

## 野生苦刺花元素含量的测定分析

邵贵芳<sup>1</sup>, 莫云容<sup>1</sup>, 赵凯<sup>1</sup>, 马仲飞<sup>2</sup>, 邓明华<sup>1\*</sup>

(1.云南农业大学 园林园艺学院,云南 昆明 650201;2.云南省昭通市昭阳区园艺技术推广所,云南 昭通 657000)

**摘要:**采用电感耦合等离子体发射光谱法测定了云南野生蔬菜苦刺花中的硫(以S计),磷(以P计),钾(以K计),钙(以Ca计),镁(以Mg计),铁(以Fe计),锌(以Zn计),铜(以Cu计),锰(以Mn计)9种矿质元素的含量。实验表明:苦刺花中含有对人体有益的P,K,Ca,Mg,Fe,Zn,Cu等矿质元素。苦刺花中各矿质元素之间存在差异,这种差异与土壤中各元素含量和植物对元素的吸收有关。用ICP-AES测定辣椒中微量元素对此类资源的充分利用有重要的指导意义。表1,参24。

**关键词:**苦刺花;电感耦合等离子体发射光谱法;元素

**中图分类号:**R284

**文献标识码:**A

常量和微量元素为中药药效和归经物质基础的一个重要的组成部分<sup>[1]</sup>。虽然各种元素在有机体内含量很低,但对有机体的生命过程往往具有十分重要的作用,对酶、蛋白质、激素等生物分子的生物活性往往起着十分重要的调控作用<sup>[2]</sup>。因此,近年来对传统中药化学成分研究进一步深入,对元素种类和含量的研究越来越重视<sup>[3,4]</sup>。云南是“植物王国”,可以作为食物的植物颇丰。以花作食而言,云南的大部份地区都有采食其中的一种苦刺花的习俗。苦刺花(*Sophora davidii* (Franch.) Skeels)又名白刺花、马蹄针、狼牙刺、铁马胡烧。生长于河谷沙丘和山坡路边的灌木丛中,滇中、滇南、滇西均有分布,是传统的野生蔬菜。属豆科灌木,高1.2 m左右。树皮灰褐色,多疣状突起;枝条棕色,近于无毛,具锐刺。单数羽状复叶互生;小叶11~21枚,长倒卵形,长7~12 mm,宽4~7 mm,先端微凹,有小刺尖,基部圆形,全缘,下面疏生平伏的白毛。总状花序着生于老枝顶;花疏生而下弯,约6~12朵,白色或蓝白色,有短花梗;萼小,杯形,5浅齿,紫蓝色;花冠长1.5 cm,旗瓣倒卵状至匙形,龙骨瓣基部有钝耳。荚果长3~6 cm,

粗约5 mm,串珠状,有长嘴,密生白色平伏长柔毛,节3~5个。种子椭圆形。花期3~5月。总状花序着生于小枝顶端,花小,花萼钟状,蓝紫色,无毛,花冠白色或淡黄色,花期3~5月。花蕾及花用沸水浸烫,再用清水浸泡,经多次换水除去苦味后即可使用。白刺花与豇豆或鸡蛋炒食,味清香微苦。有清热解毒、凉血、止血的功效。野生苦刺花生长于天然环境,未受到农药和化肥的污染,是天然无公害的“绿色食品”<sup>[5]</sup>。苦刺花不仅是一道难得的山珍,也是一味纯天然的药物。在干燥的初春,把它煲成凉茶,有着极好的消热消炎的作用;也可以把干花做成药枕,对于下火、降血压有着良好的价值。根:清热解毒,利湿消肿,凉血止血。用于喉炎,肺炎,膀胱炎,水肿,衄血,血尿,便血。果:理气消积。用于消化不良,胃痛,腹痛。花:用开水冲泡做清凉解暑的饮料<sup>[6]</sup>。

目前用于中药元素含量测定的方法主要有原子吸收光谱法(FAAS)<sup>[7]</sup>、电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)<sup>[8]</sup>、电感耦合等离子质谱法(ICP-MS)<sup>[9]</sup>、原子吸收分光光度法(AAS)<sup>[10]</sup>、电化学分析法<sup>[11]</sup>、原子荧光光谱法(AFS)<sup>[12]</sup>等。但分光光度

