

2,4-二硝基甲苯与共存化合物 对发光菌的联合毒性*

袁 星 郎佩珍 赫 奕*

(东北师范大学环境科学系, 长春, 130024)

摘 要

对2,4-二硝基甲苯与共存化合物对发光菌联合毒性的测定结果表明: 2,4-二硝基甲苯与邻-二硝基苯共存时, 对发光菌的联合毒性为协同作用; 分别与三种苯的氨基衍生物共存时, 联合毒性为拮抗作用, 这种拮抗作用与取代基数目、空间位阻等因素有关。

关键词: 发光菌, 共存化合物, 联合毒性。

为了客观评价污染物共存时对水环境的影响, 有必要进行化学物质联合毒性效应的研究。Könemann^[1]指出: 具有相似反应机制的化合物, 混合毒性可通过浓度的增加来确定, 并提出了混合毒性指数(MTI), 以此来评价多种化合物共存对水生生物的影响。Hermens等人^[2]用此方法确定了21个非反应性有机化合物的混合毒性对生物发光的抑制。修瑞琴等^[3]报道了用联合效应相加指数(AI)法研究污染物对水生生物的毒性作用。本文以2,4-二硝基甲苯为主体, 研究了它与苯的硝基、氨基衍生物共存时, 对发光菌相对发光率的影响, 并采用联合效应相加指数法讨论了2,4-二硝基甲苯与共存化合物对发光菌的联合毒性作用。

实 验 部 分

1. 试剂

2,4-二硝基甲苯、邻-二硝基苯、苯胺、对-甲苯胺、N,N-二甲苯胺等均为分析纯。

2. 菌种

明亮发光杆菌(*Photobacterium phosphoreum*) T₃变种, 中国科学院南京土壤所。

3. 实验方法

联合毒性实验及发光细菌法的具体操作步骤参见文献[3, 4]。

结 果 与 讨 论

1. 单一化合物对发光菌的毒性

* 国家自然科学基金资助课题, ** 吉林工业大学基础部。

表 1 列出了单独测定的五种化合物对发光菌 15min 的毒性数据 (EC_{50} 值, $mg \cdot l^{-1}$), 比较其毒性顺序为: 邻-二硝基苯 (0.23) > 2,4-二硝基甲苯 (7.59) > N,N-二甲苯胺 (54.05) > 对-甲苯胺 (71.36) > 苯胺 (213.05). 从分子结构看, 上述毒性顺序与苯环上取代基的电子效应有关, 即含有吸电子基 ($-NO_2$) 的苯的衍生物的毒性大于含有给电子基 ($-NH_2$, $-CH_3$) 的苯的衍生物的毒性. 另外, 取代基位置、空间位阻等对毒性也有一定的影响.

2. 联合毒性实验

将 2,4-二硝基甲苯分别与苯胺、对-甲苯胺、N,N-二甲苯胺、邻-二硝基苯按等剂量 ($mg \cdot l^{-1}$) 混合, 每组混合物设四个浓度梯度测定其 15min 的发光强度, 计算发光率^[4], 得到发光率随浓度变化曲线如图 1 所示.

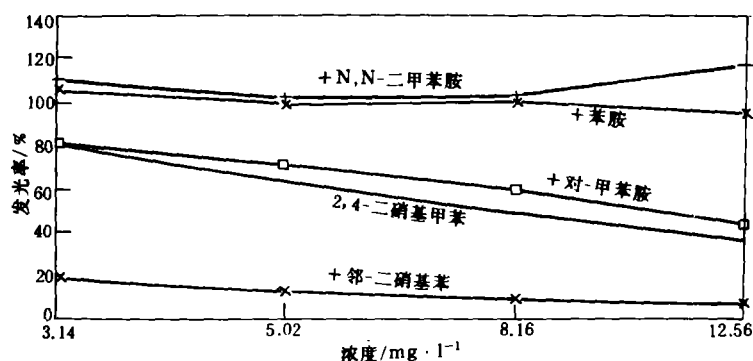


图 1 2,4-二硝基甲苯与共存化合物对发光菌的毒性

Fig. 1 Toxicity of 2,4-dinitrotoluene and coexisting compounds to *photobacterium phosphoreum*

