

北京市蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染状况评价

封锦芳¹ 李敬光² 吴永宁² 周蕊² 赵云峰²

(1. 首都医科大学继续教育学院, 100054; 2. 中国疾控中心营养与食品安全所, 北京 100050)

摘要: 为了解北京市蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐的污染情况, 于 2003 年 4 月~8 月从北京 15 个菜市场采集应季蔬菜样品, 共 40 个品种 444 份样品, 用国标法 (GB/T 5009. 33—2003) 分析蔬菜中的硝酸盐和亚硝酸盐的含量。结果显示: 检测样品中, 污染程度严重的占 33.1%; 中、重度污染的占 23.6%; 轻度的占 43.2%; 硝酸盐的含量依次为绿叶菜类 > 白菜类 > 根茎类 > 瓜茄类 > 葱蒜类 > 豆类 > 果类 > 水生植物类, 但同一类蔬菜不同品种的硝酸盐的含量差别较大, 从几倍到几十倍; 同一品种的蔬菜中硝酸盐含量差别也很大, 可能与产地、生长条件不同有关。蔬菜中亚硝酸盐含量相对较低, 其含量与蔬菜的新鲜程度有关。研究结果提示需要制定限量标准, 加强监督管理。

关键词: 蔬菜; 硝酸盐类; 亚硝酸盐类; 食品污染

The evaluation of nitrate and nitrite contamination in vegetables in Beijing

Feng Jinfang, Li Jingguang, Wu Yongning, Zhou Rui, Zhao Yunfeng

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

Abstract: **Objective** The nitrate and nitrite contents in vegetables were investigated in Beijing. **Method** The vegetable samples supplied seasonally were collected in 15 markets during April and August in 2003, and 444 samples in 40 groups of vegetables were analyzed according to GB/T 5009. 33—2003. **Result** The prevalence of severe contamination was 33.1% in samples analyzed, the prevalence of heavy and medium contamination was 23.6%, the prevalence of mild contamination was 43.2%. The content of nitrate in vegetables was in the following descent order, green leaf vegetables > cabbages > root and stem vegetables > melon and eggplant vegetables > onions and liv, beans > fruit vegetables and water plant vegetables, however the contents in different species differed greatly by several to ten times even in the same group, which implied that they were related with the original place and condition of production. The nitrite in vegetables was comparably low, however it was found that the content of nitrite was related with the freshness of vegetables. **Conclusion** The result indicated that the maximum limit should be established to monitor and control their contamination.

Key Words: Vegetables; Nitrates; Nitrites; Food Contamination

蔬菜是易于蓄积硝酸盐的作物。大量研究表明, 人体摄入的硝酸盐约 70%~80% 来自于蔬菜。^[1] 硝酸盐对人体的毒性相对较低, 但是, 从作为形成 N-亚硝基化合物的前体 N-亚硝化剂考虑, 硝酸盐转化为亚硝酸盐的途径需要关注。^[2] 近年来, 随着有机氮肥使用量的增加, 蔬菜中硝酸盐污染显得尤为突出。为保护消费者的健康, 2002 年联合国粮农组

织 (FAO) 和世界卫生组织 (WHO) 的食品添加剂联合专家委员会 (JECFA) 第 59 次会议建议硝酸盐和亚硝酸盐的每日允许摄入量 (ADI 值) 分别为 0~5 mg/kg BW 和 0~0.07 mg/kg BW。我国居民蔬菜消费量大, 评价蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐的污染状况是衡量蔬菜品质的重要指标。鉴于此, 我们开展了北京市居民经常食用的蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐污染水平评估, 旨在为我国制定蔬菜中硝酸盐的卫生限量标准提供科学依据, 并为减少蔬菜硝酸盐的污染

基金项目: 国家“十五”攻关重大科技专项《食品安全关键技术》(2001BA804A32-04)。

作者简介: 封锦芳 女 副教授

通讯作者: 吴永宁 男 研究员

The work was supported by the Grant from National Science and Technology Program Funds of Ministry of Science and Technology, China. (2001BA804A32-04)

提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料 随机采自北京市 15 个菜市场的各种新鲜蔬菜 40 个品种 444 份样品。

