

# 刺槐香菇与栎木香菇的质量比较

陈京元<sup>1</sup>, 王义勋<sup>1</sup>, 徐红梅<sup>1</sup>, 林亲雄<sup>2,\*</sup>

(1 湖北省林业科学研究院, 武汉 430075; 2 中南民族大学 药学院 武汉 430074)

**摘要** 为评价刺槐香菇与传统栎木香菇的质量, 比较分析了两者的多糖、蛋白质含量和高效液相特征图谱。结果表明: 刺槐香菇的多糖含量明显高于传统栎木, 与刺槐菌材的添加比例呈正相关; 刺槐与传统栎木栽培的香菇蛋白质含量差异不明显; 栎木、刺槐栽培香菇乙醇提取物的高效液相特征图谱很相似。故刺槐香菇与传统栎木香菇的质量基本一致。

**关键词** 刺槐; 香菇; 总多糖; 蛋白质; 高效液相色谱

中图分类号 S646.12 文献标识码 A 文章编号 1672-4321(2017)01-0057-04

## Quality Comparison of *Lentinus edodes* Cultivated with *Robinia pseudoacacia* and Oak Wood

Chen Jingyuan<sup>1</sup>, Wang Yixun<sup>1</sup>, Xu Hongmei<sup>1</sup>, Lin Qinxiang<sup>2</sup>

(1 Hubei Academy of Forestry, Wuhan 430075, China;

2 School of Pharmaceutical Sciences, South-Central University for Nationalities, Wuhan 430074, China)

**Abstract** To evaluate the quality of *Lentinus edodes* cultivated with *Robinia pseudoacacia* and oak wood, the content of polysaccharide and protein, and the characteristic spectrum of HPLC were analyzed comparatively. The results showed that the content of polysaccharide of the *L. edodes* cultivated with *R. pseudoacacia* was significantly higher than that cultivated with traditional Oak Wood, which also had a positive correlation with the added proportion of *R. pseudoacacia*. There was no obvious difference in protein content between the two *L. edodes*. Both two characteristic HPLC spectra were very similar. So the quality of *L. edodes* cultivated with *R. pseudoacacia* and oak wood were almost the same.

**Keywords** *Robinia pseudoacacia*; *Lentinus edodes*; total polysaccharide; protein; HPLC

香菇是一种重要的药食同源真菌, 具有悠久的栽培历史, 早在《本草纲目》、《日用本草》、《本经逢原》中均有记载。香菇中含有半纤维素、多糖、蛋白质、氨基酸、香菇嘌呤、维生素、矿质元素等成分<sup>[1-2]</sup>, 可治疗贫血, 预防佝偻病和抗肿瘤, 具有很好的药用价值<sup>[3]</sup>。香菇是世界五大可食用蘑菇之一, 作为一种具有食用与药用价值的食品在亚洲、欧洲、北美地区日益受到欢迎<sup>[4]</sup>。香菇主要采用木屑袋料栽培, 有多种木材可用于栽培, 目前香菇袋料栽培的木屑主要来源于传统的壳斗科栗或栎类木材。随着香菇栽培规模的日益扩大, 需要消耗大量生长缓慢的栗或栎类资源, 研究合适的香菇栽培替代菌材, 减少对传统栎木资源的过度依赖, 促进香菇产

业可持续发展, 提高香菇的经济、社会和生态效益具有十分重要的意义<sup>[5]</sup>。

国内外采用各种工业、农副产品废弃物用于香菇等食用菌栽培的研究<sup>[6-8]</sup>, 如用玉米芯栽培香菇并研究其栽培香菇生物活性<sup>[9]</sup>, 玉米秸秆木屑混合生料栽培香菇<sup>[10]</sup>、杨树木屑和杨树皮屑替代硬杂木屑作为主料进行香菇栽培<sup>[10]</sup>, 但目前缺少以刺槐为菌材栽培香菇较全面的实验研究。刺槐是速生用材树种, 适宜性强, 对立地条件要求低, 栽植广泛, 是重要的园林绿化树种和经济林树种。前期的栽培实验发现: 香菇菌丝在刺槐木屑中生长良好, 香菇的产量较高, 但刺槐栽培香菇的质量有待研究, 为科学评价刺槐栽培香菇的品质, 本文从多糖、蛋白质含量及高

