

# 酸奶中持久性有机污染物残留影响因素浅析

张 鸿<sup>1,2</sup>, 柴之芳<sup>1,2</sup>, 孙慧斌<sup>1</sup>, 王晓蕾<sup>2</sup>

(1. 深圳大学理学院核技术研究所 广东 深圳 518060;

2. 中国科学院高能物理研究所核分析技术重点实验室 北京 100049)

**摘 要:** 为探究影响酸奶中 POPs 残留的因素, 采用化学提取预富集与 GC-ECD 相结合的方法, 测定了产自北京六个不同区域以及产自中国不同城市相同品牌酸奶中和酸奶及其原料奶中 OCPs、PCBs 的残留水平。结果显示: 北京地区酸奶中 OCPs 残留水平呈西南 >> 南部、城区 >> 东南、东北的分布, PCBs 残留呈城区 >> 西南 >南部、东南 >> 东北的分布; 产自不同城市相同品牌酸奶中 OCPs、PCBs 残留水平与组成因地而异, 表明奶源环境是影响酸奶中 POPs 残留水平的重要因素之一; 酸奶中 HCHs、DDTs、PCBs 残留水平低于其原料奶, 原因可能与酸奶生产过程中的加热灭菌环节和微生物发酵过程有关。

**关键词:** 酸奶; 有机氯杀虫剂; 多氯联苯; 电子捕获气相色谱; 影响因素

收稿日期: 2006-08-12

基金项目: 国家自然科学基金(10275074); 中国科学院创新基金(KJCX-N01); 国际原子能机构(IAEA11921);

深圳市科技三项经费(200209); 深圳大学科研启动基金(200620)

作者简介: 张鸿(1962-)女, 副研究员, 博士, 主要从事环境中有机污染物的研究。

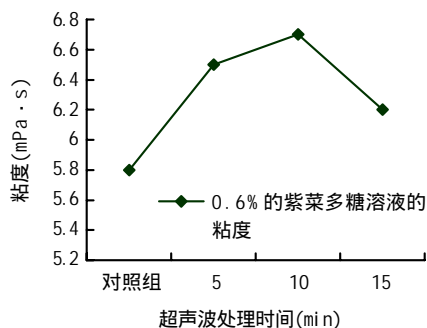


图 12 超声波对紫菜多糖溶液粘度的影响

Fig.12 The effect of ultrasonic treatment on viscosity of porphyr polysaccharide

从以上的结果可以看出, 坛紫菜多糖溶液的粘度随着浓度的增加而增加, 当浓度达到 1% 时, 其粘度为 15.5 mPa·s; 坛紫菜多糖溶液为“非牛顿流体”, 溶液具有“假塑性”; 坛紫菜多糖的最佳溶解温度为 60℃, 加热时间以 1h 为宜; pH、苯甲酸钠和冻融变化对坛紫菜多糖溶液的粘度影响较小; 坛紫菜多糖有良好的耐盐稳定性和抗降解性能, 可应用于高盐食品中; 1% 坛紫菜多糖溶液的吸光度为 2.209, 在冷水中的溶解度为 34.29%; 坛紫菜多糖与刺槐豆胶、卡拉胶和魔芋粉没有协效性; 短时间微波和超声波处理可使坛紫菜多糖溶液的粘度有一定幅度的增加。

坛紫菜多糖具有良好的流变学性能, 由于紫菜多糖具有降血糖、调血脂、抗凝血、抑制肿瘤、增强体液免疫功、抗炎和防治溃疡、抗血栓等多种生物活性, 因此即可作为增稠剂又可作为功能性食品添加剂广泛应用于食品行业。

参考文献:

