

澳洲茶树树渣栽培平菇的营养与安全性评价*

李挺¹, 宋斌¹, 林敏¹, 黄浩¹, 郑永发²

1(广东省微生物研究所, 省部共建华南应用微生物国家重点实验室, 广东省菌种保藏与应用重点实验室, 广东省微生物应用新技术公共实验室, 广东 广州, 510070) 2(广东富阳生物科技有限公司, 广东 河源, 517000)

摘要 对澳洲茶树(互叶白千层)树渣栽培的平菇子实体进行营养和安全性评价。结果显示, 澳洲茶树平菇的粗蛋白、粗纤维、粗脂肪和灰分含量分别为 37.0%、10.5%、1.2% 和 6.1%, 氨基酸总量高于文献对照组。蛋白质营养评价表明, 澳洲茶树平菇的氨基酸能满足人体基本需要; 微量元素中铜、铁与锌的比值较为合理; 重金属汞、铅、砷、镉的含量均符合绿色食品——食用菌(NY/T 749-2012)的卫生指标要求; 急性经口毒性试验证明, 澳洲茶树平菇为无毒级食品。

关键词 互叶白千层树渣; 平菇; 蛋白质; 绿色食品

澳洲茶树又称互叶白千层 [*Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel], 在分类上隶属于木兰纲 Magnoliopsida、桃金娘目 Myrtales、桃金娘科 Myrtaceae、白千层属 *Melaleuca*。澳洲茶树原生于澳洲, 主要分布在以南、北回归线为中轴, 南北各 50 公里宽的亚热带气候环境的带状种植区域, 是世界性的短周期工业原料林树种^[1-3]。澳洲茶树含有茶树精油(tea tree oil), 广泛应用于日用卫生制品、皮肤保健品、化妆品、食品香料、药品、有机生物农药、医用敷料等诸多领域^[4-5], 目前, 已成为我国南方适种地区农村的重要种植产业, 栽培总面积已超过 8 800 亩, 形成了年产生物料 2.2 万 t、年总产原油超过 120 t 的产业^[6], 以这样的出油率计算, 年产生树渣至少 1.2 万 t 以上。

平菇 [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm], 英文名为 oyster mushroom, 含丰富的营养物质, 其中的蛋白多糖能增强机体免疫力, 是自 2001 年起至今位居我国产量第一位的食用菌品种, 占我国食用菌总产量的 20% 以上。然而平菇产业中的棉籽壳、玉米芯等主要栽培原料由于价格不断上涨而严重地制约了产业的健康发展^[7]。因此, 研究替代原料对平菇产业的发展具有重要的意义。国内已有利用板蓝根药

渣^[8]、麦秸渣培养料^[9]、柑橘皮渣^[10]、苹果渣^[11]、金针菇栽培废料^[12]等栽培平菇的研究报道, 也有对栽培所获得的平菇子实体进行营养安全评估的研究报道^[10, 13-14]。本文对利用澳洲茶树树渣栽培的平菇进行了营养和安全性评价, 为利用澳洲茶树树渣栽培食用菌研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料

澳洲茶树树渣栽培的平菇子实体(下称澳洲茶树平菇)由广东富阳生物科技有限公司提供。平菇子实体经 50℃ 恒温烘干后, 用中药粉碎机粉碎, 过 60 目筛, 备用。

SPF 级昆明种小白鼠, 由广东省医学实验动物中心提供, 体重 18~22 g, 雌雄各 25 只。动物生产许可证号: SCXK(粤)2008-0002, 质量合格编号: 0097473。

1.1.2 设备

FY400 中药粉碎机, 黄冈永安医疗器械有限公司; 高效液相色谱仪 LC-20A, 日本 SHIMADZU; 气相色谱/质谱联用仪 TRACE DSQ, 美国 FINNIGAN; 全自动灭菌锅 SX-300, 日本 TOMY; 全自动双道原子荧光光谱仪 SK-2003AZ, 中国北京金索坤; 自动电热消解器 AED-4, 中国北京博瑞赛; 总有机碳测定仪 LiquiTOC II, 德国 elementar; 火焰-石墨炉一体化原子吸收光谱仪 contrAA 700, 德国 analytikjena; 全自动氨基酸分析 L-8900, 日本 Hitachi; 电感耦合等离子体质谱

