

五种野生食用菌干品营养及鲜味成分分析和评价

于文清, 彭艳芳, 许迎迎, 李洁*

河北民族师范学院, 承德 067000

摘要:对野生松蘑、牛肝菌、白蘑、鸡爪蘑、肉蘑五种食用菌子实体中的蛋白质氨基酸、游离氨基酸和呈味核苷酸进行测定, 采用氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)、必需氨基酸指数(EAAI)和等鲜浓度(EUC)评价方法, 对五种野生食用菌的营养和鲜味进行评价。结果表明:野生食用菌的AAS、CS、EAAI、EUC存在明显差异。白蘑营养及鲜味最好, 其余依次为松蘑、鸡爪蘑、牛肝菌, 肉蘑最差。

关键词:野生食用菌; 氨基酸; 呈味核苷酸; 营养; 鲜味; 评价

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2015.02.016

Analysis and Evaluation of Nutritional and Flavor Components of Five Wild Dried Edible Fungi

YU Wen-qing, PENG Yan-fang, XU Ying-ying, LI Jie*

Hebei Normal University for Nationalities, Hebei Chengde 067000, China

Abstract: The present study was undertaken to measure the nutritional and flavor components of five wild dried edible fungi, namely *Tricholoma matsutake*, *Boletus edulis*, *Gomphidius viscidus*, *Tricholoma mongdium* and *Lepista irina*. The protein amino acid, free amino acid and 5'-nucleotides were measured through the high performance liquid chromatography. The equivalent nutrition and umami were evaluated through analysis of amino acid score (AAS), chemical score (CS), essential amino acid index (EAAI) and equivalent umami concentration value (EUC). The data obtained suggested that a great difference existed in the AAS, CS, EAAI, EUC of the five investigated fungi. These results demonstrated that *Tricholoma mongdium* possessed the highest nutrition and flavor, followed by *Tricholoma matsutake*, *Lepista irina* and *Boletus edulis*. The nutrition and flavor *Gomphidius viscidus* was the lowest.

Key words: wild edible fungi; amino acids; flavor nucleotides; nutrition; flavor; evaluation

野生食用菌营养丰富, 是国际上公认的最理想的蛋白质和营养组合来源, 被称之为“健康食品”。经常食用野生食用菌能调节人体的新陈代谢, 降低胆固醇, 预防肝硬化, 有的还具有抗癌等功效^[1]。野生食用菌味道鲜美, 风味独特, 倍受人们喜爱。其风味包括香味和滋味, 香味主要是食用菌在受热过程中产生的多种挥发性风味物质综合平衡的结果, 挥发性风味物质成分比较复杂, 主要有不饱和醛酮、含硫化合物以及一些杂环化合物。而滋味通常指舌头所能尝到的口味, 如甜味、鲜味。食用菌独特的滋味主要取决于所含的一些非挥发性呈味物质, 如游离氨基酸、5'-核苷酸等^[2]。目前, 对野生食用菌的研究不少, 但是多为一般营养成分分析, 同时对其营养

及滋味进行分析和评价的不多, 为了更好的开发野生食用菌资源, 本文以承德常见的五种野生食用菌为原料, 通过对其蛋白质和非挥发性呈味物质氨基酸、核苷酸等进行测定、分析和评价, 旨在为野生食用菌的营养、风味研究及开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

供试野生食用菌松蘑 (*Tricholoma matsutake*)、牛肝菌 (*Boletus edulis*)、肉蘑 (*Gomphidius viscidus*) 采自承德县; 白蘑 (*Tricholoma mongdium*)、鸡爪蘑 (*Lepista irina*) 采自围场县, 带回实验室 45 °C 烘干, 粉碎备用 (100 目以上)。

1.2 主要试剂

18 种标准氨基酸、5'-CMP (5'-胞苷酸)、5'-GMP (5'-鸟苷酸)、5'-UMP (5'-尿苷酸)、5'-AMP (5'-腺苷酸)、5'-IMP (5'-次黄苷酸)、5'-XMP (5'-黄苷酸) (美

收稿日期: 2013-05-03 接受日期: 2013-07-24

基金项目: 河北民族师范学院科研基金; 承德野生食用菌营养成分分析研究 (201006)

