

# 灰离褶伞子实体营养成分测定与评价

李 晓, 张士颖, 李 玉

(食药菌教育部工程研究中心 吉林农业大学 菌物研究所, 吉林 长春 130118)

**摘 要:** 对野生的灰离褶伞子实体营养成分和营养价值进行分析, 灰离褶伞子实体中粗蛋白、粗纤维、粗脂肪、灰分、多糖含量分别为 33.46%、7.15%、1.49%、5.85%、9.64%。每 100 g 蛋白质中氨基酸总量为 15.1815 g, 必需氨基酸总量 6.1093 g, 非必需氨基酸总量为 9.0722 g, 氨基酸评分、化学评分、必需氨基酸指数分别为 8.26、5.85、76.4, 鲜味氨基酸总量为 6.5539 g/100g, EAA/TAA 为 40.2%, EAA/NEAA 比值 67.3%, 且富含矿质元素和多种维生素。结果表明: 灰离褶伞是一种高蛋白、低脂肪、味道鲜美、营养价值极高的珍稀食用菌, 具有良好开发利用前景。

**关键词:** 块根蘑; 鸡腿蘑; 氨基酸评分; 鲜味氨基酸

**中图分类号:** S 646.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)06-0198-04

灰离褶伞 *Lyophyllum cinerascens* (Bull. et Komr.) Komr. & Maubl., 又称块根蘑、鸡腿蘑、毛尖蘑、金沙蘑, 其菌肉肥厚、营养丰富、味道鲜美, 尤其是该蘑菇干制后香味更为独特。灰离褶伞主要生长在黑龙江大小兴安岭区域的废弃 30 a 左右并形成较厚腐殖质已开采过的金矿毛沙风化地带, 也有生长在腐殖质较厚且下面排水较好的林地内, 生长环境相当独特, 是大小兴安岭地区

第一作者简介: 李晓(1976), 男, 博士, 讲师, 现主要从事菌类作物方面研究工作。E-mail: lxmogu@163.com。

通讯作者: 李玉(1944), 男, 博士, 教授, 现主要从事菌类作物方面研究工作。

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2008BADA1B01-1)。

收稿日期: 2009-12-20

特有的珍稀菌类, 目前还不能完全商业化栽培。为进一步开发利用这一珍稀野生食用菌, 试验对野生灰离褶伞营养成分作了较为全面的分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

灰离褶伞子实体采集于黑龙江伊春新青林业局红林经营所, 自然晾晒, 干燥后粉碎备用。

### 1.2 试验方法

1.2.1 蛋白质测定 微量凯氏定氮法, 按照 GB/T 5009.5-2003 标准测定。

1.2.2 粗脂肪测定 按 GB/T 5009.6-2003 标准测定。

1.2.3 粗纤维测定 按照 GB/T 5009.10-2003 标准测定。

1.2.4 灰分测定 采用 550℃高温灼烧氧化法, 按

## Primary Study on Isolation and Characterization of Lectin from *Laclarius deliciosus*

JIAO Ying-chun<sup>1</sup>, YOU Xiao-qian<sup>2</sup>, YU Mei<sup>3</sup>, TANG Da<sup>4</sup>

(1. Department of Biological Sciences Qinghai University, Xining, Qinghai 810016; 2. Nanjing Agricultural University, Jiangsu, Nanjing 210095; 3. Qinghai Plateau Pharmaceutical Limited Company, Xining, Qinghai 810007; 4. Beifour-Ipsen(tianjin) Pharmaceutical Limited Company, Tianjin 300384)

**Abstract:** The lectin was extracted from the mycelium of *Laclarius deliciosus*, which was detected for hemagglutinating activity using human erythrocyte(O type) and animal erythrocytes (cattle and donkey). The experiments whether the factors such as sugar, temperature, pH, divalent metal ions and so on affect hemagglutinating activity of lectin were carried out. The results showed that the lectins of crude extract from *Laclarius deliciosus* were able to agglutinate 3 types of erythrocytes and cattle red blood cell were the most sensitive to lectins. Lectins manifested different tolerance to heat treatment in the range of temperature 4~40℃, while the most hemagglutinating activity at 30℃. The tolerance of lectins for alkali liquor was stronger than that for acid liquor. The hemagglutination to 3 types of erythrocytes was inhibited by lactose, saccharose, dextrose and maltose but D-mannitol. While it was not affected by Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>.

