

# 厦门市售蔬菜重金属、硝酸盐和亚硝酸盐污染研究及评价

汤惠华<sup>1,2</sup>, 陈细香<sup>1,3</sup>, 杨涛<sup>2</sup>, 黄汉水<sup>2</sup>, 卢昌义<sup>1,\*</sup>

(1. 厦门大学环境科学研究中心 福建 厦门 361005;

2. 厦门市农产品质量安全检验检测中心 福建 厦门 361009; 3. 泉州师范学院生物系 福建 泉州 362000)

**摘要:** 为了解厦门市蔬菜中有害重金属、硝酸盐和亚硝酸盐的污染情况, 于2004年8月至2005年12月从厦门市各超市、农贸市场、蔬菜批发市场和蔬菜产地地上采集46个品种532份蔬菜样品, 用国标法(GB/T5009.11-17-1996、GB/T 5009.33-2003)分别分析蔬菜中的重金属、硝酸盐和亚硝酸盐的含量。结果表明, 检测样品中Pb、Cd、As、Hg、硝酸盐和亚硝酸盐的平均值分别为0.0099、0.083、0.056、0.003、1090.3、0.59mg/kg; 根据国家标准<sup>1-2</sup>, 仅部分品种如菠菜、甘蓝、花菜、萝卜的铅超标, 有潜在污染风险; 大部分蔬菜中砷、汞、镉三种重金属的含量都较低, 潜在的污染风险不大。硝酸盐污染程度严重的占36.5%; 中、重度污染的占20.2%; 轻度的占43.3%, 硝酸盐含量依次为嫩茎叶菜类>根茎类>花菜类>瓜菜类>鲜豆类>茄果类>水生蔬菜类, 各样品间含量差别较大; 而蔬菜中亚硝酸盐含量相对较低。

**关键词:** 蔬菜; 重金属; 硝酸盐; 亚硝酸盐

## Survey and Evaluation of Heavy Metals, Nitrate and Nitrite Contamination in Vegetables in Xiamen's Market

TANG Hui-hua<sup>1,2</sup>, CHEN Xi-xiang<sup>1,3</sup>, YANG Tao<sup>2</sup>, HUANG Han-shui<sup>2</sup>, LU Chang-yi<sup>1,\*</sup>

(1. Environmental Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2. Xiamen Agriculture Product Quality and Safety Testing Center, Xiamen 361009, China;

3. Department of Biology, Quanzhou Normal University, Quanzhou 362000, China)

**Abstract:** The contents of heavy metal (Pb, Cd, As, Hg), nitrate and nitrite in vegetables from the markets and plant fields were investigated in Xiamen. The vegetable samples supplied seasonally were collected during August 2004 and December 2005. 532 samples in 46 groups of vegetables were analyzed according to GB/T5009.11-17-1996 and GB/T 5009.33-2003 to evaluate the status of the contamination. The results showed that the average contents are 0.0099, 0.083, 0.056, 0.003, 1090.3, 0.59mg/kg for Pb, Cd, As, Hg,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , respectively. According to national standards<sup>1-2</sup>, the samples of standard exceeding lead contents were found only in some limited vegetables. The potential trend of lead pollution was little. The contents of arsenic, mercury and cadmium in the most samples were very low, the pollution hazards of these three heavy metals were not serious. The prevalence of severe nitrate contamination was 36.5% in samples analyzed, the prevalence of heavy and medium nitrate contamination was 20.2%, the prevalence of mild contamination was 43.3%. The content of nitrate in vegetables was ranked in the following descent order, tender stem and leaf vegetables > root and stem vegetables > inflorescent vegetables > melon vegetables > beans > eggplant and fruit vegetables > water plant vegetables. However the contents in different species differed greatly. The nitrite in vegetables was comparably low.

