

表 3 <sup>14</sup>C-TNT 在水相模拟生态系中的残留量 (ppm)

水相浓度 \ 经过时间(day)	0	1	5	10	20	30
1.5ppm	0.5	0.36	0.34	0.34	0.34	0.32
10.0ppm	10.0	7.62	6.79	6.00	4.46	3.49

少。经不同时间间隔,取水样分析,其结果如表 3。低浓度下,在 5 天以内,水体中 <sup>14</sup>C-TNT 浓度明显下降,5 天以后下降缓慢。这是因为生物在头 5 天内富集迅速,5 天以后逐渐趋于饱和。高浓度下,<sup>14</sup>C-TNT 在水体中的残留浓度 A 可用指数函数来表示。

$$A = 7.8e^{-0.027t} \quad (t \geq 1 \text{ 天})$$

由此式可得残留半衰期为 25.7 天。

在高浓度下 <sup>14</sup>C-TNT 下降很快,如水浮莲在 10 天内对 <sup>14</sup>C-TNT 吸收量激增,从 0 增至 322.7ppm,而 10 天后增加得很慢。但水体中 <sup>14</sup>C-TNT 仍以指数形式消失,除了被生物体吸收和因通气而挥发损失外,还可能与环境因素有关。如我们在试验期间,发现缸底有相当数量的有机物,如鱼粪、水浮莲的断根等形成絮状物,它们可能吸附和沉淀一

部分 <sup>14</sup>C-TNT。另外,水体中微生物也能吸收分解,使 <sup>14</sup>C-TNT 继续下降。

参 考 文 献

[1] Walsh, J. T. et al., *Anal. Chem.*, **45**, 1215 (1973).  
 [2] Pereira, W. E. et al., *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **21** (4/5), 544 (1979).  
 [3] Sax, N. I., *Dangerous Properties of Materials*, Reinhold Publ. Corp., New York, 1957.  
 [4] Won, W. D. et al., *Appl. and Environ. Microbiol.*, **31**, 576 (1976).  
 [5] Won, W. D. et al., *Appli. Microbiol.*, **27**, 513 (1974).  
 [6] Dobbs, H. E., *Anal. Chem.*, **35** (7), 783 (1963).

用生物发光计测定污染水体生物毒性

顾宗濂 谢思琴 吴留松 陈基硕 张宗侯

(中国科学院南京土壤研究所)

一、前 言

Y. T. Tchen\* (詹耀曾)等曾作出生物发光计(photobioluminometer)测定环境中残留的对光合作用有破坏效应的除草剂<sup>[1-2]</sup>,该法的理论基础是基于取代脲类除草剂对藻的光合放氧有抑制作用,从而使对氧敏感的 T<sub>3</sub> 菌的发光度随之呈线性改变,间接测出除草剂的浓度。本法则依据有生物毒性的污染物

(如重金属离子、农药等)对 T<sub>3</sub> 菌的直接毒害作用,凭借在一定条件下前者浓度与 T<sub>3</sub> 菌发光度呈线性关系,用该仪器测定污染水体的生物毒性。

二、材料和方法

(一) 发光菌 为 Y. T. Tchen 提供的

\* Y. T. Tchen (詹耀曾)教授系澳大利亚,悉尼大学微生物系主任。曾对本研究指导帮助,特此致谢。

明亮发光杆菌 (*photobacterium phosphoreum*)  $T_3$  变种. 它是从澳洲鱼 *Tripterothycis intermedus* 中分离出来的<sup>[1]</sup>.

(二) 仪器 为本所实验工厂根据 Y. T. Tchen 提供的生物发光计样机的仿制品. 其结构如图 1 所示. 记录仪为 XWX-2042 型, 最大量程为 10 伏.

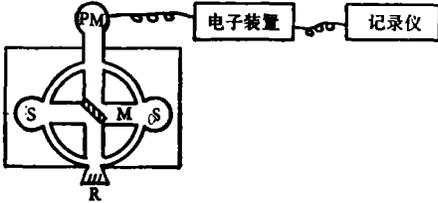


图 1 本所仿制的生物发光计结构示意图

PM——光电倍增管 S——样品  
M——反光镜(可转动) R——橡皮塞

### (三) 培养方法

#### 1. $T_3$ 菌固体培养基

甘油 1 克、牛肉膏 1 克、蛋白胨 2 克、NaCl 3 克、CaCO<sub>3</sub> 0.5 克、琼脂 2 克, 蒸馏水 100 毫升, pH 调至 6.9.

#### 2. $T_3$ 菌液体培养基

酵母浸出汁 0.5 克、胰蛋白胨 0.5 克、NaCl 3 克、Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.5 克、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.1 克、甘油 0.3 克、蒸馏水 100 毫升, pH 调至 6.5.

#### 3. 生长条件

斜面菌种培养与保藏: 接种于上述固体培养基上, 接种量不超过一环, 25℃ 培养. 用作测定的菌种培养 12 小时, 用作保存的菌种培养 24 小时并置于 4℃ 下保存. 每月移接新斜面一次.

