

- (9), 1118 (1979).
 [4] Dong, M. et al., *Environ. Sci. Technol.*, 11 (6), 612 (1977).

- [5] Van Durren B. L. et al., *J. Nat. Cancer Inst.*, 25 (1), 53 (1960).

土壤处理前后污水生物效应的研究

郑玉瑛 李春兰 徐 晖*

(南开大学环境科学系)

为了解土壤对天津西郊南排污河, 侯台灌区污水净化能力, 我们于 1984 年进行了研究。次年进行了土壤处理前后污水对浮游生物毒性效应的比较观察, 现将试验结果报告如下。

一、试验方法

土柱模拟装置与污水处理: 模拟土柱为 1m 高、直径 8.5cm 的玻璃柱 (图 1), 每隔 20cm 有一出水口, 接胶皮管、用霍夫曼夹控制流速、每分钟 20 滴。

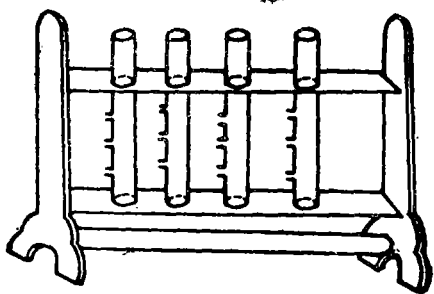


图 1 模拟土柱装置

实验用土于 1985 年 4 月取自天津西郊南排灌区、侯台村未完全成熟的稻田土。土壤类型为潮土, 微碱性, pH 值在 7.5—8.5 之间。按 0—20cm、20—40cm、40cm 以下三层取土。室内风干。捣碎后按原层次装入用双层纱布缝成的袋中。五月取本灌区渠中的污水 (原污水), 系工业废水和生活废水, 比例为 3:1。注入柱内浸泡 24h 后, 分别于 20、40cm 出水口收集滤出水。

原污水及滤出水用 0.2 μ m 孔径的微孔滤膜过滤。除去其中的悬浮物和菌类。其滤液即为实验液。其表示如下:

2——原污水 3——经 20cm 土层滤液

4——经 40cm 土层滤液

1——对照 (改良水生四号培养液)。

实验在 250ml 三角瓶中进行。取一定数量的实验液及处于对数生长期的藻种, 最终体积为 100ml。观察比较组间细胞数量及光合强度的变化。

Hg⁺⁺、As⁺⁺⁺、Pb⁺⁺ 模拟含量的毒性实验 实验在 500ml 三角瓶中进行。在改良水生四号培养液中分别加入 HgCl₂、Pb(NO₃)₂、As₂O₃ 使其相应的浓度为 2.3 μ gHg⁺⁺/l、0.1mgPb⁺⁺/l、5.2 μ gAs⁺⁺⁺/l。改良水生四号培养液为对照。同样实验液中分别加入定量处于对数生长期的藻种, 最终体积为 200ml。

以上各实验组均重复三次, 实验期间每日振荡四次。日光灯连续光照, 光强 1600—2000Lx 温度 27 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C。

实验开始后, 按时取样测定。生长实验用细胞计数法测定。叶绿素 a 含量按 Vowles^[1] 方法测定。光合强度以放氧量计算。用上海植生所研制的薄膜溶氧仪测定。测定时光强为 5000Lx 温度 28 $^{\circ}$ C。藻类毒性试验按 Sládecěk、AWWA 等^[2-3] 方法进行, 并测定半致死量 (TLm)。

* 北京建材研究院环保所。

实验材料 浮游植物——斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus*) 由中科院水生所提供。浮游动物——大型蚤(*Daphnia magna*) 为室内驯化养殖的, 出生后 6—24h 的幼蚤。

