

蝉花菌质主要营养成分和活性成分分析

Analysis of nutritional and bioactive components of
solid-state fermented substrate of *Isaria cicadae*

于士军¹ 柴新义¹ 樊美珍²

YU Shi-jun¹ CHAI Xin-yi¹ FAN Mei-zhen²

(1. 滁州学院生物与食品工程学院, 安徽 滁州 239012;

2. 安徽农业大学安徽省微生物防治重点实验室, 安徽 合肥 230036)

(1. School of Biology & Food Engineering, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239012, China;

2. Anhui Provincial Key Laboratory of Microbial Control, Hefei, Anhui 230036, China)

摘要:蝉花是寄生在蝉幼虫上的一种虫草菌,蝉花菌质是指由蝉花的营养菌丝和经发酵的培养基质组成的营养物质。通过对蝉花菌质营养成分和活性成分的研究和分析,结果表明:蝉花菌质蛋白含量为16.17%、总糖含量为38.87%、脂肪含量为1.43%,其中饱和脂肪酸含量达1.18%。通过对蝉花菌质氨基酸的分析,在FAO/WHO的评分模式中,其第一限制氨基酸是赖氨酸。蝉花菌质V_E和V_C的含量分别达1 833 mg/kg和239 mg/kg。此外,蝉花菌质中还有腺苷、甘露醇等虫草类真菌的活性成分。该研究结果为蝉花菌质的进一步开发利用奠定了理论基础。

关键词:蝉花;菌质;营养成分;分析

Abstract: In the present work, the nutritional and bioactive components of the solid-state fermented substrate of *I. cicadae* were studied. And the results indicated that the contents of protein, total sugar and fat acid were 16.17%, 38.87% and 1.43%, respectively. The unsaturated fat acid content was 1.18%. The amino acid profile was analyzed and lysine was the first restrictive amino acid in the FAO/WHO model. The contents of vitamin E and C were 1 833 mg/kg and 239 mg/kg, respectively. Furthermore, the fermented substrate contained adenosine, mannitol and polysaccharide. This work provided basic information for the further development of Fermented Substrate of *I. cicadae*.

Keywords: *Isaria cicadae*; fermented substrate; nutritional component; analysis

蝉花(*Isaria cicadae* Miquel),是一种名贵中药材,是寄生在蝉(俗称“知了”)幼虫上的一种虫草菌,其无性型为蝉棒束孢。隋唐年间的甄权(541~643)所著《药性论》对金蝉花

的形态和药用价值都进行了记载:“其蛻壳,头上有一角,如冠状,谓之,最佳。味甘寒,无毒。主小儿天吊,惊痫,夜啼心悸”^[1]。

现代医学研究^[2]表明,蝉花具有显著的免疫调节、抗肿瘤和改善肾功能等作用。Cheng等^[3]对蝉花胞内多糖的免疫活性进行了研究,结果表明蝉花多糖对体外巨噬细胞增殖有直接的免疫刺激作用,可剂量依赖地刺激NO的产生。Kuo等^[4]研究证明蝉花中的麦角甾醇过氧化物可以抑制初级T淋巴细胞的增殖。Wang等^[5]研究表明蝉花水提物可以减缓肝癌细胞MHCC97H的生长。Takano等^[6]从金蝉花发酵液中分离出一种可以促进Th1免疫反应的蛋白多糖,该多糖可以增加大鼠派氏集合淋巴结细胞中白介素-2和干扰素-γ的浓度。

蝉花还有含有丰富的营养成分。张红霞等^[7]对采自浙江宁海的天然蝉花及分离菌种在麦仁培养基上发酵培养的蝉花子实体进行分析,发现,天然蝉花中粗蛋白含量高达39.79%,人工培养的蝉花子实体中粗蛋白含量31.18%。滕晔等^[8]对浙江湖州的野生金蝉花及人工培养的蝉花进行了氨基酸成分的分析,结果表明,除丙氨酸外,液体发酵获得的蝉花与野生蝉花所有的氨基酸种类均一样,且多种氨基酸的含量高出野生蝉花。此外,高增平等^[9]对天然蝉花(采自杭州岳王庙)中无机元素进行了全面分析测定,并跟冬虫夏草进行了比较,发现蝉花含有丰富的矿物元素,其中铁、锌含量特别高,分别占各自营养素参考值1 527%和206%,分别是冬虫夏草中铁和锌含量的2.69倍和3.27倍,属高铁和富含锌的食品。