收稿日期:2015-11-28

基金项目:国家公益性行业科技体系(编号:200903025);国家大宗蔬菜产业技术体系(编号:nyeytx-35-gwzj);云南省应用基础研究项目(编号:2013FB038)

作者简介:邵贵芳(1991-),女,河南鹤壁人,硕士研究生,研究方向:蔬菜遗传育种研究。

\* 通讯作者: E-mail: dengminghua2013@163.com

度法和电化学法只能同时测定少数几种元素;原子吸收分光光度法(AAS)和原子荧光光谱法(AFS)仅能进行单个元素的测定,而且线性范围窄,分析时间长;电感耦合等离子质谱法(ICP-MS)灵敏度高,能同时测定多种元素,但仪器昂贵推广较难;而电感耦合等离子体发射光谱(ICP-AES)在测定元素含量时分析灵敏度高,速度快,线性范围宽,又有能同时测定多种元素的优势.电感耦合等离子体发射光谱(ICP-AES)对元素周期表70多种元素均有很低的检出限、限行范围宽、精密度高,元素同时测定和污染小等优点而得到广泛应用.

本文采用 $\text{HNO}_3\text{—HClO}_4$ 湿法消解样品,采用电感耦合等离子体原子发射光谱分析技术<sup>[2,13,14]</sup>,测定了苦刺花中磷(以P计),钾(以K计),钙(以Ca计),镁(以Mg计),硫(以S计),铁(以Fe计),锌(以Zn计),铜(以Cu计),锰(以Mn计)的9种矿质元素,对苦刺花资源进一步开发利用提供了一定的理论依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

苦刺花为产于滇中的野生蔬菜.

### 1.2 仪器和试剂

THERMO-IRIS/AP 全谱直读光谱仪(美国THERMO Jarrell Ash公司),水平炬管,中阶梯光栅,电荷注射检测器(CID),波长范围170~900 nm, Digital486计算机配 Thermo SPECT M/CID 分析条件.工作条件

为:发射功率 1.15 kw,辅助气(99.99%氩气)流量 0.5 L/min,雾化器压力 193.47 kPa,泵速 130 r/min,高波长曝光 5 s,低波长曝光 30 s,样品清洗时间 30 s.

实验用水为二次蒸馏水,玻璃器具均用 3% 硝酸浸泡过夜,再用二次蒸馏水冲洗干净.

硝酸和高氯酸(优级纯),测定时各元素的标准储备液为国家标准物质研究中心提供.

### 1.3 试验方法

苦刺花为滇中产的野生蔬菜苦刺花.将苦刺花于 100 ℃ 左右烘干,研碎.

准确称取定量样品 0.5 g,置于具塞锥形瓶中,加入混酸( $\text{HNO}_3\text{—HClO}_4 = 4+1$ , V:V) 10 mL,加盖浸泡 2 h,然后去塞置于电炉上加热消解至溶液澄清,放冷,用二次蒸馏水溶解并定容到 50 ml 的容量瓶中,混匀,供测试.

## 2 结果与分析

### 2.1 测定结果

试验结果得出,单位质量的苦刺花中磷 0.154%,钾 0.552%,钙 0.13%,镁 0.056%,硫 634 mg/kg,铁 43.0 mg/kg,锌 11.4 mg/kg,铜 3.10 mg/kg,锰 7.59 mg/kg.见表 1.

野生苦刺花中矿质元素含量存在较大的差异,在磷、钾、钙、镁中,含量大小依次为:K 含量最高,P 和 Ga 次之,Mg 的含量最低;在硫、铁、锌、铜、锰中,含量大小依次为:S 含量最高,Fe,Zn 和 Mn 次之,Cu 的含量最低.