**Key words:** *Laclarius deliciosus*; lectin; hemagglutinating activity

GB/T 5009.4-2003 标准测定。

1.2.5 多糖测定 盐酸水解样品粉末,用 DNS 法测定还原糖,然后换算为可溶性总糖。

1.2.6 氨基酸测定 按照 GB/T 5009.124-2003 测定。

1.2.7 维生素测定 维生素 B<sub>1</sub> 按照 GB/T 5009.84-2003 测定,维生素 B<sub>2</sub> 按照 GB/T 5009.85-2003 测定,维生素 C 按照 GB/T 5009.86-2003 测定。

1.2.8 各种元素含量测定 准确称取 0.5 g 左右的样品,加入 4 mL 硝酸浸泡 1~2 h,加入 2 mL 过氧化氢,2~3 mL 水,采用微波消解法进行消解,水定容至 25 mL,用碳硫仪测定(美国 LECO 公司),磷采用电感耦合等离子体发射光谱(ICP)(美国 PE 公司),其余采用原子吸收分光光度计测定(美国 Varian 公司)。

1.2.9 营养价值评价方法 根据 1 g 氮中氨基酸评分标准模式(Pellett, et al<sup>[3]</sup> 1980)和全鸡蛋蛋白质氨基酸模式(桥本芳郎<sup>[10]</sup>, 1980)进行比较,氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)(赵法级等<sup>[15]</sup>, 1984)按以下公式求得:

$$AAS = \frac{\text{实验蛋白质氨基酸含量}/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}}{\text{FAO/WHO 评分标准模式中相应必需氨基酸含量}/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}}$$

$$CS = \frac{\text{实验蛋白质氨基酸含量}/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}}{\text{鸡蛋相应必需氨基酸含量}/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}}$$

$$EAAI = n \sqrt{\frac{\text{赖氨酸}^t}{N \text{ 赖氨酸}} \times 100 \times \frac{\text{苏氨酸}^t}{S \text{ 苏氨酸}} \times 100 \times \dots \times \frac{\text{色氨酸}^t}{C \text{ 色氨酸}} \times 100}$$

式中, n 为比较的氨基酸数, t 为试验蛋白质的氨基酸, s 为鸡蛋蛋白质氨基酸。氨基酸的支/芳值按(缬氨酸+亮氨酸+异亮氨酸)/(苯丙氨酸+酪氨酸)计算。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要的营养成分

由表 1 可知 灰离褶伞蛋白质含量为 33.46%, 而一般食用菌蛋白质含量平均在 19%~35% 之间<sup>[11]</sup>, 灰离褶伞的蛋白质含量远远高于真姬菇(*Hypsizigus marmoratus*) (22.3%)<sup>[13]</sup>、杏鲍菇(*Pleurotus eryngii*) (20%)<sup>[14]</sup> 等大多数新开发的珍稀食用菌; 多糖含量为 9.64%, 也远远高于真姬菇和杏鲍菇; 粗纤维 7.15% 在食用菌中居中等, 粗脂肪 1.49%、灰分 5.85% 含量较一般食用菌低。结果表明, 灰离褶伞是一种高蛋白、低脂肪、营养价值极高的食用菌新品种。

表 1 灰离褶伞子实体与真姬菇、杏鲍菇主要营养成分比较

食用菌种类	粗蛋白 /%	粗纤维 /%	粗脂肪 /%	灰分 /%	多糖 /%
灰离褶伞	33.46	7.15	1.49	5.85	9.64
真姬菇(王耀松等, 2006) <sup>[13]</sup>	22.3	3.2	3.4	7.8	5.5
杏鲍菇(颜明娟等, 2002) <sup>[14]</sup>	20	13.28	3.5	6.1	6.3

