· 检验技术 ·

杭州湾南岸小海鲜和滩涂中多氯联苯残留*

龚文杰[1], 施家威[2], 马建明[1], 吴建根[1], 徐毅[1], 施南峰[1]

摘　要: 目的　探讨杭州湾南岸小海鲜食品和滩涂环境中多氯联苯的污染水平及其相关性。**方法**　2010—2011 年沿杭州湾南岸的 6 个滩涂养殖区采集 7 种小海鲜食品和相应的滩涂沉积物, 采用气相色谱 – 质谱联用仪测定所采集海鲜食品及滩涂环境样品中多氯联苯含量, 并分析海鲜与滩涂样品中多氯联苯污染水平的相关性。**结果**　7 大类 880 份小海鲜食品中多氯联苯残留量为 43.69 ~ 147.14 μg/kg, 环境沉积物多氯联苯残留量为 8.41 ~ 25.87 μg/kg, 各养殖区域的小海鲜和沉积物多氯联苯含量差异有统计学意义($P < 0.05$); 沉积物中多氯联苯含量与小海鲜体内多氯联苯水平呈正相关关系($P < 0.05$), 并在生物体内不断富集放大。**结论**　杭州湾南岸小海鲜食品和滩涂环境中均检出多氯联苯残留, 小海鲜中多氯联苯污染与环境中多氯联苯残留有关。

关键词: 杭州湾南岸; 多氯联苯; 小海鲜; 滩涂沉积物

中图分类号: R 195　**文献标志码**: A　**文章编号**: 1001-0580(2014)04-0529-03　DOI: 10.11847/zgggws2014-30-04-49

Polychlorinated biphenyls in seafood and tidal-flat environment of south of Hangzhou Bay

GONG Wen-jie*, SHI Jia-wei, MA Jian-ming, et al (* *Cixi Municipal Center for Disease Control and Prevention, Cixi, Zhejiang Province* 315300, China)

Abstract: Objective　To study polychlorinated biphenyls (PCBs) pollution level in seafood and tidal-flat environment of the south of Hangzhou Bay. **Methods**　Seven kinds of seafood and tidal-flat sediments were collected from six tidal-flat farms in south of Hangzhou Bay from 2010 to 2011. The contents of PCBs were determined with gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MSO) and the correlation between PCBs and seafood and tidal-flat pollution was analyzed. **Results**　Concentration ranges of PCBs in 880 samples of 7 kinds of seafood were 43.69 – 147.14 μg/kg. Concentration ranges of PCBs in tidal-flat sediments were 8.41 – 25.87 μg/kg. There were significant differences in the content of PCBs of seafoods and tidal-flat sediments from different tidal-flat farm areas ($P < 0.05$). The content of PCBs in seafood was significantly correlated with tidal-flat sediments ($P < 0.047$) and the enrichment of PCBs in biological systems was observed. **Conclusion**　Residues of PCBs are detectable in seafoods and tidal-flat sediments from the south of Hangzhou Bay and the PCBs pollution of seafoods is correlated to that of tidal-flat.

Key words: south of Hangzhou Bay; polychlorinated biphenyls; seafood; tidal-flat sediment

多氯联苯(polychlorinated biphenyls, PCB)具有很强的化学稳定性和低电导率, 曾广泛应用于变压器、电容器的绝缘油、油漆、油墨、防滑剂和可塑剂等。由于其具有亲脂性和蓄积性, 环境中多氯联苯残留可通过生物链蓄积在生物体中, 具有致癌、致畸与致突变作用, 并逐渐放大富集, 最终威胁人类健康。研究表明, 人体内的多氯联苯 90% 以上来自食物的摄入, 而沿海地区 65% 以上来源于海水产品[1-2]。杭州湾南岸是中国人口密集、经济最发达地区, 南岸的滩涂是钱塘江不断冲洗、淤积围垦而成, 养殖潜力巨大。但该区域受钱塘江以及南岸陆源入海污染影响, 对当地的生态环境和小海鲜食品带来了很大的威胁。本研究通过对杭州湾南岸小海鲜食品和环境中多氯联苯采用气相色谱 – 质谱联用仪进行检测分析, 了解小海鲜食品和环境中多氯联苯含量及分布规律, 评价小海鲜食品和环境中多氯联苯的潜在风险和相互关系, 对杭州湾南岸经济持续、健康的发展提供参考依据[3]。