表 1 苦刺花元素含量

Tab.1 Element contents in *Sophora davidii* (Franch.) Skeels

| 种类  | Mg<br>(%) | P<br>(%) | K<br>(%) | Ca<br>(%) | S<br>mg/kg | Fe<br>mg/kg | Zn<br>mg/kg | Cu<br>mg/kg | Mn<br>mg/kg |
|-----|-----------|----------|----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 苦刺花 | 0.056     | 0.154    | 0.552    | 0.130     | 634        | 43.0        | 11.4        | 3.10        | 7.59        |

### 2.2 元素作用

现代医学证明,微量元素与人体健康、生长发育和防病治病关系密切<sup>[15]</sup>.适量的微量元素可以促进机体的生长发育,提高机体的免疫功能,减少人类对疾病的易感性<sup>[16]</sup>.这些微量元素在人体的健康以及治疗疾病方面具有重要的生理意义,它们在生

物有机体中既是营养素,又能起催化、激活动力的作用.如 Fe 参与血红蛋白和肌红蛋白的合成,有运载和储存氧的作用,同时作为人体必需的酶的组成成份而发挥多种生理功能,能促进免疫和生长发育.缺铁时 DNA、蛋白质合成受到抑制,影响能量利用,使免疫力降低,生长发育受阻.K 是人体常量元素,具有重要的生理功能,如调节细胞渗透压、维持正

常的神经兴奋性和心肌运动、参与细胞内糖和蛋白质的代谢、调节体液酸碱平衡等。K 还可以降低血压,多吃高 K 食品,有预防高血压的作用<sup>[17]</sup>。Zn 作为一些酶的活化中心,参与体内的大多数新陈代谢<sup>[18]</sup>。Zn 参与多种酶的合成,如缺乏该元素,会引起一系列生化紊乱。Zn 对生长发育,特别是儿童大脑的发育非常重要,它可参与上百种酶的合成与激活,直接参与生长发育、性机能神经、内分泌、免疫遗传等。还能参与抗衰老、抗癌肿,被誉为生命的“火花”。Zn 在许多酶的活性中心起结构作用、催化作用或调节作用,影响氨基酸和蛋白质合成,影响维生素 A 的代谢和转运。Zn 影响免疫功能,可增强细胞膜的稳定性,诱导金属硫蛋白合成,有解毒作用。Zn 还影响激素的分泌、活性,影响组织的结合,促进生长发育<sup>[19]</sup>。Cu 构成多种含铜酶,如乙酰辅酶 A 脱氢酶、酪氨酸氧化酶;Cu 构成多种含铜的生物活性蛋白质,如血浆铜蓝蛋白、血铜蛋白等。Cu 是铜蛋白的组分,也是一种很独特的催化剂,在适量的情况下,对人体有益<sup>[18]</sup>。Cu 可促进储存铁进入骨髓,促进血红蛋白及铁卟啉的合成,促进幼稚红细胞的成熟。缺 Cu 时,容易发生贫血、腹泻、黑色素合成障碍及 Menkes 卷发综合症。Cu 作为人体许多重要酶必需的元素,在维护人体正常造血机能、维护中枢神经系统的健康以及保护基体细胞免受超氧离子的毒害等方面发挥重要的作用<sup>[17]</sup>。Mn 参与许多酶的合成与激活,还能促进细胞内脂肪的氧化,改善脂质代谢,降低肝内脂肪的积聚,对心脑血管有保护作用。Mn 是人体生长发育必需的元素之一,在维持正常骨结构、正常的生殖系统、神经系统等方面发挥重要作用,也是超氧化物歧化酶的重要组分,能增强生物活力,延缓衰老<sup>[20]</sup>。Mn 在维持正常的脑功能、糖代谢、脂质代谢等方面发挥重要的生理功能。Mn 在人体骨骼、肌肉中的含量比较高,缺 Mn 会引起骨骼畸形,骨关节肿大、变形<sup>[21]</sup>。Ca 是人体含量最丰富的元素,有保护牙齿和骨骼,避免骨质疏松症,预防肾结石,缓解痛经,降低血压,防止心脏病等功能<sup>[22]</sup>,还可降低血中胆固醇的含量,有预防心血管疾病的作用<sup>[18]</sup>,在神经、肌肉应激、神经冲动传递等生理过程中发挥重要作用,还可健骨骼,舒缓和镇定神经,促进儿童的生长发育,防治老年的骨质疏松症。缺 Ca 会导致血钙降低,引发系列的病理反应。Mg 是人体生长过程中的重要物质,如骨骼、细胞、核糖核酸、脱氧核糖核酸、心脏及各种生物膜形成,还

