

# 青岛市售冬季大棚蔬菜中亚硝酸盐、硝酸盐含量的测定及安全性评价

张双灵, 孙萍, 符方映

(青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东青岛 266109)

**摘要:** 蔬菜中亚硝酸盐、硝酸盐含量是其卫生品质的重要指标之一, 研究运用格里斯试剂比色法及紫外分光光度法检测了青岛市场上冬季大棚蔬菜 217 个样品中亚硝酸盐、硝酸盐含量。结果表明, 青岛市七区蔬菜市场上叶菜类硝酸盐污染较为严重, 大部分蔬菜的亚硝酸盐处于轻、中度污染状态。研究为当地蔬菜的安全供应提供了理论依据和数据支持。

**关键词:** 蔬菜; 亚硝酸盐; 硝酸盐; 含量测定; 格里斯比色法; 紫外分光光度法

文章编号: 1673-9078(2012)8-1069-1072

## Measurement and Safety Evaluation of Nitrite and Nitrate in Winter Tunnel Vegetables of Qingdao

ZHANG Shuang-ling, SUN Ping, FU Fang-ying

(College of Food Science & Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** Griess reagent-ultraviolet spectrophotometry method was used to determine the contents of nitrite and nitrate in 217 winter vegetable samples which sold in Qingdao. Results showed that nitrate contamination in leaf vegetables was more serious than other samples. Most samples were at the levels of light and moderate nitrite contamination. It can give theoretical basis and data support to the vegetables consumption to local residents.

**Key words:** vegetables; nitrite; nitrate; content determine; griess reagent; ultraviolet spectrophotometry

食品安全是当前人们普遍关注的重要问题, 蔬菜是人们食用最多的食物之一。随着菜农使用化学氮肥数量的增加, 蔬菜中亚硝酸盐、硝酸盐累积量剧增<sup>[1]</sup>。亚硝酸盐与人体血红蛋白反应, 使之失去载氧功能, 造成高铁血红蛋白缺乏症; 长期摄入亚硝酸盐还会造成智力迟钝; 亚硝酸盐还可与人们摄入的其他食品、医药品、残留农药成分中的次级胺反应, 在胃腔中形成强致癌物-亚硝胺, 从而诱导消化系统癌变<sup>[2]</sup>; 此外, 亚硝胺还可引起怪胎和遗传变异。人体摄入的硝酸盐在体内微生物的作用下可被还原成亚硝酸盐。因此, 蔬菜中亚硝酸盐、硝酸盐含量是其卫生品质的重要指标之一<sup>[3-5]</sup>。本研究通过检测、分析青岛市主要蔬菜可食部分亚硝酸盐和硝酸盐的含量, 以期当地蔬菜的安全供应, 居民的合理食用, 提高和保障消费者的健康, 提供理论依据和数据支持。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

2010.11 月到 2011.1 月, 随机采取青岛市七个区, 共计 25 种 217 个蔬菜样品。这些样品大部分为大棚种植, 视为冬季大棚蔬菜样品。其中, 145 个蔬菜样品进行了亚硝酸盐含量测定, 72 个样品进行了硝酸盐含量测定。

#### 1.2 仪器与设备

752 紫外可见分光光度计; FA1104N 型电子天平; JYL-C012 型九阳料理机。

#### 1.3 试验方法

蔬菜的亚硝酸盐含量按照 GB5009.33-2010 中盐酸萘乙二胺法测定<sup>[6]</sup>, 蔬菜中硝酸盐含量测定使用 NY/T 1279-2007 紫外分光光度法<sup>[7]</sup>。

### 2 结果与分析

每个样品重复试验三次, 取三次试验的平均值为最终测定结果, 对实验结果用 EXCEL2000 进行数据录入分析。根据 2002 年版《中国食物成分表》, 蔬菜及

收稿日期: 2012-03-23

基金项目: 青岛农业大学高层次人才启动基金 (630927)

作者简介: 张双灵 (1974-) 女, 博士, 副教授, 主要从事食品安全方面的相关研究

其制品可以分为8类: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。根据上述分类,稍作调整,将待测蔬菜样品分为叶菜类、瓜类、果类、豆类、根茎类五大类并按照这五类进行统计。

### 2.1 不同地区蔬菜中亚硝酸盐含量

青岛市7区市售主要蔬菜可食部位亚硝酸盐含量见表1。

表1 青岛市各区主要蔬菜亚硝酸盐含量

Table 1 Content of nitrite in major vegetables from different district of Qingdao

