

金针菇不同部位营养成分分析

张 乐<sup>1,2</sup>,王赵改<sup>1</sup>,李 鹏<sup>3</sup>,陈丽娟<sup>1</sup>,王晓敏<sup>1</sup>,李淑荣<sup>2\*</sup>

(1.河南省农业科学院 农副产品加工研究所,河南 郑州 450008; 2.中国农业科学院 农产品加工研究所,北京 100193; 3.河南众品食业有限公司,河南 长葛 461500)

**摘要:**以金针菇为研究对象,对其上部子实体和菌柄基部2个部位中的营养成分进行比较分析,以期为金针菇下脚料的合理开发利用提供理论依据。结果表明,2个部位的常规营养成分(蛋白质、总糖、灰分、纤维素)含量差异显著( $P<0.05$ ),且基部含有较高的总糖、灰分、纤维素,而脂肪含量低且无显著性差异。金针菇抗氧化成分Vc和多酚含量丰富,上部和基部的Vc含量分别达0.53 mg/g、0.35 mg/g,多酚含量分别达7.38 mg/g、6.88 mg/g。金针菇上部和基部同时含有47种矿物质,且富含对人体有益的K、Na、Ca、Mg等常量元素以及Zn、Fe、Mn、Se等微量元素。其中,基部的K、Ca、Mg、Mn含量均比上部高。金针菇中氨基酸含量丰富且种类齐全,上部子实体和菌柄基部中总氨基酸含量分别为164.36 mg/g、125.92 mg/g,必需氨基酸含量分别占35.10%、32.87%。金针菇2个部位的主要营养成分种类相似,蛋白质含量高、脂肪含量低,富含多糖、矿物质和氨基酸,有很高的营养价值和较好的开发前景。

**关键词:** 金针菇; 营养成分; 不同部位; 分析

**中图分类号:** S646.1<sup>+</sup>5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2015)06-0109-05

Nutritional Ingredient Analysis of Different Parts of *Flammulina velutipes*

ZHANG Le<sup>1,2</sup>, WANG Zhaogai<sup>1</sup>, LI Peng<sup>3</sup>, CHEN Lijuan<sup>1</sup>, WANG Xiaomin<sup>1</sup>, LI Shurong<sup>2\*</sup>

(1. Institute of Agricultural Products Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450008, China; 2. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. Henan Zhongpin Food Co., Ltd., Changge 461500, China)

**Abstract:** In this study, *Flammulina velutipes* was used as the research object. The nutritional ingredients in upper fruiting bodies and stipe base of *Flammulina velutipes* were analyzed and compared, so as to provide a theoretical basis for the rational exploitation and utilization of *Flammulina velutipes* scraps. The results showed that the contents of protein, total sugar, ash and fiber were significantly different between the two parts of *Flammulina velutipes* ( $P<0.05$ ), while there was no significant difference in fat content with low level. The contents of total sugar, ash and fiber in stipe base were higher than that in upper fruiting bodies. The contents of antioxidants vitamin C and polyphenol were rich and up to 0.53 mg/g, 0.35 mg/g in upper fruiting bodies and 7.38 mg/g, 6.88 mg/g in stipe base respectively. The upper fruiting bodies and stipe base of *Flammulina velutipes* all contained 47 kinds of minerals, including major common elements such as K, Na, Ca and Mg, as well as all kinds of microelements such as Zn, Fe, Mn and Se, which were good for human health. The contents of K, Ca, Mg, Mn elements were higher in stipe base than that in upper fruiting bodies. There were comprehensive amino acids in *Flammulina velutipes* with total amino acids of 164.36 mg/g and 125.92 mg/g in upper fruiting bodies

收稿日期:2014-12-21  
基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201303080)  
作者简介:张 乐(1987-),女,河南南阳人,研究实习员,硕士,主要从事农产品贮藏与加工方面研究。  
E-mail:zhangle825@163.com  
\* 通讯作者:李淑荣(1967-),女,黑龙江北安人,研究员,博士,主要从事农产品贮藏与加工方面研究。  
E-mail:shurongl@hotmail.com

and stipe base respectively. Meanwhile, the proportions of essential amino acids in the total amino acids were 35.10% and 32.87% in upper fruiting bodies and stipe base respectively. Consequently, both the upper fruiting bodies and stipe base of *Flammulina velutipes* presented similarities of the categories of main nutritional ingredient, and contained high protein, low fat, rich polysaccharide, mineral substances and amino acids. *Flammulina velutipes* had high nutritional value and good development prospects.