是数百种酶的组成成分,在人体新陈代谢过程中起着举足轻重的作用。Mg 与 Ca 相辅相成,能有效预防骨质疏松,巩固骨骼和牙齿,没有 Mg 参与的补 Ca,效果不好;Mg 有益于血液循环、舒缓神经、维持正常的肌肉(包括心肌)及神经活动;Mg 还有减少肝、胆、肾等体内结石的形成,防止软组织的 Ca 化作用<sup>[23]</sup>。Mg 调控细胞的多种功能:钾 Mg 离子和钙离子的转运、调控信号的传递、参与能量代谢、蛋白质和核酸的合成等;能通过络合负电荷基团(特别是核苷酸中的磷酸基团)来维持物质的结构和功能;催化酶的激活、抑制以及对细胞周期、细胞增殖和细胞分化的调控;Mg 还参与基因组稳定性的维持,机体氧化应激和肿瘤发生等。P 能保护人体组织细胞,是构成人体骨骼和牙齿的主要成分,骨骼和牙齿中的 P 占人体总磷量的 85%。身体内 90% 的 P 是以磷酸根( $\text{PO}_4^{3-}$ )的形式存在。P 也是人体细胞的重要成分,如磷蛋白是构成细胞核的成分。此外,磷酸盐有缓冲机体酸碱平衡的作用。成年人每天摄取 800 mg~1200 mg P 就能满足人体的需要。缺 P 会妨碍人体对钙的吸收,引起软骨病和佝偻症等。S 是人体的一种重要元素,它在人体内起着重要的作用。S 是一种非金属元素,身体的每个细胞都含 S,其中毛发、皮肤和指甲中浓度最高。S 也是胱氨酸、半胱氨酸和蛋氨酸的组成部分,还是维生素 B1 与生物素的组分。S 还有美容和延缓衰老的作用。

### 3 讨 论

药用植物在生长过程中受遗传特性和环境条件(特别是土壤类型)的影响会选择性的吸收和富集某些常量或微量元素,并不均衡地积累在不同的部位,这些元素往往是具有防病治病作用的物质基础<sup>[24]</sup>。本实验表明:云南野生苦刺花中含有丰富的矿质元素,这些矿质元素含量存在较大的差异,在硫、磷、钾、钙、镁中,含量大小依次为:S 含量最高,K、P 和 Ga 次之,Mg 的含量最低;在铁、锌、铜、锰中,含量大小依次为:Fe 含量最高,Zn 和 Mn 次之,Cu 的含量最低。

云南野生苦刺花中各种矿质元素的含量差异可能受以下因素的影响:(1)土壤中各矿质元素的含量存在一定差异;(2)植物对矿质元素的吸收具有一定选择性。总之,采用 ICP-AES 对云南野生苦刺花的矿质元素的测定,发现云南野生苦刺花中含有

丰富的 P、K、Ca、Mg、S、Fe、Zn、Cu、Mn 等元素.实验结果对此类资源的充分利用有重要的指导意义.