- [1] 肖海芳, 马海东. 条斑紫菜蛋白和多糖提取工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(1): 84-87.
- [2] 吕燕, 陈颢, 汪水娟, 等. 紫菜多糖的分离纯化和化学结构分析[J]. 南京中医药大学学报(自然科学版), 2000, 16 (3): 195-161.
- [3] 周慧萍, 陈琼华. 紫菜多糖的抗凝血和降血脂作用[J]. 中国药科大学学报, 1990, 21(6): 358-360.
- [4] 周慧萍, 陈琼华. 紫菜多糖对核酸、蛋白质生物合成和免疫功能的影响[J]. 中国药科大学学报, 1984, 20(2): 86-88.
- [5] 高淑清, 单保恩. 条斑紫菜生物学作用的研究进展[J]. 现代中西医结合, 2004, 13(2): 1661-1662.
- [6] 周慧萍, 陈琼华. 紫菜多糖对机体细胞的保护作用[J]. 中国药科大学学报, 1989, 20(6): 340-343.
- [7] 张伟云, 刘宇峰, 陈颢, 等. 紫菜多糖PY4对免疫细胞增殖的影响[J]. 中国药科大学学报, 2001, 32(1): 57-59.
- [8] 孟凡德, 赵全芹, 李明霞. 紫菜多糖Fe( )配合物的生物利用度初步研究[J]. 中国现代应用医学杂志, 2002, 19(3): 207-209.
- [9] 蒋建新, 朱莉伟, 安鑫南, 等. 植物多糖胶流变性质的研究[J]. 中国野生植物资源, 2003, 22(5): 22-25.
- [10] 郭守军, 杨永利, 张继, 等. 热水溶胡芦巴胶的流变性研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(6): 185-188.

## Pilot Study on Factors Affecting Persistent Organic Pollutants Residue Levels in Yogurt

ZHANG Hong<sup>1,2</sup>, CHAI Zhi-fang<sup>1,2</sup>, SUN Hui-bin<sup>1</sup>, WANG Xiao-lei<sup>2</sup>

(1. Institute of Nuclear Application, Sciences College, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China;

2. Laboratory of Nuclear Analytical Techniques, Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** To understand the factors affecting persistent organic pollutants residue levels in yogurt, the concentrations of OCPs and PCBs in yogurt specimens from six production areas of northeast, center, southeast, south, southwest of Beijing and from different Chinese cities with same commercial brand were determined by GC-ECD combined with chemical separation methods. Meanwhile, the levels of OCPs and PCBs in yogurt and their raw milk samples were also analyzed. The results indicated that the concentrations of OCPs in yogurt from Beijing area were in the order of southwest >> south, center >> southeast, northeast, and PCBs in the order of center >> southwest > south, southeast >> northeast. Also, both concentrations and compositions of OCPs and PCBs in same commercial brand yogurt samples produced in different regions significantly varied. This fact suggested that the environmental status of raw milk is a key factor to affect the pollutants residues in yogurt. Further, the levels of HCHs, DDTs and PCBs in yogurt were much lower than those in their raw milk, which is likely relevant to the manufacturing technology of yogurt, including heat treatments and microorganisms zymolysis during storage.

**Key words:** yogurt; organochlorinated pesticides (OCPs); polychlorinated biphenyls (PCBs); gas chromatograph equipped with electron capture detector (GC-ECD); influencing factors

中图分类号:X56

文献标识码:A

文章编号:1002-6630(2006)10-0104-05

随着中国履行“POPs 公约”进入实质性阶段,开展食品中持久性有机污染物(persistent organic pollutants, POPs)残留水平、影响因素等方面的研究,对于保障食品安全,保护人民身体健康显得十分紧迫与重要。为探究影响酸奶中有机氯杀虫剂(organochlorine pesticides, OCPs)、多氯联苯(polychlorinated biphenyls, PCBs)残留的影响因素,采用电子捕获气相色谱(gas chromatograph equipped with electron capture detector, GC-ECD)与化学提取预富集相结合的方法,测定了产自北京六个不同区域以及产自中国不同城市相同品牌酸奶中 OCPs (α-、β-、γ-和 δ-HCH、p,p-DDT、p,p-DDE 和 p,p-DDD、aldrin、heptachlor epoxide、cis- 和 trans-chlordane)、PCBs (PCB60、103、105、128、143、154、173、202、205、208 和 209)的残留水平,同时,对酸奶及其原料奶中 HCHs、DDTs、PCBs 残留水平也进行了分析,以了解奶源环境和酸奶生产过程对酸奶中 POPs 残留水平的影响,为乳制品中 POPs 的风险评价提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品的采集与制备

