

黑龙江省 4 种香蘑属真菌子实体的氨基酸分析

李佳琳¹, 张昆², 李春丰¹, 刘德江¹, 姜成¹, 杜春梅¹, 赵晔³, 赵永勋^{1*} (1. 佳木斯大学生命科学学院, 黑龙江佳木斯 154007; 2. 佳木斯大学基础医学院, 黑龙江佳木斯 154007; 3. 北京碧水源膜科技股份有限公司, 北京 102206)

摘要 [目的]对几种香菇属真菌子实体中的蛋白质和氨基酸等营养成分进行分析,为香菇属真菌的开发利用提供依据。[方法]以花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑 4 种香菇属真菌子实体为材料,对其粗蛋白、氨基酸等营养成分进行了测定和分析。[结果]花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑子实体粗蛋白含量分别为 23.23%、21.03%、19.60% 和 18.32%,氨基酸种类齐全,必需氨基酸含量分别占总氨基酸的 41.46%、42.56%、42.55% 和 44.49%,4 种香菇的氨基酸配比比较合理。4 种香菇子实体中必需氨基酸含量占氨基酸总量(E/T)、必需氨基酸与非必需氨基酸比值(E/N)均超过了世界卫生组织/联合国粮农组织(WHO/FAO)提出的 E/T 在 40%、E/N 值在 60% 以上的要求。紫丁香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为酪氨酸+苯丙氨酸,白香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为异亮氨酸,花脸香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为亮氨酸,灰褐香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为异亮氨酸和赖氨酸。[结论]花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑子实体均具有较高的营养价值和保健功能。

关键词 香菇属;氨基酸;限制性氨基酸

中图分类号 S646 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)33-0080-03

Analysis on Amino Acid of Fruiting Bodies from Four Kinds of *Lepista* in Heilongjiang Province

LI Jia-lin¹, ZHANG Kun², LI Chun-feng¹, ZHAO Yong-xun^{1*} et al (1. College of Life Science, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007; 2. Basic Medical College, Jiamusi University Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract [Objective] The aim was to analyze protein and amino acids in fruiting bodies of several kinds of *Lepista*, to provide reference basis for development and utilization of *Lepista fungi*. [Method] With fruiting bodies of four kinds of *Lepista* as materials, crude protein, amino acids were determined and analyzed. [Result] Crude protein contents in *L. sordida*, *L. nuda*, *L. caespitosa* and *L. luscina* were 23.23%, 21.03%, 19.60% and 18.32%. The contents of essential amino acids accounted for 41.46%, 42.56%, 42.55% and 44.49% of the total amino acids, respectively. The proportions of amino acids in four kinds of *Lepista* were reasonable. The E/T and E/N exceeded WHO/FAO standards of E/T (40%) and E/N (60%). The first limiting amino acid of the fruit body protein of *L. nuda* was Tyr + Phe, The first limiting amino acid of the fruit body protein of *L. caespitosa* was Ile, while it was Leu in *L. sordida*. The first limiting amino acid of the fruit body protein of *L. luscina* was Ile and Lys. [Conclusion] *L. sordida*, *L. nuda*, *L. caespitosa* and *L. luscina* fruiting bodies had higher nutritional value and health protection value.

Key words *Lepista*; Amino acid; Limiting amino acid

香菇属(*Lepista*)属于担子菌亚门(Basidiomycotina)层菌纲(Hymenomycetes)伞菌目(Pluteaceae)白蘑科(Thicholomataceae)。香菇属真菌一般于夏秋季在阔叶树腐木上单生或群生,广泛分布在我国的黑龙江、吉林、河北等地区^[1]。花脸香蘑(*L. sordida*)、紫丁香蘑(*L. nuda*)、白香蘑(*L. caespitosa*)和灰褐香蘑(*L. luscina*)子实体味道鲜美,蛋白质含量较高,脂肪含量低,营养丰富,品质优良,是一类具有较高经济价值的野生食用菌^[2]。研究人员对香菇属真菌进行了多方面研究。国内对花脸香蘑、紫丁香蘑的生物学特性^[3-5]、化学成分^[6-8]、驯化栽培方法^[9-10]及液体培养^[11]等方面进行了研究。有些学者从试验中得出,一些香菇属真菌的子实体具有良好的抗氧化活性和抗菌活性^[12-14],因此对香菇属真菌的研究具有重要意义。