* 通讯作者 Tel: 86-314-2370080; E-mail: lijie0651@163.com

国 Sigma 公司);乙腈、甲醇(高效液相色谱专用);三乙胺、异硫氰酸苯酯、正己烷、5-磺基水杨酸等皆为分析纯,超纯水(优普超纯水机)。

1.3 仪器

KDN 系列凯氏定氮仪(浙江托普仪器有限公司);PHS-3C 雷磁 pH 计(上海精密科学仪器有限公司);LC98-I AAA 氨基酸分析体统(北京温分分析仪器技术开发有限公司);FA1204B 电子天平(上海精密科学仪器有限公司);TU-1900 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)。

1.4 实验方法

1.4.1 蛋白质氨基酸的测定

1.4.1.1 样品制备

准确称取 0.1500 g 食用菌于消煮管中,缓慢加入 5 mL 6N HCl 并充氮气,保证样品全部在试管底部并保证样品得到全部润湿,抽真空,维持 10 min 后,封口。110C ± 1 °C 水解 24 h。用去离子水全部转移到 10 mL 容量瓶中、定容,过滤膜过滤,取滤液 1 mL 置于 25 mL 小烧杯中,在加 NaOH 的真空干燥器中蒸干(45 °C),加入 1 mL pH 2.2 盐酸溶解后,溶液转移到样品瓶中备用。

1.4.1.2 衍生方法

分别取异硫氰酸苯酯液(S液)1.2 mL 和三乙胺液(Y液)13.9 mL 用乙腈定容到 100 mL,取 200 μL 的标样或样品于离心管中,加入配置好的衍生试剂 200 μL,室温静置放置 1h;在衍生好的样品中加入试剂正己烷 400 μL,震荡后静置 10 min 取下层清液用二次蒸馏水稀释 2 倍后取 60 μL 注入色谱仪。

1.4.2 游离氨基酸的测定

1.4.2.1 样品处理

准确称取 0.8000 g 食用菌样品于 10 mL 容量瓶中,用 5% 的 5-磺基水杨酸定容,沉淀 1h 后离心,取上清液,过膜备用。

1.4.2.2 衍生方法

取 200 μL 的标样或样品于离心管中,加入配置好的衍生试剂 200 μL,室温静置放置 1 h;在衍生好的样品中加入试剂正己烷 400 μL,震荡后静置 10 min 取下层清液取 60 μL 注入色谱仪。

1.4.3 呈味核苷酸的测定^[3]

取 1 g 食用菌干样品用 0.14 mol/L NaCl 溶液润湿并定容至 10 mL,恒温 63 °C 浸泡 3 h,离心去杂后,在上述溶液中加入 2 mL 温度为 63 °C 的 5'-磷酸二酯酶溶液,用 2 mol/HCl 溶液调 pH,并在 63 °C 恒

温下酶解 2 h。然后升温至 95 °C 并保温 15 min,用超纯水定容 10 mL,再经离心处理得 5'-核苷酸的上清液 10 mL,60 °C 减压浓缩至干燥,再用超纯水定容至 10 mL,过膜用于 HPLC 分析。

1.4.4 营养价值评价方法^[4]

根据 FAO/WHO1973 年建议的氨基酸模式(% ,dry)和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式(% ,dry),氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)分别按以下公式计算:

$$AAS = \frac{aa}{AA(FAO/WHO)}; CS = \frac{aa}{AA(Egg)}$$

式中:aa 为试验样品氨基酸含量(mg/g);AA(FAO/WHO)为 FAO/WHO 评分标准模式同种氨基酸含量(mg/g);AA(Egg)为鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g)。

必需氨基酸指数(EAAI)根据下列公式计算:

$$EAAI = (\text{苏氨酸 } t / \text{苏氨酸 } s \times \text{赖氨酸 } t / \text{赖氨酸 } s \cdots \text{缬氨酸 } t / \text{缬氨酸 } s)^{1/n}$$

