

- 量比较研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2012, 22(4): 765-768.
- [4] 刘玉兰. 两种方法检测食品中沙门菌的实验研究[J]. 预防医学论坛, 2010, 16(4): 343-344.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GB 4789. 4—2010. 食品卫生微生物检验沙门菌检验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [6] 彭海滨, 吴德峰, 孔繁德, 等. 我国沙门菌污染分布概况[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2006, 29(2): 125-128.
- [7] 吕素玲, 李秀桂, 唐振柱, 等. 44株食源性沙门菌药敏试验结果分析[J]. 广西预防医学, 2005, 11(5): 319.
- [8] Hotes S, Trauisen I, Krieter J. Salmonella control measures with special focus on vaccination and logistic slaughter procedures [J]. Transbound Emerg Dis, 2011, 58(5): 434-444.
- [9] 王燕梅, 乔昕, 符晓梅, 等. 2010年江苏省肉鸡沙门菌污染专项监测分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(2): 170-172.
- [10] 童哲, 程苏云, 梅玲玲. 浙江省272份食品沙门菌检测结果[J]. 浙江预防医学, 2003, 15(4): 33-34.
- [11] 黄照清, 黄祖华, 黄裕, 等. 肉菜超市销售肉品沙门菌污染状况及血清型分析[J]. 试验与研究, 2003, (8): 34-35
- [12] Duggan S J, Mannion C, Prendergast D M, et al. Tracking the Salmonella status of pigs and pork from lairage through the slaughter process in the Republic of Ireland [J]. J Food Prot, 2010, 73(12): 2148-2160.
- [13] 冉陆. 食源性疾病及耐药性[J]. 预防医学文献信息, 2001, 7(5): 609-610.

调查研究

2006—2011年广州市禽畜肉中铅、镉污染状况分析

何洁仪¹, 李迎月¹, 余超¹, 张维蔚¹, 林晓华¹, 黄聪¹, 叶璐瑶²

(1. 广州市疾病预防控制中心, 广东 广州 510440; 2. 华南农业大学, 广东 广州 510640)

摘要:目的 了解广州市市售禽畜肉重金属铅、镉污染水平。方法 采取分层随机抽样方法, 2006—2011年在全市12个行政区域内的超市、农贸市场、餐饮业、批发市场等监测点采集禽肉、畜肉、猪内脏共879份, 用石墨炉原子吸收光谱法检测铅、镉含量。结果 879份畜禽肉样品铅检出率65.42%, 合格率94.54%; 镉检出率55.38%, 合格率97.42%; 铅、镉平均检测值(以P50计)均低于国家食品污染物限量标准; 但检测的极端值也均为猪内脏, 分别超出国家标准4.9和5.2倍; 各样品铅合格率差异具有统计学意义($\chi^2 = 14.181, P < 0.05$), 镉合格率差异无统计学意义($\chi^2 = 2.174, P \geq 0.05$); 四类样品中铅、镉检出率同样是以动物内脏最高, 分别为70.21%、88.21%; 2006—2011年各年之间铅的合格率差异无统计学意义($\chi^2 = 10.45, P > 0.05$), 但镉的合格率差异有统计学意义($\chi^2 = 14.82, P < 0.05$), 有随年份推移而升高的趋势。结论 广州市禽畜肉食品铅、镉污染水平较低, 镉污染有逐年下降趋势; 内脏是铅、镉主要积聚部位; 建议不宜过量摄入禽畜动物内脏。

关键词: 禽畜肉; 铅; 镉; 风险监测; 食品污染物; 食品安全

中图分类号: R714.43⁺3; O614.24⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2013)01-0064-04

Analysis of lead and cadmium contamination of livestock and poultry in Guangzhou city from 2006 to 2011

He jieyi, Li yingyue, Yu chao, Zhang weiwei, Lin xiaohua, Huangcong, Ye luyao

(Guangzhou Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Guangzhou 510440, China)

