

不同贮藏条件和洗涤方式对蔬菜中亚硝酸盐含量的影响^{*}

卢华琼^{1,2}, 苏智先², 严贤春³, 胡进耀²

(1 西华师范大学 生物多样性研究中心 四川省环境科学与生物多样性保护重点实验室, 四川 南充 637002;

2 绵阳师范学院 生态研究中心, 四川 绵阳 621000;

3 西华师范大学 生命科学院, 四川 南充 637002)

[摘 要] 研究了不同贮藏时间和贮藏温度(室温(15~20℃)和低温((4±1)℃))以及3种洗涤方式(自来水、盐水和洗洁精溶液)下叶菜类、瓜果类和根茎类蔬菜中亚硝酸盐含量的变化。结果显示:(1)在0~3 d贮藏时间中,随着贮藏时间的延长,不管是在室温还是低温条件下,蔬菜中亚硝酸盐含量均呈增加趋势;(2)在相同的贮藏时间和洗涤方式下,低温条件下贮藏的蔬菜中亚硝酸盐含量及其变化速率均明显低于室温条件下;(3)与自来水相比,盐水和洗洁精溶液对蔬菜中亚硝酸盐均有去除作用,但盐水的去除能力低于洗洁精溶液;(4)叶菜类蔬菜中的亚硝酸盐含量及其变化速率均明显高于瓜果类和根茎类蔬菜。

[关键词] 蔬菜;亚硝酸盐;贮藏时间;贮藏温度;洗涤方式

[中图分类号] S609⁺.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)03-0172-05

Effects of different storage temperature and different washing methods on the content of nitrite in vegetables

LU Hua-qiong^{1,2}, SU Zhi-xian², YAN Xian-chun³, HU Jin-yao²

(1 Sichuan Provincial Key Laboratory of Environmental Science and Biodiversity Conservation, Research Center of Biodiversity,

China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002, China;

2 Research Center of Ecology, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichuan 621000, China;

3 College of Life Science, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002, China)

Abstract: The changes of nitrite contents in leaf vegetables, melon or fruit vegetables, and root or stem vegetables were tested under different storage time, two different storage temperature (room temperature (15~20℃) and lower temperature (4±1)℃) and three different washing methods (tap water, salt water and abluent solution). The results showed that: (1) Under both room temperature and lower temperature, the nitrite contents in all investigated vegetables increased gradually with the extension of storage time from the first day to the fourth day. (2) Under the same storage time and washing method, the nitrite contents and its change speed in vegetables stored under lower temperature were both obviously lower than that stored under room temperature. (3) In contrast to tap water, both salt water and abluent solution could eliminate nitrite, but the efficiency of abluent solution was better than that of salt water. (4) The nitrite contents and its change speed in leaf vegetables was obviously higher than that in melon or fruit vegetables and root or stem vegetables.

Key words: vegetables; nitrite; storage time; storage temperature; washing methods

[收稿日期] 2006-08-04

[基金项目] 国家“十五”重大科技攻关项目(2001BA606A-06-4)

