

# 微波消解原子吸收法测定香菇中的矿质元素

包雪英

(河北旅游职业学院 生物工程系, 河北 承德 067000)

**摘要:**采用微波消解样品,用火焰原子吸收分光光度法测定香菇中钾、铁、锌、铜含量。结果表明:在仪器工作条件下,金属离子含量与吸光度呈良好的线性关系,相对标准偏差 0.27%~1.25%(n=6),回收率为 93.7%~103.5%。该法具有简便、快速、损失低、污染少、实际利用率高的特点。

**关键词:**微波消解 原子吸收光谱法;香菇;钾;铁;锌;铜  
**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)01-0205-02

香菇也叫冬菇,属伞菌目,口蘑科,香菇属,是我国食用历史悠久及首次驯化栽培的优良食用菌,营养丰富、味道鲜美,含有十多种氨基酸,含有维生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、D 及矿物盐,被称为“菇中之王”。食用菌的保健益寿作用与微量元素的含量有密切关系,香菇含有多种丰富的具有生理活性的矿质元素。它不仅含有人体必需的大量元素钾、钙、镁、磷、硫,还含有人体必需的微量元素锌、铜、铁、锰、镍、铬、硒、锗等,元素的总量在 2.37%~4.5%,是矿质元素十分丰富的食品,血清胆固醇偏高、肝脏衰弱、食欲欠佳者,食用香菇都有保健作用,被视为防止酸性食物中毒的理想食品,因此,香菇中矿质元素的测量在生物医学方面具有重要的意义。

传统的样品处理方法大多采用湿式消解或干式灰化的方法,易造成被测成分的损失,而且试剂用量大,产生酸雾多或费时,而微波加热与传统加热方式不同,它能使样品和溶剂快速沸腾,在消解剂与样品之间形成较大的热对流,使消解剂与样品更好的接触,酸的用量少,能快速达到消解目的。该试验采用微波消化样品,处理时间短,污染少,测定时可获得较高的准确度和精密度。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

微波消解系统: MDS-2002A 微波消解仪(上海新仪微波化学科技有限公司);原子吸收分光光度计: AA-6800 型(日本岛津公司);电子天平(1/10000); Milli-Q 超纯水器(Millipore Corporation);钾标准储备液(国家标准物质研究中心)1 000 μg/mL;铁标准储备液(国家标准物质研究中心)1 000 μg/mL;锌标准储备液(国家标准物质研究中心)1 000 μg/mL;铜标准储备液(国家标准物质研

究中心)1 000 μg/mL;硝酸;双氧水;试验所用试剂均为分析纯;试验用水为超纯水。

### 1.2 试验方法

将加工好的香菇粉末样品放在烘箱中 102℃下恒重 2 h,在干燥器中冷却。称取 0.3~0.5 g 样品置于溶样杯中,加入 4.0 mL 硝酸(65%)、2.0 mL 双氧水(30%)。轻轻摇动使混合均匀,盖好溶样杯盖,放入微波消解罐中,设定 0.5 MPa 2 min,1.0 MPa 2min,1.5 MPa 1 min,消解完毕,冷却后开罐,在低温可调电热板上加热氮氧化物约剩 1 mL,冷却后用 1%硝酸溶液定容至 50 mL,摇匀备用。同时配制空白溶液。

### 1.3 仪器工作条件

原子吸收分光光度计最佳工作条件列于表 1。

表 1 原子吸收分光光度计最佳工作条件

元素	分析线 /nm	灯电流 /mA	狭缝宽度 /nm	燃烧器高 /mm	燃气流 /L·min <sup>-1</sup>
K	766.5	8	0.5	7	2.0
Fe	248.3	12	0.2	9	2.2
Zn	213.9	10	0.5	7	2.0
Cu	324.8	6	0.5	7	1.8

## 2 结果与分析

### 2.1 标准工作曲线与检出限

在试验条件下测定,钾、铁工作曲线浓度为 0、0.10、0.20、0.30、0.40、0.50 mg/L 系列,铜、锌工作曲线浓度为 0、0.05、0.10、0.15、0.20、0.25 mg/L 系列,用火焰原子吸收法直接测定标准溶液的吸光度,得出标准工作曲线方程与相关系数;以 3 倍噪声电平所对应的浓度计算检出限(见表 2)。

### 2.2 微波消解试剂及消解罐压力的选择

消解植物样品用酸一般有高氯酸、硝酸、王水、盐酸等,当用微波消解时,高氯酸分解压力增大,易爆炸,不适合微波消解方法;王水等消解酸液浓度较高,反应激烈,易对测定结果产生干扰;而 HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 能将样品中

作者简介:包雪英(1969-),女,本科,副教授,现从事植物生理学方面的教学和科研工作。E-mail: swxbxy@163.com。  
收稿日期: 2009-09-20

