

苯并(a)芘和芘对梭鱼血红蛋白含量的影响*

王重刚^{1**} 陈纪新² 赵扬¹ 余群² 郑微云²

(¹ 厦门大学生命科学学院, ² 厦门大学环境科学研究中心 厦门 361005)

关键词 苯并(a)芘;芘;梭鱼;血红蛋白;联合毒性(图1表1参5)

CLC X174.1 Q959.483.06

EFFECTS OF BENZO(a) PYRENE AND PYRENE ON HAEMOGLOBIN CONTENT IN MUGIL SO-IUY

WANG Chonggang¹, CHEN Jixin², ZHAO Yang¹, YU Qun² & ZHENG Weiyun²

(¹ School of Life Science, ² Reseach Center for Environmental Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract *Mugil so-iuy* was exposed to different concentrations of benzo(a)pyrene, pyrene and their mixture of equal quantity, and its haemoglobin contents were examined. The results showed an obvious time-response and dose-effect. Under the same concentrations of 0.1, 1.0, 5.0, 10.0 and 50.0 µg/L, the mixture of the two pollutants showed the greatest toxicity to haemoglobin content, while pyrene the lowest. The joint action of benzo(a)pyrene and pyrene was synergism. Fig 1, Tab 1, Ref 5

Keywords benzo(a)pyrene; pyrene; *Mugil so-iuy*; haemoglobin; joint toxicity

CLC X174.1 Q959.483.06

多环芳烃[Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]是海洋常见的污染物,由于具有致癌性和致突变性而成为必须检测的污染物.有关多环芳烃对鱼类的血液学指标的影响,国外已有一些报道^[1,2],国内的报道还很少.有人认为白细胞数、白细胞的吞噬能力等免疫毒理学指标能较好地反映水体污染状况.而血红蛋白能否作为污染监测的生物标志物,多环芳烃对鱼类血红蛋白是否存在毒性影响,这些尚无定论.80年代以来,各国水生毒理学家越来越重视毒物的联合作用,已研究的毒物种类较广泛,包括金属间的联合作用,金属与有机物的联合作用,以及各种有机物间的联合作用^[3].但有关多环芳烃之间的联合作用报道很少,而自然水域中多环芳烃的污染大多是几种以上的混合污染.因此,研究多环芳烃之间的联合作用是有必要的.为此,我们用苯并(a)芘[Benzo(a)Pyrene(B(a)p)]和芘(Pyrene)对梭鱼进行了实验观察.现将结果简报如下.

1 材料和方法

1.1 实验动物和暴露条件

参照 Shugart 等(1988)^[4]和冯涛等(2000)^[5]的暴露方法.苯并(a)芘[B(a)P]和芘(P)先用丙酮配制成一定浓度的储备液于4℃下避光保存,实验时用沙滤海水分别配制成0.1、1.0、5.0、10.0、50.0 µg/L的浓度.两者混合物(mix)为苯并(a)芘和芘各一半,也配成上述浓度.以不加任何污染物和助溶剂的为空白对照(CK₀),以只加丙酮的为丙酮对照(CK_{acc}).各组丙酮

终浓度均为1 mL/10 L.

实验用梭鱼(*Mugil so-iuy*)采自福建省平潭县竹屿乡.冬季,鱼体重(26.8 ± 7.1)g,体长(13.5 ± 2.1)cm;夏季,鱼体重(23.0 ± 5.0)g,体长(12 ± 2)cm.先用沙滤海水暂养7 d,然后每组6尾随机放入不同浓度的污染物的海水中避光饲养.每组设两个平行样.饲养水体为20 L,用充气机连续充气,氧饱和度达6 mg/L以上.喂以底栖硅藻[舟形藻(*Navicula* sp.)]或小球藻(*Chlorella* sp.),每天更换10 L相同污染浓度的海水.水温13~15.5℃,盐度15~17.实验重复了2次.