1.2 测定方法 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,用格里斯试剂比色法定量测定亚硝酸盐含量;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。^[3]

2 结果

2.1 蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量 《中国食物成分表》(2002 年版)将蔬菜及其制品分为 8 大类,即

嫩茎叶类、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。以此为标准并作适当调整,将检测的 444 种新鲜蔬菜分为叶菜(包括嫩茎)、花菜、根茎(包括薯芋)、茄果、瓜、葱蒜和水生蔬菜共 8 类。各类蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量分别见表 1,表 2。由表 1 可以看出不同种类的蔬菜中硝酸盐的含量差别很大,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的 3 倍,这与叶菜易于蓄积硝酸盐及大量使用氮肥有关。其它为瓜类、葱蒜类、花菜类、茄果类、鲜豆类和水生蔬菜类,含量依次降低,且相对较低。在表 2 中,各类新鲜蔬菜的亚硝酸盐含量没有明显差异,根茎类的亚硝酸盐含量虽最高,也仅有 0.48 mg/kg,这与我国其它地市的调查结果基本一致。^[4-6]

表 1 北京市蔬菜中硝酸盐含量

蔬菜类别	样品数	范围	均值	标准差	中位数	90%位数	95%位数
嫩茎、叶菜类	184	6938.62 ~ 169.20	2375.83	1472.45	2013.56	4452.70	5035.06
花菜类	24	673.58 ~ 127.10	389.17	144.97	368.35	589.15	666.91
根茎类	45	2739.65 ~ 17.14	801.02	693.87	481.14	1961.34	2102.97
茄果类	55	569.33 ~ 5.67	145.28	144.15	105.82	356.44	448.03
瓜类	66	1491.84 ~ 41.49	423.86	348.36	280.94	855.69	1334.55
鲜豆类	28	558.49 ~ 28.24	175.85	132.71	155.22	387.98	458.96
葱蒜类	23	819.81 ~ 177.43	442.53	182.82	474.35	690.29	790.92
水生蔬菜类	19	33.17 ~ 3.86	10.91	8.86	7.27	26.75	32.31

表 2 北京市蔬菜中亚硝酸盐含量

蔬菜类别	样品数	范围	均值	标准差	中位数	90%位数	95%位数
嫩茎、叶菜类	184	ND ~ 7.27	0.42	0.78	0.19	1.11	1.73
花菜类	24	ND ~ 1.19	0.22	0.32	0.03	0.63	0.92
根茎类	45	ND ~ 5.02	0.48	0.88	0.17	1.21	1.90
茄果类	55	ND ~ 2.76	0.25	0.47	0.00	0.84	0.93
瓜类	66	ND ~ 1.15	0.11	0.23	0.00	0.40	0.58
鲜豆类	28	ND ~ 0.70	0.12	0.21	0.00	0.54	0.63
葱蒜类	23	ND ~ 3.35	0.41	0.78	0.18	1.11	2.31
水生蔬菜类	19	ND ~ 0.70	0.16	0.23	0.00	0.56	0.65

注:ND 为未检出(小于方法检出限)。

2.2 各类蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量 不同品种的蔬菜蓄积硝酸盐的程度存在差异,表 3 为不同品种蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐的含量。在检测的 444 份蔬菜中,单次测定含量最高的为小白菜,达 6 938.62 mg/kg。在叶菜类中,茴香的硝酸盐含量最高,其次为苋菜,比含量最低的莴苣高约 4 倍,比根茎类最高的萝卜高约 3.5 倍。由表 3 结果可见,北京市叶菜类蔬菜硝酸盐污染严重,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。此外,在检测的样品中,香菜和萝卜各有一个样品检出血高含量的亚硝酸盐,且超过 CB 15198—1994 中蔬菜亚硝酸盐卫生限量标准(4 mg/kg),样品合格率为 99.55%。

2.3 不同蔬菜中硝酸盐蓄积程度的评价 我国尚

没有制定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^[7]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 5 mg/kg BW(以硝酸钠计),并将标准人体重按 60 kg 计,人均每日摄入蔬菜按 0.5 kg(鲜重)计,对蔬菜中硝酸盐进行了分级评价。依据此标准,对检测的蔬菜样品进行分级评价,结果见表 4。结果显示有 12.4%的蔬菜处于严重污染状态,应引起足够的重视。