[作者简介] 卢华琼(1981-),女,四川仁寿人,在读硕士,主要从事生物多样性研究。Email: lulu851117@126.com

[通讯作者] 苏智先(1956-),男,四川苍溪人,教授,博士生导师,主要从事生态学和植物生殖生态学。

蔬菜是人们日常生活中必不可少的植物性食品, 是人体摄入硝酸盐的主要来源。有研究表明^[1-6], 人体摄入的 80% 以上硝酸盐来自蔬菜。虽然硝酸盐本身对人体无害或毒性作用相对较低, 但硝酸盐在细菌的作用下可被还原为亚硝酸盐, 若亚硝酸盐在人体内积累过多, 一方面能引起人体血液缺氧中毒反应, 产生高铁血红蛋白血症; 另一方面, 在酸性条件下, 亚硝酸盐可与次级胺结合形成强致癌物质亚硝酸胺, 从而引发人体消化系统的癌变^[4, 7], 对人类健康形成潜在的威胁。对蔬菜中亚硝酸盐和亚硝酸盐含量变化的研究已有很多^[2, 4, 6, 8-10], 但有关不同贮藏条件及洗涤方式对蔬菜中亚硝酸盐含量的影响还较少。本试验研究了不同贮藏时间、贮藏温度和洗涤方式对不同种类蔬菜中亚硝酸盐含量及其变化速率的影响, 旨在为市民选购蔬菜及其合理的处理方式提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料及试验设计

于 2006-02~ 04 多次在四川绵阳市好又多超市、诺玛特超市、老农山农贸市场以及六里村农贸市场等主要蔬菜集散市场, 购买叶菜类蔬菜(菠菜(*Spinacia oleracea*))、小白菜(*B. rassaica chinensis*)、甘蓝(*B. rassaica oleracea* var. *capitata*))、瓜果类蔬菜(西红柿(*Lycopersicon esculentum*))、青椒(*Capsicum annuum*))、黄瓜(*Cucumis sativus*))和根茎类蔬菜(土

豆(*Solanum tuberosum*))、白萝卜(*Raphanus sativus*)和青蒜(*Allium sativum*))3 类共 9 种新鲜蔬菜。每次每种蔬菜在每个市场各买 20 kg, 带回实验室按种类分别混匀, 再将样品分成两份, 一份置于室温条件下(15~ 20)贮藏, 一份置于低温条件下((4 ± 1))贮藏。然后于贮藏的当天(0 d)和 1, 2, 3 d 分别测定蔬菜中亚硝酸盐含量, 每次测定前先分别用自来水、盐水(1 L 自来水加 20 g NaCl)和洗洁精溶液(1 L 自来水加 4 滴洗洁精)浸泡 15 min 后洗涤。

1.2 测定项目

蔬菜中亚硝酸盐含量按 GB/T 15401- 1994 《水果、蔬菜及其制品- 亚硝酸盐和硝酸盐含量的测定》规定的方法测定。每处理重复 3 次, 取平均值。

本试验除研究蔬菜中亚硝酸盐含量变化外, 还对蔬菜中亚硝酸盐含量的变化速率进行了分析。蔬菜中亚硝酸盐含量的变化速率用下列公式计算:

亚硝酸盐含量变化速率/(mg · kg⁻¹ · d⁻¹) =
$$\sum (C_t/D_t)。$$

式中: C_t 为每天测得蔬菜体内的亚硝酸盐含量, D_t 为贮藏的时间。

2 结果与分析

2.1 贮藏时间对蔬菜中亚硝酸盐含量的影响

不同贮藏条件和洗涤方式对蔬菜中亚硝酸盐含量的影响见表 1~ 3。

表 1 不同贮藏条件和洗涤方式对叶菜类蔬菜中亚硝酸盐含量的影响 mg/kg

Table 1 Effects of different storage temperature and washing methods on the contents of nitrite in leaf vegetables										
处理 Treatment	贮藏 时间/d Storage time	自来水 Tap water			盐水 Salt water			洗洁精溶液 Abluent solution		
		菠菜 <i>Spinacia oleracea</i>	小白菜 <i>B. rassaica chinensis</i>	甘蓝 <i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	菠菜 <i>Spinacia oleracea</i>	小白菜 <i>B. rassaica chinensis</i>	甘蓝 <i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	菠菜 <i>Spinacia oleracea</i>	小白菜 <i>B. rassaica chinensis</i>	甘蓝 <i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>
室温 Room temperature	0	2.19	0.92	1.34	2.61	4.29	3.45	1.34	ND	0.92
	1	3.87	4.71	2.61	3.87	4.29	1.76	3.45	3.03	1.34
	2	8.07	6.39	4.29	8.49	5.97	3.45	6.81	4.29	3.03
	3	12.27	7.65	6.39	10.17	7.65	5.97	9.33	5.55	4.29
低温 Low temperature	1	1.76	2.61	1.76	1.34	1.76	1.34	1.34	1.34	1.34
	2	2.61	4.29	3.45	3.03	3.87	3.03	1.76	3.03	1.76
	3	3.45	5.55	5.97	5.55	4.71	5.13	2.61	3.45	3.45