图 1 表明, 与 2,4-二硝基甲苯单独存在时对发光菌的发光抑制比较, 2,4-二硝基甲苯与邻-二硝基苯混合, 发光抑制增强; 2,4-二硝基甲苯分别与三种苯的氨基衍生物混合, 发光抑制减弱. 为了评价这种联合毒性作用, 本文采用联合效应相加指数法^[3], 分别计算了各混合体系的相加指数 AI (见表 1). 该方法规定, $AI > 0$ 为大于相加作用, 即协同作用; $AI < 0$ 为小于相加作用, 即拮抗作用; $AI = 0$ 为相加作用. 由表 1 可见, 2,4-二硝基甲苯与苯的氨基衍生物对发光菌联合毒性的 AI 值均 < 0 , 均为拮抗作用, 且拮抗作用的顺序为: 苯胺 > N,N-二甲苯胺 > 对-甲苯胺 (AI 值越负拮抗作用越强); 而 2,4-二硝基甲苯与邻-二硝基苯联合毒性的 AI 值 > 0 , 为协同作用. 由此证明, 苯的硝基衍生物与苯的氨基衍生物对发光菌的毒性具有不同的反应机制, 所以分别与 2,4-二硝基甲苯混合时, 表现出相反的联合毒性效应.

竺迺恺等人^[5]报道了共存多环芳烃对 2-硝基芴的致突变性的影响. 他们的结果显示, 2-硝基芴与其他硝基多环芳烃 (具有亲电子性) 共存时, 直接致突变性增强; 而与其他无直接致突变性的多环芳烃 (具有供电子性) 共存时, 直接致突变性减弱, 即共存化合物

的电子效应是影响 2-硝基苄致突变性的主要因素。这与本实验结果有相似之处。

表 1 联合毒性数据
Table 1 Joint toxicity data

化 合 物	EC ₅₀ /mg · l ⁻¹		AI
	a)	b)	
2,4-二硝基甲苯+邻-二硝基苯	2.12	0.064	0.79
2,4-二硝基甲苯+对-甲苯胺	10.78	10.78	-0.57
2,4-二硝基甲苯+N,N-二甲苯胺	49.1	49.1	-6.37
2,4-二硝基甲苯+苯胺	59.5	59.5	-7.11

a) 混合物中 2,4-二硝基甲苯的 EC₅₀值, b) 共存化合物的 EC₅₀.

参 考 文 献

- [1] Kōnemann H, 1981. Fish Toxicity Tests with Mixtures of More than Two Chemicals: A Proposal for a Quantitative Approach and Experimental Results. *Toxicology*, **19**: 229—238
- [2] Hermens J, Busser F, Leeuwangh P et al., 1985. Quantitative Structure-Activity Relationships and Mixture Toxicity of Organic Chemicals in *Photobacterium Phosphoreum*; The Microtox Test. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **9**: 17—25
- [3] 修瑞琴, 许永香, 傅迎春等, 1994. 水生毒理联合效应相加指数法. 环境化学, **13** (3): 269—271
- [4] 袁星, 郎佩珍等, 1994. 应用发光菌测定有机化合物的毒性. 环境化学, **13** (3): 225—258
- [5] 竺丽恺, 夏晔娟, 杜秀英, 1995. 2-硝基苄的致突变性受共存多环芳烃的影响. 环境化学, **14** (1): 62—65

1994 年 11 月 21 日收到.

JOINT TOXICITY OF 2,4-DINITROTOLUENE AND COEXISTING COMPOUNDS TO *PHOTOBACTERIUM PHOSPHOREUM*

Yuan Xing Lang Peizhen He Yi

(Department of Environmental Science, Northeast Normal University, Changchun, 130024)

ABSTRACT

The joint toxicity of 2,4-dinitrotoluene and coexisting compounds to *photobacterium phosphoreum* has been determined. The results showed that the mixture of 2,4-dinitrotoluene and 1,2-dinitrobenzene occurred synergism but the three mixtures of 2,4-dinitrotoluene and aniline derivatives occurred antagonism. The antagonism was found to be affected by the number and the position of substituent groups.

Keywords: *photobacterium phosphoreum*, coexisting compound, joint toxicity.