

厦门海域僧帽牡蛎生化指标与有机污染物的相关性

陈 荣*, 潘文扬 (厦门大学环境科学研究中心, 近海海洋环境国家重点实验室, 福建 厦门 361005)

摘要: 研究了厦门海域 4 个地点的僧帽牡蛎(*Ostrea cucullata*)全组织中有机氯农药(HCHs、DDTs)和多氯联苯(PCBs)的总含量及其与消化腺的总 SOD、GSH、总抗氧化能力、MDA、EROD 和 GST 活性(含量)之间的关系。结果表明, 采自大嶝岛的牡蛎全组织 HCHs 含量最高, 采自集美的牡蛎全组织 DDTs 和 PCBs 含量最高。消化腺总 SOD 活性、总抗氧化能力均随着组织内有机物含量的增加而减少, 呈现一定的负相关性。EROD 活性与 DDTs 和 PCBs 含量呈现很好的相关性, 对于指示海洋中有机氯农药和多氯联苯类物质污染程度有着较好的应用前景。

关键词: 僧帽牡蛎; 有机污染; 抗氧化系统; 生物代谢酶

中图分类号: X503.225 文献标识码: A 文章编号: 1000-6923(2006)04-0418-04

The relation between biochemical index and organic pollutant in oyster (*Ostrea cucullata*) from Xiamen sea area.

CHEN Rong*, PAN Wen-yang (State Key Laboratory of Marine Environmental Science, Environment Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China). *China Environmental Science*, 2006,26(4):418~421

Abstract: The relationship between the total contents of organic chloropeaticids (HCHs, DDT) and PCBs in oyster whole tissue from four spaces in Xiamen sea area and their relative with the total SOD, GSH, total antioxidant ability, MDA, EROD and GST activities (contents) were studied. The content of HCHs collected from oyster whole tissue in Dadeng Island was the highest. The contents of DDTs and PCBs in samples from Jimei were the highest; The SOD activity and total antioxidant ability in oyster digestive gland all decreased with increase of organism content in the tissue, presenting definite negative relation. The activity of EROD presented very good relation with the content of DDTs and PCBs, showing better applying future for indicating the pollution degree of organic chloropeaticide and in PCBs marine.

Key words: *Ostrea cucullata*; organic pollution; antioxidant system; biotransferase

有机氯农药(OCPs)和多氯联苯(PCBs)均为持久性有机污染物,能通过食物链在动物的脂肪内富集,具致畸、致癌、致突变性,干扰动物体内的内分泌。有研究表明,通过测定海洋生物中的双壳类如贻贝、牡蛎等体内 OCPs 和 PCBs 的含量,可以了解被监测水域的污染状况^[1-4]。

本研究通过研究野外采集的僧帽牡蛎(*Ostrea cucullata*)消化腺抗氧化体系和生物代谢酶活力的变化,与体内 PCBs、DDT 和 HCH 含量之间的相关性,探讨将僧帽牡蛎体内一些生化指标作为监测近岸海洋 PCBs 和有机氯农药污染的生物标志物的可能性。

1 材料与方法

1.1 实验试剂

7-乙氧基-异吩恶唑酮、7-羟基-异吩恶唑酮、

还原型辅酶 II(NADPH)均为 sigma 产品,考马斯亮蓝 G250、牛血清白蛋白、1-氯-2,4-二硝基苯均购自上海生物工程有限公司。其余试剂均为国产分析纯药品。

1.2 样品采集和前处理

2004 年 4 月在厦门岛东西海域的白城海域、轮渡码头、大嶝岛、集美养殖区(图 1)采集退潮后裸露礁石上的僧帽牡蛎,壳长 3~4cm。每个地点采集 10 个,现场解剖分离消化腺,双蒸水洗净后用冻存管装取,放入冰壶中带回,置于-20℃冰箱中保存,用于生化指标测定。同时在每个地点采集僧帽牡蛎样品,剖开后用双蒸水洗净全部组织用小型广口瓶装取,-20℃保存至测定。

收稿日期: 2005-10-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(20207006);校级自选课题基金

* 责任作者, 副教授, limbo_chen@163.com



图 1 采样地点示意

Fig.1 Sampling sites

酶活样品加 5 倍体积的 0.1mol/L 磷酸钾缓冲液(pH 7.4),冰浴条件下用玻璃匀浆器匀浆后,4 10000r/min 离心 20min,取上清液用于酶活测定.