式中:n 为比较的氨基酸数;t 为实验蛋白质的氨基酸含量;s 为标准蛋白质的氨基酸含量。

1.4.5 鲜味评价

呈味核苷酸与谷氨酸钠(MSG)按一定比例混合使用,具有协同和增鲜效果。参照 Yamaguchi^[5]等提出的等鲜浓度(Equivalent umami concentration, EUC)来表示某个食物的鲜味物质含量,可以对食物的呈鲜作用进行客观的评价。等鲜浓度:是指在 100 g 干重的食物中,以谷氨酸钠(MSG)的含量来表示呈鲜物质的总量,计算公式如下:

$$Y = \sum aibi + 1218(\sum aibi)(\sum ajbj)$$

其中 Y 表示等鲜浓度(g/100g),ai 为呈鲜氨基酸(Asp 或 Glu)的量,aj 为呈鲜核苷酸(5'-GMP、5'-IMP、5'-XMP、5'-AMP)的量,bi 为呈鲜氨基酸相对谷氨酸的值(Glu = 1, Asp = 0.077),bj 为呈味核苷酸相对 5'-肌苷酸的量(5'-IMP = 1, 5'-GMP = 2.3, 5'-XMP = 0.61, 5'-AMP = 0.18),1218 为协同作用常数。

2 结果与分析

2.1 氨基酸组成及含量分析

由表 1 可知,野生松蘑、牛肝菌和白蘑含有 18 种氨基酸,鸡爪蘑含 17 种氨基酸,肉蘑含 16 种氨基酸,总含量分别是 18.58%、12.51%、27.30%、23.04% 和 7.29%;含有人体必需氨基酸总量分别

表1 五种野生食用菌中氨基酸含量(mg/g DW)

Table 1 Content of amino acid of five wild edible fungi(mg/g DW)

氨基酸 Amino acid	松蘑 <i>Tricholoma matsutake</i>	牛肝菌 <i>Boletus edulis</i>	白蘑 <i>Tricholoma mongdium</i>	鸡爪蘑 <i>Lepista irina</i>	肉蘑 <i>Gomphidius viscidus</i>
天冬氨酸(Asp)#	34.99	10.29	19.37	6.37	6.09
谷氨酸(Glu)#	12.32	11.41	9.14	26.73	8.44
丝氨酸(Ser)	3.34	8.30	18.14	6.46	3.49
甘氨酸(Gly)#	8.40	7.34	16.80	17.79	3.25
组氨酸(His)	8.38	8.15	14.43	16.68	4.17
精氨酸(Arg)#	18.94	11.91	22.66	2.59	5.51
* 苏氨酸(Thr)	11.89	9.67	20.65	24.39	3.73
丙氨酸(Ala)	9.92	7.71	11.88	15.51	4.34
脯氨酸(Pro)	10.13	9.32	19.30	18.48	3.49
酪氨酸(Tyr)#	6.29	4.59	13.51	11.36	2.89
* 缬氨酸(Val)	10.87	9.39	18.83	18.61	4.24
* 蛋氨酸(Met)#	3.01	1.95	5.11	4.10	1.28
胱氨酸(Cys)	1.41	0.73	3.41	-	-
* 异亮氨酸(Ile)	9.81	7.51	15.62	15.50	3.68
* 亮氨酸(Leu)#	10.23	8.85	17.13	17.13	4.04
* 苯丙氨酸(Phe)#	8.18	0.19	15.79	1.72	2.40
* 色氨酸(Trp)	1.34	7.30	24.35	1.57	-
* 赖氨酸(Lys)#	16.35	0.54	6.92	25.45	11.90
T	185.80	125.14	273.04	230.44	72.94
E	71.68	45.40	124.40	108.47	31.27
N	114.12	79.75	148.64	121.97	41.67
E/T	0.39	0.36	0.46	0.47	0.43
E/N	0.63	0.57	0.84	0.89	0.75

注: * 为人体必需氨基酸;#为药效氨基酸;T为氨基酸总质量分数;E为必需氨基酸总质量分数;N为非必需氨基酸质量分数,-为未检测出。

Note: * denotes essential amino acid;# denotes medicinal amino acid;T denotes total amino acid content;E denotes essential amino acid content;N denotes non-essential amino acid content;- denotes not detected.