1.2 血红蛋白含量的测定和数据处理

分别于暴露1、2、4、8、14 d后取样,直接从心脏采血,采用氰化高铁蛋白法比色测定血红蛋白的含量,同时在光学显微镜下对血细胞进行计数.实验结果采用单尾t检验法,P < 0.05被认为有显著差异.数值以 $\bar{x} \pm s$ 表示.

2 结果

多环芳烃污染对梭鱼血红蛋白含量存在着时间效应和剂量效应.并且观察到,血红蛋白含量的变化与血细胞数量有密切的关系,血细胞数量 = 常数 × 血红蛋白含量 = µg/100 mL⁻¹,统计了38尾鱼,该常数为(33.25 ± 4.92) × 10⁴.

2.1 时间-效应关系

从表1中看到,无论是低浓度、中浓度还是高浓度,从开始一直到暴露14 d后,B(a)P和P及其mix造成梭鱼血红蛋白含量随暴露时间延长而下降.在相同浓度下,血红蛋白含量的下降情况为:mix > B(a)P > P.丙酮作为助溶剂也会表现出一定的毒性.同时我们看到,在暴露的前期,往往没有显著性差异,而且剂量-效应关系不明显(如B(a)P1,2d),这主要是

收稿日期:2001-01-02 接受日期:2001-05-08

*国家自然科学基金项目资助(批准号:49876029)

**通讯联系人(Corresponding author)

表 1 B(a)P、P 及 mix 对梭鱼血红蛋白含量的影响 [$\mu\text{g}(100\text{ mL})^{-1}$]

处理 Treatment	t/d				
	1	2	4	8	14
CK ₀	7.51 ± 0.51	7.35 ± 0.37	7.67 ± 0.51	7.65 ± 0.61	8.03 ± 0.42
CK _(a)	7.30 ± 0.55	7.13 ± 0.42	7.08 ± 0.75	6.40 ± 0.48	6.07 ± 0.57
BaP 1	7.03 ± 0.72	6.80 ± 0.46	6.74 ± 0.53	6.15 ± 0.45 [#]	5.92 ± 0.46 [#]
BaP 5	6.55 ± 0.47	6.33 ± 0.42	6.23 ± 0.89 [#]	5.30 ± 0.61 [#]	5.47 ± 0.46 [#]
BaP 50	6.88 ± 0.81	6.68 ± 0.25	5.50 ± 0.64 [#]	5.10 ± 0.29 ^{*#}	4.27 ± 0.64 ^{*#}
P 1	7.23 ± 0.74	6.97 ± 0.58	6.90 ± 0.58	6.45 ± 0.48	5.98 ± 0.67 [#]
P 5	7.08 ± 0.82	6.93 ± 0.61	6.05 ± 0.52	6.40 ± 0.67	5.92 ± 0.68 [#]
P50	6.92 ± 0.36	6.92 ± 0.75	6.60 ± 0.81	5.48 ± 0.76 [#]	5.03 ± 0.68 [#]
mix1	7.25 ± 0.52	6.86 ± 0.66	6.43 ± 0.53	6.08 ± 0.53 [#]	5.08 ± 0.47 [#]
mix 5	7.05 ± 0.69	6.63 ± 0.57	5.90 ± 0.56 [#]	5.88 ± 0.53 [#]	4.83 ± 0.64 [#]
mix50	5.73 ± 0.73 [#]	5.30 ± 0.43 ^{*#}	5.44 ± 0.43 [#]	4.43 ± 0.25 ^{*#}	4.18 ± 0.40 ^{*#}

*表示与 CK_{acc} 呈显著性差异 ($P < 0.05$), # 表示与 CK₀ 呈显著性差异 ($P < 0.05$)

*Values significantly ($P < 0.05$) different from CK_{acc}, #Values significantly ($P < 0.05$) different from CK₀