1.3 OCPs 和 PCBs 含量的测定

将牡蛎切碎、混匀后,称取 10g 样品,加入 1g 铜粉,然后加入 30mL 体积比为 9:1 的正己烷-丙酮混和液,超声萃取后静置过夜,提取有机氯化物,萃取液次日过佛罗里硅土柱,用 50mL 体积比为 7:3 的正己烷-二氯甲烷混和液淋洗,淋洗液收集于 K-D 瓶中,氮气流下浓缩至 0.5mL,用于气相色谱分析.

气相色谱仪型号为 HP6890,ECD 检测器;HP-5 毛细管色谱柱,30.0m×320μm×0.25μm;初始炉温 60 (稳定 1min),进样口温度 270 ,检测器温度为 300 ;程序升温,以 30 /min 从 60 升至 210 ,以 10 /min 从 210 升至 240 ,以 4 /min 从 240 升至 260 ,保持 1min;载气为 99.99% 高纯氮;无分流进样,进样量 1μL.该方法检测限为 0.01ng/g,回收率为 78%~105%.

1.4 生物指标的测定

谷胱甘肽硫转移酶(GST)活性测定采用紫外分光光度法^[5],一个酶单位定义为在 25 ,1min 催化形成 1μmol 反应产物的酶蛋白量;7-乙氧基异吩噻唑-O-脱乙氧基酶(EROD)活性测定采用荧光分光光度法^[6],并做适当改进.反应温度调整为 15 ,缓冲液为 pH 7.8 的 Tris-HCl 缓冲液.发射

波长 583nm,激发波长 530nm 测定样品的荧光强度;超氧化物歧化酶(SOD)活性、谷胱甘肽(GSH)含量、总抗氧化能力、丙二醛(MDA)含量的测定均采用南京建成生物工程研究所的试剂盒;蛋白质含量的测定以牛血清白蛋白为标准,采用改进的考马斯亮蓝比色法^[7].

1.5 数据处理

酶活性数据结果均为平均数±标准误差.用 t-检验法对组间数据进行差异性显著分析.用相关系数判断酶活性与有机污染物含量之间的相关程度.

2 结果与讨论

2.1 不同样点僧帽牡蛎全组织有机污染物含量比较

由表 1 可见,集美样品中的 DDTs 和 PCBs 的浓度均为最高,大嶝岛样品中 HCHs 的含量最高,而 DDTs 和 PCBs 含量最低.大嶝岛地处厦门东海域,海面开阔,海水较洁净,有机污染物的含量也最低.白城海滩有生活污水的排放,轮渡海滩来往的客运渡船和渔船比较多,这 2 个地点的有机污染水平均高于大嶝岛,而集美样品中有机污染物含量总体最高,这与集美区以往以农业生产为主有关.

表 1 不同采样地点僧帽牡蛎全组织有机污染物含量(ng/g 湿重)

Table 1 The contents of organic pollutants in whole tissue of oyster from different sampling sites (ng/g wet)

污染物	采样点			
	集美	白城	轮渡	大嶝
α -HCH	n.d.	0.017	0.044	0.075
β -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
γ -HCH	0.083	0.066	n.d.	0.020
δ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Σ HCHs	0.083	0.083	0.044	0.095
<i>p,p'</i> -DDE	1.8	1.4	1.0	1.0
<i>o,p'</i> -DDT	6.8	3.3	2.2	1.3
<i>p,p'</i> -DDD	3.0	1.1	1.3	0.8
<i>p,p'</i> -DDT	9.3	4.4	5.3	n.d.
Σ DDTs	20.9	10.2	9.9	3.2
Σ PCBs	1.560	1.231	0.794	0.650

