

# 食用菌微量元素含量分布的分析

张金颖 金日光 田野 赵军 李琴

(北京化工大学材料科学与工程学院,北京生命动力技术研究所,北京,100029)

**摘 要** 用电感耦合等离子体发射光谱仪对 15 种食用菌中的 11 种微量元素(Sr、Mn、Mo、Zn、V、Cr、Fe、Co、Cu、Ni、Ti)含量进行了测定。结果表明,不同食用菌类富含对人体有益,在生命过程中起催化、激活动力作用的微量元素,有较高的营养价值和食疗作用。

**关键词** 食用菌,微量元素,食疗

自然界中的生物体都由各种化学元素组成,其中一些微量元素不仅对人类人工合成 2000 万~3000 万各种有机化合物和有机高分子的合成起催化、激活动力作用,而且对一切生物的生命过程也起微观的催化、激活动力作用,根据这一特性,一些文献上将这些元素称为生命相关微量元素<sup>[1-3]</sup>或称之为生命动力元素<sup>[4]</sup>。生命动力元素离子包括  $\text{Sr}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Mo}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{V}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{+}$ 、 $\text{Ni}^{3+}$ 、 $\text{Ti}^{2+}$  等。基于这一点,至今已有很多研究人员在研究各种生物体,包括人体的器官、组织,各种食物营养及中药材中这些元素的分布情况,从中了解生物体的某些功能<sup>[5-7]</sup>。

食用菌是营养丰富兼具食疗作用的绿色食品,近年来,随着功能性食品的日益增长和人们对健康饮食的不断关注,食用菌食品以其安全、天然、营养丰富、具有食疗保健功能而受到越来越多人的青睐,对食用菌的食用和药用价值研究也愈来愈深入。文中分析了 15 种食用菌中的上述生命动力元素含量及其分布

特点,为研究与人体生命相关的微量元素对食疗与保健功能方面的作用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材 料

各食用菌均购自家乐福北京创益佳店(产自北京怀柔)。

### 1.2 仪器与试剂

#### 1.2.1 主要仪器

SPS8000 电感耦合等离子体发射光谱仪,日本精工(仪器工作条件见表 1);78-1 型磁力加热搅拌器,江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司;AR2140 电子天平,Pine Brook,NJ,USA。

#### 1.2.2 试 剂

体积分数 50% 的硝酸,硝酸(自制),盐酸,硫酸均为优级纯,北京北化精细化学品有限责任公司;高氯酸,优级纯,天津市东方化工厂。

表 1 SPS 8000 电感耦合等离子体发射光谱仪工作条件

| 仪器参数      | 工作条件  |
|-----------|---|
| 气体流量      | 等离子气为 15 L/min,辅助气为 0.6 L/min,载气的压强 0.2 MPa |
| 进样速率      | 2 mL/min                                    |
| 炬 管       | 石英  |
| 时间参数      | 预备喷雾时间为 30 s,清洗时间为 20 s,最大驱动时间为 5 s         |
|           | V: 309.31 Sr: 407.77 Mn: 257.61             |
| 元素检测波长/nm | Mo: 202.03 Ti: 334.94 Zn: 213.86 Cr: 205.55 |
|           | Co: 228.62 Cu: 324.75 Ni: 221.65 Fe: 238.20 |

## 1.3 实验方法

将食用菌于 100℃ 左右烘干,研碎。称取定量样品至锥形瓶中,加入 30~50 mL 硝酸(若硝化不完全可加盐酸、硫酸或高氯酸),上盖培养皿,加热消化去除有机成分。待消化完全过滤至 100 mL 容量瓶,加入 10 mL 50% 硝酸,再用去离子水定容待测。

配好溶液后用 SPS8000 电感耦合等离子体发射光谱仪测定溶液中微量元素 Sr、Ti、Mn、Mo、V、Zn、Cr、Fe、Co、Cu、Ni 的含量。若含量过多超出量程,可逐级稀释。

