

双壳类清滤率在海洋污染物毒性研究中的应用*

颜 天 傅 萌 刘 红 李正炎 周名江

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 以海湾扇贝(*Argopecten irradians*)和紫贻贝(*Mytilus edulis*)的清滤率为指标,研究了金矿废水及其组分、三苯基氯化锡及塔玛亚历山大藻的毒性,结果表明金矿废水及其主要组分丁级黄药、CN⁻和重金属 Cd²⁺、Cu²⁺、Zn²⁺对海湾扇贝清滤率的半抑制浓度 EC₅₀ 分别为 40.6%、7.52、0.226、0.189、0.02、1.10 mg/L;三苯基氯化锡对海湾扇贝的半抑制浓度 EC₅₀ 为 4.86 × 10⁻⁹ g/L;塔玛亚历山大藻能抑制紫贻贝的清滤率,半抑制浓度 EC₅₀ 为 6 000 cells/ml。由以上结果可见,双壳类清滤率能快速、敏感地反应污染物的影响,是海洋污染物毒性研究的一个良好指标。

关键词 清滤率,双壳类,毒性研究

中图分类号 X503.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)01-0050-03

清滤率是指单位时间内水生生物摄食水中颗粒饵料时滤过的水的体积。它不仅直接地反应了生物的摄食情况,而且也是一个重要的反应生物自身生理状态的指标,因此,双壳类清滤率改变可以在一定程度上反应出污染物影响程度。该指标经济快速、敏感,双壳类资源丰富,易于取材,可以方便地在任何季节进行实验,适宜于在沿海污染物的生物监测和研究中使用,本文将报道利用海湾扇贝(*Argopecten irradians*)和紫贻贝(*Mytilus edulis*)的清滤率变化研究金矿废水及其组分、有机锡及有害藻毒性的结果。

1 材料与方 法

1.1 材 料

海湾扇贝幼体,壳高 1 cm 左右,采自青岛市薛家岛振林水产养殖公司。

紫贻贝(*Mytilus edulis*)采自青岛鲁迅公园附近礁石(平均壳长 × 壳高:3 cm × 1.9 cm),经刀刮去除其上附着物,暂养在 36 L 玻璃缸中。适量通气,以小球藻为饵料。

金矿废水 1991 年采集于山东省莱州某金矿出水口,运回实验室后马上用于实验,丁级黄药、NaCN、CdCl₂、CuCl₂、ZnCl₂ 为分析纯化学试剂。

三苯基氯化锡(Triphenyltin Chloride, TPT),分子式(C₆H₅)₃SnCl,分子量 385.5,含锡量 30.4%,纯度 99.99%以上,白色粉末,日本进口,用分析纯丙酮配成 TPT 浓度为 500 × 10⁻⁶ g/L 母液,稀释后用于实验。

塔玛亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*)ATHK 藻株由暨南大学提供。巴孚金藻(*Parvula chlorella*)、等鞭金藻(*Isochrysis galbana*)和小球藻(*Chlorella* sp.)为本所藻种中心提供。单种培养时选用 f/2 培养液,温度 20℃,光照 3 000 lx,光暗时间比为 12:12。实验用藻均取自指数生长期。

实验用海水是从胶州湾外太平角引入作者所在单位水族楼的无污染海水,使用前经沉淀沙滤,脱脂棉过滤。盐度 32。

1.2 实验方法

实验容器为 1 L 烧杯,经 1:3 盐酸浸泡 12 h,冲洗干净后用于实验。每杯随机移入贝类个体后,通气培养。暂养 24 h 后,换水并开始实验。每个实验共设 5 个浓度,每个浓度设置两个重复。在实验开始时,向各实验组投喂一定量处于指数生长期的单胞藻,实验前后,分别从各烧杯取样 2 mL,鲁哥氏液固定后,计数。

* 国家重点基础研究项目 2001CB409700 号;国家自然科学基金项目 20177023、49906007、39950001、40076030 号;中国科学院知识创新工程项目 KZCX2-206 号和院长基金,及山东省科技攻关项目资助。