注: n.d.为未检出

根据陈伟琪等^[3]的调查,1995~1996 年间厦门岛东部双壳类生物体内 HCHs、DDTs 和 PCBs 的含量范围分别为 0.18~345ng/g(干重),75.2~2143ng/g(干重),n.d.~234ng/g(干重).本研究结果与之相比有极显著的下降,表明近 10 年来厦门岛附近海域 PCBs 和有机氯农药污染程度在迅速减轻.与珠江口^[4]、大连湾^[8]双壳类生物体内 PCBs 和有机氯农药含量相比,厦门海域的有机氯农药污染并不严重,而 PCBs 的污染更是相对轻微.

2.2 不同采样地点僧帽牡蛎生化指标比较

SOD 是生物体内唯一清除超氧阴离子的抗氧化酶,GSH 是最重要的抗氧化剂,它们的变化可以间接指示体内自由基含量的变化.总抗氧化

能力代表生物体清除自由基的潜在能力,而 MDA 含量代表脂质过氧化程度,可反映自由基对生物大分子的损伤.EROD、GST 分别是生物转化的 I 相代谢酶和 II 相代谢酶.

由表 2 可见,在 4 个站点中,水质最清洁的大嶝站点牡蛎消化腺的 SOD 活性和 GSH 含量最高,其他站点与之相比都有不同程度的下降,说明有机污染对僧帽牡蛎的抗氧化系统起到一定的抑制作用,污染最严重的集美站点总抗氧化能力最低也证实了这一点.而 MDA 含量的最高值却出现在轮渡站点,原因在于轮渡站点渡船较多,石油污染较为严重.由此可见,OCPs 和 PCBs 污染抑制了僧帽牡蛎抗氧化系统.

表 2 不同采样地点僧帽牡蛎消化腺生化指标比较

Table 2 The comparative of oyster biochemical responses in different sampling sites

生化指标	采样点			
	集美	白城	轮渡	大嶝
SOD(U/mL)	20.59±5.56	24.23±4.27	19.56±5.07	48.54±9.75
GSH(mg/g pro)	63.58±9.04	43.89±14.04	61.59±9.97	92.88±16.17
总抗氧化能力(U/mg pro)	0.11±0.06	0.87±0.72	1.26±0.88	0.52±0.31
MDA(nmol/mg pro)	3.97±0.99	7.69±2.29	9.58±1.22	5.61±2.36
EROD[nmol/(min·mg pro)]	0.030±0.011	0.022±0.008	0.014±0.007	0.017±0.008
GST[μmol/(min·mg pro)]	13.83±3.95	6.63±1.55	10.11±1.55	19.42±5.16

注:表中数据是对 7~10 个样品的统计结果

污染最严重的集美站点 EROD 活性最高,随污染程度的下降,活性也有下降的趋势,说明 OCPs 和 PCBs 可以诱导 EROD 活性.GST 的变化

正好相反,最高值出现在大嶝样品中,OCPs 和 PCBs 对其大致是一种抑制作用.

表 3 生化指标与有机污染物含量的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between biochemical responses and the level of organic pollutant

污染物	总 SOD	GSH	总抗氧化能力	MDA	EROD	GST
HCHs	0.64	0.35	-0.74	-0.77	0.47	0.48
DDTs	-0.74	-0.47	-0.48	-0.42	0.83	-0.28
PCBs	-0.62	-0.59	-0.56	-0.50	0.94	-0.37

由表 3 可见,总 SOD 与 HCHs 含量之间有一定正相关性,而与 DDTs、PCBs 含量有比较明显的负相关.Nasci 等^[9]也发现贻贝 (*Mytilus galloprovincialis*)SOD 活性与体内 DDT 和 PCBs

含量存在负相关.此外总抗氧化能力、MDA 与 HCHs、PCBs 含量也有一定的负相关性.但总体来说,僧帽牡蛎抗氧化体系指标与 OCPs、PCBs 之间的相关性不强,不适合作为监测 OCPs 和

