

贵阳市主要蔬菜硝酸盐含量 状况与氮磷钾养分的关系

肖厚军, 阎献芳, 彭 刚

(贵州省农科院土肥所, 贵州 贵阳 550006)

摘 要: 2000 年对贵阳市 20 种主要蔬菜硝酸盐含量和部分样品的氮、磷、钾含量进行测定, 结果表明: (1) 不同种类蔬菜硝酸盐含量差异很大, 其中 10 种蔬菜可食部分硝酸盐含量超过 WHO/FAO(1973) 对食品中硝酸盐含量的限量标准; (2) 蔬菜中硝酸盐含量与钾含量呈显著负相关; (3) 同种蔬菜中硝酸盐含量与氮含量呈显著正相关, 与磷含量无显著相关性。

关键词: 贵阳市; 蔬菜; 硝酸盐; 氮、磷、钾含量

中国分类号: X132 文献标识码: A 文章编号: 1000 – 0267(2001)06 – 0448 – 03

Relationship Between Nitrate Contents in Main Vegetables vs. their Nitrogen, Phosphorus and Potassium as Nutrients from Guiyang City

XIAO Hou -Jun, YAN Xian-fang, PEN Gang

(Soil and Fertilizer Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006 China)

Abstract: Nitrate contents in over 100 samples of 20 vegetables and nitrogen phosphorus and potassium contents in same samples in Guiyang City were evaluated in this survey. The results showed that the contents of nitrate with different varieties of vegetables varied considerably. Amongst these, about 10 fresh vegetables, such as celery, Chinese cabbage and so on, in which the nitrate contents exceeded the standard limit of nitrate in foods stipulated in 1973 by the WHO/FAO. The contents of potassium and of nitrate were significantly negative correlation in the studied vegetables. In contrast, the contents of nitrogen and of nitrate were considerably positive correlation each other while the contents of phosphorus and of nitrate had no significant correlation in the same vegetable.

Keywords: Guiyang City; vegetables; nitrate content; nitrogen; phosphorus and potassium of content

硝酸盐的还原态——亚硝酸盐与胺反应生成的亚硝酸胺是致癌性强的一类有机化合物, 诱癌时间随每日摄入量的增多而缩短^[1]。蔬菜是一种容易累积硝酸盐的植物, 人体摄入体内的硝酸盐约 80% 来自蔬菜^[2]。因此蔬菜中硝酸盐含量高低与人体健康密切相关。联合国世界卫生组织和粮农组织 (WHO/FAO) 1973 年对食品中硝酸盐制定日用量标准, 规定硝酸盐 ADI 值为 3.6 mg (即每日摄入体内的 NO₃⁻ 为 3.6 mg · kg⁻¹ 体重), 如以体重 60 kg 计, 每日摄入的 NO₃⁻ 不应超过 216 mg; 再按日食蔬菜 0.5 kg 计, 则每 kg 蔬菜不应超出 432 mg。本项目研究了贵阳市主要蔬菜硝酸盐含量状况与氮、磷、钾养分含量的关系, 为今后降低蔬菜中硝酸盐, 生产无污染蔬菜, 减少危害人体健

康的环境因素提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 样品采集

2000 年 4—7 月分批在贵阳市主要菜场采集 20 种蔬菜, 取其可食用部分测定 NO₃⁻ 含量, 部分样品同时测定 N、P、K 含量。

1.2 分析方法

NO₃⁻ 用酚二磺酸 – 分光光度计法, N 用凯氏定氮法, P 用钒钼黄 – 分光光度计法, K 用火焰光度法。

2 结果与分析

2.1 贵阳市主要蔬菜硝酸盐含量

20 种蔬菜近 100 个样品的测定结果 (表 1) 表明, 贵阳市主要蔬菜食用部分硝酸盐含量不同种类间差异很大, 所取蔬菜中 NO₃⁻ 含量以芹菜最高 (1 240—