二、结果与分析

(一) 土壤处理前后污水对藻类的影响

1. 对栅藻细胞生长量的影响

图 2 是实验液 2、3、4 及培养液(对照组)中栅藻的生长曲线。由图 2 可看出对照组细胞三天前处于缓慢增长状态, 而实验液 2、3、4 组中藻细胞前两天有减少的趋势, 提示此三组水质有一定的毒性, 对藻细胞的生长产生了一定的抑制作用。三天后抑制作用有不同程度的缓解。以 4 缓解最为明显, 细胞数量超过 CK。两组间有显著性差异($P < 0.01$), 这种差异持续至第六天。说明污水中有毒物质通过 40cm 深度的土层可得到部分的净化。并在培养体系中通过藻菌的共同作用, 使水中物质得到进一步转化。在毒性低、营养物质增加的情况下, 细胞迅速繁殖。而 3 组毒性持续至第四天才得到完全缓解, 但仍有明显的抑制作用($P < 0.01$)。2 组的毒性两天时就逐渐缓解但小于 3, 细胞

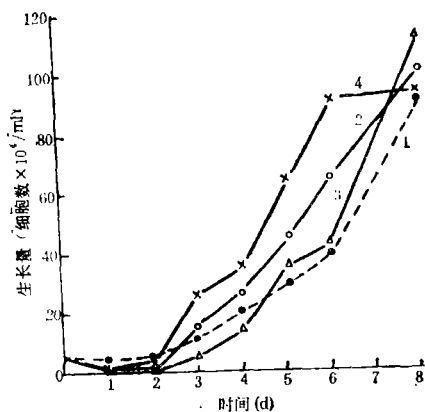


图 2 斜生栅藻生长曲线

1. 对照
2. 原污水
3. 经 20cm 土层滤出液
4. 经 40cm 土层滤出液

生长数量与对照(CK)相近。四天时有显著的促进作用, 仍 $3 < 4$ 。八天时, 4 组的细胞生长量为 CK 的 124%, 但无显著性差异($P > 0.05$) 其他两组与 CK 相近。分析其原因可能是 2、3 组在实验初期毒性较, 藻的增长及藻菌联合作用效应推迟出现, 至使后期生长增加, 并超过 4。

2. 对栅藻光合作用的影响

前人报道汞对斜生栅藻、丝状藻光合作用有影响, 并有一定浓度范围内有抑制作用^[4-5]。由图 3 看出 72h 内 1、2、3 组对栅藻细胞的放氧量有不同程度的抑制作用, 且 $1 > 2 > 3$ 。此结果与我们 1984 年进行的土壤净化污水能力研究结果是一致的。说明污水中有毒物质经土层后可得到部分净化, 净化效应随土层的厚度而增加。

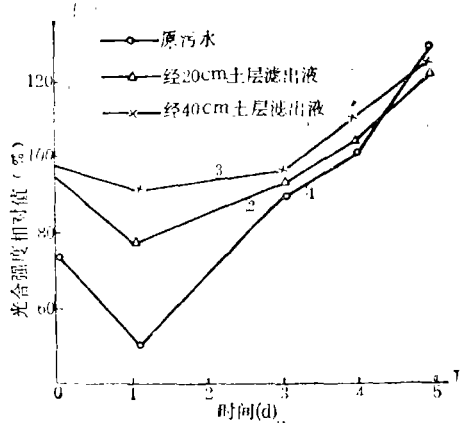


图 3 土壤处理前后污水对栅藻光合强度影响

1. 原污水
2. 经 20cm 土层滤出液
3. 经 40cm 土层滤出液

四天时的光合强度是 $3 > CK$, 相对值为 108%, 但无显著差异($P > 0.05$), 而 1、3 组与对照相近, 此结果与细胞生长量的变化基本是一致的。提示光合强度与细胞生长量相关。