2003 年 2~7 月,采集产自北京东北(密云、顺义)、城区(西城)、东南(通州)、南部(大兴)和西南(房山)六个区域(图 1)以及产自北京、上海、广州的同品牌酸奶,

每种 8~10 杯(125 或 150g/杯,保质期 7d);2003 年 12 月至 2004 年 4 月,于三个酸奶生产厂,分别采集酸奶及其原料奶,每生产厂采集酸奶 10 杯,原料奶 4000 ml。采集后的样品经冻干、粉碎,储存于棕色玻璃瓶中,4℃ 保存备用。



图1 产自北京六区域酸奶采样点分布

Fig.1 Map of six yogurt producing sites in Beijing

### 1.2 样品的提取与分析

样品的提取与分析包括仪器、试剂、分离流程、GC-ECD 分析条件、脂肪含量测定方法和质量控制手段

同文献[1]报道。GC-ECD 分析 11 种 OCPs、11 种 PCBs 的检出限(信噪比为3)分别为0.01~0.06和0.002~0.06 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。分离流程加标回收率(71.0%~102.6%)和变异系数(5.7%~13.3%)符合中华人民共和国进出口商品检验行业标准(SN/T 0001-1995)的要求。

## 2 结果与分析

### 2.1 产自北京不同区域酸奶中 OCPs 和 PCBs 的残留与分布

产自北京不同区域酸奶中 OCPs、PCBs 残留水平(表1)显示, 酸奶中 OCPs 残留水平呈西南 >> 南部、城区 >> 东南、东北的分布, 最高值出现在北京西南房山区, 其 HCHs(91.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质)、DDTs(79.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质)残留分别为最低残留(HCHs 7.8、DDTs 5.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质)的 11 和 19 倍。导致房山区 OCPs 高残留的原因可能来自三个方面:(1)房山区土地利用以农业为主, 在 1950~1980 年曾大量使用 OCPs。此外, 区内的高尔夫球场如遥上高尔夫俱乐部也曾大量施用有机氯农药<sup>[2]</sup>, 带来了该区 OCPs 的污染。(2)房山区位于永定河下游, 而永定河的源头官厅水库由于受有机氯农药、多氯联苯、氯代烃类等的严重污染, 已于 1997 年退出北京市饮用水水源<sup>[3]</sup>, 可见, 房山区水体质量也存在一定的隐患。(3)房山区地处北京西南, 在北京东北季风下风口, 区内集中了北京市较多的化工、煤炭、建材等致环境污染的企业, 同时, 受其上风向重工业企业如首钢等的影响, 其大气中同时承载着来自本埠和外埠的污染物, 空气质量指数居北京市末位, 存在着较其他区域更严重的来自大气的污染物沉降问题。酸奶中 PCBs 残留呈城区 >> 西南 > 南部、东南 >> 东北的分布, 最高值出现在北京西城区,

其 PCBs 残留(18.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质)为最低残留(1.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质)的 17 倍。西城区位于北京市中心, 区内人口密集、交通繁忙、高楼林立, 环境自净能力较弱。此外, 西城区附近的高井电厂、石景山电力厂以及首钢子公司等污染源均可能导致区内 PCBs 的高残留。与之相反, 享有“首都郊野公园”、“北京山水大全”等美誉的地处北京东北季风上风口的密云和顺义, 由于长期注重环境保护, 远离工业污染, 提倡生态农业, 已成为首都绿色食品的主要种植基地。相应的, 产自该区域酸奶中 OCPs 和 PCBs 的残留也最低。可见, 奶源环境是影响酸奶中污染物残留的重要因素。

