

# 乌鲁木齐市十种市售蔬菜微量元素测定与分析

赵 莉<sup>1</sup>, 牟书勇<sup>1</sup>, 李建辉<sup>2</sup>

(1. 中科院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 新疆辐射环境监督站, 新疆 乌鲁木齐 830011)

**摘 要:**采用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)法分析测定了新疆乌鲁木齐市秋季市售蔬菜中的 Pb、Cd、Cu 等 10 种微量元素。结果表明: 10 种蔬菜中含有人体所需的有益微量元素钙(Ca)、镁(Mg)、锌(Zn)、铁(Fe)、铜(Cu)、镍(Ni)、锰(Mn)、铬(Cr); 在调查的 4 种重金属微量元素铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)、铜(Cu)中, 元素的检出率均为 100%, 其中, 油麦菜、油白菜和紫包菜的铅元素含量超标, 超标率分别为 2.66、2.75 和 0.03; 生菜、菠菜、油麦菜、油白菜和大白菜的镉元素含量超标, 超标率达到了 5.20、4.70、1.52、2.49 和 0.6; 铬元素在 10 种蔬菜中全部超标, 平均含量为 1.38 mg/kg, 平均超标率为 1.76; 虽然铜元素的检出率为 100%, 但无一例超出国家标准限值, 在蔬菜的安全食用范围之内。

**关键词:** 蔬菜; ICP-MS 法; 微量元素; 含量  
**中图分类号:** Q 94-331(245) **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)03-0027-03

人体微量元素是一种营养物质, 含量低于人体体重的 0.01%, 目前已发现有铁、铜、锰、锌等 20 余种。人体内的微量元素虽然含量很少, 但对人体健康却起着重要作用, 它们做为酶、激素、维生素、核酸的成分, 参与生命的代谢过程, 与人类的寿命、健康、智力以及某些疾病都有密切的关系。

我国是蔬菜大国, 所产蔬菜种类丰富、品种齐全, 提供了人体所需的各种微量元素, 成为人们日常生活中必不可少食物, 与人类健康密切相关。近年来, 在无公害蔬菜的呼声下, 蔬菜的食用安全性与营养特性已受到人们的广泛关注。然而, 随着现代工业的发展, 环境污染加剧, 工业“三废”的排放及城市生活垃圾和各种农药、化肥的不合理使用, 导致蔬菜中重金属污染、微量元素含量超标, 并通过食物进入人体危害人类健康<sup>[1]</sup>。

运用电感耦合等离子体质谱法分析测定了新疆乌鲁木齐市秋季市售蔬菜中的 10 种微量元素, 初步掌握了蔬菜中微量元素含量的分布规律, 对新疆地区蔬菜中重金属元素的食用安全性进行了客观评价, 为规范新疆市售蔬菜质量、指导蔬菜生产、种植以及科学、合理膳食提供理论依据, 具有一定的现实意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2006 年 9 月随机在乌鲁木齐市蔬菜市场及超市采

集秋季蔬菜, 蔬菜品种有: 辣椒、大白菜、豆角、卷心菜、木耳菜、油麦菜、油白菜、生菜、紫包菜、菠菜 10 种。样品采用随机抽取法取样, 采回后用蒸馏水洗净, 50℃烘干至恒重(恒温干燥箱为 DHG-9140AS)、玛瑙碾钵磨样后用密封袋保存于干燥器内, 整个操作过程中没有金属污染。

### 1.2 试验方法

样品经微波消解仪(Mars5)消化后, 采用电感耦合等离子体质谱仪(Perkin Elmer SciexDRC ID)测定了 10 种蔬菜中的钙、镁、锌、铁等 10 种微量元素, 方法的平均回收率在 93.6%~106.9%之间, RSD 值为 3.2%~8.5%, 各元素标准曲线的  $R^2$  值均在 0.99 以上, 所用方法精密度高, 干扰较少, 结果准确可靠。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种蔬菜中各微量元素含量