区	类别	样品数	范围/(mg/kg)	平均值	Std./%
城阳	叶菜、根茎类	12	ND~25.00	4.68	6.89
	瓜、果、豆类	5	4.03~4.93	4.48	0.43
市南	叶菜、根茎类	13	ND~6.62	3.25	1.87
	瓜、果、豆类	9	ND~4.31	1.63	1.64
李村	叶菜、根茎类	12	1.33~6.26	3.62	1.52
	瓜、果、豆类	8	2.18~5.81	3.71	1.25
市北	叶菜、根茎类	14	1.31~4.87	3.48	1.16
	瓜、果、豆类	7	3.23~5.11	4.15	0.70
四方	叶菜、根茎类	14	2.76~6.52	3.95	1.27
	瓜、果、豆类	7	1.59~6.97	5.26	1.78
黄岛	叶菜、根茎类	14	1.64~6.55	4.43	1.36
	瓜、果、豆类	7	2.64~5.80	3.99	1.05
崂山	叶菜、根茎类	14	0.59~3.38	2.38	0.79
	瓜、果、豆类	9	1.43~4.09	2.40	0.97

从表1可以看出,不同地区同一类别蔬菜的亚硝酸盐含量存在差异,城阳、市南、李村、市北、四方、黄岛6区市售叶菜、根茎类蔬菜中亚硝酸盐含量均值多在4 mg/kg左右。但是这6个区之间亚硝酸盐的含量差异不是很明显,这与各区蔬菜批发市场间的互相往来有关。而崂山区的叶菜、根茎类亚硝酸盐含量较低,为2.38 mg/kg。说明就区域而言,崂山区蔬菜中亚硝酸盐的污染程度较轻,这与崂山区气候、蔬菜大多为山上种植有关。

### 2.2 不同种类蔬菜中亚硝酸盐含量

表2 各类蔬菜的亚硝酸盐含量

Table 2 Content of nitrite in different category vegetables

类别	样品数	范围/(mg/kg)	平均值	Std./%
叶菜类	54	ND~25.00	4.06	3.29
根茎类	39	0.03~6.26	3.02	1.56
瓜类	14	ND~4.93	3.31	1.68
果菜	20	ND~6.97	3.72	1.69
豆类	18	1.51~5.80	3.13	1.26

各类蔬菜亚硝酸盐含量见表2。

由表2可见,不同种类蔬菜中,叶菜类亚硝酸盐含量最高,均值为4.06 mg/kg,根茎类、瓜类、果菜、豆类含量差异不是很明显,集中于3 mg/kg附近。亚硝酸盐含量均值顺序为:叶菜类>果菜>瓜类>豆类>根茎类。其中,根茎类含量最低,说明就亚硝酸盐污染而言,根茎类蔬菜食品安全性较高。

### 2.3 各种蔬菜的亚硝酸盐含量

各个品种的蔬菜亚硝酸盐含量见表3。

表3 各种蔬菜的亚硝酸盐含量

Table 3 Content of nitrite in vegetables

类别	名称	样品数	范围/(mg/kg)	平均值	Std./%
叶菜类	油菜	7	1.68~6.52	3.92	1.71
	菠菜	7	0.68~4.70	3.16	1.51
	生菜	6	2.37~5.91	4.18	1.17
	韭菜	7	ND~5.49	1.84	2.61
	白菜	6	2.19~6.62	4.01	1.52
	香菜	6	1.66~4.71	3.67	1.15
	卷心菜	6	1.07~4.35	2.91	1.31
	芹菜	7	1.65~6.55	4.36	1.74
	甘蓝	2	4.55~25.00	14.78	14.46
	红薯	6	1.64~3.70	2.72	0.83
根茎类	山药	7	1.31~5.49	3.20	1.64
	白萝卜	6	0.56~5.17	2.53	1.56
	胡萝卜	7	0.03~4.44	2.30	1.63
	土豆	7	0.90~3.09	1.87	0.88
	芋头	6	3.11~6.26	4.98	1.11
	黄瓜	7	ND~4.85	3.16	1.77
瓜类	西葫芦	7	ND~4.93	3.46	1.71
	茄子	7	0.30~6.97	4.31	2.15
果菜	西红柿	6	1.43~4.94	3.84	1.23
	辣椒	1	1	1.22	1.22
	青椒	6	ND~4.03	3.49	0.82
豆类	白芸豆	5	2.18~5.55	3.81	1.27
	扁芸豆	4	2.22~3.23	2.77	0.42
	绿豆芽	6	1.51~4.62	2.63	1.19
	黄豆芽	3	2.04~5.80	3.50	2.019

