

火焰原子吸收法测定不同品种番木瓜的微量元素含量

吴秀兰, 唐文武, 黄泽强 (肇庆学院生命科学学院, 广东肇庆 526061)

摘要 [目的] 采用火焰原子吸收法测定4种不同番木瓜品种的微量元素含量。[方法] 以华南地区普遍栽培的台农1号、夏威夷、华抗3号、红丰为试材, 先采用先高温灰化再加 HNO₃, 然后采用火焰原子吸收光谱法测定镁、钾、锌等6种微量元素的含量, 并进行比较分析。[结果] 4种番木瓜中镁、钾、钠含量丰富, 锌、锰、铁3种微量元素的含量相对较低。不同品种的番木瓜微量元素含量也有较大差异, 其中钠的最高含量为最低含量的5倍, 锌的为2倍多, 铁的为3倍, 钾、镁差异不大, 锰几乎没有差异。不同地区不同品种的木瓜中的 Mn、Fe 的含量变幅较大, K、Zn 次之, Mg、Na 变幅较小。[结论] 通过建立微量元素的标准模型方程, 可以快速检测出番木瓜的微量元素。

关键词 番木瓜; 火焰原子吸收光谱法; 微量元素

中图分类号 O657.31 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)18-08310-02

Determination on Trace Element Contents in Different Varieties of *Carica papaya* L. by Flame Atomic Absorption

WU Xiu-lan et al (College of Life Science, Zhaoqing University, Zhaoqing, Guangdong 526061)

Abstract [Objective] The study aimed to determine trace element contents in 4 varieties of *Carica papaya* L. with flame atomic absorption. [Method] With 4 kinds of *C. papaya* including Tainong 1, Hawaii, Huakang 3 and Hongfeng as test materials, the samples were digested with HNO₃ after high temperature carbonization, 6 kinds of trace elements such as Mg, K, Zn were determined by flame atomic absorption spectrometry and compared for analysis. [Result] Among 4 varieties of *C. papaya*, the contents of Mg, K and Na were rich and the contents of Zn, Mn and Fe were low relatively. There was a greater difference on the contents of trace elements in different varieties of *C. papaya*, of which, the highest level of Na was 5 times of its lowest level, that of Zn was over 2 times, that of Fe was 3 times. K and Mg had little difference and Mn had almost no difference. There was a greater amplitude between Mn and Fe in different varieties of *C. papaya* in different regions, followed by K, Zn, and the last was Mg, Na. [Conclusion] The standard model equations was established in this study, which could quickly detect the trace element contents of *C. papaya*.

Key words *Carica papaya* L.; Flame atomic absorption spectrometry; Trace element

木瓜 (*Carica papaya* L.), 又名番木瓜、万寿果, 属于番木瓜科番木瓜属, 是著名的热带、亚热带水果之一, 素有“岭南佳果”的美称。木瓜果肉厚实、香气浓郁、甜美可口、营养丰富, 它特有的木瓜酵素能清心润肺, 还可以帮助消化、治胃病, 独有的木瓜碱具有抗肿瘤功效, 对淋巴性白血病细胞具有强烈抗癌活性。传统医学认为: 木瓜能理脾和胃, 平肝舒筋, 可走筋脉而舒挛急。因此, 木瓜被广泛应用于食品工业、美容、护肤化妆品等行业^[1-3]。

笔者以华南地区普遍栽培的台农1号、夏威夷、华抗3号、红丰为材料, 采用火焰原子吸收光谱法测定镁、钾、锌等6种微量元素的含量, 并进行比较分析, 以期选育营养价值高、微量元素含量丰富的种质资源提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试材料。选择华南地区主栽的台农1号、夏威夷、华抗3号、红丰4个品种为材料。木瓜成熟期取中部果实, 洗净后削皮、去核, 取其果肉, 匀浆, 装入有盖瓶中备用。

1.1.2 仪器与试剂。

1.1.2.1 仪器。AA6300型原子吸收分光光度计(日本岛津公司); 镁空心阴极灯、钠空心阴极灯、钾空心阴极灯、锰空心阴极灯、铁空心阴极灯、锌空心阴极灯(北京有色金属研究总院); SX2-5-12箱式电阻炉(上海跃进医疗器械厂)。