为 7.17%、4.54%、12.44%、10.85% 和 3.13%; 占氨基酸总量(E/T)的 38.58%、36.35%、45.56%、47.07% 和 42.87%;必需氨基酸与非必需氨基酸的总量之比(E/N)分别为 0.62、0.57、0.84、0.89 和 0.75;根据 FAO/WHO 提出的理想模式,质量较好的蛋白质氨基酸组成为 E/T 在 40% 左右,而 E/N 在 0.60 以上^[6]。本研究结果显示,白蘑、鸡爪蘑和肉蘑的 E/T 大于 40%,E/N 在 0.60 以上,蛋白质氨基酸组成高于 FAO/WHO 提出的理想蛋白,属优质蛋白;但是肉蘑氨基酸总量偏低。松蘑、牛肝菌的蛋白质氨基酸组成接近 FAO/WHO 的理想蛋白,属于质量较好的蛋白质;五种野生食用菌均含有 9 种药效氨基酸,总含量从高到低依次为松蘑 63.89%、肉

蘑 62.79%、鸡爪蘑 49.14%、白蘑 46.30%、牛肝菌 45.60%。

2.2 氨基酸营养评价

按照 FAO/WHO 的标准和全鸡蛋模式,松蘑的 EAAI 为 100.47 和 74.46、牛肝菌的 EAAI 为 95.40 和 70.97,白蘑的 EAAI 为 139.93 和 103.79,鸡爪蘑的 EAAI 为 114.08 和 84.52,肉蘑的 EAAI 为 110.30 和 86.83;说明五种野生食用菌中必需氨基酸均衡性好,相互比例适宜,易于消化吸收和人体利用。由 AAS 和 CS 可知,第一、二限制氨基酸松蘑的分别是蛋氨酸+胱氨酸、色氨酸,牛肝菌分别是赖氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸,白蘑分别是赖氨酸、蛋氨酸+胱氨酸,鸡爪蘑和肉蘑相同,分别是色氨酸、蛋氨

酸 + 胱氨酸。说明虽然必需氨基酸含量高,但是氨基酸模式与人体有一定差别,开发利用时需给予补充,才能提高利用率。

表2 五种野生食用菌必需氨基酸模式与 FAO/WHO 模式、全鸡蛋模式的比较

Table 2 Comparison of five wild edible fungi essential amino acid pattern, FAO/WHO pattern and the whole egg model

氨基酸 Amino acid	松蘑 <i>Tricholoma matsutake</i>	牛肝菌 <i>Boletus edulis</i>	白蘑 <i>Tricholoma mongdium</i>	鸡爪蘑 <i>Lepista irina</i>	肉蘑 <i>Gomphidius viscidus</i>	FAO/WHO 模式 FAO/WHO model	全鸡蛋模式 Whole egg model
异亮氨酸 (Ile)	48.66	58.62	54.40	62.80	49.00	40	52.4
亮氨酸 (Leu)	50.74	69.08	59.67	69.41	53.79	70	84.1
苏氨酸 (Thr)	58.98	75.48	71.93	98.82	49.67	40	53.9
缬氨酸 (Val)	53.92	73.30	65.59	75.41	56.46	50	57.6
蛋氨酸 + 胱氨酸 (Met + Cys)	21.92	20.92	29.68	16.61	17.04	35	51.2
苯丙氨酸 + 酪氨酸 (Phe + Tyr)	71.78	37.31	102.06	53.00	70.44	60	95.5
赖氨酸 (Lys)	81.10	4.22	24.10	103.12	158.45	55	64.9
色氨酸 (Trp)	6.65	56.99	84.81	6.36	-	10	16.2
总量 Total	393.75	395.92	492.24	458.53	454.85	360	475.8

