

# 工厂化杏鲍菇菌糠对几种食用菌菌丝生长的影响

邹金美, 余慧金, 吴美莲, 魏志霞

(闽南师范大学 生物科学与技术学院, 福建 漳州 363000)

**摘要:**以杏鲍菇菌糠为试材,采用固体平板培养法研究了不同浓度的杏鲍菇菌糠对鸡腿菇、毛木耳、黑木耳、金福菇、杏鲍菇菌丝生长的影响。结果表明:在设定的浓度范围内,杏鲍菇菌糠对毛木耳、黑木耳菌丝生长几乎没有抑制作用;当菌糠浓度较高(200、400 g/L)时,对鸡腿菇和杏鲍菇有一定的抑制效应,对金福菇的抑制最为明显;当菌糠浓度较低(50 g/L)时,呈现出极显著的抑制效果。

**关键词:**杏鲍菇菌糠;食用菌菌丝;生长速率

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>41 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)20-0149-04

杏鲍菇[*Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quél.] 菌肉肥厚,质地脆嫩,营养丰富,是近年来工厂化栽培比较成功的一个珍稀食用菌种类。近年来漳州市杏鲍菇栽培工厂迅速发展,据统计至2012年仅漳州市杏鲍菇栽培工厂达到80家,日产量已达200 t,是全国杏鲍菇工厂最集中、日产量最大的产地之一<sup>[1]</sup>。按照工厂化杏鲍菇生产中65%的生物转化率计算,漳州每天产生杏鲍菇菌糠近350 t,工厂化栽培杏鲍菇时为提高冷房的利用率,杏鲍

菇往往只采收一潮菇,因此菌糠中营养成分和其它有益成分残留还很多。据分析杏鲍菇菌糠中含有丰富的粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、必需氨基酸等营养成分<sup>[2-3]</sup>,如果加以合理利用,是对生物资源的极大浪费。因漳州是著名的花木之乡,当地对杏鲍菇菌糠的处理主要是制作成生物有机肥做为栽培花木的肥料或无土栽培的基质,另外也有部分工厂使用废菌棒作为锅炉燃料。综合考虑常用的几种菌糠处理方式,如二次种菇、花木栽培基质、菌糠饲料、生物有机肥、燃料和活性物质提取等<sup>[4]</sup>,认为利用菌糠二次栽培食用菌无疑是对生物质的最大限度利用。该研究探讨了杏鲍菇菌糠取代马铃薯综合培养基中的马铃薯后,对鸡腿菇、毛木耳、黑木耳、金福菇和杏鲍菇5种食用菌菌丝生长的影响,以期利用杏鲍菇菌糠作为上述几种食用菌栽培代料或部分替代料提供参考。

**第一作者简介:**邹金美(1972-),女,硕士,副教授,现主要从事园艺植物与菌物及其次生代谢产物等研究工作。E-mail:jimmy709@126.com.

**基金项目:**福建省大学生创新创业训练资助项目;闽南师范大学校创新团队资助项目。

**收稿日期:**2014-07-14

**Abstract:** Taking dry powder of tatar buckwheat shell from Lingqiu of Shanxi as material, the total flavonoids of tatar buckwheat shell was studied with the microwave-assisted extraction technology. The quadratic polynomial regression equation prediction model was obtained by using the Box-Behnken central composite test and response surface analysis based on the single factor experiments, such as different alcohol concentration (A), time (B), liquid-solid ratio (C), and the microwave power (D). The free radical scavenging rates of the flavonoids of tatar buckwheat shell using DPPH was tested with tert-butyl hydroquinone as the contrast. The results showed that the optimal conditions of microwave-assisted extraction of the total flavonoids were as follows: 57.54% of solvent concentration, time of 41.09 s, 65.4 : 1 mL/g of the ratio of liquid to solid, power of 264.16 W, the yield of total flavonoids was up to 1.9800%, the predictive was 2.004%. The flavonoids of tatar buckwheat shell had a strong antioxidant effect, the scavenging rates of tatar buckwheat shell flavonoids was up to 50% to DPPH, C<sub>50</sub>% of tatar buckwheat shell flavonoids were at 0.96 μg/mL with ultrasonic method, 1.40 μg/mL with microwave-assisted extraction, 1.27 μg/mL with soxhlet extraction, and 2.40 μg/mL of the tert-butyl hydroquinone (CK), respectively. The tatar buckwheat shell flavonoids was a promising natural antioxidant.

