

成都市区市售泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量分析

景小凡¹ 李晓辉² 文君² 孙丹红² 杨雪峰² 倪德君¹ 李鸣¹ 黄承钰¹

(1 四川大学华西公共卫生学院营养与食品卫生教研室, 成都 610041; 2 成都市疾病预防控制中心, 成都 610041)

摘要:目的 了解成都市市售泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量水平, 为相关研究提供科学依据。方法 随机抽取 190 份泡菜样品, 采用离子色谱法和盐酸萘乙二胺分光光度法分别检测泡菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量。结果 泡菜样品硝酸盐含量为 2325.74 ± 4591.72 mg/kg, 亚硝酸盐含量为 2.22 ± 2.59 mg/kg, 不同来源、不同包装的泡菜硝酸盐含量差异有统计学意义。结论 成都市市售泡菜的亚硝酸盐含量均未超标, 但硝酸盐含量较高。

关键词: 泡菜; 硝酸盐; 亚硝酸盐

Analysis on the Nitrate and Nitrite levels of Pickles in Chengdu City

JING Xiaofan¹ LI Xiaohui² WEN Jun² Sun Danhong² YANG Xuefeng²
NI Dejun¹ LI Ming¹ HUANG Chengyu¹

(1. Department of Nutrition and Food Safety, West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu 610041; 2. Chengdu Center for Disease Control and Prevention, Chengdu 610041)

Abstract: Objective Knowing the nitrate and nitrite level of the pickle sold in Chengdu city and provide scientific basis for the other study. **Method** 190 pieces of pickle were collected by using the random sampling method. The nitrate concentration of which was determined by spectrophotometry method, and analysed the concentration of nitrite with the ion chromatography. **Result** The average content of nitrate was 2325.74 ± 4591.72 mg/kg, the nitrite was 2.22 ± 2.59 mg/kg. There are differences in the content of nitrate between the the different place and the different package. **Conclusion** The concentration of nitrite in pickle in Chengdu are lower than the national standard, while the content of nitrate was high.

Key words: Pickle; Nitrate ; Nitrite

泡菜在我国历史悠久, 是一种乳酸菌发酵食品。四川是泡菜的主要产地之一, 以其风味鲜美, 口感脆嫩, 酸鲜纯正而闻名, 是佐餐和川菜制作不可缺少的调味菜。泡菜不仅含有蔬菜本身的营养成分, 还有调节肠道微生态平衡等作用^[1]。但蔬菜容易富集硝酸盐, 在还原酶的作用下转化成亚硝酸盐, 后者常引起食品安全问题, 直接或间接影响人体健康。为了解成都市区市售泡菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量进行此次调查, 并评价其食用安全性。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

盐酸萘乙二胺分光光度法采用 VIS-7220 分光光

度计(上海分析仪器厂生产); 试剂包括饱和硼砂溶液(50g/L)、亚铁氰化钾溶液(106g/L)、乙酸锌溶液(220g/L)、对氨基苯磺酸溶液(4g/L)、盐酸萘乙二胺溶液(2g/L)、亚硝酸钠标准溶液(200 μ g/ml)和去离子水。

离子色谱法采用仪器为 Metrohm 881 型离子色谱仪, 电导检测器, 色谱柱为 Metrosep Supol5 150 智能色谱柱。实验中所使用玻璃器皿均用去离子水彻底洗净, 以确保无硝酸盐和亚硝酸盐离子存在。

1.2 样品来源

采用随机抽样的方法, 在成都市 5 个行政区



中选择人口密度较大社区附近的 10 家农贸市场和 5 家超市，抽取居民食用频率较高的共 190 份泡菜样品。

1.3 测定方法

按照 GB5009.33—2008 食品中亚硝酸盐和硝酸盐的测定，本研究采用离子色谱法测定硝酸盐含量，检出限为 3.0mg/kg；盐酸萘乙二胺分光光度法测定亚硝酸盐含量，检出限为 0.56mg/kg。GB2714-2003 规定酱腌菜中亚硝酸盐含量限量标准为 20 mg/kg^[2]。

