

# 北京市春季蔬菜硝酸盐含量测定及居民暴露量评估

封锦芳<sup>1</sup> 施致雄<sup>1</sup> 吴永宁<sup>2</sup> 吴惠慧<sup>1</sup> 赵云峰<sup>2</sup>

(1. 首都医科大学公共卫生与家庭医学学院,北京 100069;

2. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100050)

**摘要:**为了解北京市春季蔬菜中硝酸盐污染及居民硝酸盐暴露情况,于2006年3-5月从北京市16个菜市场采集应季蔬菜7大类26个品种341份样品,用国标法(GB/T 5009.33—2003)分析蔬菜中的硝酸盐含量。随机抽取北京市15岁以上常住居民152户428人,以记账法对居民日常蔬菜摄入量进行调查,结合蔬菜硝酸盐含量的检测结果,进行居民蔬菜硝酸盐暴露量评估。叶菜类硝酸盐含量最高(3156.94 ± 1425.62 mg/kg),茄果类的含量最低(172.36 ± 148.08 mg/kg),硝酸盐含量依次为叶菜类 > 根茎类 > 葱蒜类 > 瓜类 > 豆类 > 花菜类 > 茄果类,但同一类蔬菜不同品种的硝酸盐的含量差别较大;同一品种的蔬菜中硝酸盐含量差别也很大。居民每日通过蔬菜摄入的硝酸盐量为328.21 mg(以中位数计),比WHO/FAO的ADI值(300 mg/d)高9.4%。北京市春季蔬菜的硝酸盐污染较严重,居民仅由蔬菜摄入的硝酸盐量已经高于ADI值,因此需要加强监督管理,以保护居民健康。

**关键词:**北京;蔬菜;硝酸盐类;食品污染;危险性评估

## Assessment of Nitrate Exposure in Beijing Residents via Consumption of Vegetables

FENG Jinfang, SHI Zhi-xiong, WU Yong-ning, WU Hui-hui, ZHAO Yun-feng

(School of Public Health and Family Medicine, Capital University of Medical Science, Beijing)

**Abstract:** To know the nitrate contents in vegetables and nitrate exposure in Beijing residents, 341 samples of various vegetables in season were collected and analyzed during Mar. -May, 2006. Nitrate contents were analyzed according to GB/T 5009.33—2003. Daily consumption of vegetables was calculated by the method of food accountant and then daily intake of nitrate was calculated. The content of nitrate in vegetables was arranged in the following descendent order: leafy vegetables > root and stem vegetables > onions and garlic > melons > legumes > flower vegetables > egg plants. The contents of nitrate in different species differed greatly, which implied that they were cultivated in different places under different conditions. According to the results of the assessment, the median daily intake of nitrate via vegetables was 328.21 mg (median) among Beijing residents. The results indicate that the exposure of nitrate, only via vegetables, exceeds the ADI established by JECFA, and development of measures to monitor and control it is urgently needed.

**Key word:** BEIJING;Vegetables; Nitrates; Food Contamination; Risk Assessment

近年来,为了提高蔬菜产量,菜农大量施用化学肥料,特别是氮肥,使得蔬菜的硝酸盐残留污染问题

越来越引起人们的关注。然而,人体通过蔬菜摄入的硝酸盐量的定量暴露评估数据比较缺乏。鉴于

[5] Takagi H, Shibutani M, Lee K Y, et al. Lack of modifying effects of genistein on disruption of the reproductive system by perinatal dietary exposure to ethinylestradiol in rats [J]. *Reproductive Toxicology*, 2004, 18: 687-700.

[6] Lewis R W, Brooks N, Milburn G M, et al. The effects of the phytoestrogen genistein on the postnatal development of

the rat[J]. *Toxicological Sciences*, 2003, 71: 74-83.

[7] Hughes C L, Liu G, Beall S, et al. Effects of genistein or soy milk during late gestation and lactation on adult uterine organization in the rat[J]. *Exp Biol Med*, 2004, 229: 108-117.