**Keywords:** tatar buckwheat shell; response surface analysis method; total flavonoids; microwave-assisted extraction; antioxidation capacity

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

鸡腿菇(*Coprinus aematus* (Mull. ex. Fr.) Gray)、毛木耳(*Auricularia polytricha* (Mout.) Sacc.)、黑木耳(*Auricularia auricula* (L. ex Hook) Underw.)、金福菇(*Tricholoma lobayense* Heim)菌种购于福建三明真菌研究所,杏鲍菇(*Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quél.)母种实验室分离于购自市场的新鲜杏鲍菇。

杏鲍菇菌糠(其配方为木屑 25%、玉米芯 25%、甘蔗渣 25%、麸皮 14%、豆粕 5%、玉米粉 5%、石灰 0.5%、碳酸钙占 0.5%,含水量控制在 60%~65%,初始 pH 8)收集于漳州某杏鲍菇工厂,60℃烘干,粉碎备用。

### 1.2 试验方法

1.2.1 培养基的配制 以马铃薯综合培养基(马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂粉 15 g、维生素 B<sub>1</sub> 10 mg、硫酸镁 1.5 g、磷酸二氢钾 3 g、水 1 L)为对照(CK)培养基(A 培养基)。然后分别用 50、100、200、400 g/L 共 4 个浓度梯度的杏鲍菇菌糠(干重)代替综合培养基中的马铃薯(分别命名为 B、C、D、E 培养基)。培养基制作过程为称取马铃薯(或不同重量的菌糠粉碎物)加一定量的水煮沸并保持 30 min,纱布过滤,取滤液与综合培养基的其它成分混合后定容,调节 pH 6.5,灭菌备用。

1.2.2 菌种的活化及接种 菌种活化采用马铃薯综合培养基,从母种试管斜面上取小块菌种接种在综合培养基平板(直径 9 cm)的中央,28℃避光培养,待菌丝长将要长满平板时使用。接种时用打孔器(4 mm)在平板相

同直径的圆圈上打菌丝圆块接种在制备好的各处理的培养基平板中央,置于 28℃的培养箱中避光培养,同时接种马铃薯综合培养基作为 CK<sup>[5]</sup>。

### 1.3 项目测定

菌丝生长状态观察及生长速度记录<sup>[5]</sup>,接种后每 24 h 观察记录菌丝生长情况,并标记测量菌丝生长长度、计算菌丝生长速度,至其中一种处理菌丝长满培养皿后停止数据测量。对菌丝平均生长速度进行方差分析,用新复极差法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 杏鲍菇菌糠对鸡腿菇菌丝生长的影响

由表 1 和图 1 可知,与 CK 相比,50、100 g/L 菌糠提取物的加入对菌丝生长速率无显著影响,但随着浓度的继续提高,对菌丝生长有一定抑制。菌糠对鸡腿菇菌丝生长形态没有大的影响,菌丝菌落完整,长势好,生长正常。

表 1 不同处理对鸡腿菇菌丝生长的影响

Table 1 Effect of different treatments on mycelial growth of *Coprinus aematus*

菌糠浓度 Spent substrate concentration/(g · L <sup>-1</sup> )	菌丝生长速率 Mycelia growth rate/(cm · d <sup>-1</sup> )	菌丝形态 Mycelia form
0(CK)	0.540±0.016 a AB	边缘整齐、长势强、洁白、密
50	0.525±0.023 ab AB	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
100	0.548±0.019 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
200	0.492±0.013 bd BC	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
400	0.487±0.016 d C	边缘整齐、长势强、洁白、浓密

注:菌丝生长率后不同大小写字母表示差异极显著/显著,相同大小写字母表示差异没有达到极显著/显著。下同。

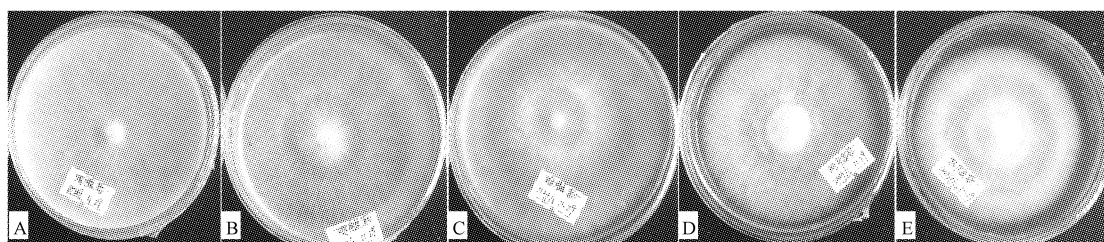


图 1 不同培养基中鸡腿菇菌丝生长形态

Fig. 1 Mycelial status of *Coprinus aematus* in different medias

### 2.2 杏鲍菇菌糠培养基对毛木耳菌丝生长的影响

由表 2 和图 2 可知,与 CK 相比,在设定的 4 个杏鲍

表 2 不同处理对毛木耳菌丝生长的影响

Table 2 Effect of different treatments on mycelial growth of *Auricularia polytricha*