## 2 结果与讨论

各元素测定结果如表 2 所示。

第一作者:硕士研究生(金日光教授为通讯作者)。

收稿日期:2006-09-11

表 2 15 种食用菌中微量元素含量 g/g

| 食用菌名 | Sr    | Ti     | Mn     | Mo     | V      | Zn      | Cr    | Fe      | Co    | Cu     | Ni    |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| 平 菇  | 3.527 | 0      | 7.985  | 1.500  | 13.782 | 55.168  | 1.398 | 73.895  | 0     | 9.607  | 0     |
| 小蘑菇  | 0.446 | 0      | 6.574  | 0.771  | 13.290 | 64.358  | 0.710 | 70.871  | 0     | 16.353 | 0     |
| 杏鲍菇  | 0.324 | 0      | 6.464  | 0.674  | 8.061  | 50.089  | 2.071 | 79.463  | 0     | 12.279 | 0     |
| 鸡腿菇  | 1.535 | 0      | 7.898  | 1.576  | 11.292 | 63.692  | 0     | 51.895  | 0     | 50.703 | 0     |
| 香 菇  | 2.650 | 0      | 12.359 | 1.371  | 9.190  | 80.176  | 0     | 56.014  | 0     | 16.787 | 0     |
| 金针菇  | 0.212 | 0      | 4.787  | 1.042  | 7.662  | 43.774  | 0.753 | 69.290  | 0     | 4.092  | 0     |
| 茶树菇  | 0.453 | 0      | 6.846  | 1.158  | 15.403 | 102.160 | 3.473 | 93.275  | 0     | 38.584 | 0     |
| 秀珍菇  | 3.023 | 0      | 7.947  | 0.941  | 11.891 | 72.648  | 0     | 67.704  | 0     | 11.110 | 0     |
| 猴头菇  | 0.740 | 0      | 5.941  | 0.680  | 6.881  | 51.126  | 2.080 | 68.708  | 0     | 12.301 | 0     |
| 蟹味菇  | 1.481 | 0.420  | 46.698 | 0.801  | 12.430 | 81.647  | 1.962 | 92.976  | 0     | 12.330 | 0     |
| 草 菇  | 0.677 | 1.879  | 10.123 | 0.977  | 13.280 | 93.012  | 2.631 | 158.912 | 0.677 | 18.542 | 0     |
| 猪肚菇  | 0     | 1.016  | 2.948  | 8.310  | 0      | 19.237  | 3.558 | 9.504   | 2.516 | 4.472  | 8.233 |
| 白灵菇  | 0.100 | 0.953  | 1.681  | 14.350 | 0      | 12.920  | 2.509 | 9.935   | 2.534 | 5.745  | 7.777 |
| 双孢菇  | 6.363 | 12.600 | 7.268  | 1.408  | 15.366 | 75.849  | 0.754 | 97.955  | 0.805 | 32.442 | 0.352 |
| 海鲜菇  | 0.301 | 1.178  | 13.283 | 1.353  | 11.478 | 70.122  | 0.852 | 72.202  | 0.677 | 9.573  | 0     |

从分析数据可以看出,15 种食用菌均含有丰富的微量元素。其中 Fe、Zn、Cu、Mn、V 含量很高,Sr、Mo、Cr 含量较高,Ti、Co、Ni 含量较少,只在少数品种中存在。不同种类的食用菌所浓集的元素类别不同,如蟹味菇中 Mn 含量最高,约为其他种类的 3~40 倍;双孢菇中 Sr 和 Ti 含量最高,其中 Ti 优势显著;Mo 和 Co 在白灵菇中最为丰富;茶树菇中 V 和 Zn 含量最高,草菇中也较多;Cr 和 Ni 在猪肚菇中检出最多;另外,Fe 在草菇中最为丰富,鸡腿菇则含有最高的 Cu。

从分析数据还可看出,双孢菇中含有全部 11 种微量元素,草菇、白灵菇、海鲜菇则含有 10 种,猪肚菇、蟹味菇含有 9 种,平菇、小蘑菇、杏鲍菇、金针菇、茶树菇、猴头菇分别含有 8 种微量元素,而鸡腿菇、香菇、秀珍菇所含微量元素种类最少,为 7 种。

这些微量元素的存在对人体的健康以及治疗疾病具有重要的生理意义。它们既可作为营养素,又在生物有机体中起催化、激活动力的作用。如 Fe 参与合成血红蛋白和肌红蛋白,具有运载氧和储存氧的作用,同时构成人体必需的酶而发挥多种生理作用,并能促进免疫和生长发育。缺铁时会抑制 DNA、蛋白质合成,影响能量利用,并且免疫力降低,生长发育受阻。Zn 作为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及维生素 A 的代谢和转运。Zn 影响免疫功能,能增强细胞膜的稳定性并诱导金属硫蛋白合成,具有解毒作用。Zn 还影响激素的分泌、活性以及组织的结合,促进生长发育<sup>[8]</sup>。Cu 构成许多含铜酶如乙酰辅酶 A 脱氢酶、酪氨酸氧化酶及含铜的生物活性蛋白质如血浆铜蓝

蛋白、血铜蛋白等。Cu 还能促进储存铁进入骨髓,加速血红蛋白及铁卟啉的合成,促进幼稚红细胞的成熟。缺 Cu 易发生贫血、腹泻、黑色素合成障碍及 Menks 卷发综合症。Mn 参与多种酶的合成和激活,还能加速细胞内脂肪的氧化,改善脂质代谢,并可减少肝脏内脂肪的积聚,有利于保护心脑血管。同时 Mn 又是人体生长发育所必需,也是维持正常骨结构、正常的生殖系统、神经系统所必不可少的,而且还是超氧化物歧化酶的主要组分,并借此增强生物活力,延缓衰老<sup>[9]</sup>。