用电感耦合等离子体质谱法测定了 10 种蔬菜中的微量元素含量, 结果见表 1。对表 1 的数据进行方差分析, 结果表明, 在所测定的 10 种微量元素中, 不同种蔬菜的铅含量水平具有极显著差异( $P<0.01$ ); 镉、铁和钙的含量水平具有显著差异( $P<0.05$ ); 其余 6 种元素含量差异不明显。10 种蔬菜中, 辣椒、大白菜和豆角的铅含量低于该方法的检出限, 在检出的其它 7 种蔬菜中, 油白菜的铅含量最高, 达 0.75 mg/kg, 与此同时, 有益微量元素钙含量也居首位; 对于重金属镉元素, 生菜的含量最高, 菠菜次之, 豆角最低; 在其余无明显差异的 6 种元素中, 油麦菜的铬含量最高, 大白菜最低。菠菜中含的有益微量元素铜、镍、锌最高。木耳菜和油白菜的镁含量较高。油麦菜和油白菜的铁含量丰富。

第一作者简介: 赵莉(1980-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为植物生态学。E-mail: hanxue624@sohu.com.

通讯作者: 牟书勇。E-mail: symo@ms.xjbu.ac.cn.

收稿日期: 2007-10-08

2.2 铅、镉、铜、铬 4 种重金属元素检出率与超标率  
将 10 种蔬菜中铅、镉、铜、铬的测定值与国家蔬菜  
表 1 蔬菜中各微量元素含量

编号	名称	镉(Cd)	铬(Cr)	铜(Cu)	铁(Fe)	镁(Mg)	锰(Mn)	镍(Ni)	铅(Pb)	锌(Zn)	钙(Ca)
1	辣椒	0.0322	1.52	7.15	43.41	2 114.63	11.09	0.9303	*	12.09	797.85
2	大白菜	0.0799	1.21	3.80	56.61	1 649.54	18.12	0.7619	*	19.67	2685.67
3	豆角	0.0116	1.49	5.88	68.14	3 160.41	14.40	1.5403	*	22.86	2379.71
4	卷心菜	0.0378	1.54	2.22	69.59	2 282.79	19.19	0.7908	0.0301	12.78	2148.30
5	木耳菜	0.0316	1.31	4.84	145.09	10 312.56	22.77	1.2659	0.0899	22.16	5832.71
6	油麦菜	0.1260	1.68	4.61	192.31	4 314.35	20.85	0.9384	0.7310	17.83	4321.13
7	油白菜	0.1746	1.33	6.40	188.42	9 698.86	59.65	1.7561	0.7500	33.84	8694.50
8	生菜	0.3100	1.25	7.91	143.60	3 524.00	49.14	1.0324	0.0917	15.52	4759.34
9	紫包菜	0.0213	1.22	2.50	89.11	1 705.67	23.97	0.7987	0.2052	11.31	3137.81
10	菠菜	0.2849	1.27	8.59	149.73	4 882.05	53.66	2.5827	0.1474	59.82	2113.05

注 \* 表示该元素的检出值低于此方法的检出限。

表 2 重金属元素的最高允许限量值 ug/g

元素	最高残留限量	标准和代码
铅(Pb)	≤0.2	GB14935-1994
镉(Cd)	≤0.05	GB15201-1994
铜(Cu)	≤10.00	GB15199-1994
铬(Cr)	≤0.50	GB14901-1994

10 种蔬菜中, 均有铅、镉、铬、铜元素的检出, 检出率为 100%。其中, 油麦菜、油白菜和紫包菜的铅元素含量超标, 超标率分别为 2.66、2.75 和 0.03; 10 种蔬菜中有 5

表 3 10 种蔬菜品种重金属元素含量的超标率

	辣椒	大白菜	豆角	卷心菜	木耳菜	油麦菜	油白菜	生菜	紫包菜	菠菜
铅(Pb)	*	*	*	*	*	2.66	2.75	*	0.03	*
镉(Cd)	*	0.60	*	*	*	1.52	2.49	5.2	*	4.70
铬(Cr)	2.04	1.42	1.98	2.08	1.62	2.36	1.66	1.50	1.44	1.54
铜(Cu)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