1　对象与方法

1.1　主要仪器与试剂　Agilent 7890A 型气相色谱仪、Agilent 7000B 型三重四级杆质谱仪(美国 Agilent 公司), HGC-24 型氮吹仪(天津恒奥科技有限公司), Milli-Q 纯水系统(美国 Millipore 公司), Legend RT 型高速离心机(德国 Heraeus 公司)。乙腈、正己烷均为色谱纯(德国 Merck 公司), 所有溶剂使用前均使用 0.45 μm 滤膜过滤。超纯水(18.2Ω)。PCB28、PCB52、PCB101、PCB118、PCB138、PCB153、PCB180、PCB209(美国 Accustandard 公司)。

1.2　小海鲜样本　在杭州湾南岸由西向东选择庵

* **基金项目**: 浙江省慈溪市科技计划项目(CN2010009)
作者单位: 1. 慈溪市疾病预防控制中心, 浙江 315300; 2. 宁波市疾病预防控制中心
作者简介: 龚文杰(1975 –), 男, 浙江慈溪人, 副主任技师, 本科, 主要从事卫生理化检验工作。
数字出版日期: 2013 – 7 – 17 9:31
数字出版网址: http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20130717.0931.007.html

东、杭州湾、新浦、师桥、掌起、龙山 6 个滩涂养殖区作为采样点，于 2010 年 11 月—2011 年 10 月份按季节采集当地居民喜欢食用的小海鲜和环境沉积物，其中鱼类：鲻鱼、跳鱼；甲壳类：对虾、青蟹；贝类：泥螺、蛏子、海瓜子，共 80 批次（每批次为 11 份样品），以及养殖区所对应的滩涂沉积物各 2 份。

1.3　样品前处理　称取经预处理小海鲜或沉积物样品 15 g，加入内标物十氯联苯（PCB209）200 ng，样品放入索氏提取器中，用 250 mL 正己烷/丙酮（1∶1，*v*/*v*）提取，水浴锅温度控制在 57 ~ 59 ℃，连续抽提24 h，浓缩至约 2 mL，加入 5 mL 正己烷，浓缩至约 1 mL，将浓缩液全部移入预先用 2 mL 正己烷活化的 ProElut Florisil spe 固相萃取小柱，平衡5 min，以5 mL乙醚/正己烷（6∶94，*v*/*v*）分 2 次洗涤，并移入净化柱中，再用 25 mL 乙醚/正己烷（6∶94，*v*/*v*）淋洗固相萃取小柱，收集全部淋洗液，旋转蒸发至近干，用正己烷定容至 1 mL 备用。

1.4　样品中 PCB 含量检测　色谱条件：色谱柱为 Agilent J&W DB-5ms（30 m × 0.25 mm × 0.25 μm）；载气：：高纯氦气（99.9995%）；柱流速：1.2 mL/min；汽化室温度：260 ℃；进样方式：不分流进样；进样量：2.0 μL；柱温程序：初始温度 70 ℃，保持3.5 min，以 50 ℃/min 速率升温至 180 ℃，再以 30 ℃/min 速率升温至 280 ℃保持 5 min。质谱条件：传输线温度：280 ℃；离子源温度：280 ℃；离子化方式：EI；电子能量：70 eV；数据采集模式：多反应监测；碰撞气：高纯氮气（99.999 5%）；延迟时间：3.75 min。

1.5　质量控制　样品分析前，加入内标物 PCB209 进行质量控制。进行空白试验，每 10 个样品增加 1 个空白和加标样，所有样品进行平行双样检测。7 种多氯联苯（PCBs）在 0.5 ~ 50.0 μg/L 范围内线性关系良好，相关系数大于 0.998，相对标准偏差 2.5% ~ 7.7%，加标回收率为 83.8% ~ 113.7%，定量检出限为 0.23 ~ 0.87 μg/kg。

1.6　统计分析　实验数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用 SPSS 16.0 统计软件对数据进行单因素方差分析和 person 相关分析，$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　滩涂沉积物及小海鲜中多氯联苯含量比较（表 1）　各采样点滩涂沉积物中均检出多氯联苯残留，含量在 8.41 ~ 25.87 μg/kg，平均为 15.6 μg/kg，不同地区间滩涂沉积物中多氯联苯残留量差异有统计学意义（$P < 0.05$），含量最高的是龙山养殖区，最低的是庵东养殖区。所有小海鲜均检出多氯联苯残留，各种小海鲜中多氯联苯含量的平均值为109.5 μg/kg，含量范围在 43.69 ~ 147.14 μg/kg，不同地区间小海鲜中多氯联苯残留量差异有统计学意义（$P < 0.05$），含量最高为龙山养殖的小海鲜。