1.4 数据分析

SPSS18.0 统计软件进行统计分析。进行描述性分析后，对不同来源、不同包装的样本间进行 Wilcoxon 秩和检验，检验水准为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 总体情况

此次调查的 190 份泡菜样品亚硝酸盐含量均小于 20mg/kg，合格率为 100%。硝酸盐含量为 2325.74 ± 4591.72 mg/kg，检出率为 92.63%；亚硝酸盐含量为 2.22 ± 2.59 mg/kg，检出率为 31.05%。

2.2 不同来源泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量

来自超市的 72 份，农贸市场的 118 份，检测结果见表 1。对两组硝酸盐、亚硝酸盐含量进行秩和检验，前者差异有统计学意义， $P=0.01$ ，认为超市和农贸市场销售的泡菜硝酸盐含量不同；后者差异无统计学意义， $P=0.41$ ，尚不能认为超市和农贸市场销售的泡菜亚硝酸盐含量不同。

表 1 不同来源泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量 ($\bar{x} \pm s$)

名称	数量 (个)	硝 酸 盐				亚 硝 酸 盐			
		检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)	检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)
超市	72	16.75 ~ 14127.00	285.00	1244.23 ± 2566.47	86.11	0.56 ~ 12.50	1.25	2.05 ± 2.54	38.89
农贸市场	115	11.94 ~ 23072.50	550.00	2861.06 ± 5244.27	99.15	0.67 ~ 11.80	1.30	2.37 ± 2.67	26.27

2.3 不同包装泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量

统计分析结果显示，散装样品硝酸盐含量高于袋装样品，差异有统计学意义 ($P=0.00$)；亚硝酸

盐含量差异无统计学意义， $P=0.79$ 。两组样品检测结果见表 2。

表 2 不同包装泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量 ($\bar{x} \pm s$)

名称	数量 (个)	硝 酸 盐				亚 硝 酸 盐			
		检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)	检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)
袋装	65	16.75 ~ 14127.00	278.36	1241.00 ± 2670.06	87.70	0.56 ~ 12.50	1.31	2.15 ± 2.62	40.00
散装	125	11.94 ~ 23072.50	569.00	2796.31 ± 5146.44	97.60	0.67 ~ 11.80	1.30	2.28 ± 2.61	26.40

2.3 不同制作方法、不同菜品泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量

按照制作方法可将泡菜分为三种类型：调味泡菜，菜品包括萝卜、榨菜、酸菜和豇豆；泡渍泡菜，

包括小米辣、泡姜、泡蒜和泡什锦；其他泡菜主要是名腌菜，包括冬菜和芽菜，具体检测结果见表 3、4。由于此次检测的不同制作方法的样品菜品也不同，故在此不做统计学分析。

表 3 不同制作方法泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量 ($\bar{x} \pm s$)

名称	硝 酸 盐				亚 硝 酸 盐			
	检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)	检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)
调味泡菜	16.75 ~ 18280.60	285.00	1721.56 ± 3880.65	94.95	0.67 ~ 12.50	1.43	2.48 ± 2.92	40.40
泡渍泡菜	11.94 ~ 23072.50	569.00	2646.47 ± 4728.12	95.06	0.56 ~ 8.00	1.20	1.73 ± 1.75	20.99
其他泡菜	288.00 ~ 2236.50	2376.83	5436.46 ± 7840.06	90.00	1.24 ~ 1.26	1.25	1.25 ± 0.01	20.00

表 4 不同菜品泡菜硝酸盐和亚硝酸盐含量 ($\bar{x} \pm s$)

