

# 氮源对金针菇菌糠栽培杏鲍菇的改良作用研究

林群英<sup>1</sup>, 吴亮亮<sup>1,2</sup>, 张锋伦<sup>1</sup>, 吴素玲<sup>1</sup>, 孙晓明<sup>1</sup>, 张卫明<sup>1</sup>

(1. 南京野生植物综合利用研究院 食品工程研究室, 江苏 南京 210042; 2. 江苏鸿丰果蔬有限公司, 江苏 泗阳 223700)

**摘要:**以杏鲍菇为试材,采用菌丝培养和麦角甾醇含量测定2种方法,对金针菇菌糠栽培杏鲍菇时氮源的改良作用进行评价。结果表明:金针菇菌糠的有机碳和总氮含量分别为64.05%和1.72%;玉米粉对杏鲍菇菌丝生长速度的促进作用最明显,其栽培的杏鲍菇菌丝生长速度为4.3 mm/d,其次是麦麸,为3.6 mm/d,而麦麸米糠混合组的杏鲍菇菌丝长势最佳;杏鲍菇菌丝含麦角甾醇最高的是麦麸米糠混合组(麦角甾醇含量为0.20 mg/g),其次分别是米糠组和玉米粉组,麦麸组的含量最低;可以判断麦麸和米糠混合使用是改良金针菇菌糠的最佳氮源。

**关键词:**金针菇菌糠;杏鲍菇;氮源;麦角甾醇

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0151-03

金针菇(*Flammulina velutipes*)是我国当前主栽食用菌品种之一。据统计,仅江苏省泗阳地区,工厂化生产纯白金针菇等食用菌已经形成日产200多吨的规模<sup>[1]</sup>,

**第一作者简介:**林群英(1979-),女,博士,助理研究员,研究方向为食用菌栽培与应用。E-mail:Linqunying1007@126.com.

**责任作者:**张卫明(1957-),男,硕士,研究员,现主要从事食用菌研究和开发等工作。E-mail:botanyzh@163.com.

**基金项目:**江苏省科技计划资助项目(BY2011115)。

**收稿日期:**2013-08-21

产生的菌糠数量惊人,且呈继续增长的趋势。目前,主要以直接焚烧或丢弃的方式处理菌糠,造成了严重的资源浪费。为变废为宝,使其继续发挥资源的利用价值,须建立其资源化高效利用技术,其中利用菌糠进行二次栽种是最有效的途径之一<sup>[2]</sup>。金针菇菌糠含有丰富的营养,已用于金福菇和草菇等的栽培<sup>[3-4]</sup>,但在杏鲍菇栽培中尚鲜见报道。杏鲍菇(*Pleurotus eryngii*)是一种营养和保健价值极高的食用菌,具有较强的酶分泌能力,可降解多种农林业下脚料<sup>[5]</sup>,是利用金针菇菌糠进行栽

## 3 结论

该试验结果表明,袋栽猴头菇在培养基、发菌管理及出菇环境相同的条件下,不同的发菌和出菇方式,对猴头菇的发菌时间、出菇时间、子实体性状和产量均有较大的影响。发菌培养,袋口采用套环塞棉塞处理,菌丝生长速度最快,所需条件是发菌室环境应保持干净,无杂菌污染。不同的出菇方式中,袋口套皮圈出菇,猴

头出菇至采收时间最短,只需14 d且子实体形态和生物转化率最高。

## 参考文献

- [1] 于海龙,冯志勇,郭倩.不同培养料配方和出菇温度对猴头菇生长影响[J].中国食用菌,2010(4):26-27.
- [2] 丁湖广.猴头菇高品位栽培关键技术[J].西南园艺,2006,34(2):65-66.
- [3] 郭成金.食用菌高效栽培技术[M].北京:化学工业出版社,2009.

## Effect of Different Fruiting Ways on Bag Cultured *Hericium erinaceus* Pers.

LI Feng-mei, ZHOU Yong-bin, ZHANG Zhi-jun, LUO Ying, LIU Lian-qiang, LIU Jian-hua  
(Edible Fungi Institute, Research Institute of Forestry and Fruit Tree in Tianjin, Tianjin 300384)

**Abstract:** Taking bag cultured *Hericium erinaceus* Pers. as material, the effect of different fruiting ways of morphology and yield on the fruiting time, bag cultured *Hericium erinaceus* Pers. were studied. The results showed that fruiting way had tremendous influence on the mycelial growth, fruiting time, shape and size and so on. If the opening of the plastic bag were sleeved by ring and plugged by cotton, the growth rate of mycelium was the highest. During the fruiting time, the time of the bag opening sleeved by leather collar was the shortest, only 14 days, and biology efficiency was the highest.