### 2.2 氨基酸组成及评价

#### 2.2.1 氨基酸组成及含量 灰离褶伞子实体中氨基酸

种类较齐全(17 种), 不仅含有人体所必需的 8 种氨基酸, 而且含有多种非必需氨基酸(见表 2), 子实体蛋白质氨基酸总量 TAA 为 15.1815 g/100g, 其中必需氨基酸(EAA)总量为 6.1093 g/100g, 非必需氨基酸(NEAA)总量为 9.0722 g/100g, 各项指标均高于目前市场畅销的真姬菇含量(EAA 5.291、NEAA 8.620、TAA 13.911), 接近于市场好、卖价高的杏鲍菇(EAA 6.6520、NEAA 9.1796、TAA 15.8316)。根据 FAO/WHO 推荐的理想蛋白质模式, 质量较好的蛋白质其氨基酸组成 EAA/TAA 在 40% 左右, EAA/NEAA 在 60% 以上<sup>[7]</sup>。灰离褶伞的 8 种 EAA 占 TAA 总量的 40.2%, EAA 与 NEAA 比值 67.3%, 各项指标均超过这一模式要求。结果表明, 灰离褶伞不仅必需氨基酸种类齐全, 而且必需氨基酸之间的比例适宜, 更有利于人体吸收, 是一种十分理想的蛋白质来源。

表 2 灰离褶伞子实体中氨基酸组成与含量

		g · (100 g) <sup>-1</sup>			
	氨基酸组成	灰离褶伞	真姬菇	杏鲍菇	
非必需氨基酸	天门冬氨酸 Asp	1.5978	1.460	1.6287	
	丝氨酸 Ser	0.9159	0.782	0.7579	
	谷氨酸 Glu	2.5422	2.080	2.5195	
	甘氨酸 Gly	0.8977	0.749	0.7690	
	丙氨酸 Ala	1.5162	1.040	1.0790	
	胱氨酸 Cys	/	/	0.1629	
	酪氨酸 Tyr	0.4333	0.422	0.4372	
	组氨酸 His	0.3892	0.465	0.3535	
	精氨酸 Arg	1.0307	0.922	1.2031	
	脯氨酸 Pro	0.7492	0.700	0.2688	
	非必需氨基酸 NEAA/ %	9.0722	8.620	9.1796	
	必需氨基酸	苏氨酸 Thr	0.8736	0.682	0.7800
		缬氨酸 Val	0.9445	0.795	0.8017
		蛋氨酸 Met	0.3061	0.178	0.1911
		亮氨酸 Leu	1.1646	1.240	1.5323
		异亮氨酸 Ile	0.6574	0.603	1.6579
		苯丙氨酸 Phe	1.1747	0.745	0.6871
赖氨酸 Lys		0.8824	0.938	1.0019	
色氨酸 Trp		0.106	0.110	/	
必需氨基酸 EAA/ %		6.1093	5.291	6.6520	
氨基酸总量 TAA/ %		15.1815	13.911	15.8316	
必需氨基酸/氨基酸总量 EAA/ TAA/ %	40.2	38.0	42.0		
必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/ NEAA/ %	67.3	61.4	72.5		

#### 2.2.2 灰离褶伞子实体必需氨基酸与 2 个模式比较

由表 3 可知, 以 FAO/WHO 的必需氨基酸均衡模式为标准进行评价, 灰离褶伞子实体的必需氨基酸组成, 仅胱氨酸+蛋氨酸为限制必需氨基酸, 其它 6 种必需氨基酸均超过 FAO/WHO 评分模式中的含量。与鸡蛋模式比较灰离褶伞子实体中苯丙氨酸+酪氨酸、苏氨酸也均超过了鸡蛋模式, 其它除胱氨酸+蛋氨酸外也均接近于鸡蛋模式<sup>[2]</sup>。根据灰离褶伞子实体中必需氨基酸评分与化学评分(见表 4), 灰离褶伞子实体必需氨基酸的 AAS(除胱氨酸+蛋氨酸外)均大于 1; CS(除胱氨酸+蛋