注:ND 表示未检出。表 2, 3 同。
Note:ND means no detected Table 2 and 3 are the same

从表 1~ 3 可以看出, 在室温条件下, 随着贮藏时间的增加, 叶菜类蔬菜中亚硝酸盐含量迅速上升。贮藏 3 d 后, 在自来水、盐水和洗洁精溶液 3 种洗涤方式下平均每天增加的亚硝酸盐含量分别为: 菠菜 3.36, 2.52 和 2.66 mg/kg; 小白菜 2.24, 1.12 和

1.85 mg/kg; 甘蓝 1.68, 0.84 和 1.12 mg/kg。虽然瓜果类和根茎类蔬菜中平均亚硝酸盐含量较叶菜类蔬菜低, 但其在常温条件下的变化规律与叶菜类蔬菜基本一致。贮藏 3 d 后, 瓜果类和根茎类蔬菜在自来水、盐水和洗洁精溶液 3 种洗涤方式下平均每天

增加的亚硝酸盐含量分别为: 黄瓜 1.01, 0.87 和 0.73 mg/kg; 西红柿 0.45, 0.31 和 0.31 mg/kg; 青椒 0.98, 0.85 和 0.59 mg/kg; 土豆 0.98, 1.43 和 1.43 mg/kg; 白萝卜 0.42, 0.42 和 0.31 mg/kg; 青蒜 1.26, 0.84 和 0.42 mg/kg。在低温条件下贮藏的 9 种蔬菜, 其亚硝酸盐含量也随贮藏时间的延长而增加, 只是增加的幅度较小。由此可知, 随着贮藏时

间的延长, 不管是在室温还是低温条件下, 9 种蔬菜样品中的亚硝酸盐含量均呈上升趋势。这可能是由于在种植蔬菜时施用了大量的氮肥, 致使蔬菜中硝酸盐含量较高, 而硝酸盐可以在硝酸还原菌的作用下被还原成亚硝酸盐, 并且随着贮藏时间的延长, 被还原的硝酸盐量越多, 产生的亚硝酸盐量也越多^[2, 8-9]。

表 2 不同贮藏条件和洗涤方式对瓜果类蔬菜中亚硝酸盐含量的影响

		mg/kg								
		自来水 Tap water			盐水 Salt water			洗洁精溶液 A bluent solution		
处理 Treat ment	贮藏 时间/d Storage time	黄瓜 <i>Cucum is sativus</i>	西红柿 <i>Lycoper- sicon escu lentum</i>	青椒 <i>Cap sicum annuum</i>	黄瓜 <i>Cucum is sativus</i>	西红柿 <i>Lycoper- sicon escu lentum</i>	青椒 <i>Cap sicum annuum</i>	黄瓜 <i>Cucum is sativus</i>	西红柿 <i>Lycoper- sicon escu lentum</i>	青椒 <i>Cap sicum annuum</i>
室温 Room temperature	0	ND	ND	1.34	ND	ND	0.05	ND	ND	ND
	1	0.08	ND	2.18	ND	ND	0.92	ND	ND	0.50
	2	1.34	0.92	3.45	0.50	0.08	1.34	0.92	ND	0.92
	3	3.03	1.34	4.29	2.61	0.92	2.61	2.18	0.92	1.76
低温 Low temperature	1	ND	ND	0.50	ND	ND	0.08	ND	ND	ND
	2	0.92	ND	1.34	0.50	ND	1.34	0.92	ND	ND
	3	2.61	ND	3.03	2.18	0.08	2.18	0.34	ND	0.92