[收稿日期:2006-09-17]

中图分类号:R15;Q56;R994.4;TS216 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2006)06-0508-07

基金项目:国家“十五”重大科技专项(2001BA804A32)

作者简介:封锦芳 女 副教授

通讯作者:吴永宁 男 研究员 博士生导师



此,我们对北京市居民经常食用的蔬菜进行了硝酸盐含量的测定并结合蔬菜消费量调查,进行居民蔬菜硝酸盐暴露量的评估,从而为蔬菜中硝酸盐对人群健康的安全性评估提供依据,进一步推进蔬菜中硝酸盐卫生限量标准的制定,并为减少蔬菜硝酸盐的污染提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**检测样品** 2006年随机采取北京市16个菜市场3~5月的新鲜蔬菜7大类26个品种341份,其中叶菜类12种、瓜类3种、茄果类4种、鲜豆类1种、根茎类3种、葱蒜类2种、花菜类1种。

**膳食调查** 采取以户为单位的方式,随机抽取15~62岁的北京市常住居民为本次调查的目标人群。共调查了152户428人,其中男198人,女230人。

### 1.2 方法

**1.2.1 实验方法** 取蔬菜的可食部分,洗净、吸干表面水分。经称重、匀浆、提取、过滤后,采用镉柱还原法测定蔬菜中的硝酸盐含量。具体操作按食品中硝酸盐和亚硝酸盐测定方法(CB/T 5009.33—2003)进行<sup>[1]</sup>。

**1.2.2 膳食调查** 采用记账法,记录6d(包含1个节假日)每人每日蔬菜的摄入品种及摄入量。

**1.2.3 质量控制** 每批样品检测时,均制作亚硝酸钠校正曲线,并以此计算菜样中的硝酸盐含量;同时作镉柱的还原效率,以还原效率在85%~115%为有效检测结果。

蔬菜消费量的调查,由经过严格培训的调查员入户指导居民参考标准化菜盘记录每日蔬菜消费量,并给予居民礼品争取居民的配合,调查表填写质量较高,数据真实可信。

## 2 结果处理

对实验结果和现场调查结果用EXCEL2000进行双份录入。按《中国食物成分表》(2002年版)进行蔬菜分类。将检测的341份新鲜蔬菜分为叶菜(包括嫩茎)、花菜、根茎、茄果、瓜、鲜豆和葱蒜共7类进行统计。

用SPSS 10.0统计软件,计算各种、各类蔬菜中硝酸盐含量的平均值、标准差以及居民蔬菜硝酸盐暴露量的中位数和95百分位数。

## 3 结果

### 3.1 蔬菜中的硝酸盐含量

硝酸盐含量见表1、表2。从表1可见,各类蔬菜的硝酸盐含量差别很大。其中以叶菜类的含量最高(均值达3156.94 mg/kg),茄果类的含量最低(均值为172.36 mg/kg)。

表1 各类蔬菜硝酸盐含量

蔬菜类别	样品数	范围	$\bar{x} \pm s$	mg/kg
嫩茎、叶菜类	152	444.05~7756.67	3156.94	$\pm 1425.62$
根茎类	35	73.60~3721.33	1019.86	$\pm 958.97$
葱蒜类	27	84.21~2257.07	940.66	$\pm 711.31$
瓜类	43	56.29~1675.07	687.79	$\pm 511.94$
鲜豆类	14	141.89~813.57	522.85	$\pm 240.72$
花菜类	12	163.56~853.78	428.95	$\pm 216.31$
茄果类	58	11.72~643.02	172.36	$\pm 148.08$