表3 五种野生食用菌的 AAS、CS 和 EAAI

Table 3 AAS, CS and EAAI of five wild edible fungi

氨基酸 Amino acid	松蘑 <i>Tricholoma matsutake</i>		牛肝菌 <i>Boletus edulis</i>		白蘑 <i>Tricholoma mongdium</i>		鸡爪蘑 <i>Lepista irina</i>		肉蘑 <i>Gomphidius viscidus</i>	
	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
异亮氨酸 (Ile)	1.22	0.93	1.47	1.12	1.36	1.04	1.57	1.20	1.23	0.94
亮氨酸 (Leu)	0.72	0.60	0.99	0.82	0.85	0.71	0.99	0.83	0.77	0.64
苏氨酸 (Thr)	1.47	1.09	1.89	1.40	1.80	1.33	2.47	1.83	1.24	0.92
缬氨酸 (Val)	1.08	0.94	1.47	1.27	1.31	1.14	1.51	1.31	1.13	0.98
蛋氨酸 + 胱氨酸 (Met + Cys)	0.63	0.43	0.60	0.41	0.85	0.58	0.47	0.32	0.49	0.33
苯丙氨酸 + 酪氨酸 (Phe + Tyr)	1.20	0.75	0.62	0.39	1.70	1.07	0.88	0.55	1.17	0.74
赖氨酸 (Lys)	1.47	1.25	0.08	0.07	0.44	0.37	1.87	1.59	2.88	2.44
色氨酸 (Trp)	0.67	0.41	5.70	3.52	8.48	5.24	0.64	0.39	-	-
EAAI	100.47	74.46	95.40	70.97	139.93	103.79	114.08	84.52	110.30	86.83

2.3 鲜味物质分析与评价

2.3.1 呈味氨基酸分析

氨基酸不仅是人体新陈代谢活动中的重要物质,也是重要的呈味物质,对食品的风味发挥着重要作用。食用菌味道鲜美,主要是其中含有鲜甜味活性成分,游离氨基酸就是一类重要的味觉活性物质。由表4可见,测定了18种氨基酸,野生松蘑游离氨基酸含有15种,牛肝菌含有14种,白蘑含有12种氨基酸,鸡爪蘑17种,肉蘑16种。松蘑、牛肝菌、白蘑、鸡爪蘑和肉蘑的总游离氨基酸含量分别为15.80、2.97、14.1、16.3和2.16 mg/g。松蘑中的主要游离氨基酸是谷氨酸、精氨酸、苏氨酸;白蘑为色

氨酸、苏氨酸和谷氨酸;鸡爪蘑中的主要游离氨基酸是精氨酸、色氨酸、苏氨酸和谷氨酸;牛肝菌和肉蘑中游离氨基酸含量偏低,牛肝菌主要为苏氨酸、精氨酸和谷氨酸;肉蘑主要为谷氨酸和精氨酸。

根据氨基酸的呈味特性,可分为:鲜味、甜味、苦味和无味四类,食用菌中氨基酸种类及含量不同,构成了不同食用菌特有的风味。其中鲜味氨基酸和甜味氨基酸是蘑菇特殊风味的主要组分,而苦味氨基酸不具有味觉活性,可能被可溶性糖的甜味掩盖^[7]。表5显示,松蘑鲜味氨基酸(谷氨酸+天冬氨酸)含量最高,为5.31 mg/g,其次是鸡爪蘑为3.12 mg/g,白蘑为2.18 mg/g,牛肝菌和肉蘑比较

表4 5种野生食用菌中游离氨基酸含量(mg/g DW)

Table 4 Content of free amino acid of five wild edible fungi(mg/g DW)

氨基酸 Amino acid	松蘑 <i>Tricholoma matsutake</i>	牛肝菌 <i>Boletus edulis</i>	白蘑 <i>Tricholoma mongdium</i>	鸡爪蘑 <i>Lepista irina</i>	肉蘑 <i>Gomphidius viscidus</i>
天冬氨酸(Asp)	-	0.33	0.36	1.03	0.15
谷氨酸(Glu)	5.31	0.35	1.82	2.09	0.49
丝氨酸(Ser)	0.82	0.18	1.39	1.20	0.08
甘氨酸(Gly)	0.32	0.08	0.30	0.38	0.03
组氨酸(His)	0.44	0.19	-	0.78	0.08
精氨酸(Arg)	2.81	0.47	-	2.95	0.36
苏氨酸(Thr)	1.51	0.54	2.33	2.42	-
丙氨酸(Ala)	0.59	0.19	0.69	0.45	0.18
脯氨酸(Pro)	0.48	0.29	1.55	0.58	0.24
酪氨酸(Tyr)	0.31	-	1.01	0.14	0.10
缬氨酸(Val)	0.77	0.09	-	0.21	0.08
蛋氨酸(Met)	-	0.05	-	-	-
胱氨酸(Cys)	-	-	-	0.30	0.08
异亮氨酸(Ile)	0.39	0.07	0.08	0.15	0.05
亮氨酸(Leu)	0.47	0.08	0.17	0.18	0.10
苯丙氨酸(Phe)	0.48	-	-	0.27	0.03
色氨酸(Trp)	0.83	-	3.21	2.45	0.02
赖氨酸(Lys)	0.28	0.06	1.10	0.74	0.09
T	15.81	2.97	14.1	16.3	2.16