有关花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑子实体中氨基酸的比较分析国内尚少见报道。笔者对花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑子实体中的蛋白质和氨基酸等营养成分进行了测定,并对其进行了营养学分析,旨在为这 4 种香菇属真菌的进一步开发利用提供理论依据。

1 材料与方

1.1 材料 花脸香蘑(*L. sordida*)、紫丁香蘑(*L. nuda*)、白香蘑(*L. caespitosa*)和灰褐香蘑(*L. luscina*)子实体采自于黑

龙江省佳木斯市申家店林场、黑龙江省汤原县兴林林场等地。采集的子实体用干燥箱于 60℃ 下烘干,粉碎后备用。

主要仪器设备:日立 L-8900 氨基酸自动分析仪;KDF-C 自动凯氏定氮仪。

1.2 方法

1.2.1 氨基酸分析。待测液体的制备:取 0.2 g 样品,置于 100 mL 干燥烧瓶中,加入 10 mL 6 mol/L 的盐酸,抽真空,充氮气,110℃,22 h,用纯水定容至 100 mL,取 1 mL 于 5 mL 的离心管中,60℃ 真空烘干,加 1 mL 纯水,60℃ 真空烘干,用 0.02 mol/L 盐酸溶解,溶解后用 0.45 μm 滤头过滤,得待测溶液上机分析。

1.2.2 蛋白质含量测定。采用微量凯氏定氮法。

1.2.3 氨基酸评分。根据 Bano 等^[15]的方法,氨基酸评分(Amino Acid Score, AAS)为试验蛋白质中某一必需氨基酸占世界卫生组织/联合国粮农组织(WFO/FAO)评分模式中相应氨基酸含量的百分比。AAS 值越接近 100%,与评分模式氨基酸组成越接近。按照下式计算:

$$AAS = \frac{A_x}{A_s} \times 100\%$$

式中, A_x 为试验蛋白质氨基酸含量(mg/g); A_s 为 WHO/FAO 评分模式氨基酸含量(mg/g)。

1.2.4 氨基酸比值系数(RCAA)^[15]。RCAA 由下式表示:

$$RCAA = \frac{\text{氨基酸比值}}{\text{氨基酸比值的均数}}$$

由于不同种类食用菌中各种氨基酸比值不同,故可计算

基金项目 佳木斯大学科学技术研究重点项目(Sz-2011-010)。
作者简介 李佳琳(1979-),女,黑龙江同江人,讲师,硕士,从事应用微生物学研究。* 通讯作者,教授,从事真菌生物化学研究。
收稿日期 2016-09-20

RCAA。如果食用菌蛋白质氨基酸组成含量比例与模式氨基酸一致,则各种必需氨基酸的 RCAA 值应等于1,数值大于或小于1均表示偏离模式氨基酸,RCAA >1 表明该种必需氨基酸相对过剩,RCAA <1 则表明该种必需氨基酸相对不足,RCAA 最小者则为第一限制性氨基酸。

2 结果与分析

2.1 4种香蘑属真菌子实体氨基酸组成 试验得出,花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑子实体粗蛋白含量分别为23.23%、21.03%、19.60%和18.12%;所含氨基酸种类完全,氨基酸总量由多到少依次为紫丁香蘑、花脸香蘑、白香蘑、灰褐香蘑(表1)。

由表2可见,花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑、灰褐香蘑的必需氨基酸含量占氨基酸总量比值(E/T)分别为41.46%、42.56%、42.55%和44.49%,必需氨基酸与非必需氨基酸比值(E/N)分别为70.83%、74.09%、74.08%和80.15%,均达到了WHO/FAO提出的E/T在40%、E/N值应在60%以上的要求^[16]。