表2 各种蔬菜的硝酸盐含量

蔬菜类别	蔬菜名称	样品数	范围	$\bar{x} \pm s$	mg/kg
叶菜类	大白菜	18	1419.26~3831.75	2533.42	$\pm 719.54$
	小白菜	10	1503.04~6534.13	3615.52	$\pm 1566.45$
	油菜	21	1228.64~5739.67	3823.46	$\pm 1106.00$
	菠菜	12	1387.89~5213.82	3177.23	$\pm 1408.63$
	香菜	15	2204.07~6209.28	3399.53	$\pm 1200.64$
	芹菜	16	1484.76~6761.22	3999.62	$\pm 1501.19$
	茴香	12	1401.71~7756.67	4239.67	$\pm 1575.78$
	油麦菜	14	444.05~2900.83	1735.32	$\pm 668.69$
	圆白菜	16	779.54~4489.43	1978.21	$\pm 922.86$
	芥兰	4	3071.55~5473.10	4152.58	$\pm 1172.23$
蒿菜	蒿菜	6	2891.84~5479.75	3651.57	$\pm 982.51$
	生菜	8	928.78~5742.19	2418.81	$\pm 1503.09$
葱蒜类	韭菜	17	642.50~2257.07	1388.09	$\pm 490.96$
	蒜苗	10	84.21~447.90	180.05	$\pm 110.50$
瓜类	黄瓜	20	56.29~569.57	256.25	$\pm 182.73$
	苦瓜	11	191.55~979.44	655.82	$\pm 255.84$
	西葫芦	13	783.55~1675.07	1341.73	$\pm 233.63$
茄果类	柿子椒	15	93.03~353.07	217.91	$\pm 87.31$
	尖椒	15	69.56~506.74	203.47	$\pm 128.04$
	茄子	8	169.13~643.02	370.94	$\pm 156.31$
	西红柿	20	11.72~72.02	35.44	$\pm 18.61$
根茎类	土豆	13	73.60~540.85	351.16	$\pm 144.69$
	胡萝卜	9	99.25~581.50	456.89	$\pm 168.01$
	萝卜	13	1105.37~3721.33	2078.31	$\pm 793.75$
鲜豆类	豆角	14	141.89~813.57	522.85	$\pm 240.72$
花菜类	菜花	12	163.56~853.78	428.95	$\pm 216.31$

不同品种蔬菜中的硝酸盐含量如表2所示。可以看到(1)同一类蔬菜,不同品种间硝酸盐含量差别较大。如同属于葱蒜类的韭菜和蒜苗,韭菜的硝酸盐含量的平均值为1388.09 mg/kg,而蒜苗的含量均值仅为180.05 mg/kg,相差近10倍。(2)同一品种个体蔬菜样品的硝酸盐含量也存在较大差别。(3)在检测的341份样品中,硝酸盐含量最高的是茴香样品,高达7756.67 mg/kg,同时其平均值也是所有蔬菜品种中最高的,均值达4239.67 mg/kg。

### 3.3 居民蔬菜硝酸盐暴露量分析

通过对居民日常蔬菜消费量的调查,得到居民每人每日蔬菜消费量的不同水平( $P_{25}$ 、 $P_{50}$ 、 $P_{75}$ 、 $P_{95}$ ),结合蔬菜硝酸盐的检测结果(以均数计)得到人群蔬菜硝酸盐暴露量的不同水平。如表3所示。

在检测过程中硝酸盐含量较高的茴香,由于人群摄入量相对较低,其人群硝酸盐的暴露量并不高。而大部分叶类蔬菜的暴露量均呈现了较高的水平,如油菜硝酸盐暴露量为81.93 mg/(人·d),芹菜为66.66 mg/(人·d)(均以中位数计)。

### 3.4 居民蔬菜硝酸盐暴露量评价

2002年世界卫生组织和联合国粮农组织(WHO/FAO)食品添加剂联合专家委员会JECFA第59次会议<sup>[2]</sup>建议,硝酸盐的每日容许摄入量(ADI)为0~5 mg/kg BW(以 $\text{NO}_3^-$ 计),按标准人体重60 kg,折合成每人每日硝酸盐容许摄入量约为300 mg,以此为标准对居民各类蔬菜的硝酸盐暴露量进行评价,结果见表4。无论中位数还是第95百分位数,叶菜的硝酸盐暴露量远远高于其他种类的蔬菜,若以中位数计,仅叶菜类蔬菜的每人每日硝酸盐暴露量即为ADI值的94.97%,其95百分位数高达ADI值的767.06%。由此可见,居民的蔬菜硝酸盐暴露主要来源于叶类蔬菜。