**Key words:** *Hericium erinaceus* Pers.; fruiting way; bag cultured

培的合适菇种。

该试验对金针菇菌糠的有机碳和总氮含量进行测定,探讨不同氮源对菌糠的改良作用,以获得最佳的氮源,为筛选以金针菇菌糠为主的杏鲍菇栽培培养基最佳配方提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

杏鲍菇菌株:以新鲜杏鲍菇子实体为材料进行组织分离,接种于 PDA 培养基上,25℃下培养获得纯培养物,菌株保藏于南京野生植物综合利用研究院。

金针菇菌糠:金针菇栽培下脚料,以意杨木屑和玉米芯为主要组分,采收金针菇子实体后,粉碎,过 5 目筛。由泗阳鸿丰果蔬有限公司提供。

### 1.2 试验方法

1.2.1 菌糠有机碳和总氮含量测定 菌糠在 105℃下烘干 2 h 至恒重。按照 NY525-2012 的方法进行有机碳含量测定,氧化校正系数以 1.1 计<sup>[6]</sup>。总氮含量按照凯氏定氮法进行测定<sup>[7]</sup>。

1.2.2 不同氮源对杏鲍菇菌丝生长速度的影响 麦麸、米糠、玉米粉等(米糠与麦麸混合比例为 1:1)常见氮源按 2:8 的比例与菌糠进行配比,以不添加氮源的菌糠培养基为空白对照,考察对菌糠的改良效果。以上培养基混合均匀后,分装至直径为 9 cm 的培养皿中,压紧,在中央用玻棒打一小孔,各培养基水分调节至 65%左右。每皿装料 46 g(按湿重计算),121℃下灭菌 30 min。培养基冷却至室温后,将黄豆粒大小的斜面菌丝块接种于中央的小孔里,最后用封口膜将平皿封口,减少培养过程中水分的蒸发。25℃下暗培养 10 d,测量菌落直径,并记录菌丝生长情况,4 次重复。

1.2.3 杏鲍菇菌丝体中麦角甾醇含量的测定 杏鲍菇菌落在测量菌落直径后继续培养至 14 d。在距原接种块 1 cm 处,取 8 g 带菌丝的培养料,捣碎,加入 20 mL 乙醇和 50%KOH 20 mL,85~90℃水浴条件下进行皂化。加入 20 mL 乙醚进行萃取,进行 HPLC 测定<sup>[8]</sup>。色谱条件:流动相为甲醇:水(97:3),流速为 1.8 mL/min,柱温为 25℃,保留时间为 7.3 min。检测器为 DAD,吸收波长为 282 nm。将麦角甾醇标准品配制成浓度为 5、12.5、25、50、100、200、400 μg/mL,在以上色谱条件下进行峰面积测定,以标准品浓度(μg/mL)为横坐标(X)对峰面积(Y)进行回归,得回归方程  $Y = 16.9X + 58.23$ ,  $r = 0.9994$ ,表明麦角甾醇的浓度与峰面积呈良好的线性关系。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌糠有机碳和总氮含量

经测定,此菌糠有机碳和总氮的含量分别为

64.05%和 1.72%,碳氮比为 37.24:1。

### 2.2 氮源对杏鲍菇菌丝生长的影响

从图 1 可以看出,在 4 种不同氮源中,玉米粉为氮源时,杏鲍菇菌丝生长最快,平均生长速度为 4.3 mm/d,其次是麦麸,平均生长速度为 3.6 mm/d。二者均明显优于空白对照。

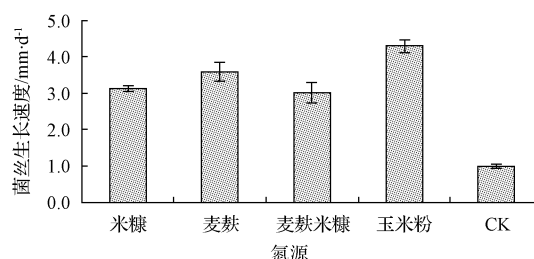


图 1 金针菇菌糠中不同氮源对杏鲍菇菌丝生长速度的影响

由表 1 可知,各氮源除了影响菌丝的生长速度外,还明显影响菌落的生长情况。麦麸组和麦麸米糠组的气生菌丝均发达,且菌丝粗壮,结合菌丝气生性,菌落边缘整齐度等指标,麦麸米糠混合组最利于菌丝生长,其次是米糠。与前二者相比,玉米粉则对气生菌丝生长的促进作用最小,菌丝长势较差。