蝉花菌质是指由蝉花的营养菌丝和经发酵的培养基质组成的营养物质。由于蝉花培养过程中,菌丝和很多生物活

基金项目:国家星火计划项目(编号:2013GA680004)

作者简介:于士军(1983—),男,滁州学院工程师,博士。

E-mail: yushijun@outlook.com

收稿日期:2014-08-26

性成分分泌到培养基中,随着活性成分的转化,培养基中有了众多的营养物质和活性成分^[1]。开发应用这部分资源,也是蝉花人工生产中的一个重要环节。本研究拟对蝉花菌质的营养成分进行分析,以期对蝉花菌质的开发应用提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

将灭菌的小麦等培养基接种蝉花液体菌种,在(23±2)℃的环境中培养 24 d,将蝉花孢梗束采收后,将剩余部分烘干、粉碎即为蝉花菌质粉;

小麦培养基:小麦 1 000 g,水 1 400 g,KH₂PO₄ 0.5 g,MgSO₄ 0.4 g;

无水乙醇:分析纯,苏州化学试剂厂;
甲醇:色谱纯,江苏恒安试剂公司;
磷酸二氢钾:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;
苯酚:分析纯,中国医药集团上海化学试剂公司;
硫酸:分析纯,上海建信化工有限公司试剂厂;
腺苷:分析纯,美国 Sigma 公司。

1.2 主要仪器

电子分析天平:AE200 型,瑞士 Mettler Toledo 公司;
脂肪测定仪:SE-416 Soxtherm 型,德国 Gerhardt 公司;
高效液相色谱仪:Agilent 1100 型,美国 Agilent 公司;
氨基酸自动分析仪:Hitachi L-8900 型,日本 Hitachi 公司;
原子吸收分光光度计:TAS-990AFG 型,北京普析通用仪器有限责任公司。

1.3 测定方法

1.3.1 基本营养成分测定

- (1) 水分:按 GB/T 5009.3—2010 执行;
- (2) 蛋白质:按 GB/T 5009.5—2010 执行;
- (3) 脂肪:按 GB/T 5009.6—2003 执行;
- (4) 饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸:按 GB/T 22110—2008 执行;
- (5) 总糖:按 GB/T 5009.7—2008 执行;
- (6) 碳水化合物:按 GB/T 5009.7—2008、GB/T 5009.9—2008 执行;
- (7) 可溶膳食纤维、不可膳食纤维:按 GB/T 5009.88—2008 执行;
- (8) 能量:按照卫监督法[2007]300 号执行。

1.3.2 氨基酸测定 按 GB/T 5009.124—2003 执行。

1.3.3 维生素测定

- (1) V_A、V_E:按 GB/T 5009.82—2003 执行;
- (2) V_{D₃}:按 GB 5413.9—2010 执行;
- (3) V_C:按 GB/T 5009.159—2003 执行;
- (4) 胆固醇:按 GB/T 22220—2008 执行;

- (5) 烟酸(胺):按 GB/T 5413.15—2010 执行;
- (6) 叶酸:按 GB 5413.16—2010 执行;
- (7) V_{B₁}、V_{B₂}、V_{B₆}:参照文献[10]。

1.3.4 矿质元素测定

- (1) 钠、钾:按 GB/T 5009.91—2003 执行;
- (2) 镁、铁、锰:按 GB/T 5009.90—2003 执行;
- (3) 钙:按 GB/T 5009.92—2003 执行;
- (4) 磷、硒、钼和碘:按 GB/T 23374—2009 执行;
- (5) 锌:按 GB/T 5009.14—2003 执行;
- (6) 铜:按 GB/T 5009.13—2003 执行;
- (7) 铬:按 GB/T 5009.123—2003 执行;
- (8) 镉:按 GB/T 5009.15—2003 执行。

1.3.5 腺苷、甘露醇、多糖检测

- (1) 腺苷:参照文献[11]和[12];
- (2) 甘露醇:参照文献[13];
- (3) 多糖:参照文献[14]和[15]。

1.4 统计分析

每个指标测定次数 $n=3$,结果以 $\bar{x}\pm s$ 表示。

2 结果与分析

2.1 主要营养成分

菌质中,蛋白质的含量为 16.17%,碳水化合物含量高达 71.00%;脂肪含量仅 1.43%,并且不饱和脂肪的含量显著高于饱和脂肪的含量,占 82.52%。纤维素含量为 8.03%,食物性纤维能维护肠道生态、有利于心血管系统的健康等。表 1 中的数据表明,蝉花菌质中 90% 以上为蛋白、脂肪、纤维和碳水化合物,属人体必需的六大类营养物质^[16]。