表 1 贵阳市主要蔬菜食用部分NO₃⁻ 含量(mg · kg⁻¹ 鲜重)

Table 1 The contents of nitrate of edible parts of main vegetables in markets of Guiyang City (mg · kg⁻¹ in fresh weight)

蔬菜名	硝酸盐含量	蔬菜名	硝酸盐含量
绿叶类	空心菜	茄果类 茄子	290—430
	芹菜	西红柿	190—330
	茼蒿	青椒	250—360
	茼蒿	豆类 豇豆	130—230
	菠菜(春播)	豌豆尖	90—200
白菜类	(冬播)	根菜类 红皮萝卜	450—900
	小白菜	白皮萝卜	550—1 100
	大白菜	其它 蕨菜	150
	莲花白	红油菜苔	260—280
	黄爪	牛心菜	270
瓜果类	嫩南瓜		260—430

1 460 mg · kg⁻¹), 豇豆、黄爪最低(120—130 mg · kg⁻¹), 最高与最低相差 11. 2—12. 2 倍。其中有 10 种蔬菜 NO₃⁻ 含量超过 WHO/AFO 规定的限量标准, 即叶菜类 8 种, 根菜类 2 种, 硝酸盐含量在不同蔬菜种类间有叶菜类 (平均 800. 6 ± 416. 1 mg · kg⁻¹, *n* = 19)> 根菜类 (平均 765. 0 ± 227. 6mg · kg⁻¹, *n* = 6)> 茄果类(平均 307. 8 ± 66. 8 mg · kg⁻¹, *n* = 9)> 瓜果类(平均 258. 3 ± 137. 3 mg · kg⁻¹, *n* = 6)> 豆类 (平均 166. 7 ± 50. 8 mg · kg⁻¹, *n* = 6)的总体分布趋势。

在叶菜类中各种类间硝酸盐含量差异最大, 以芹菜含量最高, 红油菜苔含量最低, 二者相差 5. 6 倍。

在茄果类、瓜果类间不同种类硝酸盐含量差异较小, 最大与最小相差 2. 3—3. 6 倍。

蔬菜可食用部分硝酸盐含量除受本身品种特性决定外, 还受施肥、栽培时间, 采收时间等外界因素的影响。菠菜冬前种植和开春种植相差 2. 3 倍。表 2 结果表明, 同一地块白菜在不同采收时间硝酸盐含量相差 10 倍以上, 表现为包心中期> 包心后期> 包心初期, 最主要的原因是施肥尤其是施氮肥后白菜体内 NO₃⁻ 含量迅速增加, 以后逐渐降低。

表 2 大白菜不同采收时间NO₃⁻ 含量(mg · kg⁻¹ 鲜重)

Table 2 The content of nitrate of Chinese cabbage at different harvest time (mg · kg⁻¹ in fresh weight)

处理	前期 (包心初期)	中期 (包心中期)	后期 (包心后期)
(1)	85	950	670
(2)	95	900	560
(3)	180	910	590
(4)	265	1 100	900

2. 2 蔬菜中氮、磷、钾含量与硝酸盐含量的关系

2. 2. 1 蔬菜中氮、磷含量与NO₃⁻ 含量的关系

通过测定蔬菜的氮、磷、钾含量与硝酸盐含量(表

3), 结果发现不同种类蔬菜的NO₃⁻ 含量与蔬菜全氮含量无明显相关性。如豇豆与茄子, 尽管豇豆的全氮含量为 2 040—2 380 mg · kg⁻¹, 但 NO₃⁻ 含量仅为 130—230 mg · kg⁻¹; 茄子的全氮含量为 1 570—1 690 mg · kg⁻¹, 但 NO₃⁻ 含量却为 290—430 mg · kg⁻¹。而同一蔬菜品种 NO₃⁻ 含量在一定范围内与全氮含量有显著正相关关系。不同种类蔬菜的全磷含量变化不大, 平均值为 273. 6 ± 91. 1 mg · kg⁻¹ (*n* = 18), 与蔬菜中 NO₃⁻ 含量无明显相关性。同一蔬菜品种 NO₃⁻ 含量与全磷含量有一定正相关关系, 但达不到显著水平。