第一作者:颜天,出生于 1969 年,研究员,从事有害赤潮与海洋生态毒理研究, E-mail: tianyan@ms.qdio.ac.cn

收稿日期:2001-12-01;修回日期:2002-06-07

1.2.1 金矿废水及其主要组分对扇贝清滤率的影响 在各烧杯中随机加入 20 只扇贝 (壳高约 1 cm), 然后分别加入定量的金矿废水、丁基黄药、NaCN、CdCl₂、CuCl₂、ZnCl₂ 的实验母液, 海水为对照。暴露 12 h 后, 各实验杯更换新鲜海水, 各实验组投喂一定量处于对数生长期的等鞭金藻, 开始进行清滤率实验, 实验进行 2 h。

1.2.2 TPT 对扇贝清滤率的影响 在各烧杯中随机加入 15 只扇贝 (壳高约 1.5 cm), 然后加入定量的 TPT 实验母液, 对照组为溶剂丙酮的海水稀释液, 浓度与三苯基氯化锡最高浓度组的丙酮浓度相同。在实验刚开始时, 向各实验组投喂一定量处于对数生长期的巴拿金藻, 开始进行清滤率实验, 实验进行 2 h。

1.2.3 亚历山大藻对贻贝清滤率的影响 在各烧杯中随机加入 15 只的紫贻贝 (壳高约 3 cm), 初始海水体积为 600 mL。取指数生长期的藻液经 20 μm 筛绢过滤后, 重新悬浮并由此浓缩, 用 0.5 mL 的计数框计数。为了保证藻细胞长时间悬浮, 每个密度是分 8 次投喂形成的, 假设藻细胞不被摄食, 则每 24 h 最终可达到的密度分别是 0, 1 100, 2 200, 3 300, 4 400 cells/mL。每 24 h 换水一次并对紫贻贝的存活进行观察。48 h 后, 将实验液更换为新鲜海水, 加入 50 mL 小球藻, 开始进行清滤率实验, 实验进行 30 min。实验过程中无假粪产生。

1.3 结果分析

清滤率 F [$\text{mL}(\text{h} \cdot \text{只})^{-1}$] 按以下公式计算:

$$F = \frac{V \times (\ln C_1 - \ln C_2)}{\Delta T \times N}$$

其中: V 为藻液体积 ($= 800 \text{ mL}$); C_1 为起始藻密度 ($\times 10^4/\text{mL}$); C_2 为终止藻密度 ($\times 10^4/\text{mL}$); ΔT 为清滤时间 (h); N 为实验用贝类个数。

相对清滤率为 F_i/F_0 , 其中 F_i 为各实验组的清滤率, F_0 为对照组的清滤率。

将实验结束时各实验组的相对清滤率与污染物浓度作图, 并进行回归分析, 求出半影响浓度 EC_{50} 。

2 结果

2.1 金矿废水及其主要组分对海湾扇贝清滤率的影响

金矿废水 (A) 及其主要组分丁基黄药 (B)、CN⁻ (C) 和重金属 Cd²⁺ (D)、Cu²⁺ (E)、Zn²⁺ (F) 对海湾扇贝清滤率的影响见图 1。半抑制浓度分别为 40.6%、