表 1 不同氮源对金针菇菌糠上的杏鲍菇菌丝生长的影响

配方	菌丝气生性	菌丝疏密	菌丝粗细	边缘整齐度	总体评价
米糠	强	致密	粗壮	整齐	++
麦麸	强	致密	粗壮	不整齐	++
麦麸米糠	强	致密	粗壮	整齐	+++
玉米粉	中等	中等	纤细	整齐	+++
CK	弱	稀疏	纤细	不整齐	+

注:++++,长势最好;+++ ,长势较好;++ ,长势一般;+ ,长势差。

### 2.3 杏鲍菇菌丝体中麦角甾醇的含量

由图 2 可知,杏鲍菇菌丝体中麦角甾醇含量最高的是麦麸米糠组,为 0.20 μg/g,其次是米糠组和玉米粉组,麦麸组最低。对照组即菌糠因残留的金针菇菌丝体,其麦角甾醇含量为 0.05 μg/g。麦角甾醇是衡量微生物生物量常用且有效的成分<sup>[8]</sup>,根据麦角甾醇含量的测定结果可判断,麦麸与米糠混合应用最利于杏鲍菇菌丝体生物量的积累。

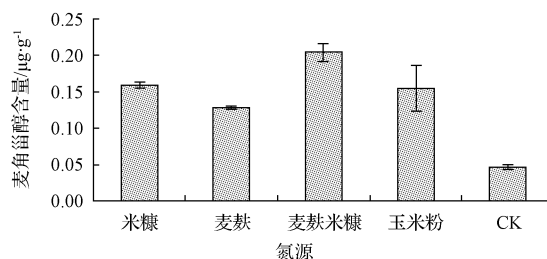


图 2 金针菇菌糠中不同氮源对杏鲍菇菌丝体中麦角甾醇含量的影响

## 3 讨论

以木屑为主栽培杏鲍菇可获得 75% 的生物转化率<sup>[9]</sup>,而该研究中的金针菇菌糠以木屑为主料,可适用于杏鲍菇的栽培。麦麸米糠混合添加并非最利于加快菌丝生长速度,但对菌丝其它生长特性有良好的促进作用。因此,结合麦角甾醇含量测定结果,杏鲍菇生长良好,且米糠和麦麸混合物为最佳氮源。栽培杏鲍菇时,补充氮源的种类主要有米糠、麦麸、黄豆粉、玉米粉等<sup>[10]</sup>。黄豆粉被证实是最佳氮源<sup>[11-12]</sup>,米糠也被证实可明显提高产量<sup>[13]</sup>,与该试验中以麦麸和米糠配合使用为最佳的结果不一致。这可能是由于试验筛选的氮源范围或供试菌株不同所导致的。

杏鲍菇菌丝生长速度与产量的对应关系不稳定,增加评价指标有助于提高筛选的准确性。10 个杏鲍菇菌株中,部分菌株的菌丝生长速度与产量无相关性,甚至出现逆相关性<sup>[14]</sup>。在麦麸用量和平菇菌糠再栽培的研究中,杏鲍菇的菌丝生长速度越快,生物转化率越低<sup>[15-16]</sup>。而在意杨木屑栽培杏鲍菇的研究中,菌丝生长速度与产量则显示出较好的正相关性<sup>[17]</sup>。可见,测定菌丝生长速度虽然简单易操作,但并不能直接反映子实体生长情况,有必要采用其它评价手段,以提高筛选的准确性。Ohga<sup>[18]</sup>研究表明,麦角甾醇含量与杏鲍菇子实体产量存在较好的正相关性,可辅助评价培养基等因素对杏鲍菇生长的影响。结合这 2 种方法,可提高筛选和优化配方的准确性,为进一步开展菌糠再利用研究提供有力的数据。

## 参考文献

- [1] <http://www.txgh.net/chanyezixun/show.php?itemid=3230>.  
[2] 赵晓丽,陈智毅,刘学铭. 菌糠的高效利用研究进展[J]. 中国食用菌, 2012,31(2):1-3.