注: T为总氨基酸;-代表未检测出。

Note: T denotes total amino acid content; - denotes note detected.

低,分别为0.68 mg/g和0.64 mg/g。按照食用菌鲜味氨基酸含量分组,松蘑属于中组(鲜味氨基酸含量在5~20mg/g),而鸡爪蘑、白蘑、牛肝菌和肉蘑属于低组(鲜味氨基酸含量小于5 mg/g)。甜味氨基

酸含量由高到低依次为白蘑(4.71 mg/g)、鸡爪蘑(4.45 mg/g)、松蘑(3.24 mg/g)、牛肝菌(0.95 mg/g)、肉蘑0.29 mg/g。

表5 五种野生食用菌中呈味游离氨基酸含量(mg/gDW)

Table 5 Content of flavor amino acid of five wild edible fungi(mg/gDW)

呈味氨基酸 Flavor amino acid	松蘑 <i>Tricholoma matsutake</i>	牛肝菌 <i>Boletus edulis</i>	白蘑 <i>Tricholoma mongdium</i>	鸡爪蘑 <i>Lepista irina</i>	肉蘑 <i>Gomphidius viscidus</i>
鲜味氨基酸(Glu + Asp) Umami amino acid	5.31	0.68	2.18	3.12	0.64
甜味氨基酸(Glu + Ser + Thr + Ala) Sweet amino acid	3.24	0.95	4.71	4.45	0.29
苦味氨基酸(His + Trp + Phe + Ile + Leu) Bitter amino acid	2.61	0.35	3.45	3.83	0.28
总量 Total	11.16	1.98	10.34	11.4	1.21

2.3.2 呈味核苷酸分析

食用菌中除呈味氨基酸外,还含有大量的呈味核苷酸。呈味核苷酸是食用菌中核酸酶解产生的单

核苷酸,以5'-嘌呤核苷酸为主,包括:5'-腺苷酸(AMP)、5'-鸟苷酸(GMP)及其脱氨基产物5'-肌苷酸(IMP)和5'-黄苷酸(XMP)。5'-IMP在水溶液中

只要有 0.012% ~ 0.025% 的量存在就有呈味作用。测定结果显示(表 6), 白蘑的 5'-GMP 和 5'-IMP 含量都高于松蘑、牛肝菌、鸡爪蘑和肉蘑, 而呈味核苷

酸总量白蘑含量最高为 12.14mg/g, 是松蘑的 5.42 倍, 肉蘑的 11.45 倍。

表 6 五种野生食用菌核苷酸含量(mg/g DW)

Table 6 Content of nucleotide of five wild edible fungi(mg/g DW)

核苷酸 Nucleotide	松蘑 <i>Tricholoma matsutake</i>	牛肝菌 <i>Boletus edulis</i>	白蘑 <i>Tricholoma mongdium</i>	鸡爪蘑 <i>Lepista irina</i>	肉蘑 <i>Gomphidium viscidus</i>
5'-CMP	0.12 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.87 ± 0.02	0.21 ± 0.01	0.17 ± 0.01
5'-UMP	0.31 ± 0.01	0.40 ± 0.02	0.86 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.09 ± 0.01
5'-IMP	1.58 ± 0.02	1.84 ± 0.02	3.22 ± 0.02	0.84 ± 0.02	0.86 ± 0.02
5'-AMP	0.25 ± 0.01	0.09 ± 0.01	2.15 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.16 ± 0.01
5'-GMP	0.38 ± 0.01	0.04 ± 0.01	6.64 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.04 ± 0.01
5'-XMP	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0
呈味核苷酸 Flavor nucleotide	2.24	2.02	12.14	1.17	1.06
总量 Total	2.67	2.50	13.87	1.79	1.32