**Key words:** vegetables; heavy metal; nitrate; nitrite

中图分类号: TS207.51

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)08-0327-06

农产品质量安全已成为农业发展新阶段亟待解决的主要矛盾, 是近年来政府和民众十分关注的问题。蔬菜是人们生活中纤维素、矿物质、维生素和其它营养

物质的重要来源, 同时也可能含有潜在危害的有害重金属、硝酸盐和亚硝酸盐。有害重金属生物半衰期长, 少量长期食用会蓄积体内, 对人体有致畸、致癌和致

收稿日期: 2007-05-23

\* 通讯作者

作者简介: 汤惠华(1966-), 女, 副研究员, 在职博士研究生, 研究方向为食品安全。

突变作用,工业污染、含重金属杀虫剂、施肥、灌溉、收获、储藏、运输、销售过程均有可能造成污染。人体中硝酸盐,除少部分来源于水和粮食外,80%以上来源于蔬菜<sup>[3]</sup>。国内外大中城市如埃及、北京、上海、杭州、广州、沈阳、南京、西安、长沙等都曾对蔬菜中的重金属或硝酸盐亚硝酸盐污染状况做了调查研究工作,基本摸清了蔬菜重金属的污染现状<sup>[4-22]</sup>,总的来看,各大、中城市郊区的蔬菜都受到一定程度的重金属和硝酸盐污染。目前厦门这方面的检测分析数据资料较少,因此,2004~2005年对厦门市蔬菜产地、批发市场、农贸市场及大型超市的蔬菜进行了重金属、硝酸盐和亚硝酸盐的分析测定,并用食品卫生标准对其污染程度进行了评价,以期对重金属、硝酸盐污染的监控及政府决策提供参考依据,同时也为消费者提供健康的消费指南。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

新鲜蔬菜随机采自厦门市主要生产基地、蔬菜批发市场、各大型超市、农贸市场共46个品种532份样品(包括本地和外地输入的蔬菜)。

### 1.2 测定方法

按食用习惯采集蔬菜的可食部分,超纯水洗净、吸干表面水分,称重、切碎匀浆。硝酸盐、亚硝酸盐采用国家标准(GB/T5009.33-2003)测定;全镉、全铅、全砷和全汞的测定分别采用原子荧光光谱法和原子吸收光谱石墨炉法(GB/T5009.11-17-1996)。

### 1.3 评价标准

重金属、硝酸盐、亚硝酸盐的含量不仅影响蔬菜的营养价值而且影响人类健康,国家和国际都有规定了最高的限量标准(maximum levels, MLs)。

#### 1.3.1 蔬菜重金属污染评价标准

蔬菜重金属污染评价标准采用国家制定的《食品中污染物限量(GB 2762-2005)》以及《无公害蔬菜重金属限量指标(GB 18406.1-2001)》作为评价标准。

#### 1.3.2 蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染评价标准

蔬菜硝酸盐评价标准采用沈明珠<sup>[3]</sup>等提出的蔬菜硝酸盐含量卫生评价分级标准,该标准是以1973年世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)制订的食品中硝酸盐的限量标准规定的ADI值为3.6mg/kg(体质量)作为基准,并且根据蔬菜在经过盐渍、煮熟后硝酸盐含量分别减少45%和60%~70%进行折算与分级。

## 2 结果与分析

蔬菜及其制品可分为八大类,分别是嫩茎叶菜类、

花菜类、根茎类、茄果瓜菜类、葱蒜类、水生蔬菜类、薯芋类和野生蔬菜类,参照文献[5]将此标准作适当调整,把检测的蔬菜分为叶菜(包括嫩茎)、花菜、根茎(包括薯芋)、茄果、瓜、鲜豆和水生蔬菜共七类。

### 2.1 厦门市售蔬菜重金属污染现状及评价

#### 2.1.1 厦门市售蔬菜重金属的含量

厦门市售蔬菜重金属含量检测分析结果(表1)表明,目前抽检的36个品种457个市售蔬菜样品中,镉的含量普遍较低,尤其是瓜类和花菜类含量较低,分别是0.0047~0.0089、0.0065~0.0111mg/kg,变幅较小;叶菜类的油菜、大白菜、甘蓝、芥菜含量较高,分别是0.0096、0.012、0.0098、0.0098mg/kg,变幅较大,从未检出分别到0.043、0.054、0.05、0.02mg/kg;但含量特别高的蔬菜数量较少;生菜和空心菜含量最低,分别为0.0041mg/kg和0.0064mg/kg。根茎类镉含量均值均较高,但变幅不大;茄果类含量居中。总之含量高低依次为:多数叶菜类>茄果类、根茎、鲜豆>花菜类>瓜类>少数叶菜类。