**Key words:** *Flammulina velutipes*; nutritional ingredients; different parts; analysis

金针菇(*Flammulina velutipes*),又名枸菇、冬菇、朴菇、毛柄金钱菌等,在自然界广泛分布,我国北起黑龙江,南至云南,东起江苏,西至新疆地区均适合金针菇生长。金针菇菌柄细长脆嫩、菌盖滑嫩,味道鲜美,含有丰富的蛋白质、多糖、维生素、矿物质等营养成分,其精氨酸和赖氨酸等人体必需氨基酸的含量高于其他菇类,被誉为“增智菇”<sup>[1-3]</sup>。金针菇具有很高的营养和药用价值,是著名的食药两用菌。

目前,金针菇的产销量是仅次于白蘑菇和香菇,成为产销量第3位的食用菌。中国已成为世界上金针菇产量最多的国家,年产量达16万t以上,且产销量逐年上升<sup>[4]</sup>。金针菇除作为食材外还被加工成金针菇罐头、金针菇蜜饯、金针菇果冻等传统产品<sup>[5-6]</sup>,以及蛋白质和多糖保健品如发酵酸奶、发酵酒和保健饮料等<sup>[7-10]</sup>。但在金针菇的采收加工过程中产生大量的下脚料,如去掉1/4(3~4 cm左右)的基部菌柄、散落菌盖、劣质菇等,且大多未经处理被丢弃掉,仅有少数以低价进入市场;同时基部菌柄由于其杂质多、口感差被切下来当作垃圾扔掉,但是这些下脚料中含有大量的蛋白质、纤维素等营养物质,当前的应用状况既污染环境又造成极大的资源浪费。为此,通过对金针菇菌柄基部和上部可食用子实体2个部位的营养成分进行分析评价,为金针菇以菌柄基部为代表的下脚料的开发利用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料与试剂

金针菇(白色品种)购于北京市天秀路菜市场;氢氧化钠、盐酸、硫酸钾、浓硫酸、硝酸、苯酚、石油醚、葡萄糖、3,5-二硝基水杨酸等购于国药集团化学试剂有限公司,分析纯;牛血清蛋白、考马斯亮蓝G-250购于美国Sigma公司,分析纯;95%乙醇购于北京化工厂,分析纯;浓HNO<sub>3</sub>(65%)、双氧水(30%)购于北京化学试剂研究所,BV-Ⅲ级。

### 1.2 仪器与设备

DHP-9140A 电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)、SL-100 高速多功能粉碎机(浙江省永康市松青五金厂)、GL-20G-Ⅱ高速冷冻离心机(上海安亭科学仪器厂)、全自动凯氏定氮

仪(丹麦FOSS公司)、TU-1901 双光束紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)、Fibertec2010 全自动纤维分析系统(丹麦FOSS公司)、Soxtec2050 全自动索氏抽提系统(丹麦FOSS公司)、CEM-Mars240/50 密闭微波消解系统(美国CEM公司)、7500ce 电感耦合等离子体质谱仪(美国Agilent科技公司)、L-8900 氨基酸自动分析仪(Hitachi公司)。

### 1.3 试验方法

1.3.1 样品前处理 金针菇清理去杂,将菌柄基部(3~4 cm左右)和上部子实体切分,放入电热鼓风干燥箱中50℃烘至恒定质量,万能粉碎机粉碎贮于干燥器备用。

1.3.2 营养成分测定 灰分含量测定参照GB/T 12532—2008方法;脂肪含量测定参照GB/T 15674—2009,采用索氏抽提法;蛋白质含量测定参照GB/T 15673—2009,采用凯氏定氮法;粗纤维含量测定参照GB/T 5009.10—2003,采用酸碱洗涤法;总糖含量测定参照GB/T 15672—2009,采用苯酚硫酸法;维生素C(Vc)含量测定采用2,6-二氯酚酚滴定法<sup>[11]</sup>;氨基酸含量测定参照GB/T 5009.124—2003,采用氨基酸自动分析仪测定,由于色氨酸在酸性条件下能被破坏,采用分光光度法单独测定,参照GB/T 15400—94进行。