表 1　滩涂和小海鲜产品中多氯联苯含量（$\bar{x} \pm s$，μg/kg）

采样点	滩涂沉积物	小海鲜食品
庵东	8.41 ± 6.27	69.01 ± 37.11
杭州湾	11.29 ± 4.05	61.57 ± 32.91
新浦	13.20 ± 5.39	43.69 ± 21.42
师桥	17.74 ± 5.63	146.47 ± 113.42
掌起	17.07 ± 11.19	105.89 ± 58.79
龙山	25.87 ± 18.27	147.14 ± 141.47
F 值	3.139	35.668
P 值	0.017	0.000

2.2　环境沉积物和小海鲜中的多氯联苯含量相关性分析　对沉积物和小海鲜中的多氯联苯含量进行相关分析，结果显示，沉积物中多氯联苯含量与小海鲜体内多氯联苯水平呈正相关关系（$r = 0.817$，$P = 0.047$），表明环境沉积物中多氯联苯残留导致小海鲜体内多氯联苯污染，并经过生物体不断富集放大效应，使得小海鲜体内多氯联苯含量明显高于环境中残留量。

2.3　环境和小海鲜中多氯联苯单体组成分析　环境和小海鲜体内均有 7 种多氯联苯单体检出。环境滩涂中六氯联苯（PCB-138）含量最高达 56%，三氯联苯（PCB-28）达 40%，两者合计高达 96%，表明杭州湾南岸主要受到六氯联苯类工业污染物的污染，这可能与钱塘江上游和陆源性污染物汇入杭州湾，吸附于滩涂沉积物中有关。小海鲜体内高氯代六氯联苯 PCB-138 和 PCB-153 以及七氯联苯分别占 21%、23% 和 15%，高氯代多氯联苯占了总体的 59%，而低氯代多氯联苯组分大幅减少，低氯代三氯联苯（PCB-28）则未在小海鲜体内检出，这可能与海洋生物较容易蓄积脂溶性更强的高氯代多氯联苯有关。

3　讨　论

本研究结果显示，滩涂沉积物中 PCB 含量在 8.41 ~ 25.87 μg/kg，高于长江口潮滩中多氯联苯含量 0.19 ~ 18.95 μg/kg[4]、黄河中下游表层沉积物中多氯联苯含量 0 ~ 5.98 μg/kg[5]、太湖底泥中 0.37 ~ 4.0 μg/kg[6]，但低于珠江三角洲地区沉积物中多氯联苯含量 10.16 ~ 485.45 μg/kg[7]；小海鲜中多氯联苯含量为 43.69 ~ 147.14 μg/kg，高于长江口九段沙鱼贝类中多氯联苯含量 0.12 ~ 9.40 μg/kg[8]、福建省养殖大黄鱼中多氯联苯含量 1.32 ~ 5.57 μg/kg[9]、闽江口的贻贝多氯联苯含量 3.28 μg/kg[10]，但低于珠江河口区贻贝中多氯联苯

含量 82.8 ~ 615.1 μg/kg [11]。本研究结果还表明，沉积物中多氯联苯含量与小海鲜体内多氯联苯水平呈正相关。提示杭州湾南岸沉积物和小海鲜中已存在一定程度的多氯联苯污染，这可能与钱塘江上游以及周边工业带来的陆源性有机物排入杭州湾，在滩涂中沉积积累，最终被小海鲜吸收富集有关。

滩涂环境和小海鲜中多氯联苯单体组成有较大差异，滩涂中低氯代三氯联苯高达 40% 而在小海鲜体内未检出，环境中未检出的高氯代六氯联苯 PCB-153 以及七氯联苯却在小海鲜体内占很大比重，可见多氯联苯有机污染物进入环境后，经生物吸收、转化、降解后，同系物的组成发生了很大变化，低氯代多氯联苯易于迁移、溶解、挥发进入大气，高氯代多氯联苯代谢率低亲脂性强容易体内蓄积。

根据 2011 中国卫生统计年鉴[12]对城乡居民食物摄入量调查结果，城市居民鱼虾类的平均每日摄入量为 44.9 g，按人均体重 60 kg 计算，人均每日膳食多氯联苯暴露总量为 81 ng/kg，高于世界卫生组织 WHO 规定值 20 ng/kg 的每人每日耐受剂量[2]，提示长期食用杭州湾南岸小海鲜，存在潜在健康风险。因此，有必要对杭州湾南岸滩涂环境和小海鲜产品中多氯联苯污染水平进行监控及治理。

参考文献

[1] EFSA. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the presence of non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCBs) in feed and food[J]. The EFSA Journal, 2005, 284: 1 – 137.