北京六区域酸奶中 HCHs 平均残留水平 29.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质, DDTs 平均残留 31.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质, 分别占 OCPs 的 48% 和 44%, 是酸奶中 OCPs 的主要残留对象。其它 OCPs, 如环氧七氯(heptachlors)、氯丹(chlordans)和艾氏剂(Aldrin)也都有不同程度的检出。PCBs 的平均浓度为 9.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质, 其中 4-6CBs 约占 77%, 是酸奶中 PCBs 的主要残留种态。而对 PCBs 贡献最大的 4-6CBs 多具有 4,4'-或 2,3,5-氯取代结构特征, 与较早的酸奶研究结果一致<sup>[1]</sup>。

20 世纪 50 至 80 年代, 北京地区曾大量使用 HCHs、DDTs 和 PCBs, 虽然早在 1983 和 1980 年就分别禁止 HCHs、DDTs 和 PCBs 的生产与使用, 仍能在鱼、肉、蛋、奶和果蔬中检出它们不同程度的残留<sup>[4,5]</sup>。尽管酸奶中检测到的残留水平在安全阈值内, 考虑到污染物的综合效应, 乳制品中 OCPs、PCBs 的变化趋势仍应引起足够的关注。

### 2.2 产自中国不同城市相同品牌酸奶中 OCPs 与 PCBs 的分布

表 1 产自北京不同区域酸奶中 OCPs 和 PCBs 的残留水平 ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ ,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  脂质)  
Table 1 Residues of OCPs and PCBs in yogurt from different producing areas of Beijing ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ ,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lipid)

OCPs 和 PCBs	东北 密云	东北 顺义	城区 西城	东南 通州	南部 大兴	西南 房山
-HCH	3.1 $\pm$ 0.9	2.0 $\pm$ 0.5	7.3 $\pm$ 1.1	3.3 $\pm$ 1.3	3.5 $\pm$ 0.1	18.8 $\pm$ 0.2
-HCH	2.7 $\pm$ 0.7	1.7 $\pm$ 1.1	15.8 $\pm$ 2.0	0.27 $\pm$ 0.08	9.7 $\pm$ 0.7	46.4 $\pm$ 0.4
-HCH	3.4 $\pm$ 0.9	2.3 $\pm$ 0.7	6.4 $\pm$ 0.5	4.0 $\pm$ 1.2	5.0 $\pm$ 0.2	9.5 $\pm$ 0.7
-HCH	3.1 $\pm$ 1.0	1.8 $\pm$ 0.2	5.4 $\pm$ 1.3	3.2 $\pm$ 1.9	3.2 $\pm$ 0.5	16.3 $\pm$ 0.1
HCHs	12.2 $\pm$ 3.2	7.8 $\pm$ 0.9	34.9 $\pm$ 3.2	10.9 $\pm$ 4.3	21.4 $\pm$ 3.4	91.0 $\pm$ 0.7
4,4'-DDE	6.9 $\pm$ 2.2	4.8 $\pm$ 1.0	22.7 $\pm$ 3.0	3.1 $\pm$ 0.9	54.4 $\pm$ 5.2	71.7 $\pm$ 3.7
4,4'-DDD	0.33 $\pm$ 0.1	0.25 $\pm$ 0.04	1.5 $\pm$ 0.2	0.66 $\pm$ 0.2	0.98 $\pm$ 0.09	3.3 $\pm$ 0.03
4,4'-DDT	2.6 $\pm$ 0.4	-	4.2 $\pm$ 0.8	1.8 $\pm$ 0.4	2.1 $\pm$ 0.02	4.7 $\pm$ 0.02
DDTs	9.8 $\pm$ 2.7	5.0 $\pm$ 1.0	28.4 $\pm$ 3.3	5.6 $\pm$ 1.6	57.5 $\pm$ 5.4	79.7 $\pm$ 3.6
环氧氯	1.3 $\pm$ 0.6	0.79 $\pm$ 0.1	-	-	-	1.2 $\pm$ 0.2
氯丹	-	-	5.5 $\pm$ 0.9	2.5 $\pm$ 1.3	1.2 $\pm$ 0.01	-
艾氏剂	-	-	3.5 $\pm$ 1.0	3.3 $\pm$ 1.4	-	2.1 $\pm$ 0.2
OCPs	21.3 $\pm$ 5.8	12.1 $\pm$ 1.3	69.0 $\pm$ 8.2	21.4 $\pm$ 7.3	78.6 $\pm$ 8.7	174 $\pm$ 3.6
4-6CBs	1.1 $\pm$ 0.3	0.57 $\pm$ 0.2	16.9 $\pm$ 0.8	5.7 $\pm$ 1.9	6.4 $\pm$ 0.06	10.3 $\pm$ 1.8
7-10CBs	-	1.2 $\pm$ 0.4	2.9 $\pm$ 0.5	2.4 $\pm$ 0.3	0.69 $\pm$ 0.04	3.4 $\pm$ 1.0
PCBs	1.1 $\pm$ 0.3	1.9 $\pm$ 0.7	18.8 $\pm$ 2.5	6.9 $\pm$ 2.7	7.2 $\pm$ 0.02	13.7 $\pm$ 2.2