天冬氨酸和谷氨酸是主要的呈味氨基酸,是食物中的重要鲜味物质。花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑子实体中,这2种氨基酸含量之和分别为35.2、31.8、29.1和22.3 g/kg,与氨基酸总量的比值分别为28.62%、24.52%、

25.80%和23.85%。表明这4种香蘑属真菌都是口感鲜美的天然食品资源。

表1 4种香蘑属真菌子实体中的氨基酸组分

氨基酸 Amino acids	花脸香蘑 <i>L. sordida</i>	紫丁香蘑 <i>L. nuda</i>	白香蘑 <i>L. caespitosa</i>	灰褐香蘑 <i>L. luscina</i>
天冬氨酸 Asp	11.5	11.1	10.9	8.8
苏氨酸 Thr	7.3	6.8	6.7	5.1
丝氨酸 Ser	7.2	6.4	6.3	5.5
谷氨酸 Glu	23.7	20.7	18.2	13.5
甘氨酸 Gly	6.1	6.3	6.1	5.6
丙氨酸 Ala	8.7	8.2	8.1	6.3
蛋氨酸 Cys	1.8	8.2	1.8	1.8
缬氨酸 Val	5.7	5.5	5.3	4.3
甲硫氨酸 Met	7.2	7.7	7.4	7.8
异亮氨酸 Ile	4.9	4.5	4.3	3.5
亮氨酸 Leu	8.3	7.9	7.9	6.9
酪氨酸 Tyr	3.3	2.9	3.1	3.3
苯丙氨酸 Phe	5.6	5.2	5.0	4.1
赖氨酸 Lys	6.9	6.5	6.6	4.8
组氨酸 His	3.6	10.1	3.3	2.5
精氨酸 Arg	6.6	7.0	7.2	5.1
脯氨酸 Pro	4.7	4.7	4.6	4.6
氨基酸总含量 Total content	123.1	129.7	112.8	93.5

表2 4种香蘑属真菌子实体中的必需氨基酸含量

Table 2 Essential amino acids composition in fruiting bodies of four kinds of *Lepista*

香蘑 <i>Lepiota</i>	Thr g/kg(DW)	Val g/kg(DW)	Met + Cys g/kg(DW)	Ile g/kg(DW)	Leu g/kg(DW)	Phe + Tyr g/kg(DW)	Lys g/kg(DW)	Gross g/kg(DW)	E/T %	E/N %
花脸香蘑 <i>L. sordida</i>	7.3	5.7	9.0	4.9	8.3	8.9	6.9	51.0	41.46	70.83
紫丁香蘑 <i>L. nuda</i>	6.8	5.5	15.9	4.5	7.9	8.1	6.5	55.2	42.56	74.09
白香蘑 <i>L. caespitosa</i>	6.7	5.3	9.2	4.3	7.9	8.1	6.6	48.1	42.55	74.08
灰褐香蘑 <i>L. luscina</i>	5.1	4.3	9.6	3.5	6.9	7.4	4.8	41.6	44.49	80.15

2.2 营养学分析

2.2.1 必需氨基酸质量分数。由表3可见,4种香蘑属真菌子实体中蛋白质的必需氨基酸质量分数大小依次为紫丁香

蘑、白香蘑、灰褐香蘑、花脸香蘑。但是,均低于FAO/WHO模式与标准鸡蛋模式中必需氨基酸的含量。

2.2.2 AAS。AAS在有些资料中也称之为氨基酸比值(ratio

表3 4种香蘑属真菌子实体中蛋白质的必需氨基酸质量分数

Table 3 Protein mass fraction of essential amino acids in fruiting bodies of four kinds of *Lepista*