Abstract: Objective To investigate lead and cadmium contamination in retailed livestock and poultry in Guangzhou city. **Methods** During 2006 to 2011, 879 samples of poultry, livestock and pig's viscera were collected from supermarkets, farm product markets, caterings, wholesale markets and the processing factories in 12 administrative regions of Guangzhou city using stratified random sampling. The amount of lead and cadmium were determined by graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Results** The detection rate of lead was 65.42% and qualification rate was 94.54%. The detection rate of cadmium was 55.38% and qualification rate was 97.42%. The average level of lead and cadmium were both lower than the national limits for food contaminants. Extreme value occurred in pig's viscera, exceeding the national standard by 4.9 times and 5.2 times respectively. The qualification rate of lead was significantly different among different

samples ($\chi^2 = 14.181, P < 0.05$), but no significant difference was observed in cadmium qualification rate ($\chi^2 = 2.174, P \geq 0.05$). Lead (70.21%) and cadmium (88.21%) detection rate in pig's viscera was the highest among the all the sample. In the six years of monitoring data, there was no significant difference in lead qualification rate between each year ($\chi^2 = 10.45, P > 0.05$), but there was significant difference in cadmium qualification rate ($\chi^2 = 14.82, P < 0.05$) with an increasing trend. **Conclusion** The contamination of lead and cadmium in livestock and poultry were at low level in Guangzhou city, but with increasing trend on cadmium qualification rate. It's suggested not to intake excessive viscera of livestock and poultry.

Key words: Livestock and poultry; lead; cadmium; risk surveillance; food contaminant; food safety

铅、镉是FAO(联合国粮农组织)/WHO(世界卫生组织)公布的对人体毒性最强的3种重金属(铅、镉、汞)中的2种,已列为全球环境监测规划(GEMS)中的食品污染物监测必测项目^[1]。除职业接触外,食物中铅、镉是人体最重要的摄入来源,2010年JECFA(联合食品添加剂专家委员会)根据铅、镉的污染水平和膳食摄入量及人群健康危害情况,对食品中铅、镉安全性进行再次评估,认为实际铅摄入量已经达到引起儿童智商损害和成人收缩压升高的程度,失去了制定PTWI(暂定每周耐受摄入量)值的意义,因而取消了铅的PTWI值,要求各国采取措施降低铅在食品中含量;同时将镉PTWI为0.007 mg/kgBW修改PTMI为0.025 mg/kgBW,提高了食品镉的限量要求^[2]。随着经济发展对钢铁贵金属需求的激增,重金属污染日趋严重,已成为影响我国食品安全的主要因素之一。近年来国家高度重视重金属污染问题,将铅、镉污染纳入“十二五规划”中重点防控的内容之一^[3],食品中铅、镉污染监测是国家食品安全风险监测项目之一,国内外相关的安全性评估研究也不断增多。

本文根据广州市2006—2011年连续6年禽畜肉铅、镉含量的检测,对主要消费的动物性食品铅、镉污染状况进行分析,掌握本市禽畜肉重金属污染的本底情况,为开展相应化学物风险评估提供科学的基础数据,现将检测结果分析如下。

1 材料与方法

1.1 样品来源

采取分层随机抽样方法,2006—2011年期间在全市12个行政区域内的超市、农贸市场、餐饮业、批发市场及加工厂等监测点,采集禽肉、畜肉、猪内脏和其他畜肉样品共879份,每份样品250 g。采集的样品需在4~10℃温度下冷藏运输,保存时间不得超过1天。

1.2 方法

1.2.1 样品的前处理

禽、畜肉及肝脏直接制成肉糜,肾脏及肺脏取可食部分制成肉糜。

1.2.2 检验方法

铅的检测分别按照GB/T 5009.12—2003及GB 5009.12—2010《食品中铅的测定》(第一法);镉的检测按照GB/T 5009.15—2003《食品中镉的测定》^[4-5](第一法)石墨炉原子吸收光谱法,两种方法均使用日立Z-5700型原子吸收光谱仪进行测定。

1.2.3 质量控制

通过空白值控制、平行样控制,保证检测数据的准确性。此外,为保证达到所有组分的加标回收率在80%~120%之间后才开始样品的检验,测定时附带测定国家一级标准物质,测定结果应在允许值范围内;每一个检测样品均进行平行测定,平行测定结果应满足分析方法的误差要求,报告检测结果平均值。铅检出限为0.02 mg/kg,镉检出限为0.002 mg/kg。

1.3 评价依据

GB 2762—2005《食品中污染物限量》^[6]。

1.4 统计分析

采用Epi data 3.0建立数据库,使用SPSS 13.0统计软件进行数据处理分析。对铅、镉超标率分别进行秩和检验和卡方检验。样品铅、镉检测值低于检测限的数值少于60%,赋值为1/2检出限^[7]。