表 1 蝉花菌质主要营养成分含量(($\bar{x}\pm s$, $n=3$,干重)[†]

Table 1 Contents of nutritional components of fermented substrates of *I. cicadae* ($\bar{x}\pm s$, $n=3$, dry weight)

项目	含量/%
水	6.07±0.16
蛋白质	16.17±0.81
脂肪酸	1.43±0.38
饱和脂肪酸	0.25±0.08
不饱和脂肪	1.18±0.33
总糖	38.87±1.86
碳水化合物	71.00±1.47
可溶性纤维	4.40±2.16
不可溶性纤维	3.63±1.42

† 总能量为(15.35±0.47) kJ/g。

2.2 氨基酸含量和组成分析

试验检测了蝉花菌质中的 17 种氨基酸(见表 2),总氨基酸(TAA)含量为 9.52%,必需氨基酸(EAA)占总氨基酸含

表 2 蝉花菌质中氨基酸含量($x \pm s$, $n=3$, 干重)[†]

Table 2 Amino acids contents of fermented substrates of *I. cicadae* ($x \pm s$, $n=3$, dry weight)

氨基酸	含量/%	氨基酸	含量/%
天冬氨酸 #	0.79±0.04	异亮氨酸 *	0.33±0.02
苏氨酸 *	0.43±0.03	亮氨酸 *	0.58±0.04
丝氨酸	0.46±0.05	酪氨酸	0.56±0.05
谷氨酸 #	1.80±0.21	苯丙氨酸 *	0.41±0.02
甘氨酸 #	0.44±0.02	赖氨酸 *	0.43±0.04
丙氨酸 #	0.60±0.09	组氨酸	0.23±0.05
半胱氨酸	0.21±0.02	精氨酸	0.74±0.07
缬氨酸 *	0.66±0.06	脯氨酸	0.69±0.10
甲硫氨酸 *	0.16±0.07		

† *. 必须氨基酸; #. 风味氨基酸; EAA 为 3.00%, TAA 为 9.52%, FAA 为 3.63%, NEAA 为 6.52%; EAA/TAA 为 31.51%, EAA/NEAA 为 46.01%, FAA/TAA 为 38.13%。

量的 31.51%, 必需氨基酸与非必需氨基酸(NEAA)的比例为 46.01%。从氨基酸组成来看, 谷氨酸含量最高位 1.80%, 其次为天冬氨酸, 含量为 0.79%; 甲硫氨酸含量最低, 为 0.16%。其中, 谷氨酸、天冬氨酸是鲜味氨基酸中的特征性氨基酸, 谷氨酸的鲜味最强。鲜味氨基酸(FAA)占总氨基酸的 38.13%, 鲜味氨基酸的含量和组成决定了蝉花菌质的鲜美与可口程度。

2.3 蛋白质的 AAS 和 CS

由表 3 可知, 蝉花菌质蛋白质的 AAS 和 CS 分别是 48.95 和 77.57。在 FAO/WHO 的评分模式中, 即根据 AAS, 蝉花菌质的第一限制氨基酸是赖氨酸; 但是在鸡蛋评分模式中, 即根据 CS, 蝉花菌质的第一限制氨基酸是异亮氨酸。与一般食用菌蛋白质的限制氨基酸一致^[17]。

2.4 维生素类测定

蝉花菌质中含有丰富的脂溶性维生素(见表 4), 如 V_E 含量高达 1 833 mg/kg, V_{D_3} 含量为 7.97 mg/kg, V_A 含量为

表 3 蝉花菌质蛋白质的 AAS 和 CS

Table 3 AAS and CS of solid-state fermented substrate of *I. cicadae*

氨基酸	AAS	CS
异亮氨酸	51.70	77.57
亮氨酸	51.43	84.79
赖氨酸	48.95	77.90
蛋氨酸+半胱氨酸	64.72	80.50
苯丙氨酸+酪氨酸	99.63	130.21
苏氨酸	66.73	115.04
缬氨酸	81.57	125.17
蛋白评分	48.95	77.57