收稿日期 2015-11-06 \* 通讯作者 林亲雄 研究方向: 微生物药学 E-mail: linqinxiong@mai.scuec.edu.cn

作者简介 陈京元(1959-) 男 研究员 博士 研究方向: 森林保护 E-mail: jingyuanchen@hotmail.com

基金项目 中央高校基本科研业务费专项(CZY10014)

效液相特征图谱方面对刺槐与栎木栽培香菇的质量进行了初步比较分析。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料和仪器

香菇品种:冬菇森源 135. 栽培培养基:78% 木屑,18% 麸皮,1% 白糖,1% 石膏,1.5% 玉米面,0.5% 生石灰(均为质量比). 木屑:栓皮栎(*Quercus variabilis*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*) 菌材由远安县森防站提供,菌材干燥后粉碎成约 1.5 cm 的片状木屑,含水量约 35%.

自动凯氏定氮仪(K9840 型,海能仪器),色谱仪(UltiMate 3000,戴安中国),超声波清洗器(KQ-400KDE,昆山市超声仪器). 除色谱甲醇外,其他试剂均为国产分析纯.

### 1.2 香菇样品的采集与处理

栽培实验在湖北省远安县食用菌生产基地进行,实验设 50%,70%,90%,100% 刺槐组(用对应质量比例的刺槐木屑替代栎木屑)和栎木屑对照组,每组均制备 100 个菌袋(18 cm × 58 cm),于 3 月份接种,室内发菌,转色后 9 月小棚层架式菇棚出菇,采用相同的常规袋料栽培方法管理各组的栽培过程. 选择菇形好、中等大小、菌幕未开的第二潮菇作为实验样品,各处理组随机选取 500 g 新鲜香菇,于烘箱中 60℃ 干燥 12 h,将香菇粉碎成粉末,过 100 目筛网后密封于干燥器中备用.

### 1.3 香菇多糖含量的测定

参照余兰等<sup>[12]</sup>方法提取香菇多糖:精密称取约 1.0 g 香菇粉,按 1 : 60 料液比(g/mL)加入 80% 乙醇,在 75℃ 水浴锅中回流 1 h,冷却后抽滤,残渣用少量无水乙醇脱水洗涤,80℃ 干燥 1 h 备用. 称取 0.5 g 乙醇处理香菇粉,置于 100 mL 圆底烧瓶中,以蒸馏水为溶剂,料液比(g/mL) 1 : 80,65℃ 400 W 超声提取 20 min,0.45 μm 滤膜过滤,滤液为多糖含量测定样品. 以葡萄糖为标准品,每组设 6 个重复,采用改良的苯酚-硫酸法测定<sup>[13]</sup>.

### 1.4 香菇蛋白质含量的测定

采用凯氏固氮法进行蛋白质含量测定<sup>[14]</sup>. 精密称取 0.4 g 样品加入消化管,加 3.2 g 催化剂[δ(硫酸铜:硫酸钾) = 1 : 15]和浓硫酸 10 mL,直线升温 250℃,消解 1 h,升温至 420℃,消解 1.5 h. 冷却后以 0.1078 mol/L 标准硫酸滴定,硼酸溶液作为吸收液,每组设 6 个重复,用自动凯氏定氮仪测定.

### 1.5 香菇 HPLC 高效液相特征图谱测定

将方法 1.4 多糖含量测定过程中 80% 乙醇提取液用 0.45 μm 滤膜过滤,滤液作为测定样品,每组设 3 个重复. 用高效液相色谱测定各处理组样品的 HPLC 特征图谱. 测定色谱条件:ZORB AX Carbohydrate 色谱柱(4.6 mm × 250 mm,5 μm);检测波长:220 nm;流速:1 mL/min;柱温:30℃;进样量:10 μL. 流动相:甲醇(A),0.1% 磷酸二氢钾溶液(B). 梯度洗脱程序:0~5 min,A 为 5%;5~10 min,A 为 5%~10%.

