

# 盐城市市售蔬菜中汞含量的调查\*

韩香云<sup>1</sup> 张玉国<sup>2</sup>

(1. 盐城工学院 化学与生物工程学院 江苏 盐城 224003 2. 盐城市环境监察支队 江苏 盐城 224002)

**摘要:**用冷原子吸收法测定了市售 15 种 93 份蔬菜不同部位的汞含量,其中有 6 份样品中的汞含量超过国家标准 GB2762 - 94,超标率为 6.45%。但 15 种蔬菜中汞的平均含量为 0.005459 mg/kg,低于国家标准限值。各类蔬菜中汞含量大小依次为茎叶类 > 根茎类 > 瓜豆类 > 瓜果类。通过测量同种蔬菜不同部位之间汞含量发现,辣椒籽中汞含量是辣椒肉中汞含量的 2.33 倍。

**关键词:**蔬菜;汞;污染

中图分类号:X56

文献标识码:A

文章编号:1671 - 532X(2005)01 - 0045 - 04

随着现代工业的发展,环境污染加剧,工业“三废”的排放及城市生活垃圾、污泥的产生,往往会导致蔬菜的重金属污染<sup>[1,2]</sup>。蔬菜对重金属有一定的富集能力,积累的重金属可通过食物链进入人体,从而给人类身体健康带来严重危害。

各国对蔬菜中的微量元素(特别是汞)的含量有着严格而明确的要求,如俄罗斯对进口的蔬菜要求汞含量不得超过 0.02 mg/kg<sup>[3]</sup>;我国成立了绿色食品发展中心,同时颁布了一系列食品卫生标准,其中 GB2762 - 94 规定蔬菜、水果中汞(Hg)允许量 ≤ 0.01 mg/kg。所以,及时准确测定常见蔬菜中的汞含量有着很重要的意义。

为此,本研究用冷原子吸收法测定了盐城市场 15 种常见蔬菜中汞含量。样品首先经密闭的聚四氟乙烯消化罐消解,定容后采用 NCG - II 型冷原子吸收测汞仪测定其中的汞含量。

## 1 材料与测定方法

### 1.1 试剂与仪器

30% 双氧水(分析纯)、浓硝酸(分析纯)、浓盐酸(分析纯)、氯化亚锡(分析纯)、氯化高汞(分析纯)、重铬酸钾(优级纯);50 mL 密闭聚四氟乙烯消化罐;NCG - II 型冷原子吸收测汞仪(江苏省金坛市医疗仪器厂)

### 1.2 样品采集、处理

蔬菜样品购自盐城市盐东菜市场、大星菜市场、旭日菜市场,对不同个体户摊位进行多点采样,共采集 15 个品种 93 份样品。15 种蔬菜是黄瓜、番茄、茄子、辣椒、金瓜、土豆、萝卜、胡萝卜、生菜、芹菜、香菜、卷心菜、豇豆、四季豆和蚕豆。

称取 0.2 ~ 0.3 g 经过干燥磨碎的样品于密闭聚四氟乙烯消解罐内,加入浓硝酸 7 mL,过氧化氢 3 mL,蒸馏水 6 mL,待反应平稳后,盖上环型垫片,把锁紧盖拧在外盖用手尽力拧紧密闭消解罐,然后置于 85 °C 恒温箱中消化 3 h。冷却至室温,打开罐盖,用 1% 硝酸将消解液定容于 25 mL 容量瓶中,待测。同时做空白试验。

### 1.3 工作曲线的绘制

分别吸取 0.00, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50 mL 浓度为 0.1 μg/mL 的汞标准使用液(相当于 0.000, 0.010, 0.020, 0.030, 0.040, 0.050 μg 汞)置于翻泡瓶内,再加入 8 mL 蒸馏水,2 mL 10% 氯化亚锡溶液进行测定。以峰值为纵坐标,汞的含量(μg/mL)为横坐标,绘制标准曲线如图 1。

