

# ICP-AES 测定长白山酸浆果实无机元素

张 岚 刘 莹<sup>a</sup> 宋春梅

(吉林医药学院公共卫生系营养与食品卫生教研室 吉林省吉林市吉林大街5号 132013)

<sup>a</sup>(长春市产品质量监督检验院 长春市 130012)

**摘 要** ICP-AES 测定长白山酸浆果实中 18 种无机元素。在酸浆果实所测定的无机元素中, 含量依次为 K> P> Mg> Ca> Fe> Zn> Mn> Cu> Sn> Al> Ni> Mo> Cr, 其中 V、Co 含量均 < 0.1 mg/kg; Pb、Hg、Cd 等有害重金属含量极低或未检出。该法相对标准偏差为 0.14%—3.57%。

**关键词** 电感耦合等离子体-原子发射光谱法; 酸浆; 无机元素

中图分类号: O 657.31

文献标识码: B

文章编号: 1004-8138(2010)03-0888-04

## 1 引言

酸浆(*Physalis alpe ngi var. francheti*) 属茄科(*Solanaceae*) 酸浆属, 果实为圆球形浆果, 成熟时红似玛瑙, 外有膨大的花萼如灯笼状疏松地包围在浆果之外, 俗称锦灯笼、挂金灯、红姑娘。我国许多地区均有分布, 长白山区多有栽培及半野生。其宿存的花萼、全草及根均可入药, 性味苦、酸、寒, 具清热、利咽、化痰、行水之功效, 民间常用作清热解毒药, 据明李时珍《本草纲目》中记载:“酸浆利湿除热, 除热故清肺治咳, 利湿故能化痰治疽”<sup>[1]</sup>。国外亦有将其用于治疗咽炎、痢疾及高血压等。

ICP-AES 具有检出限低、精密度好、基体干扰小, 可多元素同时测定, 分析速度快的特点, 是一种较为理想的多元素测定方法。

## 2 实验部分

### 2.1 仪器及测定条件

#### 2.1.1 仪器

DS-1 型高速组织捣碎机(上海精密仪器仪表有限公司); OPT MA 2100DV 电感耦合等离子体发射光谱仪(美国 PE 公司); Winlab32 操作软件; EH/EC 型电热板(北京莱伯泰科实验室应用技术有限公司)。

#### 2.1.2 仪器工作条件

射频功率: 1300W; 等离子气体(高纯氩气)流量: 15L/m in; 辅助气(空气)流量: 0.2L/m in; 雾化气(高纯氩气)流量: 0.8L/m in; 溶液提升量: 1.5mL/m in; 观察位置自动优化。

吉林省教育厅课题, 吉教科合字[2008]第 267 号

联系人, 电话: (0432)64560560; 手机: (0)13596261228; E-mail: lan4531@163.com

作者简介: 张岚(1980—), 女, 吉林省吉林市人, 助教, 硕士, 主要从事食品营养成分分析研究工作。

收稿日期: 2009-09-07; 接受日期: 2009-10-09



## 2.2 试剂与标准溶液

硝酸(优级纯)、高氯酸(优级纯)。

Pb、Cu、Cd、Zn、Fe、Mg、Mn、K、Al、Mo、P、Sn、Cr、Ni、Hg、V、Co、Ca 的标准储备液均为  $1000\mu\text{g}/\text{mL}$ , 由国家钢铁材料测试中心制备。使用前稀释配制成相应浓度。

实验用水为超纯水( $20^\circ\text{C}$ ,  $18.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ )。

## 2.3 样品处理

### 2.3.1 湿法消解

酸浆果实干燥后, 用组织捣碎机粉碎, 过 60 目筛。取该混匀样品约 10g, 精确至  $0.1\text{mg}$ , 置于 250mL 磨口消解瓶中, 加两粒玻璃珠, 加 20mL  $\text{HNO}_3$  和 5mL  $\text{HClO}_4$ , 放置过夜。在电热板上消解处理, 在消解瓶上安装冷凝回流装置, 先缓慢加热, 直至样品溶液浓缩至 1mL 左右, 并呈现无色透明状。转移到 50mL 容量瓶中, 用少量超纯水多次冲洗消解瓶和冷凝管, 并以超纯水稀释至刻度, 供测定用。同时做空白溶液。

### 2.3.2 检测方法

ICP-AES (电感耦合等离子体-原子发射光谱法), 在仪器最佳工作条件下, 将处理好的试样分解液导入光谱仪中, 以 ICP-AES 直接进行测定。

## 3 结果与讨论

### 3.1 分析线的选择及方法检出限

分析线选择是否恰当, 直接影响到测定结果的准确性及测定方法的可信度。分析线选择的原则是所选分析线的强度值较大, 信噪比较大, 背景等效浓度较低, 基体效应较小, 干扰等效浓度较小<sup>[2]</sup>。不同的元素有多条不同的特征发射波长, 而同一元素发射波长的选择主要依据其在不同样品中的含量和不同样品中其他元素的含量对其的干扰以及所测样品的集体组成。根据仪器提供的波长谱线资料及 Winlab32 操作软件推荐元素波长表, 经多次实验选出各元素最佳波长。