3 讨论 人体通过蔬菜摄入的硝酸盐占硝酸盐总摄入量的 70%~90%。1973 年, Hill 指出一般情况下人体从食物中摄取的硝酸盐占总摄入量的 70%~80%。1987 年, Knight 等人指出蔬菜占硝酸盐摄入的 90%以上。1993 年 Laitinen 等对 9~24 岁青少年硝酸盐和亚硝酸盐膳食摄入评估,平均摄入量硝酸盐和亚硝酸盐分别为每人 4.0 mg/d 和每人 1.4 mg/d。蔬菜为膳食摄入的硝酸盐的 86%,肉(特别是香肠)占亚硝酸盐摄入量的 69%。^[1] 欧盟和美国人群硝酸盐的每日膳食摄入量以 NaNO₃ 计为 50~150 mg,其中蔬菜占 50%~86%。我国的几个调查也表明我国人群硝酸盐的每日膳食摄入量以 NaNO₃ 计为 300 mg,其中蔬菜占 80%~90%。

表3 蔬菜中硝酸钠和亚硝酸钠含量

mg/kg

蔬菜类别	蔬菜名称	数量	硝酸钠含量		亚硝酸钠含量	
			$\bar{x} \pm s$	范围	$\bar{x} \pm s$	范围
嫩茎叶菜类	茴香	10	4334.57 ±1501.35	1401.71 ~ 6016.33	0.70 ±0.85	ND ~ 2.30
	苋菜	9	4035.39 ±810.66	2039.24 ~ 4740.20	1.56 ±1.31	ND ~ 3.35
	油菜	12	3990.95 ±1159.07	1228.64 ~ 5491.83	0.18 ±0.31	ND ~ 0.95
	小白菜	11	3742.26 ±1453.65	1503.04 ~ 6938.62	0.25 ±0.54	ND ~ 1.82
	茼蒿	12	3061.33 ±1400.14	1099.67 ~ 5342.88	0.51 ±0.47	ND ~ 1.52
	芹菜	13	2792.54 ±758.19	1484.76 ~ 3879.13	0.25 ±0.25	ND ~ 0.69
	香菜	11	2694.22 ±1544.37	371.20 ~ 5118.80	1.06 ±2.13	ND ~ 7.27
	空心菜	11	2215.18 ±880.81	877.06 ~ 3534.62	0.59 ±0.61	ND ~ 1.89
	菠菜	12	2130.21 ±1255.88	173.99 ~ 3968.75	0.34 ±0.43	ND ~ 1.15
	大白菜	11	2022.50 ±1070.93	607.69 ~ 3694.16	0.22 ±0.22	ND ~ 0.62
	芥兰	10	1936.02 ±968.80	452.82 ~ 3071.55	0.32 ±0.41	ND ~ 1.29
	圆白菜	14	1365.18 ±570.58	680.38 ~ 2683.82	0.35 ±0.51	ND ~ 1.78
	韭菜	11	1209.34 ±436.75	618.18 ~ 2218.92	0.00 ±0.01	ND ~ 0.02
	油麦菜	10	1185.99 ±770.88	169.20 ~ 2344.14	0.39 ±0.43	ND ~ 1.16
	生菜	13	1136.56 ±902.73	195.00 ~ 3548.55	0.20 ±0.25	ND ~ 0.70
	莴笋	14	1083.46 ±352.23	660.33 ~ 1633.61	0.25 ±0.30	ND ~ 0.84
	花菜类	花椰菜	13	339.72 ±129.83	127.10 ~ 565.15	0.26 ±0.36
西兰花		11	447.61 ±145.52	280.25 ~ 673.58	0.18 ±0.29	ND ~ 0.81
根茎类	萝卜	16	1519.07 ±565.49	591.36 ~ 2739.65	0.72 ±1.26	ND ~ 5.02
	胡萝卜	11	181.96 ±177.08	17.14 ~ 493.44	0.21 ±0.29	ND ~ 0.84
	山药	8	762.92 ±467.70	194.92 ~ 1642.12	0.28 ±0.42	ND ~ 1.21
茄果类	土豆	10	363.59 ±101.52	188.95 ~ 481.14	0.55 ±0.92	ND ~ 3.03
	茄子	11	332.43 ±138.95	153.58 ~ 569.33	0.20 ±0.31	ND ~ 0.83
	柿子椒	11	191.07 ±93.87	37.17 ~ 314.92	0.45 ±0.84	ND ~ 2.76
	辣椒	11	172.03 ±107.45	40.54 ~ 444.05	0.19 ±0.34	ND ~ 0.86
	大西红柿	10	33.01 ±18.73	9.19 ~ 56.07	0.33 ±0.35	ND ~ 1.09
瓜类	小西红柿	12	9.93 ±5.54	5.56 ~ 25.51	0.09 ±0.27	ND ~ 0.95
	西葫芦	11	987.74 ±369.63	358.65 ~ 1491.84	0.09 ±0.15	ND ~ 0.45
	苦瓜	13	496.69 ±290.60	116.71 ~ 985.60	0.12 ±0.33	ND ~ 0.58
	冬瓜	13	314.40 ±114.93	167.50 ~ 490.57	0.16 ±0.27	ND ~ 0.98
	黄瓜	13	229.20 ±153.42	77.89 ~ 569.57	0.06 ±0.13	ND ~ 0.40
	丝瓜	13	199.94 ±66.43	41.49 ~ 311.44	0.12 ±0.21	ND ~ 0.58
	瓠子	3	328.92 ±245.62	151.54 ~ 609.26	0.01 ±0.01	ND ~ 0.02
葱蒜类	蒜苗	12	253.12 ±150.19	85.07 ~ 558.49	0.11 ±0.21	ND ~ 0.60
	韭苔	6	204.26 ±46.63	136.63 ~ 275.71	0.17 ±0.28	ND ~ 0.70
	葱头	10	66.05 ±46.52	28.77 ~ 176.18	0.11 ±0.19	ND ~ 0.59
鲜豆类	豇豆	9	318.63 ±148.52	177.43 ~ 629.13	0.50 ±1.07	ND ~ 3.35
	豆角	14	522.18 ±159.77	282.91 ~ 819.81	0.35 ±0.53	ND ~ 1.75
水生蔬菜类	茭白	10	11.70 ±9.33	4.24 ~ 33.17	0.13 ±0.23	ND ~ 0.70
	藕	9	10.03 ±8.78	3.86 ~ 31.26	0.19 ±0.24	ND ~ 0.59