按实验方法绘制的汞标准曲线在含 0 ~ 0.005 μg/mL 汞的范围内符合线性关系: $y = 2005.702x - 0.20$  [  $x$  为汞含量(μg/mL),  $y$  为测汞仪峰值读数 ] 相关系数  $r^2 = 0.995$ 。

\* 收稿日期:2004 - 12 - 19

作者简介:韩香云(1974 - ),女,河北保定人,盐城工学院讲师,南京工业大学在读硕士研究生。

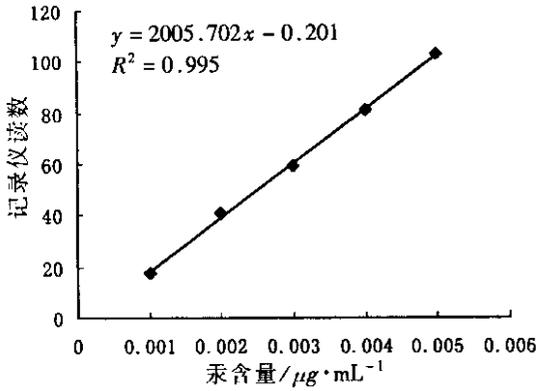


图 1 汞标准曲线

Fig.1 Standard curve of mercury

### 1.4 样品的测定

将经过消化处理的样品液取 8 mL 于翻泡瓶内,再加入 2 mL10% 氯化亚锡溶液进行测定,查标准曲线得到浓度结果。此浓度值除以 0.8 便为样品液的实际浓度值(因为翻泡瓶内的溶液总体积为 10 mL),再根据样品溶液中加入消解液的比例推算原始样品的浓度。对于浓度超过线性范围的样品,经适当稀释后测定。

### 1.5 计算方法

经冷原子吸收测定后,新鲜蔬菜中的汞含量由下式计算:

$$X_1 = \frac{(C_1 - C_2) \times V}{m_1 \times m_2' / m_2}$$

式中: $X_1$  - 样品中的汞含量(mg/kg);

$C_1$  - 消化液中汞的浓度( $\mu\text{g}/\text{mL}$ );

$C_2$  - 试剂空白液中汞的浓度( $\mu\text{g}/\text{mL}$ );

$V$  - 消化液总体积(mL);

$m_1$  - 湿样品的总质量(g);

$m_2$  - 干样品的总质量(g)

$m_2'$  - 消化时称取的干样品的质量(g)

## 2 结果与讨论

### 2.1 消化方法的建立

取 0.2~0.3 g 干燥磨碎的样品,分别加入 3~10 mL 的硝酸,然后在每个硝酸的毫升数下,分别加入 1~5 mL 双氧水,同时参考文献[4~13],加入一定的去离子水作为缓冲。实验结果表明,在 0.3 g 左右样品中加入  $\text{HNO}_3$  7 mL,  $\text{H}_2\text{O}_2$  3 mL,  $\text{H}_2\text{O}$  6 mL 时消化效果比较理想。

样品定量后,本文对消化条件进行了选择。

在 70~85 °C 之间、时间由 1~5 h 进行消化试验,试验结果表明,用该体系消解植物样品的最佳时间为 3 h,温度为 85 °C。此时消化的溶液透明、清亮。

### 2.2 回收率的测定

为了考察本方法的准确度,进行了回收实验,结果表明,汞的加标回收率范围为 97.5%~101.5%。

### 2.3 不同类别蔬菜中汞元素含量

本文测定的蔬菜根据文献[14]分为瓜果类、根茎类、茎叶类和果豆类 4 类,测定的汞含量见表 1。从表 1 可见,瓜果类中无样品超标,而根茎类、茎叶类、果豆类分别有 1 份、3 份、1 份样品超标。在 4 类 15 种蔬菜中,总体来讲,汞含量大小依次为茎叶类 > 根茎类 > 果豆类 > 瓜果类,与文献[15]报道的结果基本相符。在瓜果类蔬菜中,以辣椒的汞含量为最高,其次为番茄。黄瓜、番茄、茄子、南瓜、萝卜、胡萝卜、生菜、芹菜、豇豆、四季豆、蚕豆均无样品汞含量超标,而香菜、卷心菜、土豆、辣椒分别有 2 份、2 份、1 份、1 份样品超标,超标率分别为 25%、33.3%、12.5%、12.5%。