氨酸外)均大于 0.5。结果表明,灰离褶伞子实体必需氨基酸组成比较平衡,且含量丰富。离褶伞子实体的第 1 限制氨基酸均为胱氨酸+蛋氨酸,第 2 限制氨基酸综合评定为异亮氨酸。

表 3 灰离褶伞子实体中必需氨基酸与 2 个模式的比较

必需氨基酸	灰离褶伞	FAO/WHO 模式	鸡蛋模式
异亮氨酸 Ile	4.3	4.0	6.6
亮氨酸 Leu	7.7	7.0	8.8
苏氨酸 Thr	5.8	4.0	5.1
缬氨酸 Val	6.2	5.0	7.3
胱氨酸+蛋氨酸 Cys+Met	2.0	3.5	5.5
苯丙氨酸+酪氨酸 Tyr+Phe	10.6	6.0	10.0
赖氨酸 Lys	5.8	5.5	6.4
总量	42.4	35	49.7

表 4 灰离褶伞子实体中必需氨基酸评分与化学评分

必需氨基酸	AAS	CS	EAAI
异亮氨酸 Ile	1.08 **	0.65 **	
亮氨酸 Leu	1.10	0.88	
苏氨酸 Thr	1.45	1.14	
缬氨酸 Val	1.24	0.85	76.4
胱氨酸+蛋氨酸 Cys+Met	0.57 *	0.36 *	
苯丙氨酸+酪氨酸 Tyr+Phe	1.77	1.06	
赖氨酸 Lys	1.05	0.91	
总量	8.26	5.85	

注: \* 第 1 限制氨基酸, \*\* 第 2 限制氨基酸。

2.2.3 灰离褶伞子实体鲜味氨基酸组成与比较 菌类蛋白的鲜美在一定程度上取决于其鲜味氨基酸(Flavour amino acids, FAA)(Glu, Asp, Gly, Ala)的组成与含量。鲜味氨基酸中的谷氨酸和天门冬氨酸为呈鲜味的特征氨基酸,其中谷氨酸的鲜味最强,而甘氨酸和丙氨酸是呈甘味的特征氨基酸<sup>[6]</sup>。从表 5 中可知,灰离褶伞鲜味氨基酸总量为 6.5539,比目前市场畅销、味道鲜美的真姬菇(FAA: 5.329)和杏鲍菇(FAA: 5.9962)都高。这也和实际相符。

表 5 灰离褶伞子实体中鲜味氨基酸组成

鲜味氨基酸	灰离褶伞	真姬菇	杏鲍菇
天门冬氨酸 Asp	1.5978	1.460	1.6287
谷氨酸 Glu	2.5422	2.080	2.5195
甘氨酸 Gly	0.8977	0.749	0.7690
丙氨酸 Ala	1.5162	1.040	1.0790
鲜味氨基酸总量 FAA	6.5539	5.329	5.9962
占氨基酸总量百分比 FAA/TAA (%)	43.2	38.3	37.9

2.2.4 灰离褶伞子实体中氨基酸的支/芳值 灰离褶伞中的支链氨基酸(Branched chain amino acid, BCAA)有缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸;芳香族氨基酸(Aromatic amino acid, AAA)包括苯丙氨酸和酪氨酸,灰离褶伞的支链氨基酸约为 2.8,芳香族氨基酸约为 1.6,2 项之比即支/芳值为 1.75。人体的正常支/芳值为 3~3.5,当肝受损伤时,则降为 1.0~1.5。因此,高支、低芳氨基酸及混

合物具有保肝作用<sup>[2]</sup>。杏鲍菇的支/芳值为 3.6 最高,真姬菇次之,灰离褶伞的支/芳值 1.75 也大于了 1.5。杏鲍菇应该具有保肝的作用,而灰离褶伞保肝的作用可能不太大。