1.3.2.1 多酚含量 参照李静等<sup>[12]</sup>的方法,采用Folin-Ciocalteu 比色法测定。

(1)标准曲线的制作:分别吸取0.2 g/L的没食子酸标准溶液0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 mL于10 mL刻度试管中,加入1 mL福林酚、3 mL 7.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,蒸馏水定容至10 mL,混匀,室温避光静置60 min。以蒸馏水为空白,于765 nm处测定吸光度,以没食子酸含量为横坐标、吸光度为纵坐标绘制标准曲线。

(2)样液制备及测定:准确称0.200 g金针菇干粉,用40 mL蒸馏水全部转移到50 mL容量瓶中,置于100℃沸水浴中保温30 min,冷却,定容至50 mL,过滤,滤液备用。吸取1.0 mL滤液,加入1 mL FC显色剂、3 mL 7.5%碳酸钠溶液,用蒸馏水定容至10 mL混匀,室温避光显色1 h,于765 nm处测定吸光度,据标准曲线得出的浓度及稀释倍数,计算样品多酚含量。

1.3.2.2 矿物质含量 采用 ICP-MS 法测定,具体做法参照郭波莉等<sup>[13]</sup>的方法。

(1)微波消解:将试验过程中用到的玻璃仪器和特氟龙消解管经稀硝酸(10%~20%)浸泡过夜,用超纯水清洗,分别在 90℃和 50℃烘干。样品消解在密闭微波消解系统中进行,首先在电热消解器中进行预消解,其温度为 85℃,时间为 15~25 min。准确称取 0.200 0 g 金针菇粉,置于消化管中进行预消解,加入浓硝酸 8 mL,静置 2~3 h,加入 2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,静置 0.5~1 h(仅加内盖不加外盖)。然后加外盖放入微波消解仪中进行样品消煮。升温过程:以 15℃/min 升至 120℃,保持 2 min;以 8℃/min 升至 160℃,保持 5 min;以 4℃/min 升至 180℃,保持 15 min。降温过程:冷却 20 min。

(2)样液测定:消解后得到澄清透明的溶液,用去离子水洗出样品,定容至 50 mL,装入塑料瓶待测。用 ICP-MS 测定各元素含量,首先要调 ICP-MS 仪器参数,使灵敏度、氧化性、双电荷、分辨率等到一定要求,具体工作条件如下:RF 功率 1 350 W,雾化室温度 2℃,采样深度 7.5 mm,冷却气流速 15 L/min,辅助气流速 1.0 L/min,载气速度 1.14 L/min,氧化物指标 CeO<sup>+</sup>/Ce<sup>+</sup><1.5%,双电荷指标

Ce<sup>2+</sup>/Ce<sup>+</sup><3%,重复测定 3 次。标准样品采用 Agilent 公司的环境标样,用外标法进行定量。内标法保证仪器的稳定性,所选择内标为 Li、Ge、Y、In、Tb、Bi,若内标元素的相对标准偏差(3 次重复测定)大于 5%,重新测定样品。

1.4 数据分析

采用 SPSS 软件 Tukey 法多重比较进行极差检验( $P<0.05$ )数据统计分析,Origin 8.0 软件进行绘图。描述性统计值使用平均值±标准差( $\bar{X}\pm S$ )表示。

2 结果与分析

2.1 金针菇不同部位常规营养成分的比较

从表 1 可以看出,金针菇中蛋白质、总糖和粗纤维的含量比较高,而脂肪含量较低。金针菇 2 个部位主要营养成分种类相似,各化学成分的含量不同。采用 SPSS 18.0 数据处理软件对结果进行分析,金针菇上部子实体和基部的脂肪含量无显著性差异( $P>0.05$ ),纤维素含量差异显著( $P<0.05$ ),灰分、蛋白质、总糖含量差异极显著( $P<0.01$ )。基部蛋白质含量虽然低于上部子实体,但仍达 19.53%,含量相当丰富。金针菇基部的纤维素含量为 11.04%,含量也十分丰富。