表 3 蔬菜中NO₃⁻ 含量与 N、P、K 含量(mg · kg⁻¹ 鲜重)

Table 3 The contents of nitrate, and nitrogen, phosphorus and potassium elements in vegetables (mg · kg⁻¹ in fresh weight)

蔬菜	NO ₃ ⁻	N	P	K
豇豆	190	2 050	379	1 758
	230	2 380	419	1 489
	130	2 010	397	2 189
	170	940	182	940
	150	950	226	1 188
黄爪	120	1 170	185	1 635
	1 270	4 550	396	1 982
	1 020	2 790	420	2 874
	760	2 940	467	2 311
	260	1 440	217	2 263
小南瓜	320	1 840	218	1 627
	430	1 770	218	1 177
	300	1 610	217	1 413
	290	1 690	258	1 602
	430	1 570	218	1 174
青椒	250	2 440	280	1 538
	280	2 570	333	1 410
西红柿	190	1 640	212	1 776
	330	1 340	150	1 236
小白菜	900	2 350	—	2 042
	650	2 480	—	3 689

2. 2. 2 蔬菜中钾含量与NO₃⁻ 含量的关系

经回归分析得到同一种类蔬菜中的钾(*x*)与 NO₃⁻ (*y*) 含量呈显著的负相关关系, 其数量关系可用以下回归方程表示: 叶菜类 $y_{\text{NO}_3} = 1\,654.8e^{-0.000\,238K_t}$, (*K* 为钾, *t* 为钾的总量, *r* = -0. 66, *n* = 5)。由上述方程可知, 叶菜类蔬菜 NO₃⁻ 含量与钾含量变化变幅较大, 蔬菜中的 *K* 含量每递增 1000 mg · kg⁻¹, NO₃⁻ 含量平均下降约 20%。而茄果类和瓜果类蔬菜的 NO₃⁻ 含量与 *K* 含量呈负直线相关, NO₃⁻ 含量随蔬菜中 *K* 含量增加而显著下降。

不同种类蔬菜 NO₃⁻ 含量与钾含量呈不同的负相关关系。尽管这些蔬菜中钾含量变化不大 (0. 1%—

0.3%)，而叶菜类NO₃⁻ 含量较高，茄果类和瓜果类NO₃⁻ 含量较低，这可能与蔬菜的营养遗传特性有关。

3 小结

(1) 2000 年对贵阳市销售 20 种主要蔬菜硝酸盐含量测定结果表明,不同种类蔬菜间硝酸盐含量差异很大.其含量大小顺序是叶菜类> 根菜类> 茄果类> 瓜果类> 豆类.其中以芹菜含量最高,达 1 240—1 460 mg · kg⁻¹,豇豆、黄瓜最低,为 120—130 mg/kg, 高与低相差 11.2—12.2 倍。

(2)测定的 20 种蔬菜中有 10 种硝酸盐含量超过 WHO/FAO(1973)的食品硝酸盐含量限量标准。其中 8 种为叶菜,2 种为根菜。据中国农科院沈明珠等人以人均体重 60 kg, 人均日食蔬菜 0.5 kg(鲜重)计算^[3],将蔬菜可食部分中NO₃⁻ 含量的卫生标准定为四级。贵阳市主要蔬菜中,茄果类、瓜果类、豆类蔬菜硝酸盐含量均低于一级（小于 432 mg · kg⁻¹ 鲜重，生食允许,轻度污染）。大部分红皮萝卜、白皮萝卜、小白菜、茼菜，部分空心菜和大白菜超过一级，部分超过二级（小于 785 mg · kg⁻¹ 鲜重，生食不宜，盐渍熟食允许，