2 监测结果

2.1 禽畜肉类样品铅、镉污染情况

879份畜禽肉样品中检测铅879份、镉854份。铅、镉检测数据正态性检验均为偏态分布(Z 值分别为9.091,12.658, $P \leq 0.001$)。铅检出率65.42%,合格率94.54%;镉检出率55.38%,合格率97.42%。对总样品的铅、镉合格率作卡方检验可得, $\chi^2 = 0.19, P = 0.66$,按 $\alpha = 0.05$ 水准,可以认为总样品的铅、镉合格率差异无统计学意义。铅、镉平均检测值(以P50计)均低于国家食品污染物限量标准;猪内脏铅、镉合格率高,但极端值也均为猪内脏,分别超出国家标准4.9和5.2倍(见表1、2)。样品铅多样本比较的秩和检验(Kruskal-Wallis法), $\chi^2 = 9.41, P = 0.02$,按 $\alpha = 0.05$ 水准,可以认为猪肉、禽肉、其他畜肉以及动物内脏的铅检出值不同,其中动物内脏最高;铅合格

率经卡方检验, $\chi^2 = 14.181, P = 0.03$, 认为各样品铅合格率差异具有统计学意义。样品镉多样本比较的秩和检验, $\chi^2 = 247.04, P = 0.00$, 按 $\alpha = 0.05$ 水准, 可以认为猪肉、禽肉、其他畜肉以及动物内脏的镉检出

值不同, 其中动物内脏最高, 镉合格率的卡方检验, $\chi^2 = 2.174, P \geq 0.05$, 镉合格率差异没有统计学意义; 4 类样品中铅、镉检出率同样是以动物内脏最高, 分别为 70.21%、88.21%。

表 1 广州市畜禽肉类食品铅检测状况
Table 1 Lead level of livestock and poultry in Guangzhou

食品种类	样品数 (份)	国家标准 (mg/kg)	$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	P50 (mg/kg)	P90 (mg/kg)	P95 (mg/kg)	检出数 (份)	检出率 (%)	合格数 (份)	合格率 (%)
猪肉	178	0.2	0.062 ± 0.075	0.035	0.170	0.221	115	64.61	165	92.70
其他畜肉	114	0.2	0.055 ± 0.074	0.029	0.126	0.211	66	57.89	108	94.74
猪内脏	235	0.5	0.090 ± 0.182	0.058	0.184	0.236	165	70.21	233	99.15
禽肉	352	0.2	0.080 ± 0.122	0.040	0.187	0.251	229	65.06	325	92.33
合计	879	0.2 ~ 0.5	0.075 ± 0.129	0.040	0.180	0.230	575	65.42	831	94.54

注: 各样品铅合格率卡方检验结果为 $\chi^2 = 14.181, P < 0.05$ 。

表 2 广州市畜禽肉类食品镉检测状况
Table 2 Cadmium level of livestock and poultry in Guangzhou

食品种类	样品数 (份)	国家标准 (mg/kg)	$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	P50 (mg/kg)	P90 (mg/kg)	P95 (mg/kg)	检出数 (份)	检出率 (%)	合格数 (份)	合格率 (%)
猪肉	172	0.100	0.015 ± 0.051	0.001	0.028	0.052	84	48.84	165	95.90
其他畜肉	110	0.100	0.011 ± 0.029	0.001	0.035	0.052	47	42.72	108	98.20
猪内脏	229	0.5 ~ 1.0	0.160 ± 0.565	0.036	0.304	0.490	202	88.21	223	97.40
禽肉	343	0.100	0.010 ± 0.034	0.001	0.226	0.328	140	40.82	336	98.00
合计	854	0.1 ~ 1.0	0.052 ± 0.301	0.002	0.080	0.186	473	55.38	832	97.42

注: 各样品镉合格率卡方检验结果为 $\chi^2 = 2.174, P \geq 0.05$ 。

2.2 禽畜肉类样品铅、镉污染情况

本研究收集了 2006—2011 年共 6 年禽畜肉类样品的数据, 不同年份的检测结果见表 3。比较各年份的铅、镉合格率发现, 铅的合格率差异无统计学意义 ($\chi^2 = 10.45, P = 0.07$), 但镉的合格率的差