从表3可以看出,不同品种的蔬菜中亚硝酸盐的含量各不相同。在检测的25种蔬菜中,单次检测含量最高的为甘蓝,其亚硝酸盐含量高达25 mg/kg。其次是茄子、白菜、芹菜、油菜、生菜。

红薯、辣椒、土豆的亚硝酸盐含量相对较低,其平均值低于标准的4 mg/kg。在叶菜类蔬菜中,甘蓝的超标率为100%,均值达到了14.78 mg/kg,其次为芹菜,平均值达到了4.36 mg/kg;豆类中亚硝酸盐含量最高的为白芸豆,均值为3.81 mg/kg;瓜菜类中亚硝酸盐含量

差异相对较小,检测最高的西葫芦;根茎类中,芋头的亚硝酸盐含量较高,达到了4.98 mg/kg。虽然不同类型的蔬菜中亚硝酸盐的含量各不相同,但是同类型的蔬菜差距相对还是较小,像白萝卜和胡萝卜,其平均值分别为2.53 mg/kg和2.3 mg/kg。

### 2.4 蔬菜中亚硝酸盐污染状况评价

#### 2.4.1 亚硝酸盐的 ADI 值

亚硝酸盐的毒性较强,小鼠经口 LD<sub>50</sub> 为 220 mg/kg 体重<sup>[8]</sup>,对人中毒量为 0.3 g~0.5 g,致死量为 3 g<sup>[9~11]</sup>,儿童由于自身解毒能力差,脏器对毒物的耐受性差,所以只需成人的 1/5~1/3 的量就可以导致中毒或死亡<sup>[12]</sup>。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 次会议建议亚硝酸盐的每日容许摄入量(ADI 值)为 0.07 mg/kg·bw·d<sup>[13~15]</sup>。欧盟的 2006/52/EC 也规定亚硝酸盐的 ADI 值为 0.07 mg/kg·bw·d。

#### 2.4.2 蔬菜亚硝酸盐的分级标准

GB2762-2005 食品中污染物限量及 GB18406.1-2001 无公害蔬菜安全要求中规定蔬菜中亚硝酸盐≤4 mg/kg。根据 2002 年, JECFA 及欧盟 2006/52/EC 建议的 ADI 值(0.07 mg/kg·bw·d),按标准人体重 60 kg,每人每天消费 0.5 kg 蔬菜(鲜重),折合成蔬菜中亚硝酸盐最高限量为 8.4 mg/kg。

据文献报道<sup>[16]</sup>,漂烫加工时,蔬菜中亚硝酸盐含量可以降低 63%~92%。周根娣报道<sup>[17]</sup>,蔬菜盐渍加工后,亚硝酸盐含量成倍增加。依据上述文献的研究结果及标准限量规定,借鉴封锦芳<sup>[12]</sup>对各类蔬菜硝酸盐污染程度的分级标准,制订了亚硝酸盐的分级标准见表 4。由表 4 可见,绝大部分蔬菜处于轻、中度污染状态。

表4 蔬菜中亚硝酸盐的分级标准

Table 4 Classification standards of nitrite in vegetables

级别	样品数	百分比/%	污染程度	卫生状况
一级≤4	84	57.9	轻度	可以盐渍,生食
二级(4-8.4)	59	40.7	中度	盐渍,生食不宜,熟食允许
三级(>8.4)	2	1.4	重度	生食,盐渍,熟食均不允许

### 2.5 蔬菜中硝酸盐含量及评价

蔬菜中硝酸盐含量见表 5。

由表 5 可见,不同种类蔬菜的硝酸盐含量存在差异,但普遍较高,叶菜类硝酸盐含量最高,根茎类含量次之,豆类、瓜类,果类硝酸盐含量较低。

研究表明不同作物累积硝酸盐的能力各异,以根茎和叶菜为营养器官供食的菜类,均属于硝酸盐积累型,而以果实供食用的蔬菜,属于低富集型<sup>[16]</sup>。本研

究结果与此相吻合。

表5 各类蔬菜中的硝酸盐含量

Table 5 Content of nitrate in different category vegetables

类别	样品数	范围/(mg/kg)	平均值	Std./%
叶菜类	24	1676.92~3512.38	2378.53	546.45
根茎类	18	857.26~1623.74	1119.8	230.54
瓜类	9	285.57~692.36	533.55	154.35
果菜	9	209.26~457.94	336.57	90.33
豆类	12	531.74~827.76	747.61	109.54