(二) Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 的模拟含量对浮游生物的影响

1. 三种离子含量对浮游植物的影响

(1) 对栅藻细胞生长量的影响

Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 模拟含量对栅藻细胞生长数量的影响, 见图 4。可看出三种离子对藻细胞生长数量的影响趋势是一致的, 起始(1—3 天)生长滞缓, 数量增长缓慢。三天时有些差异, Hg^{++} 、 Pb^{++} 浓度对生长无明显影响, 与对照组相近 ($P > 0.05$)。而

As^{+++} 浓度有抑制作用 ($P < 0.05$)。七天时三种离子对藻细胞生长均无明显影响 ($P > 0.05$)。同时, 表明 As^{+++} 的毒性效应随时间的延长及细胞数量的增加而逐渐减小。

(2) 三种离子模拟浓度对栅藻叶绿素 a 含量的影响

表 1 三种离子浓度中栅藻叶绿素 a 的含量

时间	离子	对 照		Hg^{++}		As^{+++}		Pb^{++}	
		含量 ($\mu\text{g/l}$)	相对百分数 (%)	含量 ($\mu\text{g/l}$)	相对百分数 (%)	含量 ($\mu\text{g/l}$)	相对百分数 (%)	含量 ($\mu\text{g/l}$)	相对百分数 (%)
三天	叶绿素 a 含量	58	100	72.5	125	94.2	188.4	72.5	125
五天		188.5	100	145	76.9	145	76.9	174.0	92.3
七天		348	100	365.4	105	359.6	103.3	282.8	86.2

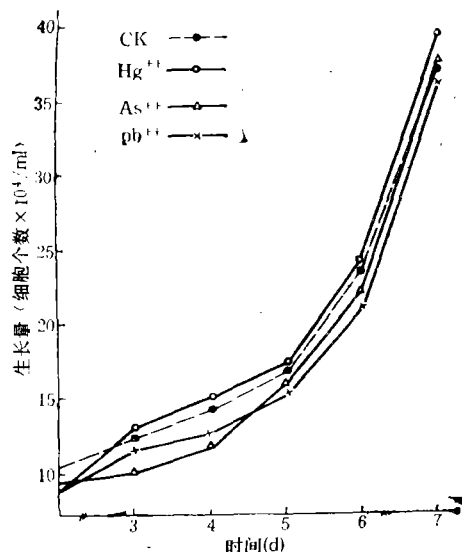


图 4 三种离子对栅藻细胞生长的影响

表 1 表明 Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 模拟浓度对栅藻叶绿素 a 含量的影响。可看出三种离子浓度对栅藻叶绿素 a 的含量有不同程度影响。五天时 Hg^{++} 、 As^{+++} 有毒性作用。但七天时, 这种作用消失, 其含量与对照相近, 为对照的 105% 与 103.3%。而 Pb^{++} 浓度中, 叶绿素 a 含量逐渐降低, 七天时为对照的 86.2%, Pb^{++} 的抑制效应有待进一步探讨。

2. Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 模拟浓度对浮游动物的影响

(1) 24 小时内存活率实验

实验在 50ml 烧杯中进行, 每杯中盛含有相应离子模拟浓度的实验液 50ml, 放 10 个大型蚤。每一浓度重复三次。24 小时观察均未出现中毒死亡现象, 存活率达 100%。说明污水经不同深度的土层处理后, 滤液中 Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 的含量对大型蚤没有毒害作用。

(2) Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 模拟浓度半忍受限的测定

为进一步确证 Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 模拟含量是在相对应的半忍受限之内。按 Sládeček 等方法进行对数等间距浓度实验, 以直线内插法求得 24 小时 TLm 值。结果见图 5。 Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 相应的 TLm 值为 0.0192 mg/l、3.3mg/l、78mg/l。因之, 污水经土壤处理后渗出液中 Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 的浓度均在相应的 TLm 范围内, 且比相应值低的多。所以在短时间内, 不会引起大型蚤的急性中毒, 产生死亡现象。此实验结果进一步证实了第一部分实验结果的准确性。