2.3.3 鲜味评价

研究表明, 氨基酸类鲜味物质含量在阈值以下时其鲜味是潜在性的, 只要添加少量的核苷酸就能使其提到阈值以上, 发挥其增鲜效果, 食物的味道实际上是谷氨酸钠(MSG)和呈味核苷酸共同作用的结果^[8]。等鲜浓度(EUC)可以表示某个食物的鲜味物质含量, 来客观评价食物的呈鲜作用。Mau^[9]等将等鲜浓度 EUC 值划分为四个水平: 第一水平为 EUC > 1000 g MSG/100 g 干重, 100 < EUC < 1000 g MSG/100 g 干重属于第二水平, 第三水平为 10 ~ 100 g MSG/100 g 干重, 第四水平是为 EUC < 10。将松蘑、牛肝菌、白蘑、鸡爪蘑和肉蘑的氨基酸和核苷酸测定结果, 带入公式计算 EUC 值, 松蘑的 EUC 为 16.29g/100 g, 牛肝菌的 EUC 为 0.91g/100 g, 白蘑的 EUC 为 42.67g/100 g, 鸡爪蘑的 EUC 为 3.23g/100 g, 肉蘑的 EUC 为 0.59 g/100 g。松蘑、白蘑属于第三水平, 牛肝菌、鸡爪蘑和肉蘑属于第四水平。可见白蘑鲜味最大, 其次分别为松蘑、鸡爪蘑、牛肝菌, 肉蘑鲜味最小。

3 结论

目前对野生食用菌的营养评价和鲜味评价常常是分开进行, 难以对野生食用菌进行综合客观的评价。本研究对松蘑、牛肝菌、白蘑、鸡爪蘑和肉蘑五种野生食用菌的蛋白质、蛋白质氨基酸、游离氨基酸及呈味核苷酸进行了测定, 通过计算 AAS、CS 和 EAAI 对五种野生食用菌进行了营养评价, 白蘑的

EAAI 最高, 分别高达 139.93 (AAS)、103.79 (CS), 其次是鸡爪蘑的 EAAI 为 114.08 (AAS) 和 84.52 (CS), 松蘑的 EAAI 为 100.47 (AAS)、74.46 (CS), 肉蘑的 EAAI 为 110.30 (AAS) 和 86.83 (CS); 牛肝菌的 EAAI 最低, 分别是 95.40 (AAS)、70.97 (CS); 通过计算 EUC 对五种野生食用菌进行了鲜味评价, 白蘑的 EUC 值最高, 为 42.67 g/100 g, 松蘑的 EUC 为 16.29 g/100 g, 鸡爪蘑的 EUC 为 3.23 g/100 g, 牛肝菌的 EUC 为 0.91 g/100 g, 肉蘑的 EUC 为 0.59 g/100 g。综合评价五种野生食用菌, 白蘑的营养和鲜味最好, 其次为松蘑、鸡爪蘑, 牛肝菌和肉蘑较差。

参考文献

- Li LY (李林玉), Jin H (金航), Zhang JY (张金渝), et al. A brief account of Chinese medical fungi. *J Microbiol* (微生物学杂志), 2007, 27(2): 57-61.
- Zhang Z (张忠), Gu Z (谷镇), Yang Y (杨焱), et al. Evaluation on umami of three kinds of dried wild edible fungi. *Food Sci* (食品科学), Accepted.
- Zhou YH (邹耀洪). Analysis of 5'-nucleotide in *lentinus edodes* with high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Food Sci* (食品科学), 2005, 26: 196-198.
- Liu LE (刘利娥), Song SH (宋少华), Liu JD (刘金盾). Analysis of nutritional components in sesame leaves. *Food Sci Technol* (食品科技), 2012, 37(2): 45-51.
- Yamaguchi S, Yoshikawa T, Ikeda S, et al. Measurement of the relative taste intensity of some α -amino acid and 5'-nucleotides. *J Food Sci*, 1991, 36: 846-849.