### 1.6 数据统计与分析

采用 Excel 软件进行数据的计数与统计分析,各处理组数据用( $\bar{x} \pm s$ )表示,并对各处理组的数据进行 *t* 检验,判断各处理组之间是否存在显著差异.

## 2 结果与分析

### 2.1 香菇多糖和蛋白质含量的比较

香菇多糖和蛋白质含量测定结果见表 1. 表 1 中传统栎木屑对照组栽培的香菇多糖含量明显低于刺槐 70%,90%,100% 添加的各处理组( $p < 0.05$ ),而与 50% 刺槐组接近( $p > 0.05$ ),且刺槐栽培香菇的多糖含量与刺槐添加比例有关. 结合香菇菌丝在刺槐培养基中生长较快且粗实的表现,说明刺槐木屑能促进香菇菌丝生长,有利于多糖的生物合成与积累. 不同比例的刺槐栽培香菇的蛋白质含量与统栎木屑对照组无明显差异性( $p > 0.05$ ),刺槐栽培香菇的蛋白质含量与添加比例无相关性,说明刺槐栽培对香菇的蛋白质代谢与积累影响不明显.

表 1 刺槐木屑栽培香菇的多糖与蛋白质含量

Tab. 1 Polysaccharide and protein content of *L. edodes* cultured with *R. pseudoacacia*

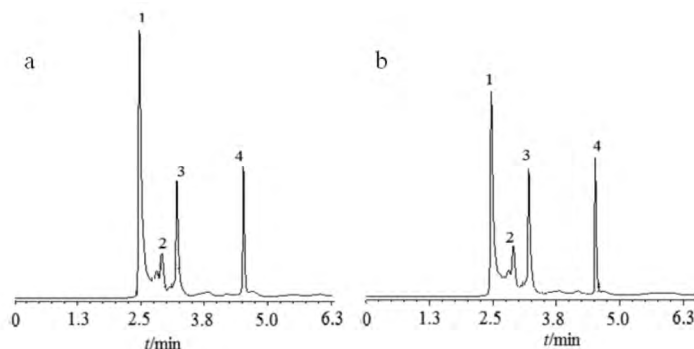
含量测定	不同分组				
	50% 刺槐组	70% 刺槐组	90% 刺槐组	100% 刺槐组	对照组
$w(\text{多糖}) / (\text{g } 100 \text{ g}^{-1})$	9.90 ± 0.18	12.00 ± 0.21*	12.02 ± 0.19*	17.64 ± 0.15*	9.40 ± 0.20
$w(\text{蛋白质}) / (\text{g } 100 \text{ g}^{-1})$	5.39 ± 0.16	5.91 ± 0.18	5.37 ± 0.15	5.27 ± 0.20	5.25 ± 0.18

\* 与对照组比较  $p < 0.05$

## 2.2 香菇 HPLC 特征图谱的比较

香菇的醇提物中含有多种有机成分,从香菇 75% 的乙醇提取液中分离到硬脂酸、麦角甾醇、过氧化麦角甾醇、棕榈酸、甘露醇、脑苷脂 B、腺苷、香菇嘌呤、5,6;8,9-二环氧基-22-麦角甾烯-3,7 二醇、3,5,9-三羟基-7,22-麦角甾二烯-6-酮等成分,其中甾醇、甾烯、腺苷、嘌呤等成分具有紫外吸收,可用紫外检测器检测<sup>[15]</sup>。不同处理组香菇醇提物的 HPLC 特征

图谱测定结果如图 1 和表 2 所示,其中刺槐各处理组与栎树对照组栽培香菇的 HPLC 特征图谱较一致,含 4 个主要组分或成分峰,由于测定波长为 220 nm,故主峰可能为紫外吸收较强的甾醇、甾烯、腺苷、嘌呤等成分,且各组主要峰的平均峰面积无显著差异( $p > 0.05$ )。显示栎树、刺槐木屑作为基质栽培的香菇醇提物的物质成分的组成与含量基本一致。