表 1 金针菇不同部位常规营养成分含量

部位	灰分/%	脂肪/%	蛋白质/%	纤维素/%	总糖/%
上部	6.70±0.018 <sup>bb</sup>	1.63±0.012 8 <sup>aA</sup>	22.75±0.021 2 <sup>aA</sup>	10.33±0.029 6 <sup>bA</sup>	37.54±0.228 <sup>bb</sup>
基部	7.77±0.282 <sup>aA</sup>	1.88±0.086 5 <sup>aA</sup>	19.53±0.256 0 <sup>bb</sup>	11.04±0.004 0 <sup>aA</sup>	47.02±0.282 <sup>aA</sup>

注:同列不同小写字母代表差异显著( $P<0.05$ ),大写字母代表差异极显著( $P<0.01$ ),下同。

2.2 金针菇不同部位抗氧化成分的比较

2.2.1 Vc 含量 从图 1 可以看出,金针菇上部子实体 V<sub>c</sub> 含量达 0.53 mg/g,基部 V<sub>c</sub> 含量为 0.35 mg/g,说明金针菇中 V<sub>c</sub> 含量相当丰富。上部和根部的 V<sub>c</sub> 含量差异显著( $P<0.05$ )。

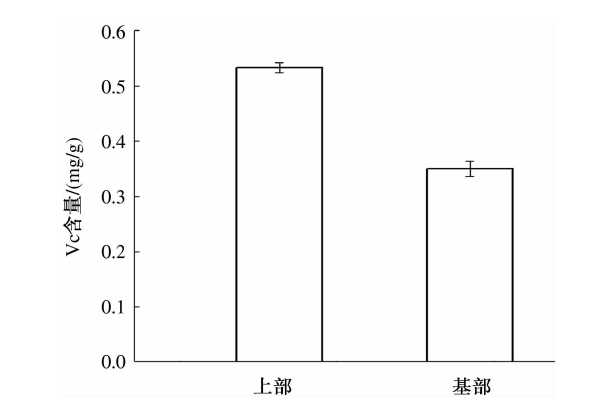


图 1 金针菇不同部位的 Vc 含量

实体中多酚含量比基部高,但无显著差异( $P>0.05$ )。

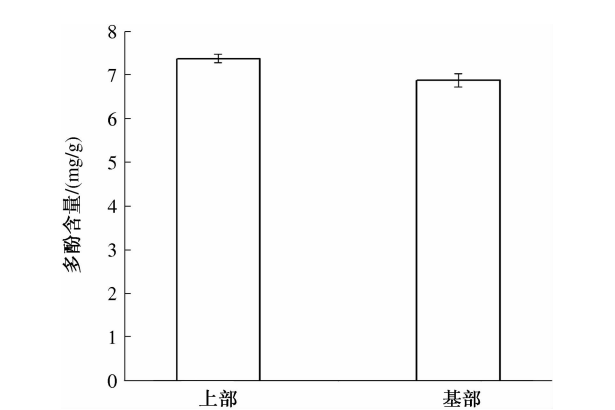


图 2 金针菇不同部位的多酚含量

2.3 金针菇不同部位矿质元素含量的比较

从表 2 可以看出,51 种矿质元素中金针菇 2 个部位均含有 47 种,此外基部还含有 Be,上部含有 Ru,金针菇的 2 个部位均不含有 Sc、Rh 这 2 种元素,含有较高的 K、Ca、Mg 等对人体有益的常量元素以及 Zn、

2.2.2 多酚含量 从图 2 可以看出,金针菇上部和基部多酚含量分别为 7.38 mg/g、6.88 mg/g,上部子

Fe、Mn、Se 等人体必需的微量元素,且基部中 K、Ca、Mg、Mn 的含量均比上部高,说明不同部位对矿质元素的吸收、利用和富集的作用不同,菌柄基部仍具有较高价值。金针菇 2 个部位 K 平均含量达 30 846.5

mg/kg,而 Na 则较低,仅为 228.51 mg/kg,为典型的高 K 低 Na 模式<sup>[14]</sup>。同时 Ni、Cd、Pb、As 等对人体有害的重金属元素在金针菇中的含量都非常低。