[2] Jiang QT, Lee TKM, Chen K, et al. Human health risk assessment of organochlorines associated with fish consumption in a coastal city in China[J]. Environmental Pollution, 2005, 136: 155 – 165.

[3] 姜杰，张建清，蒋友胜，等. 高分辨质谱法测定海鱼中二恶英和多氯联苯[J]. 中国公共卫生，2004，20(11)：1358 – 1360.

[4] 杨毅，刘敏，许世远，等. 长江口潮滩表层沉积物中 PCBs 和 OCPs 的分布 [J]. 中国环境科学，2003，23(2)：215 – 219.

[5] 孙艳，何孟常，杨志峰，等. 黄河中下游表层沉积物中多氯联苯的污染特征[J]. 环境化学，2005，24(5)：590 – 593.

[6] 袁旭音，王禹，孙成，等. 太湖底泥中多氯联苯的特征与环境效应 [J]. 长江流域资源与环境，2004，13(3)：272 – 276.

[7] 康跃惠，盛国英，傅家谟. 珠江三角洲一些表层沉积物中多氯联苯的初步研究 [J]. 环境化学，2000，19(3)：262 – 268.

[8] 孙振中，戚隽渊，曾智超，等. 长江口九段沙水域环境及生物体内多氯联苯分布[J]. 环境科学研究，2008，20(3)：92 – 97.

[9] 叶玫，吴成业，余颖. 福建省养殖大黄鱼中指示性多氯联苯残留水平及人体暴露风险评估[J]. 海洋科学，2011，35(11)：63 – 68.

[10] 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(3)：329 – 334.

[11] 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.

[12] 中华人民共和国卫生部. 2011 中国卫生统计年鉴. 城乡居民每人每日食物摄入量. [EB/OL]. [2013 – 01 – 16]. http://www.moh.gov.cn/htmlfiles/zwgkzt/ptjnj/year2011/index2011.html.

收稿日期：2013 – 04 – 25　（解学魁编辑　韩仰欢校对）

· 检验技术 ·

水样和粪便中蓝氏贾第鞭毛虫 PCR 检测*

张小萍，朱倩，何艳燕，蒋守富，江莉，张耀光，王真瑜，洪国宝

关键词：蓝氏贾第鞭毛虫；包囊；基因检测；水样；粪便标本

中图分类号：R 382.2　**文献标志码**：A　**文章编号**：1001-0580(2014)04-0531-03　DOI：10.11847/zgggws2014-30-04-50

蓝氏贾第鞭毛虫（简称贾第虫）是引起人和多种动物腹泻的一种重要机会性致病原虫。介水传播的贾第虫病严重影响公众健康[1]，含有贾第虫的家畜、人和野生动物排泄物是地表水中贾第虫的主要污染源。世界范围内人群贾第虫的感染率为 1% ~ 30%[2]，中国人群平均感染率为 2.52%[3]。目前，对贾第虫的检测主要是采用镜检方法，由于虫体包囊体积极其微小，在形态上难以区分，粪检贾第虫包囊的漏检率较高[4]。因此，建立敏感性较高的贾第虫基因检测技术，对预防控制贾第虫感染具有重要意义[5]。本研究于 2011—2012 年采用 PCR 建立贾第虫的基因检测方法，并应用于现场水样和粪便标本中，并与镜检法进行比较，结果报告如下。

1　材料与方法

1.1　实验材料与主要试剂　1 株贾第虫滋养体（中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所惠赠），1 株人源贾第虫包囊（分离自上海市江湾医院的 1 例贾第虫感染者），实验所用阴性对照水样为纯净水（购自上海获特满饮料有限公司），阴性对照粪便标

* **基金项目**：上海市卫生局科研项目（20114190）
作者单位：上海市疾病预防控制中心 上海市预防医学研究院寄生虫病防治科，200336
作者简介：张小萍（1962 – ），女，江苏人，主任医师，本科，研究方向：寄生虫病防治和检测。
数字出版日期：2014 – 3 – 12 10:30
数字出版网址：http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20140312.1030.029.html