

松茸食药价值研究进展

么宏伟¹, 佟立君², 付婷婷^{1*}, 谢晨阳¹, 吴洪军¹, 赵凤臣¹, 冯磊², 张学义¹

(1. 黑龙江省林副特产研究所, 黑龙江省非木质林产品研发重点实验室, 黑龙江牡丹江 157011; 2. 黑龙江省林业科学院, 黑龙江哈尔滨 150081)

摘要 从营养价值和药用价值两方面综述了松茸的价值, 发现松茸含有多种营养物质, 如多糖、蛋白质、挥发性香味物质和矿物质等; 松茸又有抗肿瘤、抗氧化、抗突变、抗辐射、增强免疫功能、保肝、抑菌、降血脂和促进胃肠功能等作用。

关键词 松茸; 营养价值; 药用价值

中图分类号 S567 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)05-067-03

Research Advances on Nutritional and Medicinal Value of *Tricholoma matsutake*

YAO Hong-wei¹, TONG Li-jun², FU Ting-ting^{1*} et al (1. Heilongjiang Forest By-Product and Speciality Research Institute, Heilongjiang Provincial Key Laboratory of Non-wood Forest Product Development, Mudanjiang, Heilongjiang 157011; 2. Heilongjiang Academy of Forestry, Harbin, Heilongjiang 150081)

Abstract The value of nutritive and medicinal in *Tricholoma matsutake* were summarized. *Tricholoma matsutake* contains a variety of nutrients, such as polysaccharide, proteins, volatile flavoring substances, minerals and so on. *Tricholoma matsutake* plays an important role in antitumor, antioxidant, resistance to mutations and radiation. It can also enhance immune function, protect liver, bacteriostatic, fall hematic fat and promote gastrointestinal function.

Key words *Tricholoma matsutake*; Nutritive value; Medicinal value

松茸 [*Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing], 又名松口蘑, 与温带和寒温带的松林与栎林共生生长, 为共生菌^[1]。松茸含有丰富的氨基酸、维生素和脂肪及丰富的膳食纤维和多种活性酶, 另含有 3 种珍贵的活性物质, 分别是双链松茸多糖、松茸多肽和松茸醇^[2]。松茸有很多保健功能, 如提高免疫力、抗癌抗肿瘤、治疗糖尿病及心血管疾病、抗衰老养颜和促肠胃保肝脏等多种功效^[3]。松茸产品已经成为了全球化的天然滋补品类, 其产业主要集中于欧洲和日本, 国内尚处于起步阶段。目前, 松茸的保健功能和药用价值已应用于食品和药品中, 对松茸的研究、开发和应用成为当今功能型食品和药品的研究热点^[4]。笔者在此从营养价值和药用价值 2 个方面综述了松茸的价值。

1 松茸的营养价值

松茸有四大营养特点: ①营养均衡, 营养结构整体配比合理均衡, 松茸中含有人体所需的绝大部分基础营养物质^[5]。②营养成分含量充足, 研究表明, 松茸的营养成分含量在菌类中名列前茅, 如松茸氨基酸中的药用氨基酸和必须氨基酸的比重较高, 是很好的营养补充食品^[6]。③吸收性好, 松茸的主要营养元素为小分子的活性营养物质, 极易被人体吸收和利用, 因此适用于术后患者和身体虚弱人群。④非常安全, 松茸生长在没有污染和人工干预的环境中, 是世界公认的安全食品, 松茸适用于任何年龄群和任何身体状况下作为营养补充食品^[7]。

1.1 多糖 多糖是松茸中最为重要的活性成分, 是重复的长链碳水化合物分子通过糖苷键连接在一起的。多糖可以是直链, 也可以是支链。松茸多糖的结构非常特别, 多糖结

构的重复单元轻微的修改就会改变其结构和特性^[8]。松茸多糖多为葡聚糖, 其聚糖主链以 α -1,4 糖苷键相连, 侧链主要以 α -1,2 与 α -1,6 相连, 再通过与蛋白结合, 形成一个特定的立体结构。这种结构表现出强大的抗肿瘤生物活性和免疫调节的特性^[9]。Hoshi 等利用红外光谱、气相色谱质谱的组合和核磁共振的方式分析了多糖结构, 结果发现松茸多糖的 TM-P1 中主要由 2,3,6-葡萄糖、1,6-葡萄糖和 1,6-半乳糖组成, TM-P2 结构主要由 1,6-葡萄糖和 1-葡萄糖连接成的, TM-P3 结构主要是 2,3,6-葡萄糖、1,6-半乳糖和 1-半乳糖组成; 通过体外抗氧化和抗增殖试验发现, 多糖的二级结构的氧自由基吸附能力和抗吸附能力最高^[10]。