香蘑 <i>Lepiota</i>	Thr	Val	Cys + Met	Ile	Leu	Tyr + Phe	Lys	总量 The total
花脸香蘑 <i>L. sordida</i>	31.60	27.10	38.74	21.09	35.73	38.31	29.70	222.27
紫丁香蘑 <i>L. nuda</i>	32.30	26.15	75.06	21.40	37.57	30.91	31.50	254.89
白香蘑 <i>L. caespitosa</i>	34.20	27.04	46.94	21.94	40.31	33.67	45.70	249.80
灰褐香蘑 <i>L. luscina</i>	28.20	23.73	52.98	19.32	37.66	40.84	26.45	229.22
FAO/WHO 模式	40.00	35.00	50.00	40.00	70.00	60.00	55.00	350.00

of amino acid, RAA)。由表4可见,4种香蘑属真菌子实体蛋白质的各种氨基酸评分大多数小于100%,总评分均低于WHO/FAO评分模式氨基酸含量,达到其50%左右。其中,灰褐香蘑为最低,为48.16%。香蘑属真菌与其他食物搭配实现蛋白质互补,可有效提高其营养价值。

2.2.3 RCAA^[15]。由表5可见,4种香蘑属真菌子实体中的多数必需氨基酸的RCAA相对偏离模式氨基酸;紫丁香蘑子实

体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Tyr + Phe,白香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Ile,花脸香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Leu,灰褐香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Ile和Lys。

3 结论

该试验得出,花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑、灰褐香蘑4种香蘑属真菌子实体粗蛋白含量分别为23.23%、21.03%、

表4 4种香蘑属真菌子实体蛋白质的氨基酸评分

Table 4 Amino acid score of protein from fruiting bodies in four kinds of *Lepista*

%

香蘑 <i>Lepiota</i>	Thr	Val	Cys + Met	Ile	Leu	Tyr + Phe	Lys	总评分 The total
花脸香蘑 <i>L. sordida</i>	79.00	77.43	77.48	52.73	51.04	63.85	54.00	51.04
紫丁香蘑 <i>L. nuda</i>	80.75	74.71	150.12	53.50	53.67	51.52	57.27	51.52
白香蘑 <i>L. caespitosa</i>	85.50	77.26	93.88	54.85	57.59	56.12	83.09	54.84
灰褐香蘑 <i>L. luscina</i>	70.50	67.80	101.89	48.30	53.80	68.07	48.16	48.16

表5 4种香蘑属真菌子实体蛋白质中氨基酸比值系数

Table 5 RCAA of protein from fruiting bodies in four kinds of *Lepista*

香蘑 <i>Lepiota</i>	Thr	Val	Cys + Met	Ile	Leu	Tyr + Phe	Lys
花脸香蘑 <i>L. sordida</i>	1.22	1.19	1.19	0.81	0.78	0.98	0.83
紫丁香蘑 <i>L. nuda</i>	1.21	1.12	2.25	0.80	0.80	0.77	0.86
白香蘑 <i>L. caespitosa</i>	1.18	1.06	1.29	0.76	0.79	0.77	1.14
灰褐香蘑 <i>L. luscina</i>	1.08	1.04	1.56	0.74	0.82	1.04	0.74

19.60%和18.32%,氨基酸种类齐全,必需氨基酸含量占氨基酸总量(E/T)分别为41.46%、42.56%、42.55%和44.49%,4种香蘑的氨基酸配比比较合理。4种香蘑子实体中E/T、E/N均超过了WHO/FAO提出的E/T在40%、E/N值应在60%以上的要求。紫丁香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Tyr + Phe,白香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Ile,花脸香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Leu,灰褐香蘑子实体中蛋白质的第一限制性氨基酸为Ile和Lys。

根据对花脸香蘑、紫丁香蘑、白香蘑和灰褐香蘑子实体的蛋白质和氨基酸等营养成分分析可知,4种香蘑属真菌均具有较高的营养价值和保健功能。

食用菌生产符合发展高效农业、立体农业和生态农业的要求,可以提高资源的综合利用率,促进农业生态平衡^[17]。因此,应加强对这4种香蘑属真菌的生态调查、驯化以及菌种培育等研究工作,以便使这一优良的野生种质资源尽快得到有效利用。

参考文献

- [1] 卯晓岚. 中国大型真菌[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2000:177-180.
- [2] 李挺,宋斌,林群英,等. 我国香蘑属真菌研究进展[J]. 安徽农业科学,2011,39(13):7579-7581.
- [3] 周峰,王瑞娟,李玉,等. 珍稀食药菌紫丁香蘑的研究进展[J]. 食用

菌学报,2010,17(4):79-83.