本次所调查的 15 个品种 93 份样品中,共有 6 份样品超标,总超标率为 6.45%,总加权平均值为 0.005459。

### 2.4 同种蔬菜不同部位之间汞含量的比较

本研究分别测定了黄瓜、番茄、茄子、萝卜和辣椒 5 种蔬菜的皮、肉和籽的汞含量,结果见表 2。黄瓜、番茄、茄子和萝卜的皮、肉和籽中的汞含量基本相同,只有辣椒的肉和籽的汞含量分别为 0.00417 和 0.00971 mg/kg,差异较大,辣椒籽汞含量是辣椒肉汞含量的 2.33 倍,因此建议人们在食用辣椒时,去除种子部分。

## 3 结论

对照我国无公害农产品质量标准 GB2762-94(蔬菜中 Hg 含量  $\leq 0.01$  mg/kg),在本文所调查的全部蔬菜样品中,汞平均含量为 0.005459 mg/kg,远低于国家标准值。所测定的 15 种蔬菜中,汞的总检出率为 100%,总超标率为 6.45%。在不同类型的蔬菜中,汞含量大小依次为茎叶类 > 根茎类 > 果豆类 > 瓜果类。在黄瓜、番茄、茄子、南瓜、萝卜、胡萝卜、生菜、芹菜、豇豆、四季豆及蚕豆等样品中,均无汞含量超标现象;而在香菜、卷心菜、土豆、辣椒中,分别有 2 份、2 份、1 份、

1 份样品超标。通过对同种蔬菜各部位的汞含量 量无大的差别。进行比较发现 除辣椒外 其他蔬菜不同部位汞含

表 1 不同品种蔬菜中汞含量  
Table1 Content of mercury in different kinds of vegetables

类型	品种	n	各样品的测定值							mg/kg		
			平均值	超标份数								
瓜果类	黄瓜	6	0.003 13	0.002 84	0.003 40	0.002 95	0.003 59	0.002 57	0.003 080	0		
	番茄	5	0.005 17	0.005 36	0.004 91	0.004 75	0.052 6	0.005 09	0			
	茄子	5	0.002 48	0.002 20	0.002 32	0.002 57	0.002 40	0.002 39	0			
	金瓜	6	0.002 08	0.002 44	0.002 17	0.002 01	0.002 16	0.002 52	0.002 23	0		
根茎类	土豆	8	0.007 07	0.006 53	0.006 84	0.006 32	0.007 18	0.006 95	0.007 46	0.011 09	0.007 43	1
	萝卜	5	0.005 39	0.005 47	0.005 86	0.005 66	0.005 72	0.005 62	0			
	胡萝卜	5	0.006 12	0.005 94	0.006 62	0.006 07	0.007 70	0.006 49	0			
茎叶类	卷心菜	6	0.009 47	0.008 89	0.011 61	0.009 81	0.009 81	0.010 17	0.009 99	2		
	生菜	6	0.004 22	0.003 57	0.001 03	0.002 09	0.001 73	0.001 16	0.002 30	0		
	香菜	8	0.006 31	0.007 33	0.010 71	0.006 61	0.006 93	0.006 47	0.006 38	0.010 22	0.007 62	2
	芹菜	7	0.005 47	0.007 12	0.005 99	0.006 41	0.006 84	0.006 13	0.006 35	0.006 33	0	
果豆类	豇豆	6	0.004 67	0.005 59	0.004 92	0.004 86	0.004 75	0.005 27	0.005 01	0		
	四季豆	6	0.003 92	0.005 41	0.004 57	0.004 74	0.005 19	0.004 97	0.004 8	0		
	蚕豆	6	0.006 59	0.005 47	0.004 97	0.005 94	0.005 36	0.004 85	0.005 53	0		
	辣椒	8	0.006 12	0.003 67	0.004 78	0.005 07	0.005 24	0.004 19	0.007 13	0.011 16	0.005 92	1