表 2 金针菇不同部位矿质元素含量

元素	上部/(mg/kg)	基部/(mg/kg)	元素	上部/(mg/kg)	基部/(mg/kg)
Be	<0.000	4.347 × 10 <sup>-3</sup>	Sb	0.012	0.011
Na	192.695	264.326	Te	0.044	0.019
Mg	1 159.274	1 470.691	Ba	0.439	0.837
Al	16 596.44	20 021.53	La	0.016	0.020
K	29 901.830	31 791.17	Ce	0.022	0.030
Ca	103.983	410.659	Pr	2.186 × 10 <sup>-3</sup>	3.515 × 10 <sup>-3</sup>
Sc	<0.000	<0.000	Nd	7.422 × 10 <sup>-3</sup>	1.249 × 10 <sup>-2</sup>
V	0.044	0.081	Sm	1.128 × 10 <sup>-3</sup>	2.271 × 10 <sup>-3</sup>
Cr	1.124	1.358	Eu	0.351 × 10 <sup>-3</sup>	0.645 × 10 <sup>-3</sup>
Mn	7.200	8.563	Gd	2.136 × 10 <sup>-3</sup>	3.342 × 10 <sup>-3</sup>
Fe	221.56	136.441	Tb	0.439	0.081
Co	0.025	0.02	Dy	1.296 × 10 <sup>-3</sup>	1.842 × 10 <sup>-3</sup>
Ni	2.502	0.655	Ho	0.316 × 10 <sup>-3</sup>	0.47 × 10 <sup>-3</sup>
Cu	13.157	9.166	Er	2.917 × 10 <sup>-3</sup>	3.512 × 10 <sup>-3</sup>
Zn	46.148	29.625	Tm	0.299 × 10 <sup>-3</sup>	0.283 × 10 <sup>-3</sup>
As	0.13	0.263	Yb	0.839 × 10 <sup>-3</sup>	1.002 × 10 <sup>-3</sup>
Se	2.886	0.157	Lu	0.691	1.289
Sr	0.677	1.163	Hf	0.067	0.064
Y	6.349 × 10 <sup>-3</sup>	0.013	Ir	4.407 × 10 <sup>-3</sup>	0.018
Mo	0.053	0.102	Pt	4.799 × 10 <sup>-3</sup>	6.661 × 10 <sup>-3</sup>
Ru	0.038 5 × 10 <sup>-3</sup>	<0.000	Au	6.497 × 10 <sup>-3</sup>	6.517 × 10 <sup>-3</sup>
Rh	<0.000	<0.000	Tl	0.36 × 10 <sup>-3</sup>	0.711 × 10 <sup>-3</sup>
Pd	6.094 × 10 <sup>-3</sup>	12.149 × 10 <sup>-3</sup>	Pb	0.127	0.127
Ag	0.032	0.04	Th	5.995 × 10 <sup>-3</sup>	19.792 × 10 <sup>-3</sup>
Cd	0.024 3	0.011	U	1.941 × 10 <sup>-3</sup>	5.173 × 10 <sup>-3</sup>
Sn	0.207	0.368			

2.4 金针菇不同部位氨基酸含量的比较

从表 3 可以看出,金针菇的氨基酸种类齐全,且上部的每种氨基酸含量均比菌柄基部高,这与金针

菇上部蛋白质含量比菌柄基部高相吻合。金针菇上部和基部氨基酸总量分别为 164.36 mg/g、125.92 mg/g,其中谷氨酸含量最高;人体必需的氨基酸含量占氨基酸总量分别为 35.10%、32.88%,表明金针菇中氨基酸含量丰富。