表1表明,厦门市售蔬菜铅的含量有出现个别超标,分别有菠菜、甘蓝、青花菜、萝卜、胡萝卜、苦瓜、黄瓜、佛手瓜,进一步研究发现超标蔬菜多数为外地输入的。根茎类铅含量相对较高,其机理有待进一步研究。豆类、茄果类含量较低,分别为0.037~0.079、0.048~0.082mg/kg;叶菜类和瓜类分别为0.043~0.263、0.02~0.12mg/kg。

研究表明,厦门市售蔬菜砷的含量很低,而且同一种蔬菜砷的未检出数占总数一半以上,如大白菜、甘蓝、花椰菜、茄子、四季豆;尽管有些鲜茎叶菜类蔬菜中未检出汞,但其含量也较高。

总之,表1说明不同种类蔬菜对同一重金属元素,同种蔬菜对不同重金属元素的吸收富集均存在着差异。这可能与蔬菜对土壤中重金属元素的吸收受到多种因素的影响有关。蔬菜植株内重金属的含量一方面与土壤重金属的污染程度和污染元素的性质有关,另一方面还与蔬菜作物本身对重金属的选择吸收性能有关。由此可见,蔬菜重金属含量差异是多种因素综合作用的结果。

#### 2.1.2 厦门市售蔬菜重金属的污染评价

从表2可以看出,目前厦门市售的蔬菜中,镉的含量都没有超标,仅2.7%的茄果类和4.2%的鲜豆类超过50%的限量;而受检的大多数蔬菜(根茎瓜果豆类)铅的含量超50%限量和90%限量比例较高,说明有一定的潜在危险。仅2.1%鲜豆类超出标准限量的50%,表明目前厦门市售蔬菜没有砷污染风险。另外厦门市售蔬菜汞的含量虽然没有超限量90%,但仍有超过50%限量的蔬菜检出,尤其是根茎、花菜类,分别为41.2%和

表1 厦门市售不同品种蔬菜中重金属的含量\* (mg/kg)  
Table 1 Contents of heavy metals in different kinds of vegetables in Xiamen market (mg/kg)