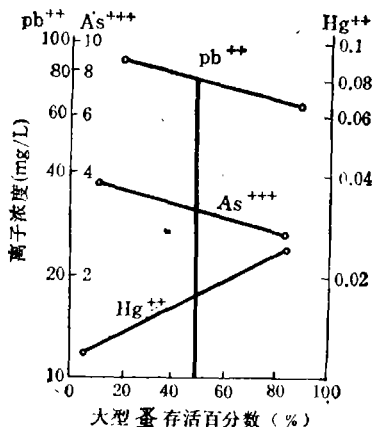


图5 三种离子对大型蚤的毒性

Pb^{++} -24TLM78mg/l As^{+++} -24TLM3.3mg/l

Hg^{++} -24TLM0.019mg/l

虽然三种离子浓度在其禁忌量范围之内,其长期慢性毒性是否会引起种群栖密度的变化,还需进一步实验。

三、小 结

1. 天津南排污河水土壤处理后对栅藻细胞生长量及光合强度均有一定的毒性,表现出抑制作用,且随时间的延长及藻菌联合作用使毒性逐渐减小。毒物经一定深度土层

可得到净化,其毒性较小、缓解作用较快。

2. 津西南排污河水经土壤处理后滤出液中, Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 的含量对栅藻细胞的生长数量及叶绿素 a 的形成有不同程度的毒性效应。 As^{+++} 起始阶段抑制生长,随时间延长逐渐消失。 Pb^{++} 仅在七天时对叶绿素 a 的形成有一定的抑制作用。

3. 经土壤渗滤的污水中 Hg^{++} 、 As^{+++} 、 Pb^{++} 的含量对浮游动物——大型蚤没有毒性效应,其含量均在安全浓度范围之内。

实验结果提示,土壤处理可做为污水净化措施之一。并为污水资源化及归宿提供了依据。

参 考 文 献

- [1] Vowles, P. D. and Connell, D. W., *Experiments in Environmental Chemistry, A Laboratory Manual*, p. 20, Oxford, Pergamon Press, 1980.
- [2] Sladeczek, V. et al., "Biological Examination" in *Examination of Water for Pollution Control*, M. J. Suess ed., Vol. 3, p. 228, Pergamon Press, 1982.
- [3] AWWA, *Standard Methods of Water and Wastewater*, p. 713, Water Works Association, Inc., 1971.
- [4] 韩宏英, 环境科学学报, 4(2), 157—164(1984).
- [5] 中国科学院湖北水生所, 水生生物集刊, 第6卷, 第一期, 67—73页, 科学出版社, 1976年。

•环境信息•

饮用水中细菌总数的快速测定

美国科学家 C. Wallis 和 J. L. Melnick 研制出一种检测饮用水中细菌总数的半自动仪器,通过比色可在 3 分钟内得出检测结果。饮料中细菌总数的最低检出限为 100 CFU/ml。这种仪器的检测原理是:首先使 100—1000ml 的水样通过嵌在仪器上一个表面积广的特定滤膜,于是水中细菌、铁锈及腐殖酸就截留在滤膜上。用一种还原剂除去膜上的铁锈和腐殖酸,然后翻转并反冲滤膜,把洗脱下的细菌收集起来再浓缩在一个直径 7mm 的滤膜表面上。把浓缩的细菌加以染色,再用脱色剂褪去滤膜纤维的颜色。把滤膜表面上的色度与标准色卡进行比

较,就可确定检测水样中的细菌总数。此外,该仪器附带有可完成 50 次检测的药品箱。

采用比色法与其他细菌检测法比较,如生物发光法、化学发光法、比阻法、辐射测定法、电化学法等,具有快速、简便、经济等优点。特别是在水厂发生事故,供水管道破裂等意外情况下,可在 2—3 分钟内检测出饮用水中细菌总数,为确定该饮用水的可饮用性提供依据。

解跃峰摘译自 *Applied and Environmental Microbiology*, 49(5), 1251(1985)。