表3 居民人均每日各种蔬菜硝酸盐暴露量分析

蔬菜类别	蔬菜名称	硝酸盐暴露量(mg/(人·d))	
		$P_{50}$ ( $P_{25} \sim P_{75}$ )	$P_{95}$
叶菜类	大白菜	50.67(8.44~108.58)	370.97
	小白菜	12.05(0.00~77.48)	258.25
	油菜	81.93(22.30~163.86)	423.31
	菠菜	45.39(0.00~113.47)	295.03
	芹菜	66.66(28.57~171.41)	342.82
	蒿菜	0.00(0.00~8.26)	104.33
	茴香	0.00(0.00~28.26)	121.13
	油麦菜	0.00(0.00~17.35)	123.95
	圆白菜	28.26(0.00~84.78)	261.41
	葱蒜类	韭菜	9.91(0.00~33.38)
蒜苗		0.60(0.00~2.57)	12.86
瓜类	黄瓜	10.98(3.66~20.74)	45.76
	苦瓜	0.00(0.00~2.19)	14.05
茄果类	西葫芦	4.47(0.00~22.36)	143.76
	柿子椒	0.36(0.00~3.11)	15.57
	尖椒	0.00(0.00~1.45)	7.99
	茄子	2.47(0.00~10.60)	26.50
鲜豆类	西红柿	1.42(0.51~3.04)	7.09
	豆角	3.49(0.00~13.07)	41.83
根茎类	土豆	8.78(3.05~15.05)	40.13
	胡萝卜	0.76(0.00~6.53)	26.11
	萝卜	0.00(0.00~22.27)	133.61
花菜类	菜花	0.00(0.00~6.13)	22.98
总量		328.21(66.54~935.95)	2938.58

表4 居民摄入的各类蔬菜硝酸盐暴露量的结果评价

种类	$P_{50}$ (占ADI%)	$P_{95}$ (占ADI%)
叶菜类	284.96(94.97)	2301.20(767.06)
葱蒜类	10.51(3.50)	112.01(37.37)
瓜类	15.45(5.15)	203.57(67.86)
茄果类	4.25(1.42)	57.15(19.05)
鲜豆类	3.49(1.16)	41.83(13.94)
根茎类	9.54(3.18)	199.85(66.61)
花菜类	0.00(0.00)	22.98(7.66)

## 4 讨论

调查结果显示,不同种类、不同品种蔬菜的硝酸盐含量差异较大,其平均含量依次为叶菜类>根茎类>葱蒜类>瓜类>鲜豆类>花菜类>茄果类。这与蔬菜的种类、品种等遗传特性有关。其次,同一品种蔬菜内个体样品硝酸盐含量也存在较大差别,这可能与外界环境条件和栽培技术措施的不同有关。

本次调查发现,北京市春季市售蔬菜受硝酸盐污染较严重。值得注意的是,本次检测结果中各类蔬菜的硝酸盐含量水平较北京市1979-1981年<sup>[3]</sup>与2003年<sup>[4]</sup>的调查结果均有不同程度的升高。这一研究结果也显著高于我国其他地区的一些研究结果<sup>[5]</sup>。

居民蔬菜硝酸盐暴露量的高低取决于蔬菜硝酸盐含量及蔬菜消费量两个方面。如大部分叶菜类蔬菜由于硝酸盐含量与蔬菜消费量均较高,其硝酸盐暴露量亦较高。但个别蔬菜如茴香,虽然硝酸盐含量非常高,但由于人群平均消费水平较低,其硝酸盐暴露量并不高。调查结果显示,北京市居民春季蔬菜硝酸盐的主要暴露源自叶菜类,尤其是芹菜、油菜、白菜和菠菜。而每人每日经蔬菜摄入体内的硝酸盐含量较高,其暴露量中位数为328.21 mg,是ADI值的1.09倍; $P_{95}$ 值为2938.58 mg,超过ADI值近10倍。考虑到本次研究主要集中统计经常食用的各类蔬菜的日人均摄入量,调查类别还不尽完整,且人们同时还要食用其它主、副食品,其中也有一定的硝酸盐。因此,估计当地居民经食物摄入硝酸盐量很可能会远远高于ADI值。