类别	蔬菜名	样品数	Cd		Pb		As		Hg	
			均值	范围	均值	范围	均值	范围	均值	范围
嫩茎叶 菜类	甘蓝	31	0.009	0.001~0.051	0.110	0.002~0.390	0.054	0.001~0.131	0.002	0.001~0.008
	大白菜	29	0.012	0.0007~0.054	0.043	0.006~0.180	0.0282	0.005~0.071	0.002	0.0005~0.005
	空心菜	29	0.006	0.0005~0.017	0.059	0.010~0.180	0.049	0.004~0.151	0.002	0.0003~0.001
	油菜	27	0.009	0.001~0.043	0.080	0.020~0.191	0.062	0.010~0.011	0.004	0.001~0.009
	生菜	13	0.004	0.001~0.013	0.053	0.010~0.103	0.020	0.010~0.031	0.001	0.001~0.002
	芥菜	12	0.009	0.004~0.018	0.093	0.010~0.270	0.050	0.010~0.081	0.004	0.001~0.006
	西芹	8	0.018	0.001~0.071	0.121	0.030~0.200	0.056	0.018~0.110	0.003	0.001~0.007
	芹菜	7	0.007	0.001~0.013	0.064	0.010~0.120	0.035	0.005~0.060	0.003	0.002~0.006
	菠菜	5	0.019	0.001~0.038	0.260	0.070~0.620	0.075	0.040~0.110	0.003	0.002~0.003
	韭菜	4	0.013	0.012~0.016	0.120	0.090~0.140	0.088	0.060~0.111	0.007	0.006~0.007
	油麦菜	5	0.012	0.010~0.014	0.080	0.070~0.090	0.027	0.014~0.010	0.002	0.001~0.003
	笋菜	5	0.003	0.002~0.004	0.080	0.074~0.082	0.060	0.052~0.062	ND	/
	春菜	5	0.018	0.014~0.021	0.075	0.040~0.110	0.060	0.040~0.080	0.006	0.003~0.008
	芥蓝	5	0.018	0.012~0.022	0.181	0.120~0.211	0.111	0.091~0.142	ND	/
	观音菜	5	0.002	0.001~0.003	0.091	0.079~0.111	ND	/	ND	/
	人蔘菜	5	0.008	0.006~0.009	0.041	0.023~0.052	0.120	0.094~0.152	ND	/
	茼蒿	5	0.007	0.005~0.009	ND	/	0.010	0.009~0.018	0.001	/
	地瓜叶	5	ND	/	0.261	0.219~0.292	ND	/	ND	/
	小松菜	5	0.015	0.012~0.019	0.091	0.078~0.098	0.050	0.026~0.091	0.002	0.0001~0.003
	苋菜	5	0.016	0.014~0.019	0.071	0.062~0.091	0.020	0.011~0.026	ND	/
花菜类	花椰菜	16	0.007	0.001~0.017	0.045	0.007~0.090	0.028	0.020~0.011	0.002	0.001~0.006
	青花菜	9	0.011	0.004~0.021	0.079	0.005~0.200	0.058	0.020~0.090	0.003	0.001~0.006
根茎类	萝卜	9	0.019	0.002~0.036	0.150	0.020~0.400	0.048	0.020~0.120	0.004	0.001~0.007
	胡萝卜	8	0.013	0.006~0.022	0.012	0.009~0.015	0.020	0.009~0.026	0.005	0.001~0.007
茄果类	茄子	33	0.005	0.0002~0.038	0.038	0.006~0.100	0.045	0.001~0.110	0.002	0.0001~0.009
	辣椒	27	0.009	0.001~0.034	0.058	0.010~0.220	0.052	0.006~0.170	0.003	0.001~0.008
	西红柿	14	0.008	0.001~0.021	0.062	0.020~0.111	0.074	0.008~0.210	0.002	0.001~0.006
瓜类	黄瓜	33	0.005	0.0007~0.023	0.037	0.001~0.180	0.041	0.002~0.150	0.001	0.0001~0.005
	苦瓜	16	0.009	0.0007~0.023	0.062	0.0002~0.210	0.044	0.006~0.110	0.003	0.0002~0.007
	西葫芦	11	0.006	0.001~0.017	0.020	0.010~0.030	0.043	0.020~0.010	0.003	0.001~0.006
	丝瓜	7	0.008	0.006~0.011	0.042	0.010~0.060	0.027	0.006~0.081	0.002	0.001~0.005
	佛手瓜	6	0.005	0.002~0.011	0.120	0.020~0.390	0.062	0.040~0.100	0.003	0.001~0.005
鲜豆类	四季豆	23	0.010	0.001~0.033	0.079	0.020~0.120	0.170	0.030~0.300	0.002	0.001~0.008
	豇豆	20	0.007	0.001~0.018	0.037	0.009~0.070	0.055	0.004~0.029	0.003	0.001~0.006
	豌豆	5	0.011	0.009~0.011	0.010	0.008~0.012	0.120	0.096~0.132	0.002	0.0006~0.005
水生	茭白	5	ND*	/	ND	/	0.040	0.026~0.051	0.001	0.0007~0.003

注：\* ND 为未检出。均值和范围为有检出的蔬菜重金属含量，不含未检出部分。

表2 厦门市售不同品种蔬菜中重金属污染状况  
Table 2 Heavy metals contamination in different kinds of vegetables in Xiamen market

类别	样品数	Cd		Pb		As		Hg					
		限量标准 (mg/kg)	超标率(%)*		限量标准 (mg/kg)	超标率(%)*		限量标准 (mg/kg)	超标率(%)*				
			50%	90%		50%	90%		50%	90%			
嫩茎叶菜类	215	0.2	0	0	0.3	4.2	1.4	0.5	0	0	0.01	6.1	0
花菜类	25	0.05	0	0	0.1	16.0	8.0	0.5	0	0	0.01	16.0	0
根茎类	17	0.1	0	0	0.1	29.4	17.6	0.5	0	0	0.01	41.2	0
茄果类	74	0.05	2.7	0	0.1	18.9	8.1	0.5	0	0	0.01	6.8	0
瓜类	73	0.05	0	0	0.1	17.8	10.9	0.5	0	0	0.01	4.1	0
鲜豆类	48	0.05	4.2	0	0.1	18.8	6.3	0.5	2.1	0	0.01	6.3	0
水生	5	0.05	0	0	0.1	0	0	0.5	0	0	0.01	0	0