表 4 蝉花菌质中维生素含量($x \pm s$, $n=3$, 干重)

Table 4 Vitamins contents of fermented substrates of *I. cicadae* ($x \pm s$, $n=3$, dry weight)

维生素	含量/(mg · kg ⁻¹)	维生素	含量/(mg · kg ⁻¹)
V_A	1.23±0.45	V_{B1}	35.73±1.12
V_{D_3}	7.97±1.31	V_{B2}	26.60±4.16
V_E	1 833.33±57.74	V_{B6}	71.80±9.71
V_C	239.00±9.54	烟酸	1.43±0.64
胆固醇	15.97±1.44	叶酸	2.83±0.66

1.23 mg/kg。脂溶性维生素是肠外营养不可缺少组成部分之一, 婴幼儿需求量较大。此外, 蝉花菌质中 V_C 含量也较为丰富, 为 239 mg/kg。蝉花菌质中还含有多 B 族维生素, 其中 V_{B1} 含量高达 35.73 mg/kg, V_{B2} 含量达到 26.60 mg/kg, V_{B6} 含量高达 71.80 mg/kg。B 族维生素是所有人组织必不可少的营养素, 作为辅酶参与体内糖、蛋白质和脂肪的代谢, 是食物释放能量的关键^[18]。

2.5 矿质元素含量与分析

矿物质元素是维持生命及正常新陈代谢必需的物质, 在人体内不能自行合成。本研究共检测了 14 种无机元素(见表 5), 其中大量元素中 P 含量最高, 为 2 296.67 mg/kg; 其次为 K, 为 1 178.00 mg/kg。K/Na 值为 2.64, 这种高钾低钠结构对高血压、高血脂症患者特别有益^[19]。微量元素中 Zn、Fe 和 I 含量较高, 分别为 52.03, 29.13, 28.13 mg/kg。重金属元素 Cr 和 Cd 均未检出。

2.6 主要活性成分

由表 6 可知: 除主要的营养成分外, 蝉花菌质中还含有一些活性成分, 其中腺苷含量为 0.39 mg/g, 甘露醇含量为 2.76%, 多糖含量为 17.84%。从检测结果可知: 蝉花菌质不仅含有人体需要的多种营养物质, 还含有腺苷、多糖等生物活性成分, 表明蝉花菌质具有营养和保健功能。

3 结论

通过对蝉花菌质的主要营养成分和活性成分的研究和分析, 结果表明: 蝉花菌质是一种高蛋白、高糖和低脂肪类的

表 5 蝉花菌质中矿物质含量($x \pm s$, $n=3$, 干重)

Table 5 Contents of mineral elements of fermented substrates of *I. cicadae* ($x \pm s$, $n=3$, dry weight)

矿物质	含量/(mg · kg ⁻¹)	矿物质	含量/(mg · kg ⁻¹)
钠	434.47±9.18	硒	0.13±0.08
钙	847.60±130.58	铜	5.23±0.32
钾	1 147.47±254.31	铬	未检出
镁	1 178.00±23.64	锰	20.87±3.59
磷	2 296.67±257.85	隔	未检出
铁	29.13±3.15	钼	0.10±0.05
锌	52.03±5.40	碘	28.13±4.22

表 6 蝉花菌质活性成分含量($x \pm s$, $n=3$, 干重)
Table 6 Bioactive components of fermented substrates
of *I. cicadae* ($x \pm s$, $n=3$, dry weight)

项目	含量
腺苷/(mg · g ⁻¹)	0.39 ± 0.05
甘露醇/%	2.76 ± 0.12
多糖/%	17.84 ± 2.01

食物;其蛋白质含量达 16.17%;脂肪酸含量仅 1.43%,且其中不饱和脂肪占 82.52%。V_E 和 V_C 含量分别达 1 833,239 mg/kg,同时含有多种 B 族维生素和叶酸。矿物质元素中钾、镁、磷元素含量丰富,钙、钠等元素含量也较多。此外,蝉花菌质中还含有腺苷、甘露醇等虫草类真菌的活性成分。本研究为蝉花菌质的进一步开发利用奠定了理论基础。

参考文献

1 陈祝安,李增智,陈以平.金蝉花[M].北京:中医古籍出版社,2014.

2 王琪,刘作易.药用真菌蝉花的研究进展[J].中草药,2004,34(4):469~471.