第一作者: 硕士, 助理研究员(宋斌研究员为通讯作者, E-mail: ganoderma@vip.163.com)。

* 广东省科技攻关计划项目: 互叶白千层生态种植和高效利用技术创新及示范(1312210500033); 中国科学院微生物研究所真菌学国家重点实验室开放课题; 中国重要食药药用菌资源多样性及保护研究(sklmkf201308)

收稿日期: 2014-07-21, 改回日期: 2014-10-28

仪 1260-7700e, 日本 Agilent。

1.2 澳洲茶树平菇的营养价值评价

先对澳洲茶树平菇的营养成分进行测定,再依据测定结果与文献记载进行比较,最后依据 FAO/WHO^[15]和 HILL 和 MATRONE^[16]的方法对澳洲茶树平菇进行营养价值分析与评价。粗蛋白的测定方法依据 GB/T 15673-2009,粗脂肪的测定依据 GB/T 15674-2009 第一法,粗纤维的测定依据 GB/T 5009.10-2003,灰分的测定依据 GB/T 5009.4-2010,水解氨基酸的测定依据 GB/T 5009.124-2003;微量元素钙元素的测定依据 GB/T 5009.92-2003 第一法,钾元素的测定依据 GB/T 5009.91-2003,磷元素的测定依据 GB/T 5009.87-2003 第一法,镁、锰、铁元素的测定依据 GB/T 5009.90-2003,铜元素的测定方法依据 GB/T 5009.13-2003 第一法,锌元素的测定依据 GB/T 5009.14-2003 第一法。

1.3 澳洲茶树平菇的安全性评价

澳洲茶树平菇的安全性评价是对澳洲茶树平菇的重金属元素汞、铅、砷和镉的含量测量和急性经口毒性试验的结果进行综合评价。重金属元素汞元素

的测定依据 GB/T 5009.17-2003 第一法,铅元素的测定依据 GB/T 5009.12-2010 第一法,砷元素的测定方法依据 GB/T 5009.11-2003 第一法,镉元素的测定依据 GB/T 5009.15-2003 第一法;急性经口毒性(LD50)的试验方法是将平菇样品用玉米油配制成试验所需的剂量组浓度,试验方法依据国家标准急性毒性试验 GB 15193.3-2003,昆明种小白鼠雌雄各 25 只,随机将小鼠分为 5 个实验组,给样剂量分别为 1.00、2.15、4.64、10.0、15.0 g/kg BW,空腹灌胃 1 次,灌胃量为 0.3 mL/10 g BW,观察 1 周。

2 结果与分析

2.1 澳洲茶树平菇的营养价值

2.1.1 澳洲茶树平菇的主要营养成分

如表 1 所示,澳洲茶树平菇的粗蛋白 37.0%,粗纤维 10.5%,粗脂肪 1.2%,灰分 6.1%。与柑橘皮渣平菇^[10]、板栗苞壳平菇^[13]、核桃壳平菇^[14]和木屑平菇^[14]相比,澳洲茶树平菇粗蛋白含量较高,而粗纤维、粗脂肪则含量较低,灰分的含量则处于平均水平以上。

表 1 澳洲茶树平菇主要营养成分

Table 1 The main nutritive components in oyster mushroom cultivated in tea tree residues medium

分析项目	澳洲茶树平菇	柑橘皮渣平菇 ^[10]	板栗苞壳平菇 ^[13]	核桃壳平菇 ^[14]	木屑平菇 ^[14]
粗蛋白/%	37.00 ± 1.20	17.60 ± 0.38	29.51 ± 0.02	20.60	25.10
粗脂肪/%	1.20 ± 0.60	1.68 ± 0.06	4.40 ± 0.12	2.35	2.99
粗纤维/%	10.50 ± 0.32	-	-	34.20	20.40
灰分/%	6.10 ± 0.74	-	7.18 ± 0.20	7.30	6.70

2.1.2 澳洲茶树平菇的蛋白质营养价值评价

如表 2 所示,澳洲茶树平菇中共测得氨基酸 17 种(色氨酸未测),其中必需氨基酸有 7 种、半必需氨基酸 2 种、非必需氨基酸 8 种,氨基酸总量(100 g 干重)为 22.01 g,其中必需氨基酸和半必需氨基酸含量为 9.17 g,占氨基酸总量的 41.66%;17 种氨基酸中含量最高的是谷氨酸 6.44 g,最低的是胱氨酸 0.12 g;在必需氨基酸中含量最高的是亮氨酸 1.35 g,最低的是蛋氨酸 0.23 g,氨基酸的平均值为 1.295,而标准差为 1.405,说明在澳洲茶树平菇的 17 种氨基酸中各氨基酸之间的含量差异相对较大。澳洲茶树平菇中的水解氨基酸总量分别高于柑橘皮渣平菇^[10]、麦草生料平菇 SN1^[17]和棉籽壳平菇^[18];其必需氨基酸和半必需氨基酸总量接近于柑橘皮渣平菇,但远高于麦草生料平菇 SN1 和棉籽壳平菇。