注：\* 分别达到标准限量的50%或90%的比率。

16.0%，但由于样品数较少，结果有待进一步研究确认。

本研究中市售蔬菜Pb、Cd、As、Hg的平均含量分别为0.089、0.0089、0.055、0.0022mg/kg，以每天食用蔬菜1kg计，则每天吸收蔬菜中Pb、Cd、As、Hg分别为88.9、8.89、55.4、2.22 $\mu$ g，低于214、60、128、43 $\mu$ g/d的WHO制定的日允许量(ADI值)标准。

## 2.2 厦门市售蔬菜硝酸盐污染现状及评价

### 2.2.1 厦门市售蔬菜硝酸盐、亚硝酸盐含量

表3为厦门市售不同品种蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐的含量。在检测的298份蔬菜中，硝酸盐含量为15.0~4529.2mg/kg，单次测定含量最高的是千宝菜，达

4529.2mg/kg，含量最低的是西红柿，为15.0mg/kg。在嫩茎叶菜类中，两种特菜(千宝菜和小松菜)硝酸盐含量最高，另有11个品种含量也较高，分别为菠菜、地瓜叶、小白菜、油菜、芥菜、苋菜、芥蓝、银丝菜、大白菜、芹菜、茼蒿；在根茎类中，检测出一个萝卜样品的硝酸盐含量较高；而花菜、茄果、瓜、鲜豆和水生蔬菜类的硝酸盐含量普遍较低。由表3可以看出不同种类的蔬菜中硝酸盐的含量差别很大，这7大类硝酸盐含量均值分别为1790.1、326.7、669.1、144.3、285.9、172.7和58.8mg/kg，比较各类蔬菜硝酸盐的均值含量，以叶菜类最高，其含量约为处于次位的根茎类

表3 厦门市售不同品种蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量(mg/kg)  
Table 3 Contents of nitrate and nitrite in different kinds of vegetables in Xiamen market (mg/kg)

蔬菜类别	蔬菜名	数量	硝酸盐		亚硝酸盐	
			均值	范围	均值	范围
嫩茎叶菜类	小白菜	29	2310.7	335.2~4295.3	0.48	0.07~2.06
	甘蓝	15	629.4	83.7~1219.2	0.30	0.13~0.57
	芥菜	13	2053.0	441.8~3433.9	0.39	0.08~1.81
	大白菜	12	1763.9	609.6~4149.1	0.31	0.08~0.83
	芹菜	8	1713.8	94.9~4451.0	1.41	0.28~6.59
	油菜	7	2138.4	749.0~3967.3	0.46	0.09~0.78
	用菜	6	618.2	116.7~2230.7	0.47	0.23~1.06
	菠菜	6	2824.1	2208.2~3497.7	0.63	0.26~1.41
	韭菜	4	825.7	252.4~1168.0	2.30	0.84~4.09
	苋菜	4	1885.1	949.7~2494.1	4.44	0.75~13.72
	笋菜	5	1179.5	644.6~1851.2	0.47	0.12~1.03
	芥蓝	5	1802.2	1447.4~2156.9	0.32	0.18~0.46
	银丝菜	5	1875.8	1317.6~2434.0	0.28	0.14~0.43
	小松菜	5	3235.7	3232.7~3238.8	0.72	0.62~0.82
	茼蒿	5	2086.7	2076.2~2089.4	0.34	0.25~0.39
	娃娃菜	5	525.4	521.9~532.6	0.48	0.29~0.62
	西洋菜	5	687.5	682.3~691.2	0.66	0.49~0.79
	地瓜叶	5	2393.9	2391.1~2398.6	0.61	0.49~0.68
	油麦菜	5	724.3	721.1~736.9	0.19	0.11~0.26
花菜类	千宝菜	5	4529.2	4521.6~4536.2	0.42	0.26~0.52
	花椰菜	10	237.1	83.0~614.1	0.39	0.10~1.24
	青花菜	5	416.2	71.1~685.5	0.54	0.20~1.20
根茎类	萝卜	5	936.1	436.1~1569.2	0.39	0.19~0.54
	胡萝卜	5	352.1	145.2~506.5	0.28	0.14~0.40
	马铃薯	5	334.9	126.9~339.2	0.45	0.24~0.62
茄果类	青芥兰	5	1053.4	1026.4~1059.8	0.56	0.38~0.69
	茄子	18	250.1	96.9~479.4	0.38	0.11~0.99
	辣椒	15	177.9	23.1~615.2	0.24	0.06~0.65
	西红柿	13	57.5	15.0~145.7	0.16	0.02~0.47
	黄秋葵	5	91.6	45.9~120.6	0.71	0.59~0.96
瓜类	黄瓜	9	185.5	22.0~507.6	0.18	0.06~0.43
	苦瓜	5	511.1	159.3~994.3	0.31	0.06~0.55
	丝瓜	5	241.6	131.4~413.2	0.31	0.14~0.52
鲜豆类	西葫芦	5	205.3	89.6~253.4	0.43	0.29~0.69
	豇豆	19	151.2	65.9~260.8	0.42	0.06~2.23
	四季豆	5	299.9	233.6~337.4	0.28	0.14~0.50
水生蔬菜类	豌豆	5	67.1	20.0~92.1	0.33	0.06~0.71
	莲藕	5	58.8	45.6~62.8	0.34	0.26~0.61

