

国内不同地区部分野生香菇中矿质元素的含量测定及比较

郭锐^{1,2,3}, 刘晓媛^{1,2,3}, 余正勇^{1,2,3,4}, 陶祝萍^{1,2,3}, 王雪雪^{1,2,3}, 李修琴^{1,2,3,5*}

(1.大理大学药学与化学学院, 云南大理 671000; 2.药用特种昆虫开发国家地方联合工程研究中心, 云南大理 671000; 3.中国西南药用昆虫及蛛形类资源开发利用协同创新中心, 云南大理 671000; 4.文山学院三七学院, 云南文山 663000; 5.上海金不换兰考制药有限公司, 河南开封 475000)

摘要 [目的]了解国内5个地区野生香菇对常见矿质元素的富集情况。[方法]采用湿法消解-火焰原子吸收法测定5个产地野生香菇样品中Cu、Mn、Fe、Ca、Zn 5种元素含量。[结果]不同地质特点影响野生香菇对不同矿质元素的富集,元素含量为Ca>Zn>Fe>Cu>Mn,其中云南和福建地区产的野生香菇中Fe元素含量明显高于其他矿质元素。云南香菇中的4种矿质元素含量居于其他4个地区之首,分别是Mn 20.799 mg/kg、Fe 445.679 mg/kg、Ca 160.685 mg/kg、Zn 91.700 mg/kg。[结论]该方法线性范围较宽,操作简单,适用于香菇中矿质元素的测定。

关键词 火焰原子;野生香菇;矿质元素;含量中图分类号 S646.1⁺2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)06-0191-02

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.06.057



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Determination and Comparison of Mineral Elements in Some Wild *Lentinus edodes* from Different Regions of ChinaGUO Rui^{1,2,3}, LIU Xiao-yuan^{1,2,3}, YU Zheng-yong^{1,2,3,4} et al (1.College of Pharmacy and Chemistry, Dali University, Dali, Yunnan 671000; 2.National-local Joint Engineering Research Center of Entomocuticins, Dali, Yunnan 671000; 3.Chinese southwest Collaborative Innovation Center for Entomocuticins, Dali, Yunnan 671000; 4.Wenshan College Sanqi College, Wenshan, Yunnan 663000)

Abstract [Objective]The research aimed to investigate the enrichment of mineral elements in wild *Lentinus edodes* in five areas of China. [Method]The contents of Cu, Mn, Fe, Ca and Zn in 5 wild mushroom samples were determined by flame atomic absorption spectrometry. [Result]Different geological characteristics affected the enrichment of different mineral elements in wild *Lentinus edodes*. The content of elements was Ca>Zn>Fe>Cu>Mn. The content of Fe in wild lentinus edodes in Yunnan and Fujian was significantly higher than other mineral elements. The content of four mineral elements in Yunnan mushroom was the highest in the other four regions, namely Mn 20.799 mg/kg, Fe 445.679 mg/kg, Ca 160.685 mg/kg, and Zn 91.700 mg/kg. [Conclusion]The method has wide linear range, simple operation and is suitable for the determination of mineral elements in wild *Lentinus edodes*.

Key words Flame atomic absorption spectrometry; Wild *Lentinus edodes*; Mineral element; Content

香菇(*Lentinus edodes*)属担子菌亚门(Basidiomycotina)伞菌属,又名香蕈、冬菇,是一种重要的药食两用的食用菌^[1-2]。香菇味道鲜美,营养丰富,含有多种人体必需的微量元素,具有抗菌、抗病毒、降血脂、调节免疫和抗肿瘤等作用^[3-5]。Ca可以促进骨骼发育、调节酶的活性,参与神经递质释放、调节心率及激素分泌、维持酸碱平衡等作用;Fe参与氧的运输和储存,促进发育,增强抵抗力;Zn具有保护皮肤黏膜、提高免疫、参与酶的合成、促进生长发育等作用。这些元素均是机体生命活动必需的,当人体缺乏微量元素时蛋白质合成受阻、能量代谢异常以及引发相关疾病的发生^[6-7]。我国香菇的使用很早就有相关记载^[8],如《本草纲目》中记录香菇“味甘、性平、无毒”,《医林纂要》中记录香菇“甘、寒”“可脱豆毒”。香菇中含有蛋白质、纤维素、碳水化合物、多糖、矿质元素等成分,药用、食疗和保健功能显著,已成为研究的热点。笔者采用湿法消解-火焰原子吸收法测定国内5个主要野生香菇产地的野生香菇中Cu、Mn、Fe、Ca、Zn 5种元素的含量。