根据 FAO/WHO 推荐的理想蛋白质中氨基酸的

组分模式认为,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^[15]。经过计算,澳洲茶树平菇的 EAA/TAA 为 41.66%,EAA/NEAA 为 71.42%,可见,澳洲茶树平菇的必需氨基酸总量可以满足人体需要。

氨基酸的支/芳值分析:组成蛋白质的氨基酸中有 3 种支链氨基酸,为缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸;有 2 种芳香族氨基酸,即苯丙氨酸和酪氨酸。2 项之比即为支/芳值。根据表 2 所示,澳洲茶树平菇的支/芳值为 2.36 高于柑橘皮渣平菇(1.86)和棉籽壳平菇(1.39),而低于麦草生料平菇(4.22)。Fischer^[19]认为人体正常的支/芳值为 3~3.5,而当肝受损伤时为 1.0~1.5,高支低芳氨基酸及混合物具有保肝作用。所以澳洲茶树平菇可能对人体肝脏具有一定的保护作用。

鲜味氨基酸的组成分析:一般认为食物蛋白质的鲜美和可口程度与其所含的鲜味氨基酸即谷氨酸、天

冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸的组成和含量相关,其中谷氨酸和天冬氨酸是呈鲜味的氨基酸,而甘氨酸和丙氨酸则是呈甘味的氨基酸^[20]。表2显示,澳洲茶树平菇的鲜味氨基酸含量(100 g干重)为10.8 g,远高于柑橘皮渣平菇(6.73 g)、麦草生料平菇 SN1(6.71 g)以及棉籽壳平菇(2.39 g)。这说明澳洲茶树平菇可能在味道上鲜于其他3种对照组平菇。

表2 澳洲茶树平菇的氨基酸组成 单位:g/100 g
Table 2 The components of amino acids in oyster mushroom cultivated in tea tree residues

分析项目	澳洲茶树平菇	柑橘皮渣平菇 ^[10]	麦草生料平菇 SN1 ^[17]	棉籽壳平菇 ^[18]
天冬氨酸(ASP)	2.02	1.77	1.73	0.63
苏氨酸(THR)*	1.06	1.12	1.65	0.29
丝氨酸(SER)	1.02	1.03	0.58	0.34
谷氨酸(GLU)	6.44	2.91	3.74	0.86
甘氨酸(GLY)	1.03	1.28	0.52	0.37
丙氨酸(ALA)	1.31	0.77	0.72	0.53
缬氨酸(VAL)*	1.12	0.47	0.81	0.61
蛋氨酸(MET)*	0.23	0.43	0.19	1.29
异亮氨酸(ILE)*	0.86	1.23	1.74	0.51
亮氨酸(LEU)*	1.35	1.9	1.42	0.8
酪氨酸(TYR)	0.55	0.7	0.53	0.63
苯丙氨酸(PHE)*	0.86	1.23	0.41	0.75
组氨酸(HIS)**	1.23	0.7	0.25	0.13
赖氨酸(LYS)*	1.17	1.01	0.82	0.29
脯氨酸(PRO)	0.35	1.01	0.18	0.33
精氨酸(ARG)**	1.29	1.73	1.05	0.4
胱氨酸(CYS)	0.12	0.101	0.07	0.22
平均值	1.295	1.140	0.965	0.528
标准差	1.405	0.666	0.903	0.288
标准误差	0.341	0.161	0.219	0.070
EAA	9.17	9.82	8.34	5.07
TAA	22.01	19.391	16.41	8.98
EAA/TAA	41.66%	50.64%	50.82%	56.46%
EAA/NEAA	71.42%	102.60%	103.35%	129.67%
支/芳比值	2.36	1.86	4.22	1.39
鲜味氨基酸	10.8	6.73	6.71	2.39