1.1.2.2 试剂。各种元素的标准溶液(浓度均为1000 μg/ml)均为国家标准溶液(国家钢铁材料测试中心钢铁研究总院); 试剂均为优级纯; 水为双蒸水。

1.1.2.3 器皿处理。试验所用的玻璃器皿、坩埚等均经6

mol/L 的 HNO₃ 浸泡 24 h, 用双蒸水冲洗干净, 烘干备用^[4-5]。

1.2 试验方法

1.2.1 样品处理。将木瓜用水洗净后, 去皮去核, 于搅拌机中搅拌成匀浆。准确称取 2.000 g 样品于石英坩埚中, 在通风橱内将样品置于 300 °C 的电热板上缓慢碳化约 2 h, 待无烟产生后转移至马福炉中以 600 °C 灰化 4 h, 直至样品呈灰白色。取出后置于干燥器中冷却, 在坩埚内加入 5 ml 10% HNO₃, 置于电热板上低温消化提取, 使溶液蒸至湿盐状(体积约为 0.5 ml), 待冷却后用 0.1% HNO₃ 将坩埚样品无损转移到 25 ml 容量瓶中, 定容至刻度, 待测。按同样方法制备空白溶液。

1.2.2 标准系列溶液。分别用 Mg、Na、K、Mn、Fe、Zn 标准溶液(1000 μg/ml) 配制各元素的标准系列工作溶液。

1.2.3 测定。逆时针旋转乙炔钢瓶主阀 1.0~1.5 圈, 调节乙炔钢瓶压力至 0.09 MPa, 检查气瓶管道有无漏气, 打开空气压缩机, 调节次级压力至 0.35 MPa, 打开抽风系统。打开 AA-6300 主机和电脑电源, 选择仪器工作条件, 然后点火。依次进行空白调零、自身调零, 然后进行样品的测定。将待测样在原子吸收分光光度计上测定各元素的吸光度, 并根据标准曲线的回归方程计算出各元素含量。

2 结果与分析

2.1 仪器参数优化 通过预备试验, 探索仪器最佳参数(表1)。

2.2 标准曲线的绘制

2.2.1 标准溶液的配制及测定。在 50 ml 的容量瓶中, 用 1% HNO₃ 配制浓度为 0、0.1、0.2、0.4 μg/ml 的 Mg、Zn 标准系列工作溶液; 用 1% HNO₃ 配制浓度为 0、0.2、0.4、0.8 μg/ml 的 K、Na 标准系列工作溶液; 用 1% HNO₃ 配制浓度为 0、0.5、1.0、2.0 μg/ml 的 Mn、Fe 标准系列工作溶液。由于被

表 1 仪器最佳参数条件

Table 1 The optimum parameter conditions of instruments

元素 Element	波长//nm Wavelength	狭缝//nm Slit	灯电流//mA Lamp current	燃烧器高度//mm Burner height	乙炔气流量//L/min Acetylene air flow	火焰类型 Types of flame	空气流量//L/min Air flow
Mg	285.1	0.7	8	7	1.8	Air-C ₂ H ₂	15
Na	589.0	0.2	13	7	1.8	Air-C ₂ H ₂	15
K	766.5	0.7	10	7	2.0	Air-C ₂ H ₂	15
Mn	279.5	0.2	10	7	2.0	Air-C ₂ H ₂	15
Fe	248.4	0.2	12	9	2.2	Air-C ₂ H ₂	15
Zn	213.7	0.7	8	7	2.0	Air-C ₂ H ₂	15

测元素之间不干扰^[6],可在一组标准系列中同时测定了被测各元素的吸光度。在表 1 条件下测定其吸光度,绘制标准曲线。

2.2.2 线性方程及相关系数。根据各元素标准溶液浓度所测定的吸光度,计算出各元素的线性方程及相关系数。由表 2 可知,Mg、K、Na、Zn、Mn、Fe 的标准曲线线性良好,相关系数 r 在 0.991 7 ~ 1.000 0,符合测定要求。