注: 4-6CBs 表示 PCB60+103+105+128+143+154; 7-10CBs 表示 PCB173+202+205+208+209。

产自中国不同城市相同品牌酸奶中OCPs、PCBs残留水平与组成如图2所示。结果显示,产自广州的A酸奶中OCPs(HCHs+DDTs+Chlordanes=51.1 $\mu$ g/kg脂质)、PCBs(PCB60+103+202=9.0 $\mu$ g/kg脂质)残留约为产自北京A酸奶(OCPs=HCHs+DDTs+heptachlor E.=12.7 $\mu$ g/kg脂质, PCBs=PCB209+PCB143=1.7 $\mu$ g/kg脂质)的4~5倍;与之相似,产自广州的B酸奶中OCPs(HCHs+DDTs+trans-chlordane=34.4 $\mu$ g/kg脂质)、PCBs(PCB103+202=8.4 $\mu$ g/kg脂质)残留也都高于产自上海的B酸奶(OCPs=HCHs+DDTs+heptachlor E.=16.2 $\mu$ g/kg脂质, PCBs=PCB128=3.1 $\mu$ g/kg脂质),表明产自不同城市相同品牌酸奶所使用的原料奶不同。

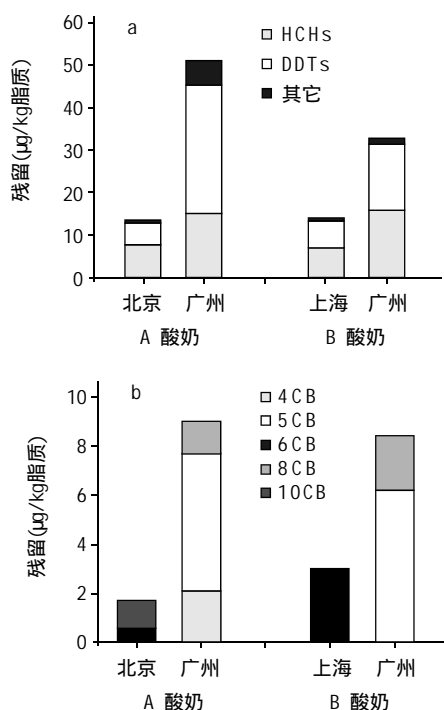


图2 产自不同城市相同品牌酸奶中OCPs(a)、PCBs(b)的残留与组成  
Fig.2 Residues and compositions of OCPs(a) and PCBs(b) in the same brand yogurt from different producing cities

污染物经大气沉降进入饲料是导致牛奶污染的重要途径<sup>[6]</sup>。不久前的一项研究指出,HCHs、DDTs、氯丹等是珠三角大气中OCPs的主要残留污染物<sup>[7]</sup>。而珠三角大气<sup>[7]</sup>及珠江<sup>[8]</sup>、深圳大亚湾<sup>[9]</sup>水体的调研也一致指出珠三角环境中新的DDTs、HCHs的输入。此外,中国七大流域沉积物调查结果显示,珠江流域沉积物中HCHs、DDTs和PCBs浓度位居首位<sup>[10]</sup>。广州地处珠江下游,受其上游污染物的影响,增加了环境中HCHs、DDTs和PCBs的污染。较早的一项关于母乳中PCBs残留水平的调查结果显示,中国南方香港和广州母乳中PCBs残留水平高于北方城市大连和沈阳<sup>[11,12]</sup>。有学者认