- [3] 毛小伟,周建林. 金针菇菌糠栽培金福菇关键技术[J]. 食用菌, 2012(3):46.  
[4] 何燕萍. 利用金针菇、杏鲍菇废菌渣栽培草菇试验[J]. 蔬菜, 2010(12):42-43.  
[5] 林群英,张锋伦,孙晓明,等. 杏鲍菇生物学特性及栽培技术研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2013(1):11-14.  
[6] 全国农业技术推广服务中心,南京农业大学,安徽省土壤肥料总站,等. 有机肥料[S]. 北京:中华人民共和国农业部, 2012:1-10.  
[7] 杨月欣,王光亚. 实用食物营养成分分析手册[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2002.  
[8] 孙佰申,周立平,陈旭峰,等. HPLC 法测定红曲霉发酵样品中麦角固醇的含量[J]. 中国食品添加剂, 2004(2):89-92.  
[9] 冯邦朝,黄桂珍,黄艳,等. 以杂木屑为主料杏鲍菇高产栽培配方的筛选[J]. 北方园艺, 2012(6):166-168.  
[10] 胡清秀,吉叶梅,侯桂森,等. 杏鲍菇栽培[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2006.  
[11] Rodriguez E, Royse D J. Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hulls/oak sawdust supplemented with manganese, copper and whole ground soybean[J]. Bioresource Technol, 2007, 98:1898-1906.  
[12] 宫志远,于淑芳,玲曲. 营养和环境条件对杏鲍菇菌丝生长的影响[J]. 食用菌学报, 2002,9(3):13-17.  
[13] Peng J T, Lee C M, Tsai Y E. Effect of rice bran on the production of different king oyster mushroom strains during bottle cultivation[J]. J Agric Res China, 2000, 49:60-67.  
[14] 董伟,陶鸿,卢伟,等. 10 个杏鲍菇菌株的比较研究[J]. 中国食用菌, 2010,29(3):26-28.  
[15] 陈生良. 麸皮含量对杏鲍菇产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2006(3):275-276.  
[16] 王增池,孔德平,范惠菊,等. 平菇菌糠栽培杏鲍菇研究[J]. 北方园艺, 2012(11):183-184.  
[17] 汪国莲,陈明. 意杨加工下脚料栽培杏鲍菇技术研究[J]. 江苏农业科学, 2007(5):194-195.  
[18] Ohga S. Influence of wood species on the sawdust-based cultivation of *Pleurotus abalonus* and *Pleurotus eryngii*[J]. J Wood Sci, 2000, 46:175-179.

## Study on the Modified Effect of Nitrogen Source on Culture of *Pleurotus eryngii* with Mushroom Bran of *Flammulina velutipes*

LIN Qun-ying<sup>1</sup>, WU Liang-liang<sup>1,2</sup>, ZHANG Feng-lun<sup>1</sup>, WU Su-ling<sup>1</sup>, SUN Xiao-ming<sup>1</sup>, ZHANG Wei-ming<sup>1</sup>

(1. Food Engineering Laboratory, Nanjing Institute for the Comprehensive Utilization of Wild Plants, Nanjing, Jiangsu 210042; 2. Jiangsu Hongfeng Fruit and Vegetable Co., Ltd., Siyang, Jiangsu 223700)

**Abstract:** Taking *Pleurotus eryngii* as test material, the modified effect of nitrogen source on the cultivation of *P. eryngii* by mushroom bran of *Flammulina velutipes* was evaluated by mycelium culture and ergosterol content determination. The results showed that organic carbon and total nitrogen content of the mushroom bran were 64.05% and 1.72%. Corn powder had the most obvious promote effect on the growth rate of *Pleurotus eryngii* mycelium for 4.3 mm/d, followed by wheat bran, 3.6 mm/d. *Pleurotus eryngii* mycelium had the highest wheat bran rice bran mixed group (0.20 mg/g), followed by rice bran and corn powder group, wheat bran group was the lowest. In conclusion, wheat bran and rice bran mixed was the best nitrogen source for improvement of *Flammulina velutipes* bran.

**Key words:** mushroom bran of *Flammulina velutipes*; *Pleurotus eryngii*; nitrogen source; ergosterol