2.3 样品的吸光度及浓度 各样品的吸光度及浓度见表 3。

表 2 标准线性方程及相关系数

Table 2 Standard linear equation and correlation coefficient

元素 Element	线性方程 Linear equation	相关系数 r Correlation coefficient
Mg	$Y=0.793\ 93X + 0.036\ 3$	0.998 9
K	$Y=0.348\ 32X + 0.050\ 7$	0.991 7
Na	$Y=0.497\ 54X + 0.004\ 2$	0.998 6
Zn	$Y=0.533\ 93X + 0.007\ 3$	0.999 2
Mn	$Y=0.192\ 03X - 0.005\ 5$	0.998 9
Fe	$Y=0.345\ 30X + 0.001\ 8$	1.000 0

表 3 各品种木瓜样品吸光度及浓度

Table 3 The absorbance and concentration in samples of the varieties of papaya

元素 Element	台农 1 号 Tainong No.1		夏威夷 Hawaii		华抗 3 号 Huakang No.3		红丰 Hongfeng	
	吸光度 Absorbance	浓度// $\mu\text{g/ml}$ Concentration	吸光度 Absorbance	浓度// $\mu\text{g/ml}$ Concentration	吸光度 Absorbance	浓度// $\mu\text{g/ml}$ Concentration	吸光度 Absorbance	浓度// $\mu\text{g/ml}$ Concentration
Mg	0.156	8.850	0.160	9.100	0.145	8.200	0.126	7.000
K	0.359	91.520	0.373	95.690	0.258	62.640	0.364	93.100
Na	0.243	19.550	0.107	5.930	0.087	3.910	0.172	12.440
Zn	0.034	0.029	0.054	0.065	0.032	0.025	0.042	0.043
Mn	0.006	0.056	0.005	0.054	0.005	0.054	0.006	0.057
Fe	0.039	0.097	0.032	0.078	0.024	0.054	0.016	0.031

2.4 木瓜各元素含量分析 由表 4 可知,4 种番木瓜中都含有人体所需的微量元素,K、Na、Mg 的含量很丰富,远远高于 Zn、Mn、Fe 的含量。而且不同品种的番木瓜微量元素含量也有较大差异,特别是 Na、Zn、Fe 3 种元素,最高含量分别为最低含量的为 5 倍、2 倍和 3 倍。K、Mg 差异不大,Mn 几乎没有差异。与其他地区的不同品种的木瓜比较^[7],不同地区不同品种的木瓜中的 Mn、Fe 的含量变幅较大,K、Zn 次之,Mg、Na 变幅较小。

表 4 4 种番木瓜微量元素的含量

Table 4 The trace element content in four papaya $\mu\text{g/g}$

元素 Element	台农 1 号 Tainong No.1	夏威夷 Hawaii	华抗 3 号 Huakang No.3	红丰 Hongfeng
Mg	110.63	113.75	102.50	87.50
K	1 144.00	1 196.13	783.00	1 163.75
Na	244.38	74.13	48.88	155.50
Zn	0.36	0.81	0.31	0.54
Mn	0.70	0.68	0.68	0.71
Fe	1.21	0.98	0.68	0.39

3 小结

微量元素分析测定其精密度和准确度在很大程度上取决于样品的制备方法。样品的消化是分析方法准确与否的关键之一。该试验采用先高温灰化再加 HNO₃ 消解样品,

样品在短时间内即可彻底氧化分解。从试验结果看,用这种方法处理样品后再用原子吸收法测定木瓜中的微量元素,方法简单、快速,结果较为满意。在空气-乙炔火焰中还存在着干扰及消除问题,K 和 Na 存在电离干扰,所以在测定样品中 K 和 Na 元素时,加入更易电离的 CsCl 可抑制 K 和 Na 的电离^[8-9],从而获得准确的结果。