#### 参考文献:

- [1] 郭春梅,武荣兰,封 顺,等.火焰原子吸收光谱法分析香青兰中微量元素的溶出特性及化学形态[J].分析测试学报,2005,24(6):42-46.  
GUO Chun-mei, WU Rong-lan, FENG Shun, et al. Study on the leaching characteristics and speciation of trace elements in *Dracocephalum moldavica* L. by FAAS[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2005, 24(6):42-46.
- [2] 付志红,谢明勇,章志明,等.ICP-AES 法测定车前子中无机元素[J].光谱学与光谱分析,2004,24(6):737-740.  
FU Zhi-hong, XIE Ming-yong, ZHANG Zhi-ming, et al. Determination of inorganic elements in plantago by ICP-AES[J]. Journal of Spectroscopy and Spectral Analysis, 2004, 24(6):737-740.
- [3] 张胜帮,郭玉生.ICP-AES 法测定温里类中药中锰的研究[J].中国卫生检验杂志,2005,15(1):46-47.  
ZHANG Sheng-bang, GUO Yu-sheng. Study on manganese in warm Chinese medicine by ICP-AES[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2005, 15(1):46-47.
- [4] 王慧琴,谢明勇,杨妙峰,等.不同产地红花中微量元素的因子分析和聚类分析[J].厦门大学学报,2006,45(1):72-75.  
WANG Hui-qin, XIE Ming-yong, YANG Miao-feng, et al. Evaluation of the trace element in safflower petals determined by ICP-MS using factors and cluster analysis[J]. Journal of Xiamen University (Natural Science), 2006, 45(1):72-75.
- [5] 樊 建,桂明英,赵天瑞,等.野生苦刺花食用价值研究[J].中国野生植物资源,2005,24(1):23-31.  
FAN Jian, GUI Ming-ying, ZHAO Tian-rui, et al. Study on the nutritional components of wild *Sophora davidii* Rom ex Pavol[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2005, 24(1):23-31.
- [6] 谢宗万.全国中草药汇编[M].北京:人民卫生出版社,1996.  
XIE Zong-wan. Compilation of Chinese herbal medicine[M]. Beijing: People's Health Press, 1996.
- [7] 裴凌鹏,周晓英,崔 箭,等.用微波消解法-FAAS 测定民族药腺毛菊苣根中八种金属元素的含量[J].光谱学与光谱分析,2009,29(12):3412-3428.  
PEI Lin-peng, ZHOU Xiao-ying, CUI Jian, et al. Determination of eight metal elements in *Cichorium glandulosum* Boiss et Huet by microwave digestion-FAAS[J]. Journal of Spectroscopy and Spectral Analysis, 2009, 29(12):3412-3428.
- [8] 文锦芬,邓明华.ICP-AES 快速测定云南省部分辣椒果实中的 18 种元素[J].光谱实验室,2010,27(5):1881-1885.  
WEN Jin-fen, DENG Ming-hua. Determination of eighteen elements of pepper in Yunnan province by ICP-AES[J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2010, 27(5):1881-1885.
- [9] 曾 栋,文瑞芝,潘振球,等.电感耦合等离子体质谱法分析异地丹参中 52 种无机元素[J].药物分析杂志,2010,(11):2096-2100.  
ZENG Dong, WEN Rui-zhi, PAN Zhen-qiu, et al. Analysis of fifty-two inorganic element in *Salvia miltiorrhiza* produced in different place with inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. Journal of Drug Analysis, 2010, (11):2096-2100.
- [10] Canário CM, Katskov DA. Direct determination of Cd and Pb in edible oils by atomic absorption spectrometry with transverse heated filter atomizer[J]. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2005, 20:1386-1388.
- [11] Galeano Díaz T, Guiberteau A, López Soto MD, et al. Determination of copper with 5,5-dimethylcyclohexane-1,2,3-trione 1,2-dioxime 3-thiosemicarbazone in olive oils by adsorptive stripping square wave voltammetry[J]. Food Chemistry, 2006, 96:156-162.
- [12] López-García I, Ruiz-Alcaraz I, Hernández-Córdoba M. Multipumping flow system for improving hydride generation atomic fluorescence spectrometric determinations[J]. Spectrochimica Acta Part B, 2006, 61:368-372.
- [13] 万益群,肖丽凤,柳英霞,等.ICP-AES 法测定柚子不同部位中多种微量元素[J].光谱学与光谱分析,2008,28(9):2177-2180.  
WAN Yi-qun, XIAO Li-feng, LIU Ying-xia, et al. Determination of trace elements in different parts of Grapefruit by ICP-AES[J]. Journal of Spectroscopy and Spectral Analysis, 2008, 28(9):2177-2180.
- [14] 芮玉奎,于庆泉,金银花,等.应用 ICP-MS 快速测定葡萄酒中 40 种元素的含量[J].光谱学与光谱分析,2007,27(5):1015-1017.  
RUI Yu-kui, YU Qing-quan, JIN Yin-hua, et al. Application of ICP-MS to the detection of forty elements in wine[J]. Journal of Spectroscopy and Spectral Analysis, 2007, 27(5):1015-1017.
- [15] 孔祥瑞.必需微量元素的营养、生理及临床意义[M].合肥:安徽科学技术出版社,1982.  
KONG Xiang-rui. Nutritional, physiological and clinical significance of essential trace elements[M]. Hehui: Anhui science and Technology Press, 1982.
- [16] 符克军.人体生命元素[M].北京:中国医药科技出版