为,环境中的半挥发性杀虫剂如HCHs、DDTs残留与当地的气候条件密切相关<sup>[13]</sup>。广州属亚热带季风气候,长夏无冬,日照充足,雨量充沛,年平均气温21.8℃,湿度大且温差振幅小。受其气候影响,杀虫剂的需求量和使用量相应较大。此外,为了灭蚊虫预防疟疾、登革热等传染病,以及预防和控制血吸虫病等,存在使用三氯杀螨醇(含4%~11% DDT杂质)的情况。可见,奶源环境的受污染程度是影响酸奶中污染物残留水平的重要因素之一。

### 2.3 酸奶及其原料奶中HCHs、DDTs、PCBs残留的改变

为认识酸奶制作过程对HCHs、DDT、PCBs残留水平的影响,测定了来自3个生产厂的酸奶及其原料奶中HCHs、DDT、PCBs含量。结果(图3)显示,酸奶中HCHs(6.4 $\mu$ g/kg脂质)、DDTs(14.3 $\mu$ g/kg脂质)、PCBs(3.0 $\mu$ g/kg脂质)平均残留水平较其原料奶(HCHs 10.9、DDTs 22.4、PCBs 5.8 $\mu$ g/kg脂质)分别下降了约40%、36%和53%,导致酸奶中污染物水平显著下降的原因可能与酸奶生产过程中的加热灭菌环节和微生物发酵过程有关。

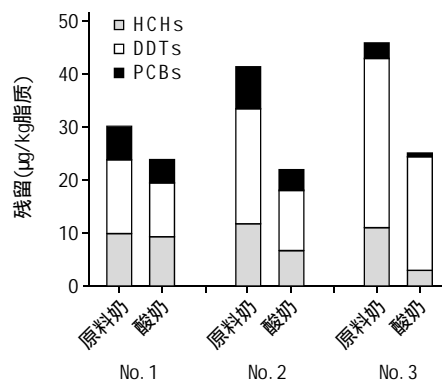


图3 酸奶及其原料奶中HCHs、DDTs、PCBs残留变化趋势  
Fig.3 Variations of HCHs, DDTs and PCBs residues in yogurt and their raw milk

Abou-Arab<sup>[14,15]</sup>在研究乳制品生产过程对其中HCHs、DDTs残留的影响时发现,同源乳制品中HCHs残留呈原料奶>Doomiati干酪>巴氏灭菌奶>酸奶和Ras干酪的分布规律,牛奶的热处理过程如加热灭菌、煮沸、巴斯德灭菌可分别致使牛奶中HCHs残留下降76.6%、37.3%~55.4%和0.1%~43.0%。与之类似,原料奶中DDTs残留高于Ras干酪,巴斯德灭菌过程可使DDT污染水平下降约3%,Ras干酪制作过程可使DDT污染水平下降约33%。此外,他还发现,Ras干酪中DDT残留水平随着微生物发酵天数的增加而减少,其中乳酸杆菌(*Streptococci*)、链球菌(*Lactobacilli*)、酵母菌(*yeasts*)在Ras干酪的发酵过程中最终分别使DDTs残留水平下降了

10.8%、11.8%和4.8%。

### 3 结 论

产自北京不同区域酸奶中OCPs残留水平呈西南>>南部、城区>>东南、东北的分布,PCBs残留呈城区>>西南>南部、东南>>东北的分布;产自不同城市相同品牌酸奶中OCPs、PCBs残留水平与组成因地而异,显示奶源环境是影响酸奶中POPs残留水平的重要因素之一。酸奶中HCHs、DDTs、PCBs平均残留水平较其原料奶分别下降了约40%、36%和53%,导致酸奶中污染物水平显著下降的原因可能与酸奶生产过程中的加热灭菌环节和微生物发酵过程有关。