表 6 灰离褶伞子实体中氨基酸的支/芳值

食用菌种类	支链氨基酸	芳香族氨基酸	支链氨基酸/芳香族氨基酸
	BCAA	AAA	BCAA/AAA
灰离褶伞	2.8	1.6	1.75
真姬菇	2.6	1.2	2.2
杏鲍菇	4.0	1.1	3.6

### 2.3 主要矿物元素的含量

由表 7 可知,灰离褶伞子实体中含有丰富的矿质元素,矿物质元素对人体的生命合成、细胞代谢及生理功能起着十分重要的作用。其中含有的大量元素钙、镁、钾、磷等是生命活动和生长发育及维持体内正常生理功能所必需的。除此之外人体还需要铁、锌、锰、铜等多种微量元素,它们在生物体内是各种激素、维生素、酶及核酸的重要组成部分,是许多酶系统的活化剂或辅助因子,甚至是组织的构成部分,参与生命物质的代谢。作为必需营养微量元素铁、锰、锌、铜的比例, Zn:Cu 为 0.97:1; Zn:Fe 为 0.69:1。按照 HILL 和 MATRON 提出的“理化性质相似的元素,其生物学功能是相互拮抗的”,且这种拮抗作用通常发生在 Zn:Cu > 10; Zn:Fe > 1 的情况下<sup>[8]</sup>。而灰离褶伞的铜铁锌比值远远小于此比值。

试验中测定每 100 g 灰离褶伞子实体干样中硒含量为 49.8 μg。硒不仅是构成谷胱甘肽过氧化酶的重要成分,而且还具有抗癌和预防克山病的功效<sup>[4]</sup>。目前,人体摄入的硒几乎全部来自食物,灰离褶伞作为菌物性食品因其易消化吸收可以成为硒的良好来源,也可以进行添加硒元素人工富硒栽培。

表 7 灰离褶伞子实体中矿物元素的含量

测试项目	矿质元素 / μg · g <sup>-1</sup>											
	Ca	Mg	K	Se	Zn	Cu	Fe	Mn	Ni	Cr	P	
灰离褶伞	98.1	911.4	416.5	13.0	49.8	44.8	46.0	64.6	40.0	0.36	0.14	9.479

### 2.4 主要维生素含量

100 g 干灰离褶伞子实体中含有 V<sub>B1</sub> 0.13 mg、V<sub>B2</sub> 1.67 mg、V<sub>C</sub> 6.57 mg。其中 V<sub>B2</sub> 含量高于 47 种干菇的平均含量 1.229 mg/100g。其它的维生素还尚未测定。

表 8 灰离褶伞子实体中主要维生素的含量

测试项目	mg · (100g) <sup>-1</sup>		
	维生素		
	V <sub>B1</sub>	V <sub>B2</sub>	V <sub>C</sub>
灰离褶伞	0.13	1.67	6.57

### 3 结论与讨论

灰离褶伞蛋白质含量高达 33.46%,而且灰离褶伞的 8 种 EAA 占 TAA 总量的 40.2%,EAA 与 NEAA 比

值 67.3%, 各项指标均超过 FAO/WHO (1973) 推荐的理想蛋白质模式。结果表明, 灰离褶伞不仅必需氨基酸种类齐全, 而且必需氨基酸之间的比例适宜, 更有利于人体吸收, 是一种十分理想的蛋白质来源。

灰离褶伞子实体必需氨基酸的 AAS (除胱氨酸+蛋氨酸外) 均大于 1; CS (除胱氨酸+蛋氨酸外) 均大于 0.5, 表明灰离褶伞子实体必需氨基酸组成比较平衡, 且含量丰富。值得注意的是, 灰离褶伞子实体中苯丙氨酸+酪氨酸的含量很高, 酪氨酸是合成儿茶酚胺类神经递质—多巴胺、肾上腺素和去甲肾上腺素的氨基酸前体物。可以作为未来提高军队、考生心理和作业效率的营养膳食补充。