表4 厦门市售蔬菜中硝酸盐含量的评价结果  
Table 4 Results of assessment on nitrate content in vegetables in Xiamen market

级别(mg/kg)	样品数	百分比(%)	污染程度	参考卫生状况
一级(432)	129	43.3	轻度	可以生食
二级(433~785)	41	13.8	中度	生食不宜, 盐渍、熟食允许
三级(786~1440)	19	6.4	重度	生食、盐渍不宜, 熟食允许
四级(1441~3100)	99	33.2	严重	生食、盐渍、熟食均不允许
四级以上(>3100)	10	3.3		可引起中毒

的3倍,这与叶菜易于蓄积硝酸盐及大量使用氮肥有关。在检测的样品中,苋菜、芹菜和韭菜各有一个样品检测出高含量的亚硝酸盐,超过GB 12762-2005中蔬菜亚硝酸盐卫生限量标准(4mg/kg),而各类新鲜蔬菜的亚硝酸盐含量没有明显差异,总体上各类蔬菜的亚硝酸盐含量均较低。

### 2.2.2 厦门市售蔬菜硝酸盐、亚硝酸盐的污染评价

目前我国尚无蔬菜硝酸盐的卫生限量标准,为指导消费者合理食用蔬菜,减少硝酸盐对人体健康的危害,沈明珠<sup>[3]</sup>等根据联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)建议的硝酸盐每日允许摄入量5mg/kg bw(以硝酸钠计),并将标准体重按60kg计,人均每日摄入蔬菜按0.5kg(鲜重)计,对蔬菜中硝酸盐进行了分级评价。依据此标准,对检测的7大类38种298份蔬菜样品进行分级评价,结果见表4。结果显示有36.5%的蔬菜处于严重(四级和四级以上)污染状态,应该引起有关部门的重视,采取控制措施,减少和合理施用氮肥。

## 3 结论

3.1 市售蔬菜中Pb、Cd、As、Hg的含量在一定程度上反映了生态环境中这四种有害金属对蔬菜的污染情况。通过对其安全限量值的90%和50%进行评价,有利于发现潜在的污染危险,同时也可以对超标率进行更合理的评价。本次调查的蔬菜中Cd、As、Hg的超标率为零,Pb的污染有一定的潜在危险。特别是随着工业区的扩大、商业和旅游区的发展及人口(包括活动人口)的增加,工业“三废”、车辆排放的尾气及生活垃圾、生活污水的增加都给厦门市区和近郊的土壤理化性质带来了很大的影响,致使土壤中重金属元素如铅等的增加,影响了铅在蔬菜中的蓄积。

3.2 本次调查的蔬菜中Pb、Cd、As、Hg四种重金属的含量相对于我国其他地区来说是较低的,如长沙地区蔬菜中铅、镉分别超标60%和51%<sup>[14]</sup>,温州地区镉是蔬菜、水果污染的主要元素<sup>[15]</sup>,说明在厦门市场上销售的蔬菜质量较好。根据每日食用蔬菜1kg估算,食用现有市售蔬菜是安全的。