Mo 的生理功能在于通过各种钼酶的活性来实现。钼酶参与蛋白质、含硫氨基酸和核酸的代谢。缺 Mo 可引起这些酶活性下降,儿童和青少年生长发育不良、神经异常、智力发育迟缓,还会引起克山病、肾结石、大骨节病、食道癌、高血压和糖尿病等。Cr 能够促进糖、脂质和蛋白质的代谢,调节胆固醇的分解、排泄,并能防治糖尿病和动脉粥样硬化。Cr 缺乏将会导致糖、脂肪、蛋白质代谢系统的紊乱,严重者会患糖尿病<sup>[10]</sup>。V 能促进和刺激造血功能,正常水平下,可促进脂质代谢,抑制胆固醇合成,减轻诱发动脉硬化的程度。此外 V 可刺激网状内皮系统骨髓,有自动造血功能的作用,加 V 可促进铁的作用,增加血红蛋白的再生。Ni 可以激活肽酶,维持稳定核酸代谢,同时它在维持大分子结构稳定性、膜稳定性和细胞的超微结构方面有重要作用。Ni 参与金属特异酶的各种功能,形成活性中心,具有刺激生血机能、促进红细胞再生。Co 能刺激促红细胞生成素的生成,促进胃肠道内铁的吸收,其通过  $V_{B_{12}}$  参与核糖核酸及与造血有关物质的代谢,作用于造血过程。Sr 能促进骨骼

发育生长,维持人体正常生理功能,防治心血管疾病,与长寿有关<sup>[11]</sup>。

由此可见,这 11 种微量元素与人体健康密切相关。食用菌中富含对生命有益的微量元素,具有保健、延年益寿、防治疾病的作用。本文提供数据对于人们进一步开发和利用食用菌的食疗保健作用具有一定的参考价值。当然,由于产地、环境和生长条件的不同其元素含量也会有所差异。这有待于我们进一步深入研究。

#### 参 考 文 献

- 1 王 夔. 生命科学中的微量元素(第 2 版)[M]. 北京:中国计量出版社,1996
- 2 傅永怀. 微量元素与临床[M]. 北京:高等教育出版社,1997. 213~228
- 3 金日光,牟雪雁. 论中药中各种化学元素有利于生命过程的必要条件[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2003,5(3):10~14
- 4 金日光,牟雪雁,赵慧英. 生命相关元素的含水络合物(团簇体离子)的亲电、亲核强度标度理论[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2003,5(4):11~15
- 5 诸洪达,张永保,王松君,等. 52 例中国人主要器官、组织中 37 种元素的浓度[J]. 中华放射医学与防护杂志,2004,24(3):211~216
- 6 诸洪达,王继先,陈如松,等. 中国人食品中元素浓度和膳食摄入量研究[J]. 中华放射医学与防护杂志,2004,20(6):378~384
- 7 孙树英,王洪存. 100 种常用中药必需微量元素的含量测定[J]. 天然产物研究与开发,1997,9(3):52~58
- 8 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
- 9 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
- 10 段玉梅. 必需微量金属元素在人体中的作用及毒性[J]. 生物学通报,2004,39(6):25~26
- 11 苗 健,高 琦,许思来. 微量元素与相关疾病[M]. 郑州:河南医科大学出版社,1997. 123~150

## Analysis on Content of Trace Elements in Edible Fungi

Zhang Jinying Jin Riguang Tian Ye Zhao Jun Li Qin

(College of Materials Science and Engineering, Beijing University of Chemical Technology; Beijing Sub-cluster Life Power Technology Institute, Beijing 100029, China)

**ABSTRACT** Content of 11 kinds of trace elements(Sr, Mn, Mo, Zn, V, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Ti) in 15 kinds of edible fungi was determined by ICP atomic emission spectroscopy. The results showed that the content of trace elements in edible fungi is abundant. These elements are also beneficial to health and have canalization and activation power in course of life. Therefore edible fungi have better nourishment value and diet therapy effect.

**Key words** edible fungi, trace life, diet therapy

(上接第 138 页)

## Study on the HPLC Method for Determining the Content of Free-Glycin in Dairy Drinks

Ning Xiaojun Zhang Yanqin

(National Center of Supervision & Testing on Food Quality(Shanghai), Shanghai 200233, China)

**ABSTRACT** A HPLC method study on determining the content of free-glycin in dairy drinks. The free-glycin was extracted from the sample by dialysis method, derived by OPA, separated by HPLC and determined with fluorescence detector. The test results were compared with content of protein in dairy drinks to analysis whether it had the illegal free-glycin added. This method's recovery rate was 93.2%~99.4%, RSD was 0.66%~1.01%.

**Key words** dairy drinks, free-glycin, HPLC