### 参考文献:

- [1] 张鸿,柴之芳,孙慧斌,等. 酸奶中持久性有机氯污染物的残留特征及其成因分析[J]. 食品科学, 2004, 25(9): 162-165.
- [2] 石利利,林玉锁,徐亦钢,等. 高尔夫球场土壤和水中毒死蜱农药残留的测定[J]. 生态与农村环境学报, 2000, 16: 35-38.
- [3] 刘晓端,葛晓立,徐清,等. 密云水库内湖富营养化现状分析[J]. 湖泊科学, 2002, 14: 331-336.
- [4] 王茂起,王竹天,包大跃,等. 中国2000年食品污染状况监测与分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2002, 14: 3-8.
- [5] 吴永宁. 现代食品安全科学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [6] McLachlan M S, Hinkel M, Reisinger M, et al. A study of the influence of sewage sludge fertilization on the concentrations of PCDD/F and PCB in soil and milk[J]. Environ Pollut, 1994, 85: 337-343.
- [7] 刘国卿,张干,李军,等. 利用SPMD技术监测珠江三角洲大气有机氯农药[J]. 环境科学研究, 2004, 17: 1-11.
- [8] Luo X J, Mai B X, Yang Q S, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and organochlorine pesticides in water columns from the Pearl River and the Macao harbor in the Pearl River Delta in south China[J]. Marine Pollut Bull, 2004, 48: 1102-1115.
- [9] Zhou J L, Maskaoui K, Qiu Y W, et al. Polychlorinated biphenyl congeners and organochlorine insecticides in the water column and sediments of Daya Bay, China[J]. Environ Pollut, 2001, 113: 373-384.
- [10] Wu Y, Zhang J, Zhou Q. Persistent organochlorine residues in sediments from Chinese river/estuary systems[J]. Environ Pollut, 1999, 105: 143-150.
- [11] Kuni Sue T, Someya M, Kayama F, et al. Persistent organochlorines in human breast milk collected from primiparae in Dalian and Shenyang, China[J]. Environ Pollut, 2004, 131: 381-392.
- [12] Wong C K C, Leung K M, Poon B H T, et al. Organochlorine hydrocarbons in human breast milk collected in Hong Kong and Guangzhou[J]. Arch Environ Contam Toxicol, 2002, 43: 364-372.
- [13] Louie P K K, Sin D W M. A preliminary investigation of persistent organic pollutants in ambient air in Hong Kong[J]. Chemosphere, 2003, 52: 1397-1403.
- [14] Abou-Arab A A K. Effects of processing and storage of dairy product on lindane residues and metabolites[J]. Food Chem, 1999, 64: 467-473.
- [15] Abou-Arab A A K. Effect of ras cheese manufacturing on the stability of DDT and its metabolites[J]. Food Chem, 1997, 59: 115-119.

## 欢迎订阅

# 中国乳品工业

2005 年期刊影响因子 0.704 (中国学术期刊综合引证报告)  
中文核心期刊 CAB、FSTA 收录期刊

《中国乳品工业》系由国家轻工业联合会主管,黑龙江省乳品工业技术开发中心主办。

主要报道:国内外乳品行业新技术、新设备、新科研成果及发展趋势。

主要内容:内容新颖、实用、权威,是乳品生产企业经营决策者、技术人员及大专院校有关人员掌握,国内乳品科学技术、行业动态必不可缺的专业读物。

《中国乳品工业》月刊 邮发代号:14-136

售价:10元/本 120元/年

各地邮局均可订阅,杂志社常年办理订阅

银行汇款:

户名:《中国乳品工业》杂志社

开户行:哈尔滨市工商行和兴支行

帐号:3500042109014495687

邮政汇款:

地址:哈尔滨市南岗区学府路337号《中国乳品工业》杂志社

邮编:150086

电话:(0451)86833441

86662740

联系人:鲍曼华