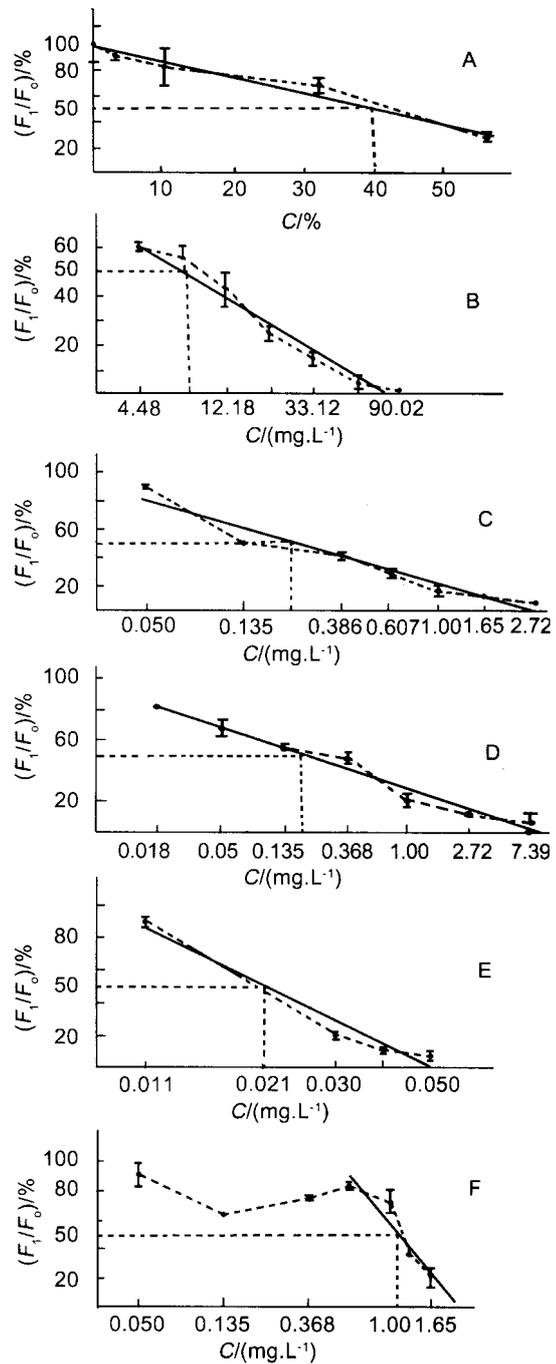


图 1 金矿废水 (A) 及其主要组分丁基黄药 (B)、CN⁻ (C) 和重金属 Cd²⁺ (D)、Cu²⁺ (E)、Zn²⁺ (F) 对海湾扇贝清滤率的影响

Fig. 1 The effect of the gold mine effluent (A) and its main composition Xanthate (B), CN⁻ (C), Cd²⁺ (D), Cu²⁺ (E), Zn²⁺ (F) on clearance of *A. irmdians*

7.52, 0.226, 0.189, 0.02, 1.10 mg/L。

2.2 三苯基氯化锡对海湾扇贝清滤率的影响

扇贝的 2 h 的相对清滤率与三苯基氯化锡浓度的关系见图 2, 实验结果表明三苯基氯化锡能影响扇贝的清滤率。由图可见两者的对数呈线性负相关, 计算得 2 hEC₅₀ 为 4.86×10^{-9} g/L。

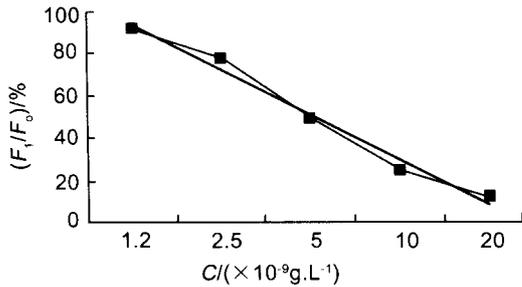


图 2 扇贝的相对清滤率与三苯基氯化锡浓度关系
Fig. 2 The effect of TPT on clearance of *A. irradians*

2.3 塔玛亚历山大藻对贻贝清滤率的影响

实验期间紫贻贝没有死亡。两次的实验结果如图 3 显示, 塔玛亚历山大藻能抑制紫贻贝的清滤率, 贻贝的相对清滤率与藻浓度的对数呈线性负相关, 计算得半抑制浓度 EC₅₀ 为 6 000 cells/mL。