注 \* 表示未超出国家蔬菜食品卫生标准最高限量值。

3 结论与讨论

3.1 10 种蔬菜中含有人体所需的有益微量元素钙(Ca)、镁(Mg)、锌(Zn)、铁(Fe)、铜(Cu)、镍(Ni)、锰(Mn)、铬(Cr), 人们可以根据体内微量元素的缺乏状况, 进行适当选择, 科学搭配, 合理膳食。

3.2 在所测定的 10 种微量元素中, 不同种蔬菜的铅含量水平具有极显著差异( $P<0.01$ ); 镉、铁和钙的含量水平具有显著差异( $P<0.05$ ); 其余 6 种微量元素含量差异不明显( $P>0.05$ ), 以上结论初步证明蔬菜对铅、镉、铁和钙的吸收具有选择性, 但蔬菜中微量元素的含量除了与蔬菜的选择性吸收和富集能力有关外, 还与其生长的土壤、灌溉用水、大气污染状况等因素有关<sup>[23]</sup>, 所以试验所得结果还有待于深入研究。各种因素对蔬菜中微量元素含量水平的影响大小及微量元素在植物体内不同部位的运输积累作用, 尚待进一步的研究。

3.3 10 种蔬菜中, 除了辣椒、大白菜和豆角中的铅含量低于检出限外, 其余 7 种蔬菜都不同程度的有铅污染现象, 其中油麦菜、油白菜的超标率最高, 分别为 2.66 和 2.75, 紫包菜中的铅元素含量轻微超标, 超标率为 0.03。据调查造成铅污染的主要原因是大气污染, 大气污染主

食品卫生标准最高限量值(表 2)进行了比较, 并分别计算了各元素的检出率与超标率, 结果如下。

种蔬菜的镉元素含量超标, 其中生菜和菠菜的超标率最高, 达到了 5.20 和 4.70; 铬元素在 10 种蔬菜中全部超标, 平均含量为 1.38 mg/kg, 平均超标率为 1.76; 虽然铜元素的检出率为 100%, 但无一种蔬菜含量超标, 在蔬菜安全食用范围之内; 10 种蔬菜中, 油麦菜和油白菜的铅、镉、铬元素含量同时超标, 食用风险较大, 应引起注意(见表 3)。

要为气态和生态重金属, 通过菜叶表面吸附, 积累在植物体中, 所以表面吸附能力较强的叶类蔬菜含量明显高于果类和根茎类<sup>[5-9]</sup>, 与试验有类似的研究结果。

3.4 10 种蔬菜中有 5 种蔬菜的镉元素含量超标, 其中生菜和菠菜的超标率最高, 达到了 5.20 和 4.70, 此外, 油麦菜、油白菜和大白菜中的镉元素含量也超出国家标准限值。据文献报道, 镉污染主要来源于污水灌溉及施用含镉的化肥、农药等造成了土壤中镉的含量过高, 而通过土壤—植物系统的迁移转化被蔬菜吸收和积累<sup>[1-4]</sup>。因此, 合理施肥, 污水经处理达标后用于农田灌溉, 是减少镉污染的主要措施。

3.5 10 种蔬菜中的铬元素全部超标, 平均含量为 1.38 mg/kg, 平均超标率为 1.76, 据试验推测, 造成 10 种蔬菜铬元素含量全部超标的主要原因可能与灌溉用水有关, 这有待于进一步的调查研究。此外, 铬元素有多种形态, 铬(III)是有益微量元素, 而铬(VI)却是有毒元素。铬元素在土壤、植物及人体中的存在形态、以及它们之间的相互迁移转化规律, 是科学工作者们亟待解决的问题。

3.6 铜元素的检出率为 100%, 但含量都未超标, 在安全食用范围之内。说明铜元素并不富集, 对蔬菜不产生污染。与尹家元等人的结论一致<sup>[7]</sup>。