3 Cheng Jun-wen, Wang Yan-bin, He Liang, et al. Optimization of fermentation process for the production of intracellular polysaccharide from *Paecilomyces cicadae* and the immuno-stimulating activity of intracellular polysaccharide[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2012, 28(12): 3 293~3 299.

4 Kuo Yuh-chi, Weng Shu-cheng, Chou Cheng-jen, et al. Activation and proliferation signals in primary human T lymphocytes inhibited by ergosterol peroxide isolated from *Cordyceps cicadae* [J]. British Journal of Pharmacology, 2003, 140(5): 895~906.

5 Wang Hua-lin, Zhang Jing, Sit Wai-hung, et al. *Cordyceps cicadae* induces G2/M cell cycle arrest in MHCC97H human hepatocellular carcinoma cells: a proteomic study[J]. Chinese Medicine, 2014, 9(1): 15~26.

6 Takano F, Yahagi N, Yahagi R, et al. The liquid culture fil-

trates of *Paecilomyces tenuipes* (Peck) Samson (= *Isaria japonica* Yasuda) and *Paecilomyces cicadae* (Miquel) Samson (= *Isaria sinclairii* (Berk.) Llong) regulate Th1 and Th2 cytokine response in murine Peyer's patch cells in vitro and ex vivo[J]. International Immunopharmacology, 2005,5(5): 903~916.

7 张红霞,高新华,陈伟,等.人工培育蝉花与天然蝉花中化学成分的比较[J].食用菌学报,2012,19(3):59~62.

8 滕晔,官宗华,宋玉良.野生蝉花与人工培养品种氨基酸、无机元素成分的比较[J].浙江中医药大学学报,2012,36(10):1 123~1 126.

9 高增平,卢建秋,陈广耀,等.蝉花中营养成分的研究[J].天然产物研究与开发,1993,5(1):86~90.

10 王光亚.保健食品功效成分检测方法[M].北京:中国轻工业出版社,2002.

11 葛飞,夏成润,李春如,等.蝉拟青霉菌丝体与天然蝉花中化学成分的比较分析[J].菌物学报,2007,26(1):68~75.

12 陈尚卫,虞锐鹏,朱松,等.高效液相色谱法同时测定蛹虫草中四种核苷类活性成分[J].食品与机械,2006,22(6):107~109.

13 李雪芹,包天桐,王雁.比色法测定冬虫夏草中甘露醇的含量[J].中草药,1999,30(1):19~21.

14 张惟杰.糖复合物生化研究技术[M].第二版.杭州:浙江大学出版社,1999.

15 岳春,李靖靖,方永远.虫草多糖微波辅助提取工艺的优化[J].食品与机械,2014,30(1):192~195.

16 Sumati R Mudambi. Fundamentals of foods, nutrition and diet therapy[M]. New Delhi: New Age International, 2007.

17 彭智华,龚敏方.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.

18 Victor R Preedy. B vitamins and folate: chemistry, analysis, function and effects[M]. London: Royal Society of Chemistry, 2012.

19 Horacio J Adrogué, Nicolaos E Madias. Sodium and potassium in the pathogenesis of hypertension[J]. New England Journal of Medicine, 2007,356(19):1 966~1 978.

信息窗

日本研究发现能使米粒变大的基因 有望促进水稻增产

日本名古屋大学一个研究小组在最新一期美国《国家科学院学报》网络版上报告说,他们发现了一种能使米粒变大的基因。这一发现将有望促进水稻增产。

研究小组对米粒很短的日本米品种“日本晴”和米粒细长的印度米品种“Kasalath”的基因进行比较,发现 GW6a 基因能控制米粒大小,而且“Kasalath”体内这种基因的功能要比“日本晴”强大很多。

于是,研究小组将“Kasalath”的 GW6a 基因植入“日本晴”体内,结果“日本晴”米粒变大,体积和重量比以前增加

了约 15%。

此外,研究小组还发现,植入 GW6a 基因后,“日本晴”植株自身也增大。提高这种基因的功能,米粒还能变得更大,而遏制其功能,米粒则会变小。

研究小组指出,同样的技术还有可能应用到小麦和玉米上。研究人员认为,这项研究成果将有助大幅提高谷物的产量,有望为减轻世界粮食危机做出贡献。

(来源:www.cifst.org.cn)