摇瓶菌液培养: 将培养好的新鲜斜面菌种接入装有 50 毫升培养液的三角瓶内, 接种量以一环为宜. 25℃ 振荡培养(转速 210 转/分) 12 或 14 小时. 培养结束后立即用于测定.

#### 4. 发光度的测定

用 2.6% NaCl 将  $T_3$  菌液稀释至发光度

约为 0.5 伏, 在比色管内将被测污水样按 1/9 = 稀释菌液/污水样体积比加入  $T_3$  稀释菌液, 摇匀该比色管, 放置半小时, 放入仪器测定其发光度, 与 CK( $T_3$  稀释菌液) 发光度比较. 用相对发光度(即以 CK 发光度为百分之百, 水样发光度占 CK 发光度的百分数)表示并比较各水样生物毒性的大小. 同一批样品应控制在同一温度下测定. 适宜测定的温度范围为 15—25℃.

## 三、结 果

(一)  $T_3$  菌发光度与有生物毒性的污染物浓度的关系.

从图 2、图 3 看出, 在中性或接近中性的水溶液中,  $T_3$  菌发光度与重金属离子如: Cu<sup>+2</sup>、Zn<sup>+2</sup>、Cd<sup>+2</sup>、Se<sup>+4</sup>、As<sup>+3</sup> 浓度、与人为混合的八种金属离子混合液的浓度, 与农药福美双的浓度均呈线性关系.  $T_3$  菌发光度随污染物浓度的升高而降低. 混合离子液的组成见表 1.

#### (二) 用生物发光计实测污染水样结果

如上证明, 由于  $T_3$  菌发光度与污染物浓度呈线性关系, 因而可以用该仪器测定污染物生物毒性. 实测污染水样, 已证明了这一点.

1.  $T_3$  菌发光度随离开排污口的距离增长而增高. 以江苏吴江县化工厂排污水为例(表 2), 在排污口, 相对发光度为零, 此后到一定距离, 相对发光度回升, 入津杭运河后, 在运河水的强烈稀释下, 发光度迅速恢复正常, 这表明发光度可以显示水质生物毒性的强弱.

又以杭州铁路分局污水处理厂一次处理前后的对比测定结果为例, 相对发光度处理前 2.5%, 处理后 102.5%, 即恢复正常并显示对  $T_3$  菌有微弱的刺激效应.