的有机物完全消化破坏,且体系反应较为温和,故该试验采用 HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>作为消解液。

表 2 工作曲线方程与检出限

元素	标准曲线方程	相关系数	检出限/mg·L <sup>-1</sup>
K	A= 0.269C-0.002	0.9995	0.04
Fe	A= 0.118C+0.002	0.9998	0.03
Zn	A= 0.365C+0.007	0.9994	0.015
Cu	A= 0.105C+0.002	0.9996	0.05

微波加热是通过偶极子旋转和离子传导里外同时加热,促进酸与样品更有效地接触,在微波加热中,物质是否加热完全取决于微波是否输出,这是实现消解过程自动控制的基础。因此在消解过程中,要对不同的反应及反应的不同阶段进行反应温度的控制,既可使反应完全,又不会发生爆炸和泄漏事故。试验中样品为 0.3 ~ 0.5 g,在 0.5 MPa 2 min,1.0 MPa 2 min,1.5 MPa 1 min 的梯度加压程序,可使样品消解完全,与常压消解相比大大缩短了消化时间,且消解效果好。

2.3 共存离子的影响

在空气-乙炔火焰中,原子吸收光谱法测定锌、铜、钾时,试液中的一般共存元素不影响测定。Ca、Mg 在测定时会降低铁的信号,加入氯化镧溶液、硝酸镁溶液可以抑制上述干扰。

2.4 精密度试验

按 1.2 试样消解方法及 1.3 仪器工作条件,分别测定香菇样品,每个样品平行制备 6 分试样,测定结果及 RSD(列于表 3)。

表 3 精密度试验结果(n=6)

元素	测定值 / mg·kg <sup>-1</sup>	平均值 / mg·kg <sup>-1</sup>	RSD /%
K	5.51×10 <sup>4</sup> ,5.50×10 <sup>4</sup> ,5.48×10 <sup>4</sup> ,5.47×10 <sup>4</sup> , 5.48×10 <sup>4</sup> ,5.49×10 <sup>4</sup>	5.49×10 <sup>4</sup>	0.27
Fe	89.98,88.92,90.88,91.98,90.64,89.28	90.28	1.25
Zn	76.42,75.96,76.10,76.32,76.64,76.10	76.26	0.33
Cu	15.14,15.28,14.98,14.92,15.30,15.15	15.13	1.02

2.5 加标回收试验

在已知含量的样品中添加标准样品进行回收率试验(结果见表 4)。

表 4 加标回收试验结果(n=5)

元素	本底值/mg·L <sup>-1</sup>	加入量/mg·L <sup>-1</sup>	测得量/mg·L <sup>-1</sup>	回收率/%
K	0.0714	0.05	0.1224	102.0
Fe	0.0566	0.05	0.1045	95.8
Zn	0.1460	0.05	0.1928	93.7
Cu	0.0109	0.05	0.0626	103.5

3 结论

采用微波消解原子吸收法测定蘑菇重钾、铁、锌、铜,具有良好的准确度和精密度,方法简便、易行,满足测定要求。

参考文献

[ 1 ] 陈宏靖.微波消解技术测定食品中微量元素[J].中国卫生检验杂志,2002,10(5): 577-578.  
[ 2 ] 邓勃.应用原子吸收与原子荧光光谱分析[M].北京:化学工业出版社,2003.  
[ 3 ] 黄伟坤.食品检验与分析[M].北京:轻工业出版社,1989.  
[ 4 ] 李述信.原子吸收光谱分析中的干扰及其消除方法[M].北京:北京大学出版社,1986.

Determination of Mineral Elements in *Lentinus edodes* by Microwave Digestion Method and FAAS

BAO Xue-ying

(Hebei Tourism Vocational College Chengde, Hebei 067000)

**Abstract:** The mineral elements in *Lentinus edodes* were determined by microwave digestion method and FAAS. There was a good linearity between concentration of metallic ion and the absorption under the optimized conditions. The relative standard deviations were in the range of 0.27% ~ 1.25% (n=6), and the recoveries were in the range of 93.7% ~ 103.5%. The method was simple, rapid little pollution and high reagent utilization ratio.

**Key words:** microwave digestion; AAS; *lentinus edodes*; K; Fe; Zn; Cu

堆肥的施用和肥效

堆肥是一种含有机质和各种营养物质的完全肥料,长期施用堆肥可以起到培肥改土的作用。堆肥属于热性肥料,腐熟的堆肥可以抓青(追肥),作沟子粪,半腐熟的堆肥作基肥施用。蔬

菜作物由于生长期短,需肥快,应施用腐熟堆肥。在丰产田里,农作物需氮素较多,堆肥中氮素往往供应不足,因此必须追施氮肥以补不足。在不同土壤上施用堆肥的方法也不相同,粘重土壤应施用腐熟的堆肥,砂质土壤则施用中等腐熟的堆肥(或半腐熟的堆肥)。