暴露时间短而个体差异较大所致,需要增加采样数量来克服。但随着暴露时间的延长,在表现出时间-效应的同时,也表现出较好的剂量-效应关系。

2.2 剂量-效应关系

如图 1 所示,梭鱼暴露 4 d 后血红蛋白的含量呈现明显的剂量-效应关系。但芘、低浓度的 B(a)P 未呈现显著性差异。

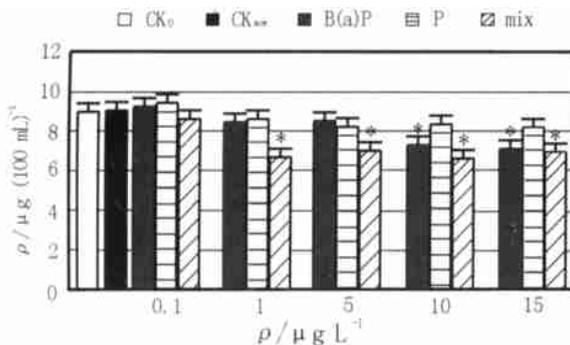


图 1 B(a)P、P 及 mix 污染暴露 4 d 后梭鱼血红蛋白含量 $\mu\text{g}(100\text{ mL})^{-1}$ 的剂量-效应 (*为 $P < 0.05$ 与 CK_{acc} 比较)

Fig. 1 Dose-response curves of haemoglobin content $\mu\text{g}(100\text{ mL})^{-1}$ in *Mugil scorpius* after 4 d exposed to B(a)P, pyrene and their mixture

*Values significantly ($P < 0.05$) different from CK_{acc}

2.3 苯并(a) 芘和芘的联合毒性分析

从图 1 中看到,以丙酮为对照 (CK_{acc}),相同浓度下, mix 的梭鱼血红蛋白含量下降率大于 B(a)P 或 P 的,自然更大于 B(a)P 和 P 之和的平均值。本次 B(a)P 和 P 的实验浓度组距均

为 5 或 10 倍递增。因此,二者的任何一对联合浓度所产生的效应值(下降率)如落在高级各自剂量的效应值之间,则应为相加作用;若落在更高浓度范围,应为增强作用;若落在各自更低的浓度范围内,应为拮抗作用。本次实验结果显示,各联合浓度组的效应值远远落在高于各自单独浓度几倍的效应范围内。因此,浓度比为 1:1 的 B(a)P 和 P 对梭鱼血红蛋白含量的联合毒性为协同作用。

参考文献

- 1 Walczak BZ, Blunt BR, Hodson PV. Phagocytic function of monocytes and haematological changes in rainbow trout intraperitoneally with benzo(a)pyrene (B(a)P) and benzo(a)anthracene (B(a)A). *J Fish Biol.* 1987, **31** (Supplement A): 251 ~ 253
- 2 Hart LJ, Smith SA, Smith BJ, Robertson J, Besteman EG, Holladay SD. Subacute immunotoxic effects of the polycyclic aromatic hydrocarbon 7,12-dimethylbenzanthracene (DMBA) on spleen and pronephros leukocytic cell counts and phagocytic cell activity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquatic Toxicol.* 1998, **41**: 1 ~ 2, 17 ~ 19
- 3 迎傅春综述,修瑞琴审校. 毒物对水生生物联合作用研究进展. 国外医学卫生学分册. 1993, **4**: 224 ~ 227
- 4 Shugart LR. Quantitation of chemically induced damage to DNA of aquatic organisms by alkaline unwinding. *Aquatic Toxicol.* 1988, **13**: 43 ~ 52
- 5 Feng T(冯涛), Zheng WY(郑微云), Hong WS(洪万树), YU Q(余群), Zheng SL(郑森林), Zhang Q(张倩). The effects of benzo(a)pyrene on antioxidant defenses in the liver of *boleophthalmus pectinirostris*. *Marine Sci* (海洋科学). 2000, **24**(5): 27 ~ 30