异有统计学意义 ($\chi^2 = 14.82, P = 0.01$), 以 2006 年的合格率最低。对监测年份和镉合格率作 Pearson 相关分析可得: $R = 0.82, P = 0.00$, 即表明镉的合格率有随年份推移而升高的趋势。

表 3 广州市 2006—2011 年畜禽肉类食品铅、镉检测情况比较

Table 3 Comparison of lead and cadmium level of livestock and poultry from 2006 to 2011 in Guangzhou

年份	$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)		P50 (mg/kg)		P90 (mg/kg)		P95 (mg/kg)		合格率 (%)	
	铅	镉	铅	镉	铅	镉	铅	镉	铅	镉
2006	0.062 ± 0.072	0.270 ± 0.999	0.04	0.003	0.07	0.244	0.19	3.084	98.5% (65/66)	86.2% (62/66)
2007	0.062 ± 0.078	0.030 ± 0.066	0.03	0.001	0.19	0.079	0.22	0.170	97.5% (62/66)	100.0% (139/139)
2008	0.085 ± 0.212	0.040 ± 0.121	0.03	0.001	0.18	0.106	0.29	0.182	92.8% (139/139)	94.1% (223/237)
2009	0.086 ± 0.085	0.048 ± 0.162	0.06	0.003	0.22	0.104	0.24	0.318	91.3% (136/149)	99.3% (147/148)
2010	0.041 ± 0.031	0.081 ± 0.157	0.03	0.005	0.08	0.459	0.10	0.509	100.0% (22/22)	95.0% (19/20)
2011	0.075 ± 0.079	0.016 ± 0.041	0.05	0.003	0.17	0.040	0.23	0.071	94.7% (231/244)	99.2% (242/244)
合计	0.075 ± 0.129	0.052 ± 0.301	0.04	0.002	0.18	0.080	0.23	0.186	94.5% (831/879)	97.4% (832/854)

注: 各年份铅合格率卡方检验结果为 $\chi^2 = 10.45, P \geq 0.05$; 各年份镉合格率卡方检验结果为 $\chi^2 = 14.82, P < 0.05$ 。

3 讨论

本研究样品来源于居民主要消费场所购买的禽畜肉样品, 重金属元素稳定性较高, 常规烹调加工难以去除, 直接从监测样品中获取食物中铅、镉含量能比较真实地反映消费时的实际污染水平。检测结果表明广州市禽畜肉食品铅、镉污染水平均较低, 检测平均值均低于上海^[1]、广西^[8]、深圳^[9], 但猪肉铅污染水平高于浙江^[10], 检出率均超过 55%, 铅检测值在 P95 位数时, 禽畜肉(内脏除外)

均超出国家标准; 镉在 P95 位数时, 禽肉超出国家标准。相关风险评估报告认为, 膳食摄入铅、镉以植物性食品贡献率最高, 但动物性食品是膳食蛋白质的主要来源, 城乡居民动物性食品的消费量随着经济收入的提高而增加, 猪肉年均增长率达 40.5%^[11]。目前我国禽畜肉铅限量标准为 0.2 mg/kg, 宽于 CAC 标准(0.1 mg/kg)^[12], 这与我实际污染情况有一定关系, 由于铅、镉毒性高, 具有富集作用, 低浓度长久食用, 尤其嗜食动物内脏

者将产生中毒的风险。

动物性食品重金属污染是土壤中的重金属通过饲料在动物体内富集的结果,畜禽肉类食品重金属含量偏高主要与喂养所用的饲料、饲料添加剂、草料受到污染有关。而饲料中铅、镉的污染主要来自于大气、土壤。邓碧云^[13]认为工业区和商业区的土壤铅污染比较严重,而农业区和林业区污染相对较轻,有些城市土壤铅和植物铅污染源不同^[14]。要控制食品中重金属的污染,必须从源头上减少或消除铅、镉污染,包括合理施肥、改变农药结构、控制工业污染源、调整种植结构、促进绿色汽车和清洁能源的发展等控制对策。另外,在食品深加工环节建议减少种植、养殖环节的污染,禁止农产品滥用违禁农药、兽药、有害添加剂等,有效控制水源污染,加强流通领域的管理,减少重金属的污染,从而减少重金属沿食物链迁移进入人体。铅、镉单独毒性作用已被人们所认识,铅、镉联合毒性效应也逐渐受到国内外研究人员的重视^[15],随着人们对化学毒物联合作用机制的深入认识和毒理学数据积累,食品中铅、镉的安全性风险评估限值将更加科学、合理。

参考文献

[1] 刘弘,吴春峰,陆屹.上海市居民膳食中铅镉暴露水平评估[J].中国食品卫生杂志,2011,23(3):218-223.