表 2 5 种蔬菜的不同部位的汞含量  
Table2 Content of mercury at different parts of vegetables of five categories

品种	mg/kg		
	皮	肉	籽
黄瓜	0.003 37	0.003 49	0.003 37
番茄	0.005 23	0.004 13	0.004 91
茄子	0.003 10	0.002 86	-
萝卜	0.006 61	0.006 25	-
辣椒	-	0.004 17	0.009 71

本次调查结果表明,盐城市常见蔬菜受 Hg 污染较轻,可能是由于盐城市内及周边无大型重

工业,工业“三废”的排放量相对较少,重金属污染较轻。

#### 参考文献:

- [1] Leeper. Managing the heavy metals on the land[M]. New York: Marcel Dekker Inc, 1978.
- [2] Wallace A, Dose response curves for zinc, cadmium and nickel in combinations of one, two or three[J]. Soil Sci., 1989, 147(6): 401-410.
- [3] 国家进出口商品检验局译.俄罗斯现行标准汇编[Z],1995.
- [4] 陈满怀.土壤-植物系统中的重金属污染[M].北京:科学出版社,1996.

[5] 汪雅谷,张四荣.无污染蔬菜生产的理论与实践[M].北京:中国农业出版社,2001,167-168.  
 [6] 张彦明.无公害动物源性食品检验技术[M].北京:中国农业出版社,2003.  
 [7] 卫生部.食品标准号卫生检验方法(理化部分)Ⅰ[M].北京:技术标准出版社,1979.  
 [8] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.  
 [9] 孔祥虹,李建华,李蓉.微波消化技术在蔬菜微量元素测定中的应用[J].理化检验 化学分册,2004,40(2):91-92.  
 [10] 刘德绍,郭莉萍,青长乐.蔬菜对大气汞和土壤吸收的研究[J].重庆环境科学,2002,24(6):1-3.  
 [11] 李永香,张煜豪,张建新.冷原子吸收法测定汞的影响因素初探[J].中国卫生检验杂志,1999,9(5):389-341.  
 [12] 庞奖励,黄春长.西安污灌土中重金属含量及对蔬菜影响的研究[J].应用生态学报,2001,29(2):2-3.  
 [13] 杨柳,李俐,钱龙,贵阳市售蔬菜中有害元素含量分析[J].山地农业生物学报,2000,19(3):194-196.  
 [14] 武淑华,韩爱民,蔡继红,等.蔬菜中重金属含量与土壤质量的关系[J].长江蔬菜,2002,41-43.  
 [15] 李海华,申灿杰,李跃伟,等.郑州市郊区蔬菜对有害元素汞的富集规律研究[J].河南科学,2003,21(3):361-363.

## Investigation of Hg Content in Vegetables in Yancheng Market

HAN Xiang-yun<sup>1</sup> ZHANG Yu-guo<sup>2</sup>

(1. College of Chemistry and Biology Engineering, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)  
 (2. Yancheng Bureau of Environmental Protection, Jiangsu Yancheng 224003, China)

**Abstract** :Mercury content in 93 vegetable samples of 15 kinds in Yancheng city were determined by cold-atom absorption method, of which 6 samples exceeded the State Standard Value(GB2762-94) with excess ratio 6.45%. The results showed however, the average Hg content of the 15 kinds of vegetables was 0.005459 mg/kg, which is below the permitted value in GB2762-94, and the order of Hg content in all the present vegetables is: category of stem and leaf > root and stem > melon and bean > melon and fruit. It was also found that the Hg content in capsicum seeds was as 2.33 times as that in capsicum body.

**Keywords** :vegetable; mercury; pollution

### 启 事

本刊已入编《中国学术期刊(光盘版)》、“中国期刊网”、“万方数据——数字化期刊群”和《中国科技期刊数据库》,作者著作权使用费在本刊稿酬中一并给付(另有约定者除外)。对此不同意者,请在来稿时说明。