1~4 为醇溶性有紫外吸收的物质成分

图 1 100% 刺槐组(a)与栎树对照组(b)香菇的 HPLC 特征图谱

Fig. 1 HPLC feature chromatography of *L. edodes* cultivated with 100% *R. pseudoacacia* (a) and oak wood(b)

表 2 香菇 HPLC 特征图谱峰面积比较

Tab. 3 The comparing of peak square of HPLC fingerprint on *Lentinus edodes*

栽培基质	主要峰数量/个	平均峰面积/( $\text{mV} \cdot \text{min}^{-1}$ )
栎树对照组	4	54.02 ± 3.0
50% 刺槐	4	50.45 ± 3.6
70% 刺槐	4	51.62 ± 3.8
90% 刺槐	4	52.62 ± 2.9
100% 刺槐	4	55.41 ± 3.2

## 3 讨论

刺槐又名洋槐,属于豆科植物,是速生用材树种,适宜性强,立地条件低,栽植广泛,在水土保持、气候调节、改善生态环境等方面生态效益十分显著。传统观点认为速生树种作为栽培香菇的菌材,不利于香菇菌丝体的营养积累,在香菇的产量与品质方面与传统的壳斗科栗或栎类菌材有较大差异,对速生树种栽培香菇的研究较少。目前,国内仅有王增信等<sup>[16]</sup>以刺槐枝桠作为基质栽培香菇的初步研究,未见刺槐栽培香菇较全面的研究,因此,本研究有很好的学术与实践意义。

香菇的质量目前多采用水分、灰分、纤维素、蛋白质、氨基酸、总多糖、挥发性成分的 GS-MS 等分析

评价。本研究选取总多糖、蛋白质含量及醇提物的高效液相特征图谱指标,以充分反映香菇内在的质量,较准确地分析比较刺槐香菇与传统栎木香菇的质量差异。结果显示:采用刺槐木屑与传统栎木屑袋料栽培香菇的蛋白质含量及醇提物的高效液相特征图谱基本一致,但刺槐木屑栽培香菇总多糖含量要高于传统栎木屑,其中 100% 刺槐栽培的香菇多糖含量是传统栎木的近 2 倍,刺槐木屑栽培香菇多糖含量较高与香菇菌丝易于分解利用刺槐菌材,生长快有关。

香菇活性多糖是香菇重要的药用成分,具有增强免疫、抗癌作用,现已开发成抗肿瘤药物,如刺槐栽培香菇的活性多糖成分也显著高于传统栎木香菇(有待进一步研究)。刺槐栽培的香菇较传统栎木香菇在质量方面更具优势。结合野外栽培实验研究的结果,采用刺槐木屑代替传统栎木屑栽培香菇技术上可行,且具有成本优势。此外,刺槐因耐瘠薄,根系发达,速生与良好的萌发性能,是山区防治水土流失的重要树种和生态资源;槐花还可作为蜂类的重要蜜源,是可再生的植物资源,利用刺槐作为香菇栽培的替代菌材,可为香菇产业的可持续发展和生态林业建设提供重要的技术支持。