2. 化学测定结果证明, 样品发光度的高低是其内有毒物质影响的结果. 以若干个水样实测结果为例(表 3), 可以看出样品中无

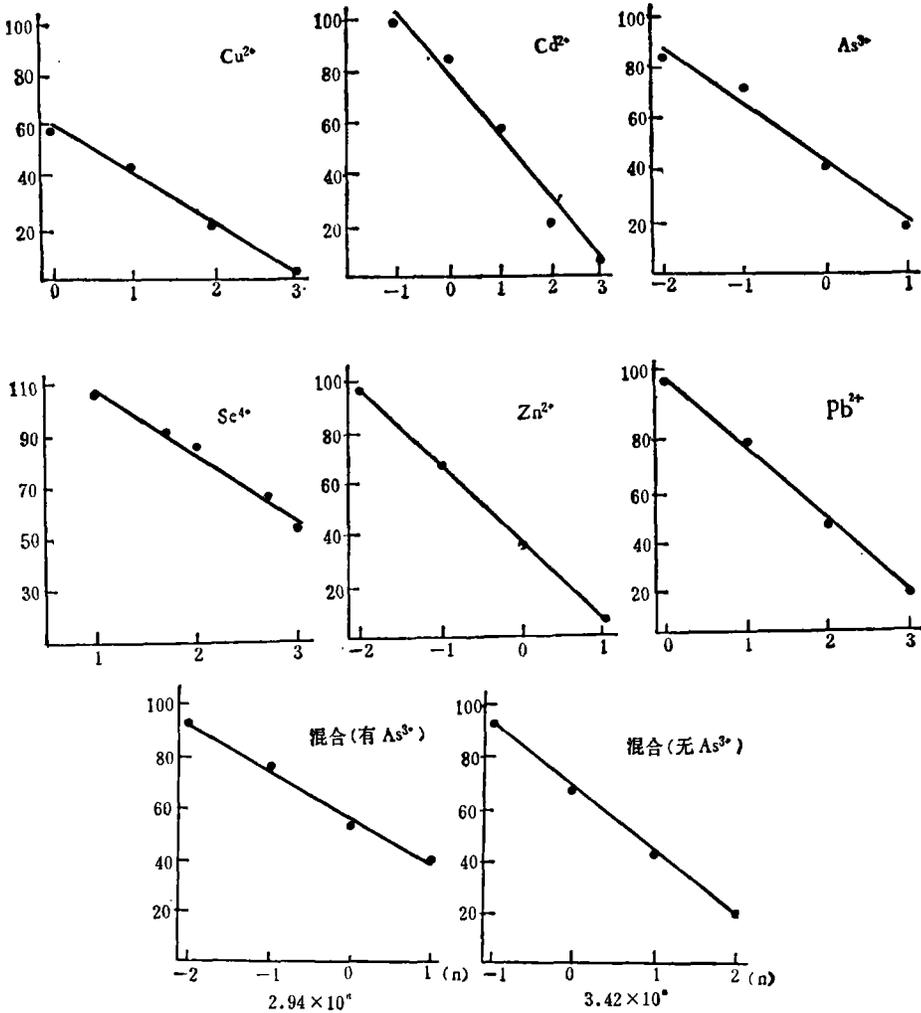


图 2 T<sub>1</sub> 菌发光度与金属离子、混合离子浓度呈线性关系  
纵标——发光度(占对照%) 横标——浓度(ppm)的对数

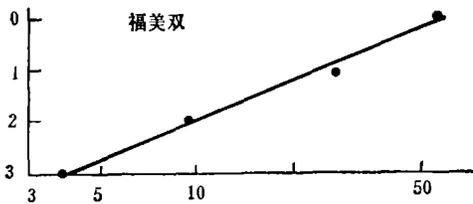


图 3 T<sub>1</sub> 菌发光度与福美双浓度呈线性关系  
纵标——浓度(ppm)的对数  
横标——发光度(占对照%)

表 1 混合离子溶液的组成

离子种类	无 As <sup>3+</sup> 时	有 As <sup>3+</sup> 时
	占总量的%	
Mn <sup>2+</sup>	74.5	86.7
Zn <sup>2+</sup>	5.3	6.1
Cu <sup>2+</sup>	3.5	4.1
Pb <sup>2+</sup>	1.8	2.0
Cd <sup>2+</sup>	0.01	0.01
Co <sup>2+</sup>	0.3	0.3
As <sup>3+</sup>	—	0.3
Cr <sup>3+</sup>	14.6	0.3

毒物,发光度正常。样品含毒物,发光度下降,甚至降为零。发光度变化是样品中各种有毒物质(包括酸度)综合影响的结果。

3. 当用洁净水稀释污染水,则随着稀释

表 2 排污沟不同距离上的水质生物毒性

采水样地点	相对发光度(%)
江苏吴江县化工厂排污口	0
距排污口 150 米	0
距排污口 300 米(津杭运河入口前)	20
津杭运河	100

表 3 水样  $T_3$  发光度与水样中毒物的关系

采样地点	$T_3$ 相对发光度 %	原子吸收光谱测定的主要毒物 (ppm)
CK	100	
南京某矿泉水(-125 米处)	123.2	未检出
南京某矿泉水(-175 米处)	110.5	未检出
南京玄武湖水	102.5	未检出
苏州某化工厂排污口	25.6	Cr 313, As 0.403, pH 7.0
苏州某电镀厂排污口	0	Cu 23.3, Zn 50.5, pH 3.0
南京某电镀厂排污口	0	Pb 28.7, Cu 4.86, pH 5.4
南京白下区某厂排污口	0	Pb 14.7, Cu 455, Zn 1.09, pH 5.4

注: pH 为试纸法测定, 蒸馏水 pH 为 5.4

度增高, 样品发光度逐步升高(表 4)。

#### 四、结 束 语

$T_3$  发光度与多种有毒污染物浓度呈线

表 4 污水用洁净水稀释后的  $T_3$  发光度

采样地点	稀释倍数	$T_3$ 相对发光度%
江苏铜山县金属工业污水	0	0
	10	39.5
	$10^2$	58.1
南京某电镀厂排污口	$10^3$	76.7
	0	0
	10	0
南京某电镀厂排污口	$10^2$	37.2
	$10^3$	74.4

性关系, 因而可用生物发光计测定水质总体生物毒性。实测污染水样结果表明,  $T_3$  发光度随离开排污口的距离增长而增高,  $T_3$  菌发光度变化是水样中毒物(包括酸度)综合影响的结果。随着污水被稀释,  $T_3$  发光度相应增高。

在经过大量不同污染程度的水样实测后, 可望按水质的  $T_3$  相对发光度范围试行水质优劣的分级。

#### 参 考 文 献

- [1] Tchen, Y. T. et al., *Soil Biol. Biochem.*, 7, 30 (1974).
- [2] Tchen, Y. T. et al., *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungarica*, 12, 3(1977).

## 栅藻富集 DDT、六六六的研究

蒋亨光 陈兴吴

(中国科学院环境化学研究所)

农药是一类重要的环境污染物, 特别是有机氯农药所造成的环境问题, 引起世界环境工作者很大关注。藻类是水生食物链中最初的生产者, 与农药在水中的迁移转化有着十分密切的关系。国外 60 年代就进行这方面的研究<sup>[1-4]</sup>。国内最近几年在利用藻类处理废水方面也取得了一些成果<sup>[5-7]</sup>, 但是关于

藻类和农药的相互作用, 尤其是藻类富集农药的研究还报道不多<sup>[8]</sup>。本文主要报道在每日添加农药的条件下栅藻对 DDT、六六六(以下称 BHC) 的富集结果, 并对其机制作初步探讨。

#### 一、材料与方 法

(一) 藻种: 栅藻 (*Scenedesmus*) 由中国医