表 3 金针菇不同部位氨基酸含量

氨基酸种类	上部/(mg/g)	基部/(mg/g)
天门冬氨酸 Asp	11.593 ± 0.688 <sup>b</sup>	8.625 ± 0.619 <sup>a</sup>
苏氨酸 Thr <sup>*</sup>	7.568 ± 0.371 <sup>a</sup>	5.578 ± 0.608 <sup>a</sup>
丝氨酸 Ser	7.026 ± 0.560 <sup>a</sup>	5.349 ± 0.534 <sup>a</sup>
谷氨酸 Glu	35.978 ± 2.200 <sup>a</sup>	32.216 ± 1.236 <sup>a</sup>
甘氨酸 Gly	7.436 ± 0.549 <sup>b</sup>	5.238 ± 0.573 <sup>a</sup>
丙氨酸 Ala	12.175 ± 0.890 <sup>b</sup>	8.344 ± 0.884 <sup>a</sup>
半胱氨酸 Cys	7.745 ± 0.513 <sup>b</sup>	5.965 ± 0.129 <sup>a</sup>
缬氨酸 Val <sup>*</sup>	8.855 ± 0.321 <sup>b</sup>	6.147 ± 0.552 <sup>a</sup>
甲硫氨酸 Met <sup>*</sup>	6.457 ± 0.550 <sup>a</sup>	5.388 ± 0.657 <sup>a</sup>
异亮氨酸 Ile <sup>*</sup>	5.712 ± 0.269 <sup>b</sup>	3.794 ± 0.395 <sup>a</sup>
亮氨酸 Leu <sup>*</sup>	9.895 ± 0.646 <sup>b</sup>	6.711 ± 0.694 <sup>a</sup>
酪氨酸 Tyr	7.965 ± 0.451 <sup>a</sup>	6.685 ± 0.488 <sup>a</sup>
苯丙氨酸 Phe <sup>*</sup>	9.349 ± 0.493 <sup>b</sup>	6.528 ± 0.533 <sup>a</sup>
赖氨酸 Lys <sup>*</sup>	9.857 ± 0.707 <sup>b</sup>	7.256 ± 0.612 <sup>a</sup>
组氨酸 His	4.389 ± 0.228 <sup>b</sup>	2.763 ± 0.300 <sup>a</sup>
精氨酸 Arg	6.619 ± 0.358 <sup>a</sup>	5.070 ± 0.530 <sup>a</sup>
脯氨酸 Pro	5.739 ± 0.291 <sup>a</sup>	4.263 ± 0.417 <sup>a</sup>

注: \* 为必需氨基酸。

3 结论与讨论

本试验通过对金针菇上部子实体和菌柄基部的营养成分进行分析,得出金针菇上部子实体和菌柄基部主要营养成分种类相似,蛋白质、总糖含量较高而脂肪较含量低,是一种不可多得的高营养食品。但各指标含量在不同部位间差异显著,其中基部的灰分、纤维素、总糖含量均极显著高于上部含量。金针菇中 Vc、多酚等抗氧化物质含量也相当丰富,上部 Vc 含量达 0.53 mg/g,菌柄基部中 Vc 含量为 0.35 mg/g;多酚含量分别为 7.38、6.88 mg/g。金针菇上部和基部同时含有 47 种矿物质,各部分均含有

(下转第 124 页)

复及其生态效应研究[J]. 中国环境科学, 2012, 32(8): 1467-1473.

[10] 赵海伊, 游巧宁, 于文书, 等. 重庆产木菠菜的营养成分及营养价值评价[J]. 食品科学, 2011, 32(5): 267-269.

[11] 袁玉伟, 叶志华, 王静. 毒死蜱在菠菜家庭处理中的变化及其饮食摄入量的暴露评估[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(增刊): 582-585.

[12] 杨金华, 邓传良, 张准超, 等. 菠菜性别相关 RAPD 分子标记体系的建立和优化[J]. 江苏农业科学, 2009(2): 40-42.

[13] 张南. 菠菜种质资源遗传多样性及耐寒性鉴定[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2007.

[14] 吴娅妮, 刘玲, 王文科, 等. 菠菜 AFLP 多态性引物组合的筛选[J]. 中国食品学报, 2014, 14(7): 207-213.

[15] 高武军, 肖理会, 卢龙斗, 等. 菠菜的性别相关同工酶标记分析[J]. 河南师范大学学报, 2006, 34(4): 147-150.

[16] 杨菁, 迟德钊, 刘玉皎, 等. 基于形态性状的青海蚕豆核心种质的初步构建[J]. 分子植物育种, 2009, 7(3): 599-606.

[17] 孟淑春, 郑晓鹰, 刘玉梅, 等. 大白菜种质资源形态性状的多样性分析[J]. 华北农学报, 2005, 20(4): 57-61.