名称	数量 (个)	硝 酸 盐				亚 硝 酸 盐			
		检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)	检出范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	检测结果 (mg/kg)	检出率 (%)
榨菜	31	23.70 ~ 18280.60	341.10	1963.71 ± 4633.62	96.77	0.71 ~ 4.80	1.02	1.58 ± 1.45	22.58
萝卜	37	22.60 ~ 18675.60	1120.40	4018.92 ± 1120.40	86.49	0.79 ~ 2.20	1.10	1.21 ± 0.45	32.43
酸菜	34	42.00 ~ 14127.00	625.05	3401.31 ± 3406.91	94.12	0.61 ~ 12.50	1.38	2.27 ± 2.58	58.82
豇豆	16	16.75 ~ 2286.60	145.70	385.35 ± 607.10	93.75	0.67 ~ 3.70	1.07	1.47 ± 1.14	37.50
木耳	11	21.40 ~ 2297.60	75.95	285.30 ± 707.40	90.91	1.40 ~ 11.80	3.50	4.86 ± 4.23	72.73
小米辣	16	34.67 ~ 2011.70	237.60	531.83 ± 593.25	87.50	0.56 ~ 1.00	0.78	0.78 ± 0.31	12.50
芽菜	6	288.00 ~ 22360.50	843.00	7883.36 ± 593.25	83.33	1.24 ~ 1.24	1.24	1.24 ± 0.00	16.67
冬菜	4	60.10 ~ 2718.00	1451.27	1420.16 ± 1322.80	100.00	0.76 ~ 0.76	0.76	0.76 ± 0.00	25.00
什锦	35	11.94 ~ 23072.50	281.95	1862.20 ± 4586.29	97.14	0.87 ~ 8.00	4.44	4.44 ± 5.04	5.71

3 讨论

硝酸盐和亚硝酸盐广泛存在于水、土壤和植物中，在一定条件下硝酸盐可转化成亚硝酸盐，尤其在蔬菜腌制过程中后者含量会明显升高^[3]。亚硝酸盐是一种剧毒物质，成人一次摄入 0.3 ~ 0.5 克即可引起中毒，表现为头晕、头痛、恶心、呕吐，甚至出现口唇、皮肤青紫，一次摄入 1 ~ 3 克可导致死亡^[4]；亚硝酸盐在自然界或人体内，与胺类化合物反应生成的 N-亚硝基化合物具有较强的致癌、致突变作用^[5]。因此，控制硝酸盐和亚硝酸在食品中含量对人体健康显得尤为重要。

本次研究检测的 190 份泡菜样品亚硝酸盐含量均小于 20mg/kg，且有 68.95% 的样品低于检出限，合格率 100%，与武汉市的调查结果一致^[6]。其原因可能是：所采泡菜的腌制时间都在一个月以上，已经超过亚硝酸盐高峰期^[7]；其次以前出现的亚硝酸盐中毒事件引起相关部门关注，加强宣传和监测力度，现在泡菜在加工过程中亚硝酸盐的用量有所减少，有些还在制作或加工过程加入维生素 C，及选用优良菌种以减少亚硝酸盐含量。

本研究发现不同包装和不同来源的泡菜硝酸盐含量差异有统计学意义，亚硝酸盐含量差异无统计学意义。这可能与其在生产过程中控制工艺条件有关，比如原料在加工前的清洗和晾干、加工完成后的储藏条件有关^[8]。

此次研究检测的泡菜样品亚硝酸盐含量较低，但是硝酸盐含量却较高，最高超过 20000mg/kg。蔬菜生长时从根部吸收硝酸盐，在腌制的过程中亚硝

酸盐主要是硝酸盐还原酶的催化下形成的，亚硝酸盐会在亚硝酸盐还原酶的参与下继续还原成胺。而在蔬菜等新鲜植物组织中，亚硝酸还原酶的活性远高于硝酸还原酶，因此以亚硝酸盐形式存在的时间较短，不如硝酸盐的时间久，故前者含量一般低于后者。人体进食泡菜后，在唾液、胃等部位还能将硝酸盐会继续转变为亚硝酸盐，故摄入高剂量的硝酸盐对于人体健康存在一定的危险性。