1.2 蛋白质和氨基酸 松茸中蛋白质和氨基酸含量高, 且种类十分丰富。据分析, 新鲜松茸中含有 17% 的粗蛋白、8.7% 的纯蛋白、5.8% 的粗脂肪。而松茸中氨基酸总量为 7.4%, 5'-鸟苷酸约占松茸质量的 60% 以上, 谷氨酸约占氨基酸总量的 17.5%, 游离氨基酸以丝氨酸、丙氨酸为主^[11]。此外, 在松茸中还发现了多种带特殊鲜味的氨基酸, 如口蘑氨酸, 这可能就是松茸具有特殊风味的原因之一^[12]。同时研究表明, 松茸中还含有多种活性酶, 如胞外淀粉酶和葡萄糖淀粉酶等^[13]。松茸的粗脂肪为不饱和脂肪酸, 在食用菌当中其粗脂肪含量偏低, 符合人们目前追求低脂食品的选择。

1.3 挥发性香味成分 松茸具有非常特别的风味, 可能与其具有的辛醇烯、肉桂酸甲酯、辛酮等芳香物质有关^[14]。研究表明, 松茸子实体中含有 60 多种挥发性香气成分。1-辛烯-3-醇被认为是松茸风味的最大来源。松茸中的可挥发性物质除能使其具有特殊风味外, 还有增加松茸的生物活性, 如降低胆固醇、抗氧化作用、免疫调节作用以及抗癌等作用^[15]。研究发现, 松茸中富含肉桂酸甲酯和 1-辛烯-3-醇可作为原料用于糖果、香料的生产^[16]。松茸的香味是否浓郁和持久, 是松茸品质优劣的重要标志之一, 也是松茸价值的

基金项目 黑龙江省森林工业总局科技攻关项目 (sgzjY2012022)。

作者简介 么宏伟 (1981-), 男, 黑龙江牡丹江人, 助理研究员, 在读硕士, 从事林产化学加工学研究。* 通讯作者, 研究实习员, 硕士, 从事林产化学加工学研究。

收稿日期 2014-12-22

体现。不同产地的松茸,其香味浓郁程度不同,价值差异也较大^[17]。

1.4 矿物质和维生素 研究显示,松茸的灰分含量约占干重的7.2%,子实体中主要含有7种微量元素,包括K、Fe、Mg、Cu、Zn、Na和Ca,其中K、Fe、Mg的含量较高。松茸子实体中对人体有益的Zn、Ca、Mg及Fe等元素的含量均高于一般食用菌^[18]。Kim等利用高效液相色谱和电感耦合等离子质谱联用分析了松茸中Mg元素的形态,结果发现松茸对Mg有较强的积累作用,累积的Mg主要以Mg²⁺形态存在,CH₃Mg⁺占总Mg比例在15%以下^[19]。松茸子实体中富含维生素B1、维生素B2和维生素C,其中维生素C的含量高于一般果蔬中维生素C的含量。

2 松茸的药用价值

2.1 抗肿瘤作用 松茸具有很高的抗肿瘤活性。松茸中含有一种其他物质均没有的特殊双链活性物质—松茸醇,它具有超强抗基因突变能力和强抗癌作用。松茸的抗肿瘤作用表现为直接杀死肿瘤细胞和诱导肿瘤细胞凋亡2种形式^[20]。能自动识别肿瘤细胞并靶向性地与肿瘤细胞靠近并结合,通过溶解作用进入肿瘤细胞内并阻断肿瘤细胞的蛋白质合成使肿瘤细胞死亡^[21]。Hee等通过利用离子交换柱的方法研究了松茸中的抗肿瘤活性结构^[22]。

日本是使用松茸抗癌最为广泛和成功的国家。松茸的水提液在动物体内进行抗肿瘤试验,有显著的抗抑癌作用^[23]。松茸中的活性糖蛋白MTSGS1通过体外试验发现,它具有直接杀伤肿瘤细胞的作用,且在体内具有较高的抗肿瘤活性,这种抗肿瘤作用与活性糖蛋白MTSGS1浓度呈正相关^[23]。研究发现,松茸的热水提取物对小鼠肉瘤S180的抑制率高达91.8%。利用松茸开发出的松茸精对小鼠宫颈癌U14、小鼠肉瘤S180有明显抑制作用,对小鼠艾氏腹水癌有一定的抗肿瘤作用^[24]。