- 社,1982.
- FU Ke-jun.Human life element[M].Beijing: China Medical Science and Technology Press,1982.
- [17] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所.食物成分表[M].北京:人民卫生出版社,1992.
- Institute of nutrition and food hygiene, Chinese Academy of Preventive Medicine. Food composition table [M]. Beijing: People's Health Press, 1992.
- [18] 唐剑锋,尹健,熊建伟,等.豫产栝楼子的矿质营养元素分析[J].湖北农业科学,2007;46(6):920-922.
- TANG Jian-feng, YIN Jian, XIONG Jian-wei, et al. Analysis of mineral elements in Trichosanthes seeds in Henan province[J]. Hubei Journal of Agricultural Sciences, 2007, 46(6):920-922.
- [19] 颜世铭,李增禧,熊丽萍.微量元素医学精要 I: 微量元素的生理作用和体内平衡[J].广东微量元素科学,2002,9(9):14-19.
- YAN Shi-ming, LI Zeng-xi, XIONG Li-ping. Essentials of trace element medicine I: Physiological role and balance of trace elements in human body [J]. Guangdong Journal of Trace Elements Science, 2002, 9(9):14-19.
- [20] 单振芬.微量元素与人体健康[J].微量元素与健康研究,2006,23(3):66-67.
- SHAN Zhen-fen. Trace elements and human health [J]. Journal of trace elements and health, 2006, 23(3):66-67.
- [21] 孙远明,余群力.食品营养学[M].北京:中国农业大学出版社,2002.
- SUN Yuan-ming, YU Qun-li. Food nutrition [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2002.
- [22] 姚莉,段玉峰.钙在人体中的平衡与健康[J].广东微量元素科学,2004,11(3):6-11.
- YAO Li, DUAN Yu-feng. Balance of calcium in human body and health[J]. Guangdong Journal of Trace Elements Science, 2004, 11(3):6-11.
- [23] 彭任生.镁的生化作用和临床意义[J].广东微量元素科学,1996,3(12):8-10.
- PENG Ren-sheng. Biochemical action of magnesium and its clinical significance [J]. Guangdong Journal of Trace Elements Science, 1996, 3(12):8-10.
- [24] 额尔登桑,杭盖巴特尔,巴图,等.治疗胆石症蒙药苏斯-12中多种元素的 ICP-AES 法测定及分析[J].光谱学与光谱分析,2009,29(4):1108-1111.
- E Er-DS, HANG GBT, BA T, et al. Determination of trace elements in Mongolian medicine susi-12 curing cholecystitis and gallstone disease by ICP-AES[J]. Journal of Spectroscopy and Spectral Analysis, 2009, 29(4):1108-1111.

## Analysis of Elements in *Sophora davidii* (Franch.) Skeels

SHAO Gui-fang<sup>1</sup>, MO Yun-rong<sup>1</sup>, ZHAO Kai<sup>1</sup>, MA Zhong-fei<sup>2</sup>, DENG Ming-hua<sup>1\*</sup>

(1.College of Landscape and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2.Horticultural technology extension station of Zhaoyang district, Yunnan province, Zhaotong 657000, China)

**Abstract:** The method of inductively coupled plasma atomic emission spectrometry was taken with to measure the contents of sulfur(S), phosphorus(P), potassium(K), calcium(Ca), magnesium(Mg), zinc(Zn), copper(Cu), manganese(Mn). The experimental results showed that there are abundant mineral elements including P, K, Ca, Mg, Fe, Zn beneficial to human beings in *Sophora davidii* (Franch.) Skeels. The contents of the mineral elements were different, which might result from the element contents in soil together with plants' absorption. The exploration of these elements in *Solanum deflexicarpum* C.Y. Wu et S.C. Huang through ICP-AES had important meaning for exploiting those resources in future. 1 tab., 24 refs.

**Keywords:** *Sophora davidii* (Franch.) Skeels; ICP-AES; elements

**Biography:** SHAO Gui-fang, female, born in 1991, post graduate, mainly engaged in vegetable genetics and breeding.