注:ND为未检出(小于方法检出限)。

表4 蔬菜中硝酸盐含量的分级

级别(mg/kg)	样品数	百分比	污染程度	卫生状况
一级(432)	192	43.20	轻度	可以生食
二级(433~785)	64	14.40	中度	生食不宜,盐渍、熟食允许
三级(786~1234)	41	9.20	重度	生食、盐渍不宜,熟食允许
四级(1235~3100)	92	20.70	严重	生食、盐渍、熟食均不允许
四级以上(>3100)	55	12.40		可引起中毒

值得注意的是本次检测的蔬菜中部分品种,尤其是叶菜类的硝酸盐含量显著高于北京市1979年

~1981年及1989年的调查结果,同时也显著高于南方一些省市同类蔬菜的检测结果。^[7]在检测的蔬菜样品中,硝酸盐含量范围为3.86~6938.62 mg/kg,均值为1202.28 mg/kg(标准差1406.50 mg/kg),中位数为554.42 mg/kg,90%位数为3497.28 mg/kg,95%位数为4235.83 mg/kg,表明蔬菜硝酸盐的污染不容忽视。相对蔬菜硝酸盐来看,亚硝酸盐含量范围为未检出~7.27 mg/kg,均值为0.32 mg/kg,中位数为0.020 mg/kg,90%位数为0.84 mg/kg,95%位数为

为 1.22 mg/kg。成年人体重按 60 kg 计,每日食用蔬菜按 0.5 kg 计,则每日摄入的硝酸盐(按硝酸钠计)为 10.02 mg/kg BW,超过 ADI(5 mg/kg BW)约 2 倍,这一结果应引起有关部门的重视。在加强北京市食品放心工程建设中,蔬菜中硝酸盐应该作为重要监测内容,采取有效措施,减少蔬菜硝酸盐的含量。