表 3 不同贮藏条件和洗涤方式对根茎类蔬菜中亚硝酸盐含量的影响

		mg/kg								
		自来水 Tap water			盐水 Salt water			盐水 Salt water		
处理 Treat ment	贮藏 时间/d Storage time	土豆 <i>Solanum Tuberosum</i>	白萝卜 <i>Rap hanus sativus</i>	青蒜 <i>A llium sativum</i>	土豆 <i>Solanum Tuberosum</i>	白萝卜 <i>Rap hanus sativus</i>	青蒜 <i>A llium sativum</i>	土豆 <i>Solanum Tuberosum</i>	白萝卜 <i>Rap hanus sativus</i>	青蒜 <i>A llium sativum</i>
室温 Room temperature	0	2.18	0.08	0.50	ND	0.08	0.08	ND	ND	0.50
	1	2.61	0.50	1.34	2.61	0.50	0.50	1.34	ND	1.34
	2	3.87	0.50	2.61	3.45	0.92	1.76	3.45	0.50	1.34
	3	5.13	1.34	4.29	4.29	1.34	2.61	4.29	0.92	1.76
低温 Low temperature	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2	ND	ND	0.50	ND	ND	ND	ND	ND	0.08
	3	ND	0.92	0.92	ND	0.50	0.08	ND	0.08	0.50

从图 1 可以看出, 在相同的贮藏温度和洗涤方式下, 不同种类蔬菜中亚硝酸盐含量的变化速率存在差异, 其中叶菜类蔬菜中亚硝酸盐含量的变化速率明显高于瓜果类和根茎类蔬菜。

由以上研究结果可知, 蔬菜中亚硝酸盐含量及其变化速率因蔬菜种类不同而存在明显差异, 这主要由蔬菜的生物学特性决定^[2]; 而相同种类不同品种蔬菜的亚硝酸盐含量及其变化速率也不同, 究其原因, 除了与蔬菜自身的遗传因素有关外, 还可能与蔬菜产地的土质, 耕作条件, 施肥种类、数量, 追肥方式和时间, 光照强度和光照时间, 土壤含水量, 微量元素的含量及采收期等外界环境因素有关。此外, 农

田附近的环境污染状况也会直接影响蔬菜中的硝酸盐和亚硝酸盐含量^[2, 3, 5-7, 11-14]。

2.2 贮藏温度对蔬菜中亚硝酸盐含量的影响

从表 1 可以看出, 在贮藏时间和洗涤方式均相同的情况下, 低温条件下叶菜类蔬菜中亚硝酸盐含量均低于室温条件下。在叶菜类蔬菜中, 用自来水处理且贮藏 3 d 后, 低温条件下贮藏的菠菜、小白菜和甘蓝平均每天增加的亚硝酸盐含量分别为: 0.42, 1.54 和 1.54 mg/kg, 较其室温条件下平均每天增加的亚硝酸盐含量分别减少 2.94, 0.70, 0.14 mg/kg; 与室温条件下相比, 3 种叶菜类蔬菜用盐水和洗洁精溶液处理且贮藏 3 d 后, 其低温条件下平均每天