- [4] 赵婷,陈艳秋,李玉. 紫丁香蘑菌丝体培养特性试验[J]. 食用菌,2009,31(6):10-11.
- [5] 孟玲,王丽华,黄芳,等. 花脸香蘑菌丝体培养特性的研究[J]. 食用菌学报,2010,17(3):41-45.
- [6] 胡先运,张文娟,罗心毅,等. 花脸香蘑海藻糖多糖及营养成分分析[J]. 食用菌,2011(6):60-62.
- [7] 高锦明,董泽军,杨雪,等. 紫丁香蘑的化学成分[J]. 中草药,2002,33(5):398-401.
- [8] 罗心毅,洪江,张勇民. 人工栽培花脸香蘑氨基酸研究[J]. 氨基酸与生物资源,2003,25(3):14-15.
- [9] 胡七金,谢福泉. 花脸香蘑 *Le. s0529-1* 菌株的特性与熟料袋栽技术要点[J]. 浙江食用菌,2008,16(2):15-17.
- [10] 郭勇,彭卫红,贾定洪. 花脸香蘑的栽培技术[J]. 食用菌,2007,29(3):41-42.
- [11] 王剑峰,白涛,饶军. 花脸香蘑液态发酵条件研究[J]. 中国食用菌,2007,26(4):44-46.
- [12] 李凡,薛春梅,赵晔,等. 四种香蘑属真菌子实体抗氧化活性比较分析[J]. 安徽农业科学,2015,43(4):15-17.
- [13] DULGER B, ERGUL C C, GUCIN F. Antimicrobial activity of the macrofungus *Lepista nuda* [J]. *Fitoterapia*, 2002, 73(7/8):695-697.
- [14] MERCAN N, DURU M E, TURKOGLU A, et al. Antioxidant and antimicrobial properties of ethanolic extract from *Lepista nuda* [J]. *Annals of microbiology*, 2006, 56(4):339-344.
- [15] BANO Z, RAJRATHNAM S. Pleurotus mushroom as a nutritious food [M]//Tropical mushrooms biological nature and cultivation methods. Hong Kong, China: The Chinese University Press, 1982: 363-380.
- [16] PELLET T P L, YOUNG V R. Nutritional evaluation of protein foods [M]. Tokyo, Japan: The United National University, 1980.
- [17] 沈恒胜,陈君琛,汤葆莎. 食用菌产业的可持续发展与再生资源利用[J]. 中国食物与营养,2005(10):18-20.

(上接第73页)

3.2.6 切实巩固沙化土地治理成果。防治土地沙化要充分依靠沙化区广大干部群众和科技工作者,探索治理沙化的新手段。在技术上可行、经济上可能的前提下,充分利用沙化资源优势,提高沙化生态系统综合防护能力和群众经济实力,巩固现有治理成果,杜绝返沙现象的发生。

3.2.7 运用监测成果,强化监测管理。要建立健全沙化预警系统和专家咨询决策系统。要建立完备的生态监测体系,对土地沙化进行监测和预警;跟踪已经实施的重点生态工程,评估各类生态建设工程的成效,总结和推广科学的治理

模式,提高工程治理成效。建立专家咨询决策系统,提高土地利用和生态建设的科学性,避免盲目性和长官意志,规范政府的决策机制。要建立完整的沙化监测体系,保证稳定的队伍和充足的经费,依法履行监测职能,为各级政府科学防沙治沙、防止土地沙化提供科学依据。

参考文献

- [1] 国家林业局. 全国荒漠化和沙化监测技术规定(2013 修订稿) [A]. 2014.
- [2] 安徽省森林资源监测中心. 第五次全国荒漠化和沙化监测安徽省沙化土地监测成果(二零一四年) [Z]. 2015.
- [3] 安徽省林业调查规划院. 第四次全国荒漠化和沙化监测安徽省沙化土地监测成果 [Z]. 2010.