3.7 10 种蔬菜中, 油麦菜和油白菜的铅、镉含量同时超标, 生菜和菠菜中的镉元素严重超标, 存在极大的食用风险, 人们在取食中, 尤其在婴幼儿的喂养时, 对这几类蔬菜的选择应当慎重, 避免儿童铅、镉中毒。

参考文献

[1] 彭玉魁, 赵锁芳, 王波. 陕西省大中城市郊区蔬菜矿质元素及重金属元素含量研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(1): 97-100.  
[2] 席玉英, 周纪侃, 张小民, 等. 太原南郊蔬菜中镉(Cd)、铅(Pb)、锶(Sr)、锰(Mn)等元素含量的分析研究[J]. 华北地质矿产杂志, 1997, 12(4): 393-397.

[3] 樊小林, 姜井军, 张一平. 土壤和蔬菜中重金属含量的研究[J]. 西北农业大学学报, 1993, 21(3): 103-106.  
[4] 沈彤, 盛穗, 马赛平. 长沙市蔬菜中铅、镉含量状况及控制对策[J]. 湖南农业科学, 2005(4): 62-63.  
[5] 蔡艳荣. 微波消解-原子吸收光谱法测定蔬菜中金属元素[J]. 光谱实验室, 2006, 23(5): 1054-1058.  
[6] 罗晓梅, 张义蓉, 杨定清. 成都地区蔬菜中重金属污染分析与评价[J]. 四川环境, 2003, 22(2): 49-51.  
[7] 尹家元, 罗家清, 周中万, 等. 云南主要蔬菜中铜、锌、钼、铬(III)、钴、锰水平规律调查[J]. 云南大学学报(自然科学版), 1991, 13(4): 330-334.

Determination of Ten Kind of Trace Elements of Vegetables in Urumqi Autumn Market

ZHAO Li<sup>1</sup>, MU Shu-yong<sup>1</sup>, LI Jian-hui<sup>2</sup>

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2. Surveillance Station of Xinjiang Radiation Environment, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

**Abstract:** This article determined the content of ten kind trace elements of vegetables in Xinjiang Urumqi autumn market by inductive coupling plasma mass spectrometry (ICP-MS), the trace elements include Pb, Cd, Cu and so on. The result indicated that, all kinds of vegetables include the beneficial trace element, such as calcium (Ca), magnesium (Mg), zinc (Zn), iron (Fe), copper (Cu), nickel (Ni), manganese (Mn), chromium (Cr) which are the human body needs; Within the investigated four kind of heavy metals trace elements lead (Pb), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), the element detection rate is 100%, the content of lead exceeds the allowed value in lettuce, Chinese cabbage and red cabbage, the overlimited rate respectively is 2.66, 2.75 and 0.03 in three vegetables; The content of cadmium exceeds the allowed value in Celery lettuce, Spinach lettuce, Chinese cabbage and Peking cabbage, and the overlimited rate has achieved 5.20, 4.70, 1.52, 2.49 and 0.6; The element chromium completely exceeds the allowed value in ten kind of vegetables, the average content is 1.38 mg/kg, the equally overlimited rate is 1.76; Although the detection rate of copper is 100% but none surpass the national standard, all are in security edible scope.

**Key words:** Vegetables; ICP-MS method; Trace element; Content

西瓜甜瓜死秧的原因有哪些

- 1. 品种的抗病性差。
- 2. 气候因素。西瓜甜瓜喜高温、干燥的气候条件,在这种环境下生产的西瓜甜瓜秧壮无病,个大瓜甜,而低温高湿的气候,瓜秧易得病,病害不易控制,瓜秧死得早。
- 3. 肥料比例不当。不上农家肥,光上化肥,氮肥施得偏多、磷钾肥缺乏,植株抗性差,易得病,不好治。
- 4. 喷药防病不科学。用药不及时,不定期喷药防治,待发病后再喷药防治,病害容易蔓延,防治难。