增加的亚硝酸盐含量分别减少: 菠菜 1.54 和 2.24 mg/kg , 小白菜 0.98 和 0.70 mg/kg , 甘蓝 0.28 和

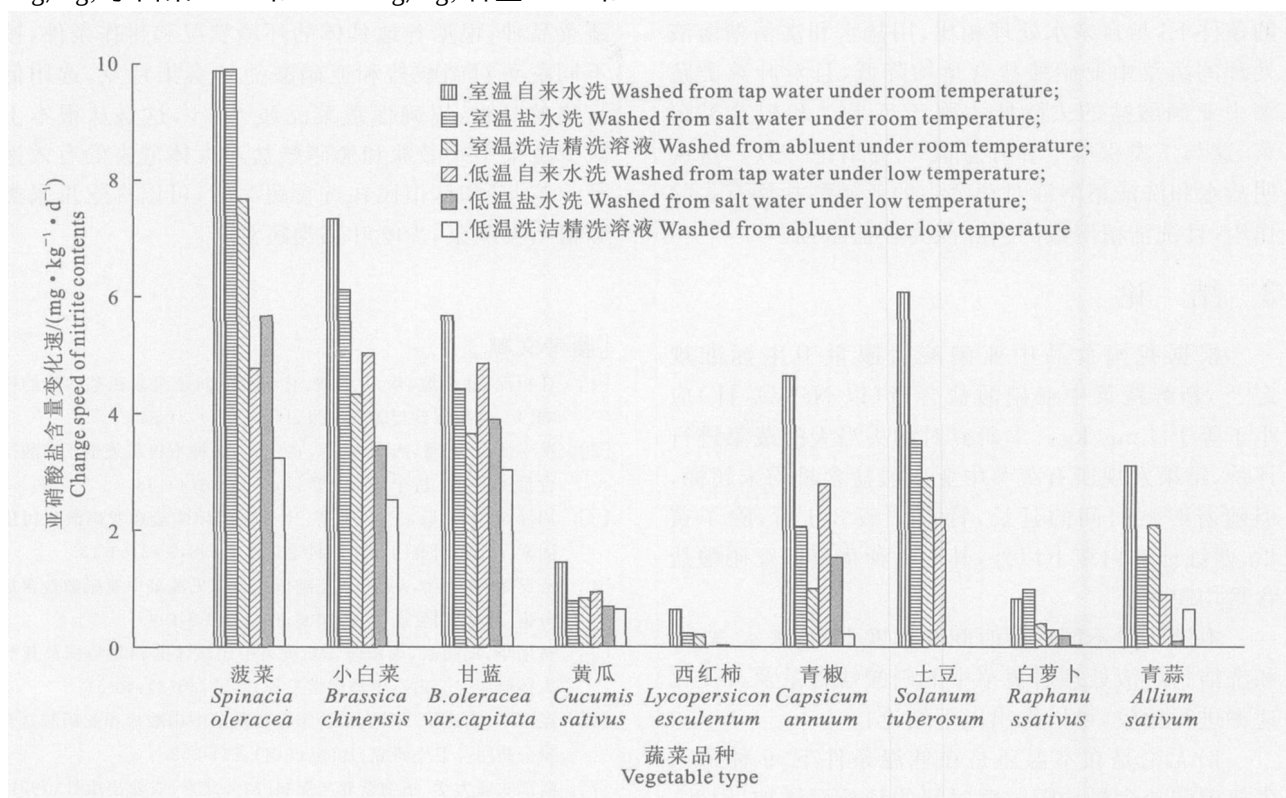


图1 不同贮藏温度和洗涤方式下9种蔬菜的亚硝酸盐含量变化速率

Fig. 1 Change speed of nitrite contents in 9 kinds of vegetables under different temperature and washing methods

由表2和表3可知, 瓜果类和根茎类蔬菜中亚硝酸盐含量的变化规律同叶菜类蔬菜, 即低温条件下贮藏的瓜果类和根茎类蔬菜中亚硝酸盐含量均低于室温条件下。与室温条件下相比, 瓜果类和根茎类蔬菜分别用自来水、盐水、洗洁精溶液处理后, 低温条件下贮藏的蔬菜中平均每天增加亚硝酸盐含量分别减少: 黄瓜 0.14, 0.14 和 0.61 mg/kg ; 西红柿 0.45, 0.28 和 0.31 mg/kg ; 青椒 0.42, 0.14 和 0.28 mg/kg ; 土豆 1.71, 1.43 和 1.43 mg/kg ; 白萝卜 0.14, 0.28 和 0.28 mg/kg ; 青蒜 1.12, 0.84 和 0.42 mg/kg 。