1973 年世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)规定,食品中硝酸盐的 ADI 值为 3.6 mg/kg·bw·d。假设我国人均体重 60 kg,人均日食蔬菜 0.5 kg,蔬菜可食部分中硝酸盐含量的卫生标准为 432 mg/kg 鲜样<sup>[12]</sup>;另据研究,蔬菜在经过盐渍、煮熟后硝酸盐含量分别减少 4% 和 60%~70%<sup>[18]</sup>。以此折算,硝酸盐含量可分别扩大为 785 和 1234 mg/kg。而人体可能中毒的蔬菜中硝酸盐质量分数为 3100 mg/kg<sup>[19]</sup>,故 3100 mg/kg 定为蔬菜中硝酸盐质量分数最高限量。由上述讨论计算得到的蔬菜硝酸盐评价分级标准见表 6<sup>[20]</sup>。

表6 蔬菜中硝酸盐的分级评价标准

Table 6 Classification standards of nitrate in vegetables

分级	含量/(mg/kg)	卫生性	样品数	百分比/%	污染程度
一级	<432	生食允许	11	15.3	轻
二级	<785	生食不宜、盐渍、熟食允许	15	20.8	中
三级	<1234	生食不宜、盐渍、熟食允许	17	23.6	重
四级	<3100	不宜食用	26	36.1	严重
五级	>3100	不得食用	3	4.2	超级严重

由表 6 可见,蔬菜硝酸盐的污染较为严重,15.3% 的样品轻度污染,20.8% 的样品中度污染,23.6% 的样品重度污染,36.1% 的样品严重污染。所测 72 个样品中,有 3 个样品的硝酸盐污染超级严重,含量超过了 3100 mg/kg。

### 3 结论

根据调查,青岛市售蔬菜中硝酸盐污染较为严重,叶菜类污染较根茎类、瓜类、果类、豆类更为严重。而大部分蔬菜的亚硝酸盐属于轻、中度污染状态。

### 参考文献

- [1] 柴银军,郭晓红.兰州市蔬菜中亚硝酸盐含量状况及其分析[J].农业环境与发展,2007,(6):100-102
- [2] Archer D L. Evidence that ingested nitrate and nitrite are

- beneficial to health [J]. Journal of Food Protection, 2002, 65 (5):872-875
- [3] 周艳明,韩晓欧.熟肉制品中亚硝酸盐的风险评估方法的研究[J].食品科技,2008,33(4):169-171
- [4] 叶春.蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐的污染[J].食品工程,2007,2: 26-28
- [5] 杨国义.广东省典型地区蔬菜硝酸盐与亚硝酸盐污染状况评价[J].生态环境,2007,16(2):476-479
- [6] GB/T 5009. 33-2003.食品中硝酸盐与亚硝酸盐的测定方法 [S]
- [7] 刘肃,杨锚,王敏,等.NYT 1279-2007 蔬菜、水果中硝酸盐的测定-紫外分光光度法[S].
- [8] 秦品章.关于修改食品添加剂硝酸盐、亚硝酸盐使用卫生标准的若干建议[J].中国预防医学杂志,2005,6(2):150-151
- [9] 姚伟艳,张小英.肉制品中亚硝酸盐残留的控制[J].肉制品加工与设备,2006,11:5-7
- [10] 彭乃良.淡食品中硝酸盐与亚硝酸盐的存在与生成[J].应用技术,2007,7:174
- [11] 李兴元,孙应明,李东平.浅析亚硝酸盐中毒[J].实用医技杂志, 2004,11(5):626
- [12] 周跃.餐饮业如何预防与应对亚硝酸盐食物中毒[J].美食, 2007,5:58
- [13] 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):400-402
- [14] 封锦芳,施致雄,吴永宁,等.北京市春季蔬菜硝酸盐含量测定及居民暴露量评估[J].中国食品卫生杂志,2006,18(6):514-516
- [15] WHO. Joint FAO WHO Expert Committee on Food Additives [Z]. Fifty ninth meeting, Geneva, 2002, 6, 4-13
- [16] 李梅,董华强,谢小花,等.豆芽的硝酸盐、亚硝酸盐污染状况及安全食用研究[J].广东农业科学,2010,2:181-185
- [17] 周根娣,卢善玲.磷钾肥、光照、贮藏加工对蔬菜硝酸盐含量的影响[J].上海农业学报,1991,2:12-15
- [18] 夏长.大棚蔬菜施肥诀窍[J].中国农业信息,2004,4:38-39
- [19] 罗雪华,王立巧.镇江市蔬菜硝酸盐污染状况及防止污染的合理施肥建议[J].土壤肥料,2004,1:46-48
- [20] 侯湖平,贾上升.太谷县土地资源可持续利用评价研究[J].国土与自然环境研究,2006,12:104-105