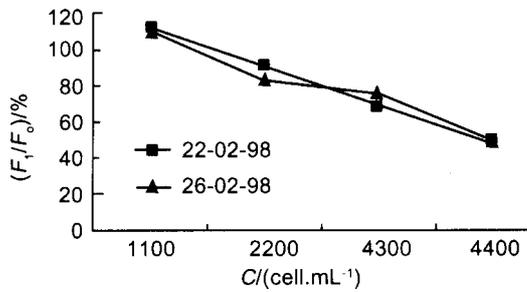


图 3 紫贻贝的相对清滤率与塔玛亚历山大藻浓度关系
Fig. 3 The effect of *A. tamnense* on clearance of *M. edulis*

3 讨论

3.1 由结果可见, 在以上化学污染物中, 毒性最高的有机锡对清滤率影响的半抑制浓度也最低, 为 4.86×10^{-9} g/L, 而且, 双壳类对污染物的反应指标中, 清滤率的下降往往比死亡的反应灵敏和快速。在不利的环境条件下, 双壳类通过降低清滤率可以减少环境中污染物的摄入, 这可能在一定程度上起到保护作用。但如果清滤率在短时间内不能恢复正常, 则将影响到双壳类生物的能量摄入、生长甚至存活。

3.2 由于双壳类的清滤率还受到了食物的颗粒大小、密度、水温等因素的影响^[1], 在实验中, 采用了相对清滤率作为毒性影响的指标, 结果表明该指标能快速、敏感地反应污染物的影响。因此双壳类清滤率是海洋污染物毒性研究的一个良好指标。

3.3 由于赤潮毒素通常是通过贝类的滤食在贝类体内累积, 而威胁着食用者的生命和健康, 因此, 科学家们开展了一些有毒藻和贝类相互关系的研究。一般来讲, 双壳类对各种有毒甲藻的反应都是延长壳瓣和外套膜的闭合时间, 减少滤食活动, 使自身的清滤率降低。如沙海螂 (*Mya arenaria*)、巨蜆 (*Cassostrea virginica*) 等; 但有的研究者发现采自缅因州的牡蛎 (*Ostrea edulis*) 和紫贻贝 (*Mytilus edulis*) 的清滤率反而显著提高, 而扇贝几乎不受影响。这可能与贝类的品种、污染史及暴露时间有关^[2], 然而, 这些影响的作用机制目前还未有定论, 因此值得进一步研究。

参考文献

- 1 王芳, 董双林, 张硕, 等. 海湾扇贝和太平洋牡蛎的食物选择性及滤除率的实验研究. 海洋与湖沼, 2000, 31(2): 140 - 144
- 2 Bricelj V M, Shumway S E. Paralytic shellfish toxins in bivalve molluscs: occurrence, transfer kinetics and biotransformation. Reviews in Fisheries Science, 1998, 6(4): 315 - 383

研究报告 *REPORTS*

THE USE OF BIVALVE FILTRATION RATE IN TOXICITY STUDY ON MARINE POLLUTANTS

YAN Tian FU Meng LIU Hong LI Zheng-Yan, ZHOU Ming-Jiang

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

Received: Dec., 1, 2001

Key Words: Filtration rate, Bivalves, Toxicity research

Abstract

Using the clearance rate of *A. irmdians* and *M. edulis* as index, the toxicity of the gold mine effluent and its main composition Xanthate, CN^- , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , organotin TPT, as well as toxic dinoflagellate *A. tamnense* were studied. The results showed that the respective EC_{50} of the gold mine effluent and its main composition Xanthate, CN^- , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} on clearance of *A. irmdians* were 40.6%, 7.52, 0.226, 0.189, 0.02, 1.10 mg/L. The EC_{50} of TPT on clearance of *A. irmdians* was 4.86×10^{-9} g/L. The effect of *A. tamnense* on clearance of *M. edulis* was 6 000 cells/ml. The results indicated that the clearance rate of bivalves could reflect the effect of the pollutants rapidly and sensitively, therefore it could be used as an index in toxicity research of marine pollutants. (本文编辑:张培新)