[2] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Summary and conclusions of the seventy-third meeting of Joint FAO/WHO Expert committee on Food additives [R].

Geneva; FAO/WHO, 2010; 1-17.

[3] 中华人民共和国环境保护部. [EB/OL]. [2012-06-06]. http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgh/2011zkgh/201206/t20120606_231038.htm.

[4] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009.12—2010 食品中铅的测定[S].北京:中国标准出版社,2010.

[5] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009.15—2003 食品中镉的测定[S].北京:中国标准出版社,2004.

[6] 中华人民共和国卫生部. GB2762—2005 食品中污染物限量[S].北京:中国标准出版社,2005.

[7] 隋海霞,贾旭东,刘兆平.食品中化学物膳食暴露评估数据的来源、选择原则及不确定性分析[J].卫生研究,2011,40(6):291-294.

[8] 覃志英,唐振柱,梁江明,等.2002-2004年广西主要农产品铅、镉、砷、汞污染调查分析[J].微量元素与健康研究,2006,23(4):29-32.

[9] 刘桂华,张慧敏,姜杰.深圳市居民食品中铅、镉的膳食暴露量评估[J].华南预防医学,2009,35(6):28-31.

[10] 沈向红,汤筠,应英,等.浙江省部分食品中铅镉污染水平研究[J].中国食品卫生杂志,2006,18(5):413-417.

[11] 翟凤英,王惠君,杜树发.中国居民膳食结构与营养状况变迁追踪[J].医学研究杂志,2006,35(4):3-6.

[12] 邵懿,朱丽华,王君.我国的污染物基础标准与国际食品典的污染物通用标准的比较[J].中国食品卫生杂志,2011,23(3):277-281.

[13] 邓碧云,陈玉成.城市土壤铅污染的分布特征及治理措施[J].微量元素与健康研究,2006,23(4):36-38.

[14] 尚英男,尹观,倪师军,等.成都市土壤-植物系统铅污染状况初步研究[J].广东微量元素科学,2005,12(3):8-13.

[15] 李君,潘家荣,魏益民.食品中铅镉联合毒性研究进展[J].食品研究与开发,2007,28(3):158-160.

《中国食品卫生杂志》编委会名单

主任委员:严卫星

副主任委员:陈君石 刘秀梅

委员:

陈国忠(福建)	陈君石(北京)	丛黎明(浙江)	戴昌芳(广东)	邓峰(广东)	高卫平(陕西)
高志贤(天津)	顾清(天津)	顾振华(上海)	关联欣(山西)	郭红卫(上海)	郭丽霞(山西)
郭子侠(北京)	郝敬贡(新疆)	何来英(北京)	胡小红(湖南)	胡晓抒(江苏)	黄建生(北京)
姬红蓉(青海)	稽超(北京)	计融(北京)	金培刚(浙江)	金少华(安徽)	李宁(北京)
李蓉(北京)	李援(辽宁)	李冠儒(辽宁)	李西云(云南)	李小芳(北京)	林玲(四川)
林升清(福建)	刘华(陕西)	刘玮(江西)	刘毅(北京)	刘秀梅(北京)	刘砚亭(天津)
罗雪云(北京)	马福海(宁夏)	南庆贤(北京)	倪方(北京)	钱蔚(广东)	石阶平(北京)
孙长颢(黑龙江)	孙秀发(湖北)	唐细良(湖南)	唐振柱(广西)	田惠光(天津)	涂晓明(北京)
汪思顺(贵州)	王历(新疆)	王跃进(河北)	王竹天(北京)	魏海春(海南)	吴雯卿(甘肃)
吴永宁(北京)	徐海滨(北京)	严隽德(江苏)	严卫星(北京)	杨钧(青海)	杨国柱(吉林)
杨明亮(湖北)	杨小玲(重庆)	叶玲霞(安徽)	易国勤(湖北)	于国防(山东)	张丁(河南)
张理(山东)	张强(甘肃)	张立实(四川)	张连仲(内蒙古)	张荣安(河北)	张伟平(河南)
张永慧(广东)	赵生银(宁夏)	周树南(江苏)	周双桥(辽宁)		