station |
| B1: | 藻-菌单元 algae-bacteria unit | | |
| C1 | 生态修饰单元 ecological modification unit | | |

表 1 综合生物塘中过氧化氢酶的活性

Tab. 1 Activity of catalase in Synthetic Biological Ponds System

采 样 点 Sampling stations	过氧化氢酶活性 Activity of catalase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{min. 100ml of sample}$)					
	1990.2.21		1990.5.10		1990.6.6	
	U	A	U	A	U	A
进水 Influent	22.29	17.56	50.19	12.32	21.40	3.41
水生植物单元 Aquatic plant unit	10.04	3.41	27.27	14.02	7.20	0.05
A2. 空白	9.22	3.54	26.33	13.45	12.68	2.65
A3. 凤眼莲	8.52	3.16	33.33	21.78	11.36	2.08
A4. 末端	9.28	4.11	30.30	17.05	11.93	4.73
藻-菌单元 Algae-bacteria unit						
B1. 藻-菌	17.18	7.23	69.32	63.45	28.60	22.35
B2. 末端	14.83	5.36	28.03	23.11	8.90	5.11

H_2O_2 浓度用 H. Bader 等建立的酶学方法测定^[2]。

结 果 与 讨 论

三次采样分析的结果表明, 自污水进口至出口处, 综合生物塘中 CAT 的活性呈下降趋势。污水中的 CAT 活性与细菌含量成正比^[1], 另据报道, 水体 CAT 活性与有机物含量、氮、磷浓度以及 COD、BOD 等指标呈正相关。B. B. Hosetti 等测定了印度氧化塘中不同季节、不同深度、不同

保留时间和不同处理阶段的水体 CAT 等酶的活性及其它理化参数, 发现较高程度的污染恰与较高的水体酶活性相对应, 反之亦然。因此, 综合生物塘水体 CAT 的变化趋势亦从一个侧面体现出该系统的净化功能(表 1)。

与水生植物单元相比, 藻-菌单元中 CAT 的活性较高(表 1), 这种差别似与藻类酶活性的差异有关, 取三次测试的平均值作比较, 可知藻-菌单元中藻类酶活性约占总体活性的 64%, 而在水生植物单元中, 藻类酶活性只占总体活性的 38%。

表2 综合生物塘中过氧化氢酶的活性及 H_2O_2 的浓度

Tab. 2 Activity of catalase and concentration of hydrogen peroxide in Synthetic Biological Ponds System

采样点 Sampling stations	过氧化氢酶活性 Activity of catalase ($\mu\text{mol} H_2O_2/\text{min. } 100\text{ml of sample}$)		H_2O_2 浓度 Concentration of H_2O_2 (nm)
	U	A	
进水 Influent	21.40	3.41	203.45
水生植物单元 aquatic plant unit	A1. 水花生 12.69	7.20 2.65	76.51 38.13
	A2. 空白 A3. 凤眼莲 A4. 末端	11.36 11.93	29.28 151.79
	B1. 藻-菌 B2. 末端	28.60 8.90	23.37 0.09

这说明藻-菌单元中 CAT 的活性大部分是由藻类贡献的，而水生植物单元中藻类酶活性所占的比例较小。事实上，由于凤眼莲等水生植物的克藻效应等原因，水生植物单元中藻类的密度和生物量均处于最低水平¹⁾。

与藻类和细菌颗粒相联系的 CAT 能够有效地促进水环境中 H_2O_2 的衰变^[2]，从理论上分析，CAT 活性较高的藻-菌单元中 H_2O_2 的浓度应当较低，实测结果正是如此（表 2）。 H_2O_2 能够诱导染色体畸变等遗传变异的发生^[3]，陈军建等用青蛙蝌蚪红细胞微核试验证明，黄州综合生物塘藻-菌单元比水生植物单元具有更强的净化污水诱变活性的能力²⁾，而这种较强的能力很可能与其中高活性的 CAT 对 H_2O_2 的有效去除有关。

参 考 文 献

- [1]. Sridhar M. K. C. and Pillai, S. C., 1969, Catalase Activity In Sewage Effluents, *Water and waste treatment*, March/April: 177—182.
- [2] H. Bader, et al, 1988, Photometric Method For The Determination of Low Concentration of Hydrogen Peroxide By The Peroxidase Catalyzed Oxidation of N, N-Diethyl-p-Phenylenediamine (DPD). *Wat. res.*, 22(9): 1109—1115.
- [3] William J. Cooper and Richard G. Zepp, 1990, Hydrogen Peroxide Decay In Waters With Suspended Soils: Evidence For Biologically Mediated Processes. *Can. j. fish. aquat. sci.*, 47: 888—893.
- [4] Yukiko Oya, et al, 1986, The Biological Activity of Hydrogen Peroxide I. Induction of Chromosome-type Aberrations Susceptible To Inhibition By Scavengers of Hydroxyl Radicals In Human Embryonic Fibroblasts. *Mutation research*, 172: 245—253.

- 1) 况琪军、吴振斌、夏宜玲, 1992。综合生物塘中的藻类研究(之二)。水生生物学报(待发表)。
- 2) 陈军建、夏宜玲, 1992。城镇污水诱发青蛙蝌蚪红细胞微核及其在环境监测中的应用。水生生物学报(待发表)。