1 材料与方法**1.1 材料**

1.1.1 试验材料与试剂。5种香菇样品购于淘宝网;高氯酸(AR,批号20150106),国药集团化学试剂有限公司;硝酸(AR,批号20150417),国药集团化学试剂有限公司;Cu、Mn、Fe、Ca、Zn标准储备液(1 000 μg/mL),国家钢铁材料测试中心钢铁研究总院。

1.1.2 试验仪器。AA-6300C原子吸收分光光度计(日本岛津);EH20B微控数显电热板(北京莱伯泰科仪器股份有限公司);DHG-9240电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司);AJY-2001-U艾科浦超纯水机(艾科浦公司);FA-2004N分析天平(上海精密仪器有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 试验分析条件的选择。采用空气-乙炔原子吸收光度法,测定Ca、Fe、Cu、Mn、Zn 5种元素含量,经优化选择仪器最佳工作条件见表1。

1.2.2 样品的处理与测定。将不同产地的野生香菇先用自来水洗涤2次,再用双蒸水清洗后放于60℃电热鼓风干燥箱中烘干,然后粉碎,过100目筛并分装、编号,置于干燥箱中备用。分别精密称取样品0.500 0 g于300 mL的烧杯中,加入15 mL混酸(硝酸:高氯酸=4:1)浸泡12 h。浸泡后将烧杯移至微控数显电热板并将温度设为150℃加热赶酸,当烧杯中出现结晶或烧杯中的液体剩余1~2 mL,并且液体变为无色时,关闭微控数显电热板停止赶酸。将消解完全的样

基金项目 国家自然科学基金项目(81260676);云南省教育厅科学研究基金重点项目(2013Z154);云南省昆虫生物医药研发重点实验室专项经费(2015DG030)。

作者简介 郭锐(1985—),男,黑龙江哈尔滨人,硕士研究生,研究方向:中成药的质量标准及控制。*通信作者,研究员,硕士,从事中成药的质量标准及控制研究。

收稿日期 2018-10-10

品液移至 25 mL 比色管中,用超纯水定容至刻度线,待测,同法制备空白溶液。其中每个样品取 3 份平行处理,按表 1 的

仪器工作条件进行测定。

表 1 仪器最佳工作条件

Table 1 The optimum condition of instrument

| 元素 Element | 波长 Wavelength//nm | L233 mA | L2433 mA | 狭缝 Slit//nm | 流量 Flow//L/min | 燃烧器高度 Burner height//mm |
|---------------|----------------------|------------|-------------|----------------|-------------------|----------------------------|
| Ca | 422.70 | 10 | 10/600 | 0.7 | 2.0 | 7 |
| Fe | 248.17 | 12 | 12/400 | 0.2 | 2.2 | 9 |
| Cu | 234.64 | 6 | 10/500 | 0.7 | 1.8 | 7 |
| Zn | 213.87 | 8 | 10/300 | 0.7 | 2.0 | 7 |
| Mn | 279.50 | 10 | 10/600 | 0.2 | 2.0 | 7 |

1.2.3 标准溶液的配制。采用逐步稀释法配制标准溶液,用移液管精密移取适量 Ca、Fe、Cu、Mn、Zn 标准储备液于 25 mL 容量瓶中,用双蒸水定容至刻度线,配制不同浓度的标准溶液:Ca 0、0.05、0.10、0.50、1.00、1.50 $\mu\text{g}/\text{mL}$; Fe 0、0.10、0.50、1.00、2.00、5.00 $\mu\text{g}/\text{mL}$; Cu 0、0.05、0.08、0.10、0.20、0.50 $\mu\text{g}/\text{mL}$; Zn 0、0.20、0.50、1.00、1.50、2.00 $\mu\text{g}/\text{mL}$; Mn 0、0.10、0.20、0.30、0.40、0.50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

按表 1 仪器工作条件,分别测定 Ca、Fe、Cu、Mn、Zn 5 种元素的标准溶液,各元素标准溶液线性关系见表 2。

表 2 标准曲线和决定系数

Table 2 Standard curve and determination coefficient

| 元素 Element | 回归方程 Regression equation | 决定系数(R^2) Determination coefficient |
|---------------|-----------------------------|--|
| Ca | $y=0.010 4x+0.001 3$ | 0.998 2 |
| Fe | $y=0.026 0x+0.002 8$ | 0.995 1 |
| Cu | $y=0.065 2x-0.000 019$ | 0.999 8 |
| Zn | $y=0.176 0x+0.005 8$ | 0.998 2 |
| Mn | $y=0.124 4x+0.001 0$ | 0.997 0 |