2.2 增强免疫功能作用 松茸提取物对非特异性免疫和特异性免疫均有增强作用,同时还具有抗应激作用,可明显提高免疫功能低下小鼠的免疫功能,使之恢复到正常水平^[25]。Yin等从松茸中获得的 α -葡聚糖蛋白能够激活NK细胞、清除肿瘤细胞并阻止病毒入侵,从而增强机体内的免疫功能^[26]。

2.3 抗氧化作用 氧化是生物必需的能量和代谢过程。然而,在氧化过程中产生的超氧化物阴离子自由基是不受控制的,它的产生与许多疾病有关,如癌症、动脉粥样硬化和老化退化过程的发作等^[27]。因此,抗氧化剂能够有效清除人体内的自由基从而免受许多慢性疾病的危害。You等研究发现松茸中的多糖成分具有清除自由基的能力,表现为抗氧化作用,同时还能降低组织细胞的过氧化程度,提高人体的免疫功能,具有抗衰老的作用^[28]。

2.4 抗突变作用 松茸具有抑制细胞发生突变的作用。对云南等地的松茸提取物研究发现,它对黄曲霉毒素B1、二甲基亚硝胺、卷烟焦油和2-氨基芴等易引起突变的化学物质具有显著的抑制作用($P < 0.01$)^[29]。因此有理由相信松茸作

为抗突变的物质,具有十分广阔的应用前景。

2.5 抗辐射作用 松茸中所含有的多糖具有抗辐射的作用。杨大雷等对松茸中提取的多糖类化合物进行研究,结果表明,松茸多糖能够增加机体抗辐射的能力,对辐射所致的免疫损伤有明显的保护作用^[30]。

2.6 保肝的作用 松茸能够促进超氧化物阴离子自由基的清除,抑制或阻断自由基引发的脂质的过氧化反应,增强SOD、CAT和GSH-Px的活性,具有保护肝脏免受自由基的危害的功效。同时研究发现肝癌患者在肝癌切除后服用松茸,能够明显提高存活率,且可使GOT、r-GTP和胆红素值明显降低^[31]。

2.7 抑菌作用 从松茸和菌丝体中提取的多糖,进行体外试验时发现均有明显的抑制病原菌的作用。随着多糖浓度增大,其抑菌效果越明显。目前的研究发现,松茸中有一种叫蒗稀的抗菌物质,能够阻止病毒的繁殖^[32]。但松茸的抗菌作用在体内是否能达到同样的效果,还需要进一步的研究。

2.8 促进胃肠功能的作用 松茸具有促进肠胃蠕动的作用且安全系数大。通过小鼠试验发现,松茸能加强小鼠的胃肠蠕动,类似于胃肠促动药的作用,能比较有效地促进胃排空调整肠胃功能的作用^[33]。

2.9 降血脂 松茸的粗脂肪为不饱和脂肪酸且其含量偏低,但松茸的亚麻酸、花生四烯酸的含量均较高,因此具有较高的食用价值。长期服用松茸能起到降低胆固醇含量,避免饱和脂肪酸过多造成的高血脂、冠心病及动脉硬化等疾病,是理想的营养脂肪^[34]。

3 展望

松茸作为一种名贵的菌,深受国内外消费者的喜爱。但目前松茸仅限于鲜食或晾晒成干后食用等初级加工,附加值低。经验证松茸具有很多药用疗效,所以开发松茸产品对提高其附加值具有深远的意义。