### 3.3 厦门市售蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐污染情况的调查

结果与其它省市的基本一致<sup>[17-22]</sup>,硝酸盐的污染状况在嫩茎叶菜类中较严重,超标率为50.4%,这与叶菜易于积累硝酸盐及大量施用氮肥有关,应引起足够的重视,提倡增加有机肥,少施化肥减少硝酸盐和亚硝酸盐的积累。

3.4 在无公害农产品的生产中,生产过程的污染控制是基础。严格把好肥料和灌溉水的监测和管理,强制一部分“致毒”物资退出市场。

3.5 有关职能部门应合理进行生产布局,加强对菜农生产方式的指导和宣传,通过一系列措施使农药、硝酸盐离子和重金属离子等有害物质被控制在标准之内,从而使农产品的质量得到可靠保证。

### 参考文献:

- [1] GB 2762-2005 食品中污染物限量[S].
- [2] GB 18406.1-2001 农产品安全质量无公害蔬菜安全要求[S].
- [3] 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹, 等. 蔬菜硝酸盐累积的研究I. 不同蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量评价[J]. 园艺学报, 1982, 9(4): 41-48.
- [4] 刘杏认, 任建强, 甌兰. 蔬菜硝酸盐累积及其影响因素的研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(4): 366-361.
- [5] RADWAN MA, SALAMA A K. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables[J]. Food and Chemical Toxicology, 2006, 44(8): 1273-1278.
- [6] 陈同斌, 宋波, 郑表明, 等. 北京市菜地土壤和蔬菜铅含量及其健康风险评估[J]. 中国农业科学, 2006, 39(8): 1589-1597.
- [7] 谢正苗, 李静, 徐建明, 等. 杭州市郊蔬菜基地土壤和蔬菜中Pb、Zn和Cu含量的环境质量评价[J]. 环境科学, 2006, 27(4): 742-747.
- [8] 马往校, 段敏, 李岚. 西安市郊区蔬菜中重金属污染分析与评价[J]. 农业环境保护, 2000, 19(2): 96-98.
- [9] 马瑾, 万洪富, 杨国义, 等. 东莞市蔬菜重金属污染状况研究[J]. 生态环境, 2006, 15(2): 319-322.
- [10] 滕葳, 柳琪, 王磊, 等. 山东蔬菜生产的条件及蔬菜重金属污染状况[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(2): 176-178.
- [11] 张建新, 杜双奎, 纳明亮. 陕西省主要蔬菜产区蔬菜重金属污染状况分析与评价[J]. 西北植物学报, 2005, 25(11): 2301-2306.
- [12] 陈亚华, 黄少华, 刘胜环, 等. 南京地区农田土壤和蔬菜重金属污染状况研究[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(3): 356-360.
- [13] 彭玉魁, 赵锁芳, 王波. 陕西省大中城市郊区蔬菜矿物质元素及重金属元素含量研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(1): 97-100.
- [14] 沈彤, 刘明月, 贾来, 等. 长沙地区蔬菜重金属污染初探[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 31(1): 87-89.
- [15] 张永志, 李劲峰, 王钢军. 温州市场蔬菜、水果重金属元素污染调查研究[J]. 浙江农业学报, 2005, 17(6): 384-387.
- [16] 李明德, 汤海涛, 汤睿, 等. 长沙市郊蔬菜土壤和蔬菜重金属污染状况调查及评价[J]. 湖南农业科学, 2005(3): 34-36.