由以上研究结果可知, 低温条件下贮藏的蔬菜中亚硝酸盐含量低于室温条件下, 这可能是因为低温条件下, 不仅蔬菜的新陈代谢降低, 而且霉菌和细菌等微生物的活动也受到抑制, 使硝酸盐转化为亚硝酸盐的速率降低。

从图1还可以看出, 无论选择哪种洗涤方式, 低温条件下贮藏的蔬菜中亚硝酸盐含量变化速率均低于室温条件下, 且叶菜类蔬菜中亚硝酸盐含量变化速率明显高于瓜果类和根茎类蔬菜。这表明温度对

蔬菜中亚硝酸盐含量及其变化速率影响较大。

2.3 洗涤方式对蔬菜中亚硝酸盐含量的影响

表1~3表明, 当贮藏温度和时间相同时, 与自来水处理相比, 叶菜类蔬菜用盐水处理后, 除菠菜中亚硝酸盐含量略有增加外, 小白菜和甘蓝中亚硝酸盐含量均降低, 分别减少了 0.54 和 0.60 mg/kg ; 而洗洁精溶液处理的3种叶菜类蔬菜中亚硝酸盐含量均减少, 其减少量分别为: 菠菜 1.08 mg/kg , 小白菜 1.63 mg/kg , 甘蓝 1.39 mg/kg 。与自来水处理相比, 用盐水和洗洁精溶液处理的瓜果类蔬菜中亚硝酸盐含量均降低, 减少量分别为: 黄瓜 0.31 和 0.37 mg/kg , 西红柿 0.17 和 0.19 mg/kg , 青椒 1.02 和 1.71 mg/kg 。与自来水处理相比, 在用盐水和洗洁精溶液处理的根茎类蔬菜中, 除白萝卜在盐水处理后亚硝酸盐含量增加外, 其他2种蔬菜中亚硝酸盐含量均减少, 其减少量分别为: 土豆 0.48 和 0.67 mg/kg ; 白萝卜 0.27 mg/kg ; 青蒜 0.73 和 0.66 mg/kg 。

从图1还可以看出, 在相同的贮藏温度下, 除青蒜外, 其他8种蔬菜的亚硝酸盐含量变化速率在自

来水、盐水和洗洁精溶液处理中依次递减。

从以上结果可以看出,在贮藏时间和温度相同的条件下,与自来水处理相比,用盐水和洗洁精溶液处理的蔬菜中亚硝酸盐含量均降低,且对叶菜类蔬菜中亚硝酸盐的去除能力强于瓜果类和根茎类蔬菜,这与王友保等^[4]和叶芬霞^[15]的结论一致。这说明盐水和洗洁精溶液对蔬菜中的亚硝酸盐均有去除作用,且洗洁精溶液的去除能力较盐水强。

3 结 论

根据我国食品中亚硝酸盐限量卫生标准规定^[16],新鲜蔬菜中亚硝酸盐含量(以 NaNO_2 计)应小于等于 4 mg/kg 。本研究对购买当天的蔬菜进行评价,结果发现所有蔬菜中亚硝酸盐含量均未超标,但随着贮藏时间的延长,特别贮藏 3 d 后,除了黄瓜、西红柿和白萝卜以外,其他 6 种蔬菜中亚硝酸盐含量均超标。

本试验对不同贮藏时间和温度下,自来水、盐水和洗洁精溶液处理后蔬菜中亚硝酸盐含量及其变化速率进行比较,可以得出以下结论:

1) 无论是在室温还是在低温条件下, 9 种蔬菜中亚硝酸盐含量均随贮藏时间的延长而增加。因此,市民应尽量购买新鲜蔬菜,并缩短放置时间,少食长时间放置的蔬菜,禁食腐烂蔬菜。