参考文献

- [1] BYEON S E, LEE J, LEE E, et al. Functional activation of macrophages, monocytes and splenic lymphocytes by polysaccharide fraction from *Tricholoma matsutake* [J]. Archives of Pharmacal Research, 2009, 32(11): 1565-1572.
- [2] YIN X L, YOU Q H. Immunomodulatory activities of different solvent extracts from *Tricholoma matsutake* (S. Ito et S. Imai) singer (higher basidiomycetes) on normal mice [J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2012, 14: 547-554.
- [3] 刘培贵, 袁明生, 王向华. 松茸群生物资源及其合理利用与保护 [J]. 自然资源学报, 1999(3): 245-252.
- [4] 傅祿敏. 松口蘑的研究热点 [J]. 食用菌学报, 2003, 10(3): 49-50.
- [5] ALEX I V, LU M. Growth stimulation of a Shim-like, my corrhiza forming my celium of *Tricholoma matsutake* on solid substrates by non-ionic surfactants or vegetable oils [J]. Mycological Progress, 2003, 1: 37-44.
- [6] 周选围, 吴三桥, 林娟. 不同产地松茸氨基酸与矿质元素的比较研究 [J]. 氨基酸和生物资源, 2002(3): 8-10.
- [7] 高辉, 塔莉, 孙希卓. 松茸研究进展 [J]. 吉林蔬菜, 2008(3): 66-70.
- [8] DING X, TANG J. Structure elucidation and antioxidant activity of a novel polysaccharide isolated from *Tricholoma matsutake* [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2010, 47: 271-275.
- [9] WANG H, JIANG H. Extraction purification and preliminary characterization of polysaccharides from *Kadsura marmorata* fruits [J]. Carbohydrate Polymers, 2013, 92: 1901-1907.
- [10] HOSHI H, IJIMA H, ISHIIHARA Y, et al. Absorption and tissue distribu-

- tion of an immunomodulatory alpha-D-glucan after oral administration of *Tricholoma matsutake* [J]. *J Agric Food Chem*, 2008, 56, 17: 7715 - 7720.
- [11] KUWATA S. Purification of antifungal proteins from edible mushrooms and isolation of their genes [J]. *Meiji Daigaku Kagaku Gijutsu Kenkyusho Nenpo*, 2002, 44: 77 - 78.
- [12] 方明, 李玉, 姚方杰, 等. 松茸研究概况 [J]. *中国食用菌*, 2005, 24 (6): 12 - 15.
- [13] HUR T, KA K, JOO S, et al. Characteristics of the amylase and its related enzymes produced by ectomycorrhizal fungus *Tricholoma matsutake* [J]. *Mycobiology*, 2001, 29(4): 183 - 189.
- [14] 廖丽娟, 金光洙. 松茸的化学成分及其药理作用的研究进展 [J]. *中国野生植物资源*, 2010, 29(1): 12 - 14.
- [15] KIM S S, LEE J S, CHO J Y, et al. Effects of C/N ratio and trace elements on mycelial growth and exo-polysaccharide production of *Tricholoma matsutake* [J]. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 2011, 15: 293 - 298.
- [16] ZOU S Y, GUO S Y. Study on the enzymatic properties of cellulases from *Trichoderma koningii* QF-02 [J]. *Biotechnology Bulletin*, 2010, 5: 203 - 206.
- [17] SUZUKI T, MATSUNAGE K. *Tricholoma* extract as an infection preventive or therapeutic agent and food containing it; US, 2004126393 [P]. 2004 - 07 - 01.
- [18] LU C H, ENGELMANN N J. Optimization of lycopene extraction from tomato cell suspension culture by response surface methodology [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56: 7710 - 7714.
- [19] KIM J, BYEON S E, LEE Y G, et al. Immunostimulatory activities of polysaccharides from liquid culture of pine-mushroom *Tricholoma matsutake* [J]. *J Microbiol Biotechnol*, 2008, 18(1): 95 - 103.
- [20] 刘博. 松茸多糖的分离纯化与抗肿瘤活性研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2007: 6.
- [21] 吴镛. 松茸提取物抗肿瘤作用的研究 [D]. 长春: 长春中医药大学, 2008: 6.
- [22] HEE CHOA, YOUNG SUK KIMA, HYUNG KYOON CHOI B, et al. Metabolomic discrimination of different grades of pine-mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.) using 1H NMR spectrometry and multivariate data analysis [J]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2007, 43: 900 - 904.
- [23] LEATHEM A, PURSSELL R, CHAN V, et al. Renal failure caused by mushroom poisoning [J]. *J Toxicol Clin Toxicol*, 1997, 351: 67 - 75.
- [24] ICHIKAWA K, ITO R, KOBAYASHI Y, et al. A pediatric case of anaphylaxis caused by matsutake mushroom (*Tricholoma matsutake*) ingestion [J]. *Allergol Int*, 2006, 55: 85 - 86.
- [25] LU J H, MENG Q F, REN X D, et al. Extraction and antitumor activity of polysaccharides from *Tricholoma matsutake* [J]. *Journal of Biotechnology*, 2008, 136: 139.
- [26] YIN X L. Extraction purification and antioxidant activities of polysaccharides from *Tricholoma mongolicum* Imai [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2014, 99: 1 - 10.
- [27] CHO I, KIM S, CHOI H, et al. Difference in the Volatile Composition of Pine-Mushrooms (*Tricholoma matsutake* Sing.) According to Their Grades [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54: 4820 - 4825.
- [28] YOU Q H, YIN X L. Enzyme assisted extraction of polysaccharides from the fruit of *Cornus officinalis* [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2013, 98: 607 - 610.
- [29] YIN X L, YOU Q H, JIANG Z H. Extraction and purification of *Tricholoma matsutake* polysaccharides [J]. *China Brewing*, 2008, 10: 171 - 173.
- [30] 杨大雷, 张星星. 巴西菇多糖对肝癌细胞株凋亡的影响及其机制 [J]. *广东医学院学报*, 2002, 20(6): 418 - 419.
- [31] YOUNG K J, BYEON S E, LEE Y G, et al. Immunostimulatory activities of polysaccharides from liquid culture of pinemushroom *Tricholoma matsutake* [J]. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2008, 18: 95 - 103.
- [32] ZHAO L Y, DONG Y H, CHEN G, et al. Extraction, purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides from *Ganoderma lucidum* [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2010, 80: 783 - 789.
- [33] 李慧芬, 李翠妮, 徐红星, 等. 菌类多糖应用研究进展 [J]. *陕西农业科学*, 2006(5): 77 - 80.
- [34] YOU R X, WANG K P, LIU J Y, et al. A comparison study between different molecular weight polysaccharides derived from *Lentinus edodes* and their antioxidant activities in vivo [J]. *Pharmaceutical Biology*, 2011, 49: 1298 - 1305.