取 10 次平行测定空白溶液的结果, 按国际纯化学与应用化学联合会(IUPAC)定义计算, 得出各元素仪器检出限。元素波长及检出限见表 1。

表 1 元素波长及检出限

元素	波长(nm)	检出限(mg/kg)	元素	波长(nm)	检出限(mg/kg)
Pb	220.4	0.0420	Mo	202.0	0.0079
Cu	327.4	0.0054	P	178.2	0.0760
Cd	228.8	0.0027	Sn	189.9	0.0100
Zn	231.9	0.0040	Cr	267.7	0.0061
Fe	238.2	0.0046	Ni	231.6	0.0100
Mg	285.2	0.0001	Hg	253.7	0.0004
Mn	257.6	0.0014	V	292.4	0.0160
K	766.5	0.0001	Co	228.6	0.0070
Al	308.2	0.0230	Ca	315.9	0.0002

### 3.2 样品测定结果及回收率

线性方程及相关系数见表 2。测定结果见表 3。

表 2 回归方程、线性范围及相关系数

元素	线性方程	线性范围 ( $\mu\text{g/mL}$ )	相关系数	元素	线性方程	线性范围 ( $\mu\text{g/mL}$ )	相关系数
Pb	$y = 6.555x + 0.002$	0.0—2.0	$r = 0.9999$	Mo	$y = 2.401x + 0.115$	0.0—2.0	$r = 0.9996$
Cu	$y = 34.400x - 1.038$	0.0—10.0	$r = 0.9999$	P	$y = 35.448x - 0.103$	0.0—150.0	$r = 0.9997$
Cd	$y = 4.010x - 0.013$	0.0—2.0	$r = 0.9998$	Sn	$y = 5.211x + 0.043$	0.0—2.0	$r = 0.9999$
Zn	$y = 7.945x + 0.228$	0.0—20.0	$r = 0.9999$	Cr	$y = 7.509x + 0.014$	0.0—2.0	$r = 0.9999$
Fe	$y = 30.517x + 0.169$	0.0—150.0	$r = 0.9999$	Ni	$y = 20.510x + 0.013$	0.0—2.0	$r = 0.9996$
Mg	$y = 9.223x + 0.113$	0.0—150.0	$r = 0.9994$	Hg	$y = 4.022x + 0.157$	0.0—2.0	$r = 0.9994$
Mn	$y = 16.016x + 0.025$	0.0—10.0	$r = 0.9999$	V	$y = 13.520x - 1.021$	0.0—2.0	$r = 0.9998$
K	$y = 22.263x + 0.087$	0.0—150.0	$r = 0.9992$	Co	$y = 11.024x + 0.136$	0.0—2.0	$r = 0.9999$
Al	$y = 9.584x + 0.204$	0.0—150.0	$r = 0.9983$	Ca	$y = 163.932x - 0.020$	0.0—350.0	$r = 0.9973$

在本工作范围内,各元素线性关系良好。

表 3 酸浆中各元素测定结果

元素	样品含量 $\bar{x}$ ( $\text{mg/kg}$ )	加标量 ( $\text{mg/kg}$ )	回收值 ( $\text{mg/kg}$ )	回收率 (%)	RSD (%)
Pb	0.02	0.02	0.042	105.0	2.11
Cu	7.4	7.0	14.6	101.4	0.21
Cd	0.01	0.01	0.019	95.0	0.84
Zn	11.0	10	20.5	97.6	1.67
Fe	27	30	57.8	101.4	0.25
Mg	752	750	1501	99.9	0.62
Mn	8.6	8	16.5	99.4	1.87
K	$2.5 \times 10^4$	$2.5 \times 10^4$	50024	100.0	1.24
Al	1.03	1	1.96	96.6	0.92
Mo	0.46	0.5	0.97	101.0	2.24
P	$4.2 \times 10^3$	$4.0 \times 10^3$	8211	100.1	1.23
Sn	6.2	6.0	12.3	100.8	2.17
Cr	0.22	0.2	0.41	97.6	1.18
Ni	0.80	1	1.7	94.4	1.31
Hg	0.01	0.01	0.021	105.0	3.57
V	0.02	0.01	0.029	96.7	2.30
Co	0.01	0.01	0.019	95.0	2.13
Ca	478	500	967	98.9	0.14