试验通过对不同番木瓜品种的样品处理,仪器参数的优化选择,首先建立了火焰原子吸收分光光度法测定番木瓜中 Mg、K、Na、Zn、Mn、Fe 6 种微量元素最佳仪器工作条件,并建立了用于检测 6 种元素的标准模型方程,最后检测出不同番木瓜的微量元素含量。其研究价值是不仅通过建立微量元素的标准模型方程可以快速检测出番木瓜的微量元素,而且通过对不同番木瓜品种微量元素含量的对比研究,可为遗传改良选育出营养价值高、微量元素含量丰富的种质资源提供参考依据。

参考文献

- [1] 鲍时安,陈永玲.火焰原子吸收法测定木瓜中的铜、锰、钙、镁[J].广州食品工业科技,2002,18(4):38-40.
- [2] 薛国庆,刘青,韩玉琦,等.火焰原子吸收法测定栽培小茴香中 13 种金属元素含量[J].光谱学与光谱分析,2006,26(10):1935-1938.
- [3] 康远干.火焰原子吸收光谱法连续测定番木瓜中铜、锌、铁、锰[J].理化检验-化学分册,2003,39(6):330-333.
- [4] 张薇,张桌勇,施燕支,等.火焰原子吸收光谱法测定山药中多种微量

试样空白溶液。按表 1 的仪器工作条件,先分别测定元素标准系列的标准曲线,再测定试剂空白及样品溶液。

表 2 标准工作溶液和相关系数

Table 2 Standard working solution and correlation coefficient

元素	标准溶液// $\mu\text{g}/\text{ml}$	相关系数
Element	Standard working solution	Correlation coefficient
Zn	0,0.20,0.50,1.00,2.00	1.000 0
Co	0,0.50,1.00,2.50,5.00	0.999 2
Ni	0,0.50,1.00,2.50,5.00,10.00	0.998 5
Cu	0,0.05,0.50,1.00,5.00	0.999 7
Fe	0,0.05,0.50,1.00,2.00,5.00	0.997 6
Cr	0,0.50,1.00,2.50,5.00	0.999 9
Li	0,0.05,0.50,1.00,2.50,5.00	0.999 8
Ca	0,0.50,1.00,2.00,3.00	1.000 0
Mg	0,0.10,0.40,0.80,1.00	1.000 0

2 结果与分析

香菇样品中微量元素含量的测定结果表明(表 3),2 种人工香菇中均含有丰富的人体所需的微量元素,Mg、Ca、Li、Zn、Fe 和 Cu 含量较高,而 Co、Ni 和 Cr 含量较低,食用香菇可摄入人体所必需的微量元素。从每种香菇中微量元素含量的高低看,广西人工香菇中微量元素含量为 $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Zn} > \text{Li} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Co} > \text{Ni} > \text{Cr}$,云南人工香菇中为 $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Li} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Co}$,未检出 Cr。2 种香菇中只有 Li、Ni 和 Co 含量大小顺序有差别,其余 6 种元素含量顺序相同;从比较 2 种香菇中微量元素含量相对高低看,广西香菇中 Ca、Li 和 Cu 的含量约为云南香菇的一半,而 Mg、Zn 和 Co 的含量差别较小。这可能是由于人工种植香菇的基质中微量元素含量不同或菌种不同所致。与浙江人工栽培香菇相比^[4],广西和云南人工种植香菇中的 Ca、Mg、Zn、Fe 和 Cu 微量元素含量高,尤其 Mg 含量高出于浙江的 30 倍左右,说明这 2 种香菇的营养价值相对较高。

表 3 人工种植香菇中金属元素测定结果

Table 3 The contents of trace elements in manual cultivated mushroom

样品	$\mu\text{g}/\text{g}$								
	Zn	Co	Ni	Cu	Fe	Cr	Li	Ca	Mg
Sample									
广西香菇	63.70	1.02	0.72	10.12	25.29	0.11	46.80	69.58	1 240.08
Guangxi									
mushroom									
云南香菇	63.30	0.80	1.02	19.25	32.75	-	74.22	128.75	1 185.50
Yunnan									
mushroom									