GB5009.33—2008 中规定的亚硝酸盐检测方法为盐酸萘乙二胺分光光度法与离子色谱法，而泡菜属高盐样品，使用离子色谱法检测泡菜样本时 Cl⁻峰与 NO²⁻十分接近，互相干扰，影响亚硝酸盐的检出，需要 Ag 柱处理后检测^[9]。由于仪器设备原因，且分光光度法目前研究较为成熟，耗时短^[10]，所以此次研究采用分光光度法检测样品中的亚硝酸盐含量。

总之，本次调查显示成都市市售泡菜亚硝酸盐含量均未超标，但硝酸盐含量较高的情况应引起重视，应研究出更加科学合理的方法和标准降低两项指标泡菜中的含量，进一步促使泡菜的保健功能得到更好的发挥。

参考文献

[1] 李书华, 蒲彪, 陈封政. 泡菜的功能及防腐研究进展 [J]. 中国酿造, 2005, 145 (4): 6-8.
 [2] 丁秀英, 胡克强, 冉春生等. 中华人民共和国国家标准. GB2714-2003. 酱腌菜卫生标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.



[3] 陈有容, 杨凤琼. 降低腌制蔬菜亚硝酸盐含量方法的研究进展 [J]. 上海水产大学学报, 2004, 13 (1): 67-71.

[4] 黄承钰. 医学营养学 [M]. 北京, 人民卫生出版社, 2004: 207.

[5] ARCHER D L. Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health [J]. Journal of Food Protection, 2002, 65 (5): 872-875.

[6] 蒋江虹, 肖永华, 李静娜. 武汉市部分食品中亚硝酸盐含量调查 [J]. 光谱仪器与分析, 2010 (3): 185-187.

[7] 蒲朝文, 夏传福, 谢朝怀等. 酱腌菜腌制

过程中亚硝酸盐含量动态变化研究及消除措施的研究 [J]. 卫生研究, 2001, 30 (6): 127.

[8] 姚春霞, 陈振楼, 陆利民等. 上海市郊菜地土壤和蔬菜硝酸盐含量状况 [J]. 水土保持学报, 2005, 19 (1): 85-88.

[9] 张磊, 刘肖, 赵云峰等. 离子色谱法测定食品中硝酸盐和亚硝酸盐 [J]. 中国食品卫生杂志, 2008, 20 (4): 294-297.

[10] Aydin A, Ercan O, Tascioglu S. A novel method for the spectrophotometric determination of nitrite in water [J]. Talanta, 2005, 66 (5): 1181-1186.

短链脂肪酸功效及其机制的研究进展

刘小华 李舒梅

(赣南医学院 预防医学系, 江西 赣州 341000)

摘要: 短链脂肪酸是由不易消化的碳水化合物在结肠中酵解的产物, 主要包括乙酸、丙酸和丁酸等。文章综述了短链脂肪酸在调节肠道菌群平衡、改善肠道功能、抗炎、抗肿瘤及调控基因表达方面的作用及其机制。

关键词: 短链脂肪酸; 功效; 机制; 研究进展

Research Progress on Effect and Mechanism of Short-chain Fatty Acid

LIU Xiao-hua LI Shu-mei

(Department of Preventive Medicine, Gannan Medical University, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

Abstract: Short-chain fatty acids are the ferment products of indigestible carbohydrate in colon. They are including ethylic acid, propionic acid, butyric acid and so on. This article summed up effect and mechanism of short-chain fatty acids on adjusting the balance of bacteria in intestinal tract, improving the functions of intestinal tract, anti-inflammation, anti-tumour, and regulating expression of gene.

Key words: Short-chain fatty acid; Effect; Mechanism; Research progress

脂肪是由一分子甘油和三分子脂肪酸酯化而成, 根据碳链的长短, 可将脂肪酸分为短链、中链及长链脂肪酸。短链脂肪酸 (short-chain fatty acid, SCFA) 是指碳链中碳原子数目小于 6 个的有机脂肪

酸, 主要由膳食纤维、抗性淀粉、低聚糖等不易消化的碳水化合物在结肠受乳酸菌、双歧杆菌等有益菌群酵解产生, 主要包括乙酸、丙酸和丁酸等^[1]。在膳食中植物性食品或动物性食品对人体肠道内