2) 温度对蔬菜中亚硝酸盐含量及其变化速率有明显的影响。在相同的贮藏时间和洗涤方式下,贮藏 3 d 后,室温条件下贮藏的蔬菜中亚硝酸盐含量均高于低温条件下,而室温条件下蔬菜中亚硝酸盐变化速率均明显大于低温条件下。这提醒市民在贮藏蔬菜时,应尽可能在低温条件下贮藏,但贮藏时间不宜过长。

3) 不同的洗涤方式对蔬菜中亚硝酸盐含量的去除能力不同,其中洗洁精溶液对蔬菜中亚硝酸盐的去除能力最强,盐人次之,自来水最差。所以,蔬菜在煮食之前,应用专用蔬菜瓜果洗洁精溶液清洗。

4) 蔬菜中亚硝酸盐含量及变化速率因蔬菜品种不同而存在显著差异。总体而言,叶菜类蔬菜的亚硝酸盐含量及其变化速率均大于瓜果类和根茎类蔬菜。由于蔬菜品种间亚硝酸盐含量存在较大差异,因

此,积极培育和推广采用硝酸盐、亚硝酸盐含量低的蔬菜品种,根据各地具体的环境状况和耕作条件,按不同蔬菜对硝酸盐和亚硝酸盐的富集特点,选用低富集的品种,以确保蔬菜品质^[3, 12-13],这是从根本上减少蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐对人体危害的有效途径。与此同时,市民在选食蔬菜时,可以多吃瓜果类和根茎类蔬菜,少吃叶菜类蔬菜。

[参考文献]

- [1] 任祖淦,邱孝煊,蔡元呈,等.化学氮肥对蔬菜累积硝酸盐的影响[J].植物营养与肥料学报,1997,3(1):81-84
- [2] 崔令强,孟 慧,唐正松,等.济宁市33种市售蔬菜中亚硝酸盐含量测定[J].济宁医学院学报,2003,26(4):58
- [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] 王友保,黄 伟,刘登义.芜湖市几种常见蔬菜中亚硝酸盐含量分析[J].应用生态学报,2005,16(1):189-192
- [5] 林培华,周梅素,李修海,等.蔬菜中硝酸盐的积累特征及其与人体健康[J].山东生物医学工程,2001,20(2):49-51
- [6] 庞道华,宋煜炜,朱艳文.济宁市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
- [7] 浙江农业大学.植物营养与肥料[M].北京:农业出版社,1991:44,66-67.
- [8] 李学德,岳永德,花日茂,等.合肥市蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染现状评价[J].中国农学通报,2003,19(3):54-56
- [9] 马往校,赵锁芳,刘朝霞,等.西安市蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐污染研究[J].干旱区资源与环境,2002,16(4):110-112
- [10] 邱贺媛,曾宪锋.潮州8种野菜中硝酸盐、亚硝酸盐及 Vc 的含量[J].河北科技师范学院学报,2004,18(4):76-77.
- [11] 汪李平,向张萍,王运华.我国蔬菜硝酸盐污染状况及防治途径研究进展:上[J].长江蔬菜,2000(4):1-4
- [12] 汪李平,向张萍,王运华.我国蔬菜硝酸盐污染状况及防治途径研究进展:下[J].长江蔬菜,2000(5):1-4
- [13] 苗玉新.降低蔬菜中硝酸盐含量的途径[J].农业系统科学与综合研究,1998,14(1):69-71
- [14] 刘敏超.蔬菜的硝酸盐污染及防止措施[J].现代化农业,2002(4):6-7.
- [15] 叶芬霞.宁波部分地区食品蔬菜中亚硝酸盐含量研究[J].宁波高等专科学校学报,2001,13(2):46-50
- [16] 中华人民共和国卫生部.GB15198-94中华人民共和国国家标准.食品中亚硝酸盐限量卫生标准[S].北京:中国标准出版社,1994