蔬菜安全卫生,是一个重大的社会公共卫生问题,关乎国计民生,不仅对人民群众身体健康产生影响,而且也对国际蔬菜贸易产生重要影响。因此,有关部门应加强蔬菜中硝酸盐污染情况的摸底调查和人群暴露量及安全性评估。在此基础上,制定蔬菜硝酸盐限量标准。加强监测和监督检查,严把市场准入关;建立健全蔬菜生产、加工、运输、贮存、销售的卫生管理制度和良好卫生规范;加强无公害蔬菜基地建设,推行“绿色”蔬菜认证制度;选育优良蔬菜品种;加强蔬菜生产过程的科学管理,合理使用化学

# 2005 年中国 5 个沿海省份鱼类产品中香港海鸥菌的污染调查

徐进<sup>1</sup> 张静<sup>2</sup> 刘秀梅<sup>1</sup> 马群飞<sup>3</sup> 孙桂娟<sup>4</sup> 柯昌文<sup>5</sup> 申志新<sup>6</sup> 梅玲玲<sup>7</sup>

- (1. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100050; 2. 中国疾病预防控制中心疾病控制与  
 应急处理办公室,北京 100050; 3. 福建省疾病预防控制中心,福建 福州 350001;  
 4. 广西壮族自治区疾病预防控制中心,广西 南宁 530021; 5. 广东省疾病预防控制中心,  
 广东 广州 510300; 6. 河北省疾病预防控制中心,河北 石家庄 051000;  
 7. 浙江省疾病预防控制中心,浙江 杭州 310009)

**摘要:**为初步了解中国鱼类产品中香港海鸥菌 (*Laribacter hongkongensis* gen. nov., sp. nov.) 的污染情况,2005 年 8~10 月对广西、广东、福建、浙江和河北 5 个沿海省份的水产品批发市场、零售市场和饭店采集的鱼类产品进行了香港海鸥菌的监测。在 5 省 1 097 份鱼类样本中,草鱼 247 份、鲤鱼 248 份、其他淡水鱼 431 份和海水鱼 171 份。草鱼的检出率为 7.69% (19/247),鲤鱼为 0.81% (2/248),其他淡水鱼为 0.23% (1/431),海水鱼中未检出 (0/171)。我国沿海省份淡水鱼类产品中存在香港海鸥菌的污染,应加强对香港海鸥菌的监测。

**关键词:**鱼;香港海鸥菌;食品污染;卫生调查

## Survey of *Laribacter hongkongensis* in Fish from Coastal Areas of China in 2005

XU Jin, ZHANG Jing, LIU Xiu-mei, MA Qun-fei, SUN Gui-juan,

KE Chang-wen, SHEN Zhi-xin; MEI Ling-ling

(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050, China)

**Abstract:** In order to get information about *L. hongkongensis* contamination in fish, 1 097 samples of various species of fish including grass carp (247), bighead carp (248), other freshwater fish (431) and marine fish (171) were collected from five coastal provinces, Zhejiang, Guangxi, Guangdong, Hebei and Fujian in China within the period from August to October 2005. *L. hongkongensis* was isolated solely from freshwater fishes (7.69% of grass carp (19/247), 0.81% of bighead carp (2/248)). The organism was not found in marine fishes. It is concluded that *L. hongkongensis* needs to be particularly monitored in the market of fresh water fishes.

**Key word:** Fishes; *Laribacter hongkongensis*; Food Contamination; Health Surveys

肥料,推广有机肥料,严格禁止污水浇灌。建立蔬菜污染事故的预警机制,确保人民群众的食品安全。

### 参考文献

- [1] GB/T 5009.33—2003. 食品中硝酸盐与亚硝酸盐的测定方法[S].  
 [2] WHO. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives [Z]. Fifty-ninth meeting, Geneva, 2002—06—4—13.  
 [3] 周泽义,胡长敏,王敏健,等. 中国蔬菜硝酸盐和亚硝

- 酸盐污染因素及控制研究[J]. 环境科学进展, 1998, 7 (5):1-13.  
 [4] 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.  
 [5] 周焱,董越勇,陆若辉. 浙江省主要蔬菜的硝酸盐积累差异及其影响因子的研究[J]. 浙江农业学报, 2005, (5):263-267.

[收稿日期:2006-09-17]

中图分类号:R15;X836 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2006)06-0514-04

基金项目:中国疾病预防控制中心疾病控制与应急处理办公室专项  
 作者简介:徐进 男 副研究员