注: TAA, 游离氨基酸总量; EAA, 必需氨基酸* 和半必需氨基酸** 总量; NEAA, 非必需氨基酸总量。

2.1.3 澳洲茶树平菇的主要微量元素含量分析
澳洲茶树平菇的微量元素含量见表3。澳洲茶树平菇的钙、镁、铜含量低于核桃壳平菇^[14]和木屑平菇^[14],而钾、锰含量则高于其他2个对照组;磷、铁、锌含量接近于核桃壳平菇而高于木屑平菇。按照HILL和MATRONE^[16]提出的“理化性质相似的元素,其生物学功能是相互拮抗”的理论,在Zn:Cu>10且Zn:Fe>1的情况下发生拮抗作用。认为这些元素的电子构型和形成络合物时的配位数,对于这些元素的相互竞争蛋白的键合位点以及传输通道有十分重要的意义^[16]。澳洲茶树平菇的Zn:Cu=6.83;Zn:Fe

=0.96,所以,澳洲茶树平菇的铜铁锌比值较为合理。

表3 澳洲茶树平菇的矿物元素含量
Table 3 The content of mineral elements in oyster mushroom cultivated in tea tree residues

分析项目	澳洲茶树平菇	核桃壳平菇 ^[14]	木屑平菇 ^[14]
钙/(mg·kg ⁻¹)	66.0±0.9	76	78
钾/%	2.2±0.4	1.64	1.49
磷/%	1.2±0.3	1.41	1.05
镁/%	0.16±0.03	0.21	0.17
锰/(mg·kg ⁻¹)	16.0±0.6	13.7	12.1
铁/(mg·kg ⁻¹)	85.0±1.5	109	76.7
铜/(mg·kg ⁻¹)	12.0±0.7	15.3	12.1
锌/(mg·kg ⁻¹)	82.0±1.8	85.1	48.8

2.2 澳洲茶树平菇的安全性分析
2.2.1 澳洲茶树平菇的重金属含量
澳洲茶树平菇的重金属汞、铅、镉、砷的含量见表4。澳洲茶树平菇的汞、铅、镉、砷的含量均符合或者低于绿色食品——食用菌的卫生指标(NY/T 749-2012)。因此,澳洲茶树平菇的重金属含量处于绿色安全范围。

表4 澳洲茶树平菇的重金属含量 mg/kg
Table 4 The heavy metal content in oyster mushroom cultivated in tea tree residues mg/kg

分析项目	澳洲茶树平菇	绿色食品食用菌卫生指标 (NY/T 749-2012)
汞(Hg)	<0.1	≤0.2
铅(Pb)	<0.5	≤2.0
砷(As)	<0.1	≤1.0
镉(Cd)	0.47±0.03	≤1.0

2.2.2 澳洲茶树平菇的急性经口毒性(LD₅₀)试验
澳洲茶树平菇的急性经口毒性(LD₅₀)试验结果见表5。表5显示,给样后各剂量组小鼠未见有中毒反应,饮食活动正常,观察期内实验动物无死亡。获得雌、雄性小鼠经口LD₅₀>15.0 g/kg BW,说明澳洲茶树平菇属无毒级食品。

表5 澳洲茶树平菇的急性经口毒性试验
Table 5 The acute oral toxicity test of oyster mushroom cultivated in tea tree residues acute oral toxicity testacute oral toxicity testacute oral toxicity test

剂量/ (g·kg ⁻¹ BW)	动物数/只		动物死亡数/只	
	雌	雄	雌	雄
1.00	5	5	0	0
2.15	5	5	0	0
4.64	5	5	0	0
10.0	5	5	0	0
15.0	5	5	0	0

3 小结

澳洲茶树平菇具有高蛋白、低脂肪、低纤维的特点,其总氨基酸含量和必需氨基酸总量充足,味道鲜美,营养价值较高;澳洲茶树平菇所含钙、铜、铁和锌等重要的矿物元素且比例适合,而重金属(汞、铅、镉、砷)含量符合或低于绿色食品——食用菌的卫生指标(NY/T749-2012),急性经口毒性(LD₅₀)试验显示澳洲茶树平菇是无毒级食品。本文充分显示了澳洲茶树树渣是食用菌产业的良好栽培原料,值得应用推广,但澳洲茶树平菇在氨基酸组成上不够均衡,某些微量元素的含量也低于对照组,需要进一步深入研究从而提升澳洲茶树平菇及其他食用菌的品质。