### 3.3 讨论

结果表明,酸浆果实中共测定了 18 种无机元素,各种无机元素含量由高到低依次为  $\text{K} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Sn} > \text{Al} > \text{Ni} > \text{Mo} > \text{Cr}$ , 其中 V、Co 含量均  $< 0.1 \text{ mg/kg}$ ; Pb、Hg、Cd 等有害重金属含量极低或未检出。精密度的在 0.14%—3.57% 之间,加标回收率在 94.4%—105.0% 之间。分析结果满意。常量元素 K、P、Mg、Ca 含量较高;人体所必需微量元素中 Fe、Zn、Mn 含量相对较高。

现代研究表明矿物质元素是人体所必需的营养素之一,它们在人体的生理功能中起着特殊的生理作用。如: Fe、Cu、Zn、Co、Mn、Cr 等在核酸、蛋白质、酶、激素及维生素的合成与代谢中具有特殊的生理功能,其中微量元素 Mg、Fe、Zn、Mn、Cu、Se、V 与胰岛素的活性及糖代谢有着密切的关系<sup>[3]</sup>。

酸浆果实中含有多种无机元素,特别是钾、镁含量极高。钾作为主要的碱金属存在于人体组织及细胞中,对酸碱平衡的调节起着重要作用。镁是酶的激活剂,能提高人体内多种酶的活性,加速人体内的新陈代谢,充分发挥各种酶的生理功能。从酸浆果实的无机元素测定结果来看,酸浆果实的

利尿作用可能与果实中含有大量的钾和镁元素有一定的关系。钙可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, 还有消炎、消肿抗过敏作用以及解毒作用, 并与高血压呈负相关。铁是血红蛋白和肌红蛋白的核心部分, 缺铁容易导致贫血, 引起氧的运输和储存不足。锌涉及生物体新陈代谢的每一个方面, 包括遗传物质的转录和复制等<sup>[4]</sup>。锰在人体内一部分作为金属酶的组成部分, 一部分作为金属酶的激活剂。缺锰时可能出现胰腺发育不全, 胰岛 $\beta$ -细胞减少, 导致胰岛素合成和分泌量减少, 同时使胰岛细胞内Mn-SOD 活性下降, 引起胰腺更易受氧自由基损害, 使机体糖代谢产生障碍<sup>[5]</sup>; 酸浆果实中Zn/Cu 为1.49, 明显小于陆生被子植物的Zn/Cu 比值11.4。高锌低铜饮食或体内Zn/Cu 比值增大, 可引起体内胆固醇代谢紊乱, 产生高胆固醇血症, 易发生高血压及冠心病。酸浆的降压作用与较低的Zn/Cu 比值有很大关系。

该方法基体干扰少, 所测定的18种元素之间在峰型上看不出干扰, 除此之外, 气体的流量对测定的灵敏度有一些影响, 可通过调高发射功率、雾化器压力等调节检出限位置, 以取得最佳的检出效果。

从实验结果可看出酸浆含有丰富的能保证人体生理机能正常发挥的必需微量元素, 这与其清热解毒、止咳、降血脂、降血压的作用有一定的相关性, 从微量元素的角度看酸浆的药理、药效, 可以说明它是具有功能多效、重要开发潜力和价值的药食兼用植物, 对其多种功能与所含元素的相关性值得进一步研究。

## 参考文献

- [1] 李时珍 本草纲目[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1957. 908
- [2] 辛仁轩 等离子体发射光谱分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 148
- [3] 秦俊法 微量元素与糖尿病[J]. 广东微量元素科学, 2000, 7(2): 1
- [4] 王纪 生命科学中的微量元素[M]. 北京: 中国计量出版社, 1992. 46
- [5] 梅文泉, 和承尧, 汪禄祥等 云南丽江移木衣果成分分析[J]. 中国野生植物资源, 2002, 21(5): 52—56

## Determination of Inorganic Elements in Fruit of *Physalis*

### *Alpepengi* var. *Francheti* of Changbaishan Mountain by ICP-AES

ZHANG Lan LU Ying<sup>a</sup> SONG Chun-Mei

(Jilin Medical College, Jilin, Jilin 132013, P. R. China)

(The Courtyard of Product Quality Surveillance Examinations in Changchun, Changchun 130012, P. R. China)

**Abstract** The contents of 18 kinds of the inorganic elements in the fruit of *Physalis alpepengi* var. *francheti* were determined by ICP-AES. The content is  $K > P > Mg > Ca > Fe > Zn > Mn > Cu > Sn > Al > Ni > Mo > Cr$ . The contents of V, Co were both less than 0.1 mg/kg. The harmful heavy metal such as Pb, Hg, Cd and so on is extremely low or has not picked out. The result showed that the relative standard deviation was 0.14%—3.57%.

**Key words** ICP-AES; *Physalis Alpepengi* Var. *Francheti*; Inorganic Element