2 种香菇中 Zn 含量较高,而 Cu 含量较低,广西香菇 Zn/Cu 值为 6.3,云南香菇 Zn/Cu 值为 3.3,与抗癌中药中微量元素的含量有 Zn 高 Cu 低的关系相同^[5]。与文献报道的香菇具有较高的抗癌作用一致^[6]。

3 讨论

香菇的矿物质含量较丰富,含有人体必需的微量元素。现代科学证明,微量元素具有高度的生物活性及催化生化反应能力,是人体新陈代谢中起着重要作用的化学元素,人体如果缺乏某种微量元素,就会降低免疫功能,导致一些疾病的发生。如,Mg 参与体内多种酶的反应,人体摄入 Mg 少时易患高血压和心律不齐,还可导致冠状动脉痉挛和心肌梗塞,Mg 具有舒张血管而使血压下降的作用,对高血压以及胆固醇引起的动脉硬化有一定的防治作用;Ca 既可以促进骨骼和体格发育,还可以加强大脑表层的抑制过程,调节兴奋和抑制过程的平衡失调。Ca 除作为骨质主要构成外,还能增加毛细血管壁致密度,降低其通透性,减少渗出,具抗炎消肿等作用;Zn 对生物体内的免疫功能起调节作用,达到抗菌抗病毒的作用,并能通过酶系统发挥对机体代谢的调控作用;Fe 是血红蛋白和肌红蛋白的核心部分,缺 Fe 容易导致贫血,引起氧的运输和储存不足;Cu 在神经系统代谢、血液组成、骨骼和结缔组织的构造方面起着重要作用,是机体内氧化还原体系中极为有效的催化剂,参与各种生理活动和代谢过程,能增强免疫和机体的防御机能等^[7-9]。这与香菇具有清热解毒、降低血压、提高人体免疫力、防癌等作用一致。常食用香菇可摄入人体所必需的微量元素,增强体质,对抗癌、抗心血管疾病都有好处。

参考文献

- [1] 张文,张金莲.食用香菇中微量元素含量分析[J].微量元素与健康研究,2004,21(4):36-37.
- [2] 孙永梅.火焰原子吸收光谱法测定香菇中 7 种元素的含量[J].吉林师范大学学报:自然科学版,2006(3):71-72.
- [3] 李星彩.香菇柄中微量元素的测定[J].广东微量元素科学,2006,13(7):60-61.
- [4] 白岚.香菇某些营养成分与药用成分的分析[J].周口师范学院学报,2007,24(5):101-102.
- [5] 陈军,姚成,欧阳平凯. ICP-AES 法测定猫爪草中常量及微量元素[J].光谱学与光谱分析,2005,25(4):560-562.
- [6] 林杰.香菇营养成分对人体的生理效应[J].浙江食用菌,1997(3):3-6.
- [7] 范文秀,李新峰.洋槐花中微量元素的光谱测定[J].光谱学与光谱分析,2005,25(10):1714-1716.
- [8] 姜健,杨宝灵,苏明,等.苜蓿叶片中微量元素的光谱测定[J].安徽农业科学,2008,36(28):12146-12148.
- [9] 王元忠,李淑斌,郭华春,等.大百合中微量元素测定的研究[J].光谱学与光谱分析,2007,27(9):1854-1857.

(上接第 8311 页)

元素[J].光谱学与光谱分析,2006,26(5):963-965.

- [5] 刘利娥,刘洁,张洪权,等.火焰原子吸收分光光度法测定野生葛不同部位铜、锌、铁含量[J].郑州大学学报:医学版,2006,41(3):578-580.
- [6] 王新平.火焰原子吸收光谱法测定中草药剑花中的 8 种微量元素

[J].光谱学与光谱分析,2005,25(2):293-295.

- [7] 陈漫霞,颜戊利.木瓜中微量元素含量分析[J].广东微量元素科学,2004,11(11):54-56.
- [8] 李桂华,刘军深,王玉宝,等.火焰原子吸收法测定食用仙人掌中微量元素含量[J].光谱学与光谱分析,2005,25(12):2079-2081.
- [9] 陈炳卿.营养与食品卫生学[M].4 版.北京:人民卫生出版社,2000.