(上接第 61 页)

通过方差分析 (表 4) 可以看出, 2013 年 19 个品种 (组合) 间达到极显著差异, 以下继续作多重比较。对照 CK 为中油杂 2 号, 试验目的是比较各品种与对照的优劣, 故采用最小显著差数法 (LSD 法)。以 2013 年 19 个品种小区平均产量进行多重比较, 除了同油杂 2 号与对照差异极显著、H29J24 差异显著外, 其余均不显著, 其中比对照增产的有同油杂 2 号、H29J24、F0803、GS50、两优 699、F8569、中农油 11 号, 其余均比对照减产。

综观该 19 个品种 2 年产量水平, 2012 年平均产量水平明显低于 2013 年, 但 19 个品种均比对照增产的有同油杂 2 号和 H29J24, 其中同油杂 2 号 2 年均表现极显著增产。

3 结论与讨论

(1) 农艺性状分析结果表明, 分枝部位和每角粒数的 *T* 值分别为 0.258 和 0.092, 除这 2 个性状在不同年份间未达到显著差异外, 其余所有性状均达到极显著差异水平, 说明

大部分经济性状随年度变化明显。

(2) 同油杂 2 号连续 2 年均达到极显著增产效果, H29J24 品种 2012 年增产极显著、2013 年增产显著, 其余品种均表现不稳定增产。连续 2 年试验数据结果表明, 新品种同油杂 2 号是最适合江西九江地区生产推广的高产品种。

(3) 该研究仅利用一点两年试验数据, 同时各性状相关分析利用表现型相关, 其结论只能是初步结果, 更进一步利用需进行各性状的主成分分析和通径分析, 以进一步明确油菜各性状对产量的贡献率。

参考文献

- [1] 宋稀, 刘凤兰, 郑普英, 等. 高密度种植专用油菜重要农艺性状与产量的关系分析 [J]. *中国农业科学*, 2010, 43(9): 1800 - 1806.
- [2] 张芳, 赵永国, 谷铁城, 等. 2001 - 2010 年国家审定冬油菜品种的产量与主要性状分析 [J]. *中国油料学报*, 2012(3): 239 - 244.
- [3] 俞琦英, 刘凤兰, 张冬青. 2000 - 2009 年中国冬油菜区试品种品质及产量性状的演变 [J]. *中国农学通报*, 2010(16): 119 - 123.
- [4] 王美琴, 杜月键, 孙永玲. 应用灰色关联度分析油菜主要农艺性状间的相关及其对产量的影响 [J]. *安徽农业科学*, 1994(3): 213 - 215.