参 考 文 献

- [1] 邵兴锋,程赛,王鸿飞,等. 茶树精油熏蒸处理保鲜草莓的工艺优化[J]. 农业工程学报, 2012, 28(19): 279-286.
- [2] Carson C F, Hammer K A, Riley T V. Melaleuca alternifolia (tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties[J]. Clinical Microbiology Reviews, 2006, 19(1): 50-62.
- [3] Shemesh A, Mayo W L. Australian tea tree oil: a natural antiseptic and fungicidal agent[J]. Aust J Pharm, 1991, 72: 802-803.
- [4] 陈煜,郑永发,邵立伟,等. 天然抗菌剂茶树油在医用敷料中的应用研究[J]. 化工新型材料, 2013, 41(12): 179-180.
- [5] 刘布鸣,董晓敏,黄艳,等. 互叶白千层的化学成分研究[J]. 中草药, 2011, 42(7): 1282-1285.
- [6] 张孝祺,白懋嘉. 我国互叶白千层(精)油的质量标准[J]. 广东化工, 2011, 38(4): 3-4.
- [7] 张俊飏. 中国食用菌产业经济发展研究[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 1-341.
- [8] 潘继红,朱升学,方海红,等. 板兰根药渣制平菇栽培种试验[J]. 中国野生植物资源, 1999, 18(1): 25-26.
- [9] 王秉峰. 麦秸渣培养料在平菇栽培中的应用[J]. 食用菌学报, 2011, 17(4): 30-31.
- [10] 张云茹,富继虎,唐国发,等. 柑橘皮渣栽培平菇及其营养安全评估[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(12): 140-144.
- [11] 徐会侠. 苹果渣栽培平菇配方对比试验[J]. 食用菌, 2007, 29(3): 32-32.
- [12] 范可章,张振,蔡健,等. 金针菇废料栽培平菇试验研究[J]. 中国食用菌, 2011, 30(1): 26-29.
- [13] 覃宝山,覃勇荣,刘倩,等. 板栗苞壳栽培的平菇和秀珍菇主要营养成分分析[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(12): 81-83.
- [14] 朱晓琴,熊智. 核桃壳与木屑栽培平菇的营养成分对比分析[J]. 中国食用菌, 2007, 26(6): 38-39.
- [15] FAO/WHO. Energy and protein requirements[J]. Food and Nutrition, 1975, 1(2): 11-19.
- [16] Hill C H, Matrone G, Payne W L, et al. In vitro interactions of cadmium with copper, Zinc and iron[J]. J Nutr, 1963, 80: 227-235.
- [17] 郁建强,殷戎一,黄丹枫,等. 10个平菇品种的氨基酸分析及蛋白质营养价值比较研究[J]. 上海农学院学报, 1998(1): 75-76.
- [18] 王新风,杨芳,刘圣师,等. 富硒平菇蛋白测定与氨基酸成分分析[J]. 食品科学, 2008, 29(12): 610-613.
- [19] Fischer J E, Rosen H M, Ebeid A M, et al. The effect of normalization of plasma amino acids on hepatic encephalopathy in man[J]. Surgery, 1976, 80(1): 77-91.
- [20] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2013.

Nutrition and safety assessments of *Pleurotus ostreatus* cultured with tea tree residues

LI Ting¹, SONG Bin¹, LIN Min¹, HUANG Hao¹, ZHENG Yong-fa²

1(Guangdong Institute of Microbiology, State Key Laboratory of Applied Microbiology Southern China, Guangdong Provincial Key Laboratory of Microbial Culture Collection and Application, Guangdong Open Laboratory of Applied Microbiology, Guangzhou 510070, China) 2(Guangdong Fuyang Biotechnology Co., Ltd., Heyuan 517000, China)

ABSTRACT The nutritional components and the safety of *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom) cultured with tea tree (*Melaleuca alternifolia*) residues were evaluated. The results showed that the content of crude protein, crude fiber, crude fat and ash of the oyster mushroom was 37.0%, 10.5%, 1.2% and 6.1%, respectively. The content of total amino acids was higher than those in the control groups from the references. The evaluation of nutritional value of protein showed that amino acids of the oyster mushrooms cultured with tea tree could meet the basic human needs. The trace elements ratios of zinc to copper and zinc to iron were in the appropriate range respectively. The contents of mercury, lead, arsenic and cadmium were conformed to the green food standards—edible mushrooms (NY/T 749-2012). The acute oral toxicity test indicated that the oyster mushroom cultured with tea tree residues was non-toxic food. The results showed that the tea tree residues were the excellent materials to cultivate oyster mushroom. They are worthy of popularization and application.

Key words *Melaleuca alternifolia* residues; oyster mushroom; protein; green food