中度污染）、低于三级（小于 1 440 mg · kg⁻¹ 鲜重，生食，盐渍不宜，熟食允许，重度污染）。只有部分芹菜NO₃⁻ 含量超过三级，目前还未发现达到四级（3100 mg · kg⁻¹ 鲜重，生食，盐渍，熟食不宜，严重污染）的蔬菜。

(3)蔬菜中硝酸盐含量与含氮量因不同种类而有差异，同一品种NO₃⁻ 与含氮量在一定范围内呈显著正相关,含磷量与NO₃⁻ 含量无明显相关性。

(4)蔬菜中硝酸盐含量与含钾量呈显著负相关。叶菜类呈指数负相关关系,茄果类和瓜果类呈直线负相关关系。不同种类蔬菜在钾含量变化不大的情况下, NO₃⁻ 含量却差异很大,这可能与蔬菜的营养遗传特性有关。

参考文献:

[1] 何天秀,等. 蔬菜中钾与硝酸盐含量的关系[J]. 西南农业大学学报,1992, 4(5): 41 – 45.
[2] 张漱茗,等. 济南市蔬菜硝酸盐含量及施肥影响[J]. 土壤肥料, 1997, (5): 22 – 24.
[3] 沈明珠,等. 蔬菜硝酸盐累积的研究[J]. 园艺学报,1982, 9(4): 41.

(上接第 444 页)

胞分裂实现自身的繁殖,这意味着一旦大量细菌寄居于滤料表面,在适宜环境条件下,氨氮、亚硝酸氮很快降到最低水平（亚硝酸氮在 1 d 或 2 d 内由高峰降为零）^[6]。本实验亦证明从成熟的生物滤器中取得菌源是新建海水观赏水槽在较短时间内建立硝化作用的有效方法。

(4) 接种来源丰富的表层土壤 土壤中存在着数量庞大的异养菌、硝化菌和脱氮菌，并形成一种稳定程度的种间、种内关系，作为一个相对完整的小生境进入水族箱系统，与单个种群或数个种群相比，其对环境压力有较强的耐受性。而且土壤中细菌原环境并不稳定,细菌本身适应环境变化的能力也比较强。这些原因均可解释接种土壤的生物滤器建立硝化作用的速度要快于自然挂膜系统。

(5) 接种活性污泥 活性污泥形成的菌群带有一定的选择性，其丰度不及土壤中的菌群，稳定性也不及后者,表现在处理能力上也不及后者。

参考文献:

[1] Forste J R M . Studies on nitrification in marine biological filters[J].

Aquaculture, 1974, 4: 387 – 397.
[2] Hirayama K. Water control by filtration in closed culture systems[J]. *Aquaculture*, 1974, 12: 369 – 385.
[3] Parssons T R, et al. A manual of chemical and biological methods for seawater analyses, 60 – 65. Pergamon prerss. Oxford. 1984.
[4] Spotte S. Sea water aquariums, the capitive enviroment. Wiley Inter-science, New York, 1979.
[5] Wickins J F. Studies on marine biological filters model filters[J]. *Water Research* , 17(12): 1 769 – 1 780.
[6] Martin A Moe Jr. The marine aquarium reference system and invertebrates, 1993, 182 – 185.
[7] Bower C E, Tuner D T. Accelerated nitrification in new seawater culture systems: effectiveness of commercial additives and sead media from established systems[J]. *Aquaculture*, 1981, 24: 1 – 6.
[8] Tucker C S, Lloyd S W. Evaluation of a commercial bacterial amendent for improving water quality in channel catfish ponds. Miss Agric Forestry Exp Sta, Miss State Univ, Res Rep, 1985, 10: 1 – 4.
[9] Jaap van Rijin . The potential for intergrated biological treatment systems in recirculating fish culture – A Review[J]. *Aquaculture*, 1996, 139: 181 – 201.
[10] Carmignani G M, Bennett J P. Rapid start – up of a biological filter in a closed aquaculture system[J]. *Aquaculture*, 1977, 11: 85 – 88.