## 参 考 文 献

- [1] 何永,伍玉明,高红,等.香菇营养成分研究进展[J].现代农业科技 2010(23):140-141.
- [2] 王淑蕾,梁敬钰,唐庆九,等. HPLC 法测定香菇中香菇嘌呤含量[J]. 食用菌学报 2011,18(2):49-52.
- [3] 张峰. 香菇栽培技术研究进展[J]. 食品工程 2008(2):28-40.
- [4] Chang S T, Buswell J A. Mushroom nutraceuticals [J]. World J Microbiol Biotechnol 1996,12(5):473-476.
- [5] 魏银初,班新河,王震. 河南省香菇产业现状与发展对策[J]. 食用菌 2011(5):4-6.
- [6] Kuforiji O O, Fasidi I O. Enzyme activities of *Pleurotustuber-regium*(Fries) Singer, cultivated on selected agricultural wastes [J]. Bioresource Technol 2008,99(10):4275-4278.
- [7] Kim B H, Choi D B, Yu L P, et al. Comparative study on the antioxidant and nitrite scavenging activity of fruiting body and mycelium extract from *Pleurotus ferulae* [J]. Korean J Chem Eng 2012,29(10):1393-1402.
- [8] Soler-Rivas C, García-Rosado A, Polonia I, et al. Microbiological effects of olive mill waste addition to substrates for *Pleurotus pulmonarius* cultivation [J]. Int Biodeter Biodegr 2006,57(1):37-44.
- [9] Kim J S, Choi D, Jung B G, et al. Effects of fruiting body extracts of *Lentinus edodes cultivated* using corn cob on biological activities [J]. Korean J Chem Eng 2013,30(4):906-912.
- [10] 赵超,高兆银,何莉莉. 农作物秸秆栽培香菇研究[J]. 广东农业科学 2007(9):38-41.
- [11] 郑光耀,毛可红,薄采颖,等. 杨树木材加工废弃物替代硬杂木屑栽培香菇研究[J]. 安徽农业科学 2012,40(32):15781-15781.
- [12] 余兰,陈华,娄营,等. 超声提取香菇中香菇多糖优化工艺研究[J]. 安徽农业科学 2009,37(6):2556-2668.
- [13] 徐光域,颜军,郭晓强,等. 硫酸-苯酚定糖法的改进与初步应用[J]. 食品科学 2005,26(8):342-346.
- [14] 中国预防医学院营养与食品卫生研究所. 食品营养成分测定法[M]. 北京:人民卫生出版社,1990,15-44.
- [15] 张宁. 香菇中的化学成分及相关应用的基础研究[D]. 天津:天津大学,2013.
- [16] 王增信,唐兴芳,秦清军,等. 刺槐枝桠木屑袋栽香菇初探[J]. 陕西农业科学(自然科学版),2001(9):22-23.
- [7] 林剑军,秦菁莉,周萍,等. 黄金茶中砷、汞、镉、铅的含量测定[J]. 大理学院学报 2009,8(10):24-26.
- [8] 黄一帆. ICP-AES 测定茶中微量元素的含量[J]. 光谱实验室 2009,26(1):107-109.
- [9] 冯先进,屈太原. 电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)最新应用进展[J]. 中国无机分析化学 2011,1(1):46-52.
- [10] 于庆凯,李丹. 阳极溶出伏安法同时测定海水中铜、铅、镉、锌[J]. 化学工程师 2009(10):25-27.
- [11] 姜宪尘,杜晓燕. 吸附溶出伏安法在环境检测和药物分析中的应用与进展[J]. 化学传感器 2007,27(4):16-20.
- [12] 彭静,贺与平. 阳极溶出伏安法同时测定高盐调味品中铅镉[J]. 食品工业科技 2016,37(7):274-277.
- [13] Charalambous A, Economou A. A study on the utility of bismuth-film electrodes for the determination of In(III) in the presence of Pb(II) and Cd(II) by square wave anodic stripping voltammetry [J]. Anal Chim Acta, 2005,547(1):53-58.
- [14] Yang D, Wang L, Chen Z, et al. Determination of trace lead and cadmium in water samples by anodic stripping voltammetry with a nafion-ionic liquid-coated bismuth film electrode [J]. Electroanalysis, 2014,26(3):639-647.
- [15] El-Mai H, Espada-Bellido E, Stitou M, et al. Determination of ultra-trace amounts of silver in water by differential pulse anodic stripping voltammetry using a new modified carbon paste electrode [J]. Talanta 2016,151:14-22.
- [16] 武繁华,那鹏飞. 锌对铅锌合金在硫酸溶液中的析氢行为研究[J]. 山东化工 2012,41(2):14-15.
- [17] Bu L, Gu T, Ma Y, et al. Enhanced cathodic preconcentration of As(0) at Au and Pt electrodes for anodic stripping voltammetry analysis of As(III) and As(V) [J]. J Phys Chem C 2015,119(21):15051-15054.

(上接第16页)