菌类蛋白的鲜美在一定程度上取决于其鲜味氨基酸的组成与含量。灰离褶伞鲜味氨基酸总量为 6.5539, 比目前市场畅销、味道鲜美的真姬菇 (FAA: 5.329) 和杏鲍菇 (FAA: 5.9962) 都高。也进一步从理论上证实了灰离褶伞味道鲜美的原因。

结果表明, 灰离褶伞将是一个极具开发价值的珍稀食用菌。有关灰离褶伞有效成分及医疗保健价值应进一步研究。

#### 参考文献

- [1] FAO/WHO. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee Additives and Contaminants[S]. 1997.
- [2] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值评价氨基酸比值系数分析[J]. 营养学

报 1988, 10(2): 187-190.

- [3] Pellett P L, Young V R. Nutritional Evaluation of Protein Foods[M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980: 26-29.
- [4] 陈琴, 黄钧, 唐章生, 等. 南美鲱鱼的含肉率及肌肉营养评价[J]. 动物学杂志 2002, 37(1): 53-57.
- [5] 姜华, 黄清荣, 臧丽丽, 等. 黄伞菌丝蛋白质营养价值评价[J]. 菌物学报 2005, 24(3): 441-445.
- [6] 郡司笃孝. 食品添加剂手册[M]. 刘纯洁, 张娟婷, 译. 北京: 中国展望出版社 1988: 157-160.
- [7] 李正忠. 花粉、灵芝与珍珠中必需氨基酸的定量测定与分析比较[J]. 氨基酸分析, 1988(4): 41-43.
- [8] 柳琪, 滕蕊, 张炳春. 中华鳖氨基酸和微量元素的分析研究[J]. 氨基酸和生物资源 1995, 17(1): 18-21.
- [9] 彭智华, 龚敏芳. 蛋白质的营养评价及其在食用菌营养评价上的应用[J]. 食用菌学报, 1996, 3(3): 56-64.
- [10] 桥本芳郎. 养鱼饲料学[M]. 蔡完其, 译. 北京: 中国农业出版社, 1980: 114-115.
- [11] 史琦云, 邵威平. 八种食用菌营养成分的测定与分析[J]. 甘肃农业大学学报 2003, 38(3): 336-339.
- [12] 孙雷, 周德庆, 盛晓风. 南极磷虾营养评价与安全性研究[J]. 海洋水产研究 2008, 29(2): 57-64.
- [13] 王耀松, 邢增涛, 冯志勇, 等. 真姬菇营养成分的测定与分析[J]. 菌物研究 2006(4): 33-37.
- [14] 颜明娟, 江枝和, 蔡顺香. 杏鲍菇营养成分的分析[J]. 食用菌 2002(2): 11-12.
- [15] 赵法级, 陈洪章, 沈漪萍. 酶解猪血纤维蛋白的营养评价[J]. 营养学报 1984, 6(1): 27-33.

## Determination and Evaluation of Nutritional Components in *Lyophyllum cinerascens* Fruit-bodies

LI Xiao, ZHANG Shi Ying, LI Yu

(Engineering Research Center of Edible and Medicinal Fungi, Ministry of Education, Mycology Institute of Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

**Abstract:** The nutritional components of *L. cinerascens* fruit-bodies were tested and analyzed, contents of crude protein, fiber, fat, ash and polysaccharide in the fruit-bodies were 33.46%, 7.15%, 1.49%, 5.85% and 9.64%. Contents of essential amino acid(EAA) and non-essential amino acid(NEAA) in 100 g protein were 6.1093 g, 9.0722 g, total amino acid were 15.1815 g/100g. Amino Acid Score(AAS), Chemical Score(CS), Essential Amino Acid Index(EAAI) were 8.26, 5.85, 76.4, respectively, flavour amino acids were 6.5539 g/100g. And EAA/TAA, EAA/NEAA were 40.2%, 67.3%. And the contents of mineral elements, vitamin were abundant. In conclusion, *L. cinerascens* was found to be a delicious mushroom of high nutritional value, which well deserves exploitation and utilization.

**Key words:** root mushroom; *Comatus*; AAS; flavour amino acids