# HPLC 紫外检测法测定辣椒制品中苏丹红 I~IV 号含量的研究

李吉平<sup>1</sup>, 刘文森<sup>1,\*</sup>, 高宏伟<sup>1</sup>, 宋日哲<sup>2</sup>, 陈悦明<sup>2</sup>

(1. 军事医学科学院军事兽医研究所, 吉林 长春 130062; 2. 长春市疾病预防控制中心, 吉林 长春 130033)

**摘要:** 实验选用氟罗里硅土(FLORISIL)固相萃取(SPE)柱对样品进行净化, 用DICKMA 公司C<sub>18</sub>(150 × 4.6mm, 5 μm) 钻石柱为色谱柱, 以含5% 水的乙腈溶液为流动相, 以229nm 为检测波长, 对辣椒食品中的苏丹红 I~IV 号进行了分离和检测。结果显示: 苏丹红 I~IV 号分别在0.625~2000ng、2.5~2000ng、5~2000ng、5~2000ng 范围内呈良好的线性关系, 相关系数R<sup>2</sup> 分别为1、1、0.9989 和0.9990。其标准回收率分别为100.76%、100.20%、99.86%、100.09%, 变异系数分别为1.04%、1.80%、3.29%、3.06%。辣椒粉样品中的苏丹红 I~IV 号的加样回收率分别为102.14%、103.69%、96.36% 和101.93%, 变异系数分别为1.49%、0.84%、0.93% 和3.64%; 辣椒油样品中的苏丹红 I~IV 号的加样回收率分别为97.03%、100.81%、94.53% 和99.31%, 变异系数分别为2.85%、1.71%、1.92% 和2.79%。苏丹红 I~IV 号的最低检测限分别为1.88、2.5、6.25 和10 μg/kg。该方法样品处理简单, 灵敏度高, 可在有关实验室推广应用。

**关键词:** 高效液相色谱; 苏丹红; 测定

## Determination of Sudan I~IV in Capsicum Foods with UV Detector and High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

LI Ji-ping<sup>1</sup>, LIU Wen-sen<sup>1,\*</sup>, GAO Hong-wei<sup>1</sup>, SONG Ri-zhe<sup>2</sup>, CHEN Yue-ming<sup>2</sup>

(1. Military Veterinary Institute, Academy of Military Medical Science of PLA, Changchun 130062, China;

2. Center Disease Prevention and Control of Changchun City, Changchun 130033, China)

**Abstract Objective:** This study established a method based on high performance liquid chromatography (HPLC) with solid phase extraction for determining Sudan I~IV in food. **Methods:** The Sudan I~IV were extracted with n-hexane and purified with FLORISIL solid phase extraction from food, and separated on a C<sub>18</sub> column with 5% water of acetonitrile solution as the mobile phase, and detected at 229 nm. **Results:** The calibration curves of Sudan I~IV show good linearity in the different ranges 0.625~2000 ng (R<sup>2</sup>=1), 2.5~2000 ng (R<sup>2</sup>=1), 5~2000 ng (R<sup>2</sup>=0.9989) and 5~2000 ng (R<sup>2</sup>=0.9990) respectively. The detection limits of Sudan I~IV are 1.88, 2.5, 6.25 and 10 μg/kg, respectively. The standard recovery rates of Sudan I~IV are 100.76%, 100.20%, 99.86% and 100.09%, respectively. The paprika application of sample recovery rates are 102.14%, 103.69%, 96.36% and 101.93%, respectively. The capsicum application sample recovery rates are 97.03%, 100.81%, 94.53% and 99.31%,

收稿日期: 2006-08-16

\* 通讯作者

基金项目: 长春市科学技术局资助项目(05SF15)

作者简介: 李吉平(1964-), 男, 副教授, 研究方向为动物性食品安全。

- |                                                                                |                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| [17] 李晓蓉, 郭玉蓉, 车宗贤, 等. 兰州市蔬菜有害成分和农药残留含量分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(5): 768-772.  | [20] 杜应琼, 王富华, 李乃坚, 等. 广东省蔬菜硝酸盐含量的调查与分析[J]. 生态环境, 2004, 13(1): 19-22.          |
| [18] 侯晶, 陈振楼, 姚春霞, 等. 上海浦东地区蔬菜硝酸盐与亚硝酸盐污染现状分析[J]. 华南农业大学学报, 2006, 27(2): 17-19. | [21] 庞荣丽, 方金豹, 袁国军, 等. 郑州市主要蔬菜和水果硝酸盐污染状况调查[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 297-300.   |
| [19] 朱雅兰, 吴凤林. 黄石市蔬菜硝酸盐污染及防治对策[J]. 黄石理工学院学报, 2006, 22(4): 69-71.               | [22] 封锦芳, 李敬光, 吴永宁, 等. 北京市蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染状况评价[J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(5): 400-403. |