[18] 唐浩, 余汉勇, 肖应辉, 等. 基于 DUS 测试的水稻标准品种形态性状多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(6): 853-859.

[19] Horejsi T, Staub J E. Genetic variation in cucumber (*Cucumis sativus* L.) as assessed by random amplified polymorphic DNA [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 1999, 46: 337-350.

[20] 李锡香. 黄瓜种质资源遗传多样性的形态和分子评价及其亲缘关系研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2002.

[21] 盖钧镒. 植物种质群体遗传结构改变的测度[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(1): 1-8.

[22] 韦荣昌, 李虹, 蒋建刚, 等. 多倍体无籽罗汉果及其亲本遗传背景的 ISSR 分析[J]. 园艺学报, 2012, 39(2): 387-394.

[23] 周俊国, 李新峥, 朱月林, 等. 蔓生型南瓜资源部分植物学数量性状的评价探讨[J]. 植物遗传资源学报, 2007, 8(1): 30-34.

[24] 梅赓, 崔彦玲, 郭军, 等. 菠菜育种材料的遗传多样性分析[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(11): 2561-2566.

\*\*\*\*\*

(上接第 112 页)

量较多的 K、Ca、Mg 等对人体有益的常量元素以及 Zn、Fe、Mn、Se 等人体必需的微量元素, 其中, 基部的 K、Ca、Mg、Mn 含量均比上部高。金针菇 2 个部位的氨基酸种类均较齐全, 人体必需氨基酸占氨基酸总量上部 and 基部分别为 35.10%、32.88%。

通过对金针菇 2 个部位营养成分的分析, 得出以菌柄基部为代表的下脚料仍具有较大的开发利用价值, 也为合理开发利用金针菇下脚料, 将其变废为宝提供有力的理论依据。同时对金针菇营养成分如多糖、蛋白质的有效提取积累基础数据。但本研究只对金针菇进行了部分营养成分分析, 没有涵盖其他营养成分及一些特定成分, 如次生代谢产物等, 有待进一步研究。

参考文献:

[1] 蔡和晖, 廖森泰, 叶运寿, 等. 金针菇的化学成分生物活性及加工研究进展[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(11): 171-175.

[2] 王文亮, 徐同成, 刘丽娜, 等. 金针菇的保健功能及其开发前景[J]. 中国食物与营养, 2011, 17(7): 18-19.

[3] Sabir S M, Hayat I, Hussain I, et al. Proximate analysis of mushrooms of Azad Kashmir[J]. Pakistan Journal of Plant Pathology, 2003, 2(2): 97-101.

[4] 许峰, 刘宇, 王守现, 等. 北京地区白色金针菇菌株的 SRAP 分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(10): 55-59.

[5] 朱旻晔, 陈力力, 王雅君, 等. 金针菇橘子果冻的研制[J]. 食用菌, 2011(3): 61-63.

[6] 吕远平, 赵志峰, 谭敏, 等. 麻辣金针菇休闲食品的工艺研究[J]. 食品科学, 2007, 28(4): 371-373.

[7] 张素霞. 金针菇大豆酸奶的研制[J]. 中国酿造, 2008, 27(11): 97-99.

[8] 梁永海, 李凤林, 张丽丽, 等. 金针菇发酵酒生产工艺的探讨[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(6): 89-91.

[9] 刘洁, 王文亮, 徐同成, 等. 金针菇多糖保健饮料的工艺研究[J]. 饮料工业, 2011, 14(10): 20-21.

[10] 杨玉画, 李彩萍, 聂建军. 山西省食用菌产业现状分析与对策发展[J]. 山西农业科学, 2011, 39(7): 756-760.

[11] 大连轻工业学院. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 286-289.

[12] 李静, 聂继云, 李海飞, 等. Folin - 酚法测定水果及其制品中总多酚含量的条件[J]. 果树学报, 2008, 25(1): 126-131.

[13] 郭波莉, 魏益民, 潘家荣, 等. 多元素分析判别牛肉产地来源研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(12): 2842-2847.

[14] 孙建波, 张宇. 食用菌及其营养保健功效[J]. 中国食物与营养, 2004(4): 41-43.