大量的研究表明蔬菜硝酸盐污染水平与不合理施肥有很大的关系,氮、磷、钾比例世界平均水平是 1 0.5 0.5,而中国为 1 0.28 0.09,显然我国的氮肥使用量远远高于磷肥和钾肥,且氮肥的使用量有逐年增高的趋势。^[8-10]有关植物钾素营养的理论认为,钾在植物体内可促进蛋白质的合成,提高氮的利用率。还有研究显示增施有机肥可降低作物硝酸盐含量。但近年来,菜农为了追求蔬菜(尤其是叶菜类)速生、高产大量施用氮肥,很少使用磷肥、钾肥和有机肥,从而使土壤中的硝酸盐含量日益增高,蔬菜中硝酸盐的积累不断加剧。此外,如果土壤中缺乏微量元素钼,灌溉用水硝酸盐的含量高、干旱以及日照不足均可使蔬菜中的硝酸盐含量大大增加。^[11]北京及其它北方地区,温室栽培蔬菜固然可解决寒冷季节居民的蔬菜供应困难问题,但过少的光照却会促进蔬菜的硝酸盐富集。^[7]此外,调查发现来自不同菜市场的同一种蔬菜硝酸盐的含量差异很大。北京的蔬菜供应来源较多,这些差异可能与蔬菜的产地和生长条件不同有很大的关系。

新鲜蔬菜中亚硝酸盐的含量一般较低,且含有较多的维生素 C,维生素 C 为 N-亚硝基化合物合成的最有效的阻断剂。^[1]随着蔬菜存放时间的延长,蔬菜中的硝酸盐在微生物的作用下可被还原成亚硝酸盐,同时维生素 C 也会不断被氧化。本次调查也发现,少数外观不太新鲜的蔬菜亚硝酸盐的含量高

于新鲜的蔬菜。所以,为了减少对人体的危害,应尽可能食用新鲜蔬菜。

参考文献:

- [1] 吴永宁. 现代食品安全科学[M]. 北京:化学工业出版社, 2003, 248—259.
- [2] ICPS. Environmental Health Criteria 5: Nitrates, Nitrites and N-Nitroso Compound. Geneva: World Health Organization. 1985.
- [3] GB/T 5009.33—2003. 食品中硝酸盐与亚硝酸盐的测定方法[S].
- [4] 庞道华, 宋煜炜. 济宁市售蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量分析[J]. 卫生研究 1996, 25(4):251—252.
- [5] 杨惠芬, 王淮洲. 蔬菜中硝酸盐、亚硝酸盐含量及卫生学评价[J]. 卫生研究, 1989, 18(3):45—47.
- [6] 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.
- [7] 周泽义. 中国蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染机制及控制对策[J]. 资源生态环境网络研究动态, 1999, 10(1):13—19.
- [8] 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹, 等. 蔬菜硝酸盐累计的研究. I. 不同蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量评价[J]. 园艺学报, 1982, 4:1—2.
- [9] 武志杰. 化学肥料与生物圈[J]. 农业环境保护, 1994, 13(6):279—282.
- [10] 郭志凯. 氮素肥料的环境问题[J]. 农业环境保护, 1987, 6(4):25—27.
- [11] 谢林, 张娅婕, 史维林, 等. 环境对蔬菜营养成分及亚硝酸盐含量的影响[J]. 中国预防医学杂志, 2002, 3(4):324—325.

[收稿日期:2004-03-10]

中图分类号:R155.54;X592;X56 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2004)05-0400-04

卫生部文件

卫监督发[2004]212号

卫生部关于制发豆芽不属于食品生产经营活动的批复

北京市卫生局:

你局《关于制发豆芽菜是否属于食品生产经营活动的请示》(京卫疾控字[2004]109号)收悉。经研究,现批复如下:

豆芽的制发属于种植生产过程,不属于《中华人民共和国食品卫生法》调整的食品生产经营活动。

此复。

中华人民共和国卫生部
二 四年六月二十九日