2 结果与分析

从 5 种不同产地的野生香菇中 Ca、Fe、Cu、Mn、Zn 的含量测定结果(表 3)可以看出,野生香菇产地不同,其所含矿物质元素含量高低亦不同,总体分布情况为 $\text{Ca} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Mn}$ 。其中福建龙岩地区的野生香菇 Cu 含量高于其他 4 个产区,云南大理产的香菇次之;云南大理野生香菇 5 种矿物质元素中 Fe 元素含量最高,高达 445.679 mg/kg ,也远远高于其他 4 个产区的 Fe 元素含量;5 个产区野生香菇中 Mn 元素在 5 种元素中含量最低。

表 3 不同产地野生香菇中微量元素测定结果

Table 3 Determination of trace elements in wild letinous edodes from different habitats

| 产地 Origin | Cu | Mn | Fe | Ca | Zn |
|------------------------------------|--------|--------|---------|---------|--------|
| 浙江庆元 Qingyuan in Zhejiang Province | 26.277 | 15.127 | 39.197 | 75.891 | 45.146 |
| 河南沁阳 Qinyang in Henan Province | 27.808 | 13.977 | 45.475 | 93.087 | 60.711 |
| 福建龙岩 Longyan in Fujian Province | 64.725 | 20.017 | 221.925 | 26.537 | 69.691 |
| 江西九江 Jiujiang | 25.143 | 10.127 | 47.487 | 67.819 | 52.980 |
| 云南大理 Dali in Yunnan | 59.860 | 20.799 | 445.679 | 160.685 | 91.700 |

3 讨论与结论

该研究所选用的野生香菇产地具有不同的地质特点:浙江(长江三角洲平原)、河南(华北平原)、福建和江西(华东丘陵)、云南(云贵高原),地质、气候、环境的不同可能会影响野生香菇中矿物质元素的富集,Ca 是一种人体必需的宏量元素,Fe、Cu、Mn、Zn 4 种元素为人体所必需的微量元素。相较于其他产区福建龙岩地区的野生香菇中 Cu、Fe 含量较高,可能是该地区地下富含铁矿、铜矿^[9],使得该地区土壤中 Fe 和 Cu 元素含量较高;云南地属云贵高原,土壤多为晚古生代玄武岩红壤区^[10],矿物质元素丰富,Fe 含量较其他元素高,使得云南野生香菇中 Fe 含量高于 Ca 含量。有报道称抗癌中药中 Zn 元素含量高,Cu 元素含量低^[11]。人体每天仅需摄入 Mn 2~5 mg,吸收率为 5%~10%,5 个产区野生香菇中 Mn 含量较低,符合人体对微量元素的摄取需求,体现出香菇及香菇中的有效成分作为保健品、药品的研究前景。云南产区的野生香菇中 Mn、Fe、Ca、Zn 4 种矿物质元素含量均高于其他产区,微量元素丰富、营养价值较高,云贵高原日照长、昼夜温差大,香菇中香菇多糖含量高;研究显示香菇多糖具有抗癌作用^[12]。综上对比分析可知,云南大理的野生香菇更具营养和药用价值。该研究为后续香菇药用价值的开发、应用提供一定参考依据。

参考文献

- [1] 梁巧玲.香菇食用与药用价值[J].保鲜与加工,2006,6(5):47.
- [2] 张浩.药用植物学[M].6版.北京:人民卫生出版社,2011:120-121.
- [3] 岳磊,汲晨锋.香菇多糖免疫调节和抗肿瘤活性研究进展[J].亚太传统医药,2015,11(18):23-26.
- [4] 秦思昌,孙云汉.香菇的保健作用[J].食品研究与开发,2003,24(4):88-90.
- [5] 于华萍.香菇菌多糖的药用价值[J].职业与健康,2010,26(11):1293-1294.
- [6] 吕俊恒,莫云容,赵凯,等.ICP-AES 法测定不同地区香菇中常量和微量元素的研究[J].湖南生态科学学报,2014,1(3):8-11.
- [7] 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):1-48.
- [8] 赵健铤,余正勇,胡侃,等.火焰原子吸收法测定不同产地香菇中 4 种微量元素[J].广州化工,2016,44(3):102-103,131.
- [9] 谢家松.福建龙岩马坑铁矿床深部找矿远景分析[J].福建地质,2016,35(3):181-189.
- [10] 席冬梅,邓卫东,高宏光,等.云南省主要地质背景区土壤理化性质及矿物质元素丰度分析[J].土壤,2008,40(1):114-120.
- [11] 郭俊明,白红丽,张虹,等.原子吸收光谱法测定云南野生香菇中七种微量元素[J].食品科技,2010,35(2):228-230.
- [12] 汲晨锋,岳磊.香菇多糖的化学结构及抗肿瘤作用研究进展[J].中国药理学杂志,2013,48(18):1536-1539.