PCBs 的生物标志物.生物代谢酶 EROD 与有机污染物之间的相关性比较明显,尤其是 EROD 与 DDTs 和 PCBs 的正相关性相当显著,有希望成为监测海洋 OCPs 和 PCBs 污染的生物标志物.霍传林等^[10]发现黄鱼 (*Hexagrammos otakii*) 肝脏 EROD 活性可被 PCBs 诱导,并与环境中特定污染物浓度之间存在着定量响应关系,可用作反映水体 PCBs 污染的生物指标.双壳类生物 EROD 活性与环境有机污染物的相关性的研究还需要作进一步的研究.

3 结论

3.1 厦门岛附近海域僧帽牡蛎 HCHs、DDTs、PCBs 含量分别为 0.044~0.095,3.2~20.9,0.65~1.56ng/g(湿重),污染比较轻微.

3.2 OCPs 和 PCBs 可以抑制僧帽牡蛎抗氧化体系,诱导 EROD 活性,抑制 GST 活性.

3.3 EROD 活性与 OCPs 和 PCBs 含量之间有显著的正相关性,可望作为监测海洋有机污染的生物标志物.

参考文献：

[1] Chou C L, Paon L A, Moffatt J D, *et al.* Selection of bioindicators for monitoring marine environmental quality in the Bay of Fundy, Atlantic Canada [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2003,46(6):

756-762.

- [2] Galloway T S, Sanger R C, Smith K L, *et al.* Rapid assessment of marine pollution using multiple biomarkers and chemical immunoassays [J]. *Environmental Science and Technology*, 2002, 36(10):2219-2226.
- [3] 陈伟琪,张珞平,王新红,等.厦门岛东部和闽江口沿岸经济贝类中持久性有机氯农药和多氯联苯的残留水平 [J]. *台湾海峡*, 2001,20(8):329-334.
- [4] 方展强,张润兴,黄铭洪.珠江河口区翡翠贻贝中有机氯农药和多氯联苯含量及分布 [J]. *环境科学学报*,2001,21(1):113-116.
- [5] 毛德寿,同宗灿,王志远,等.环境生化毒理学 [M]. 沈阳:辽宁大学出版社, 1986.151.
- [6] Stein J E, Collier T K, Reichert W L, *et al.* Bioindicators of contaminant exposure and sublethal effects: studies with benthic fish in Puget sound, Washington [J]. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1992,11:701-714.
- [7] 郭敏亮,姜涌明.考马斯亮蓝显色液组分对蛋白质测定的影响 [J]. *生物化学与生物物理进展*,1996,23(6):558-561.
- [8] 于 强,李亚明,张 华,等.近海贻贝、牡蛎中有机氯农药和多氯联苯的气相色谱法测定 [J]. *分析测试学报*,2002,21(2):91-93.
- [9] Nasci C, Luisa Da Ros, Campesan G, *et al.* Assessment of the impact of chemical pollutants on mussel, *Mytilus galloprovincialis*, from the Venice Lagoon, Italy [J]. *Mar Environ. Res.*, 1998,46(1-5):279-282.
- [10] 霍传林,王菊英,韩庚辰,等.鱼体内 EROD 活性对多氯联苯类的指示作用 [J]. *海洋环境科学*,2002,21(1):5-8.

作者简介：陈 荣(1974-),男,福建省福州人,副教授,博士,主要研究方向为海洋生态毒理学.发表论文 20 余篇.

《中国环境科学》荣获第三届全国期刊奖百种重点期刊

由中国环境科学学会主办的《中国环境科学》2004 年荣获第三届全国期刊奖百种重点期刊.

国家期刊奖是经中共中央宣传部批准,由新闻出版总署主办的我国期刊界最高奖项.此次参加评选的全国期刊有 976 种,其中社科类期刊 485 种,科技类期刊 491 种.

《中国环境科学》编辑部