菌糠浓度 Spent substrate concentration/(g · L <sup>-1</sup> )	菌丝生长速率 Mycelial growth rate/(cm · d <sup>-1</sup> )	菌丝形态 Mycelial form
0(CK)	0.538±0.007 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
50	0.529±0.010 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
100	0.540±0.010 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
200	0.528±0.003 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
400	0.526±0.013 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密

菇菌糠浓度梯度培养基中毛木耳菌丝生长速度和生产形态均正常,说明杏鲍菇菌糠中能够抑制毛木耳菌丝生长的物质较少或浓度较低,毛木耳栽培中应当可以添加一定比例的杏鲍菇菌糠。

### 2.3 杏鲍菇菌糠培养基对黑木耳菌丝生长的影响

由表 3 和图 3 可知,与 CK 培养基中菌丝生长情况相比较,4 种加有不同浓度菌糠提取物的培养基中菌丝均生长很好,生长速度没有受到显著性影响,菌丝形态在低浓度中稍显稀疏,可能是因为菌糠浓度较低营养成分不足所致,浓度升高后菌丝生长浓密、洁白。



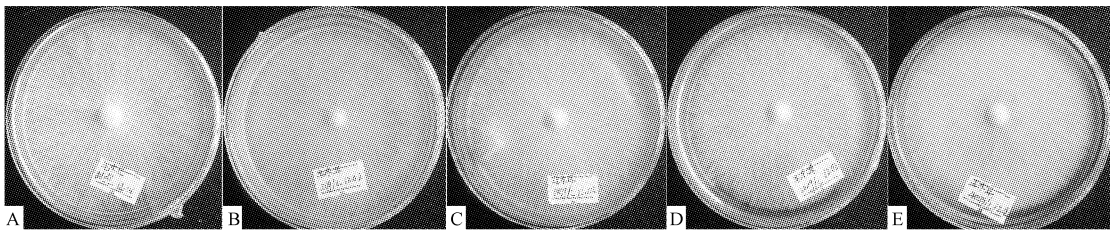


图 2 不同培养基中毛木耳菌丝生长形态

Fig. 2 Mycelial status of *Auricularia polytricha* in different medias

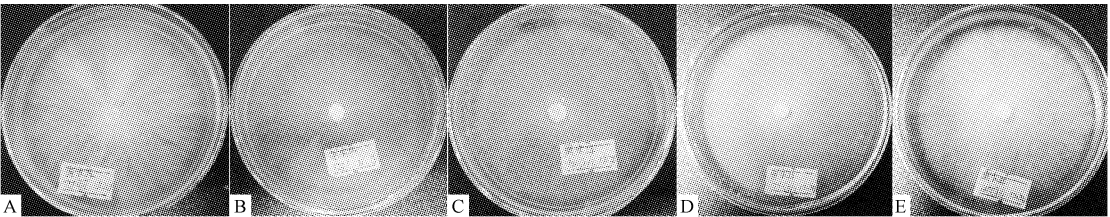


图 3 不同培养基中黑木耳菌丝生长形态

Fig. 3 Mycelial status of *Auricularia auricula* in different medias

表 3 不同处理对黑木耳菌丝生长的影响

Table 3 Effect of different treatments on mycelial growth of

*Auricularia auricula*

菌糠浓度 Spent substrate concentration/(g · L <sup>-1</sup> )	菌丝生长速率 Mycelial growth rate/(cm · d <sup>-1</sup> )	菌丝形态 Mycelial form
0(CK)	0.430±0.005 a A	边缘整齐、长势较好、洁白、密
50	0.435±0.005 a A	边缘整齐、长势一般、洁白、稍稀疏
100	0.423±0.003 a A	边缘整齐、长势较好、洁白、密
200	0.417±0.003 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
400	0.410±0.005 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密

2.4 杏鲍菇菌糠培养基对金福菇菌丝生长的影响

由表 4 和图 4 可知,菌糠培养基对金福菇菌丝的生长速率影响较大,最低浓度的菌糠培养基就显著影响其菌丝生长速度,但对菌丝形态的影响较小,甚至高浓度

的菌糠培养基中菌丝生长更浓密,可能是菌丝在杏鲍菇菌糠中某些物质的胁迫下应激生长呈现的形态,但高浓度中菌丝几乎不能向四周扩散生长。

表 4 不同处理对金福菇菌丝生长的影响

Table 4 Effect of different treatments on mycelial growth of *Tricholoma lobayense*

菌糠浓度 Spent substrate concentration/(g · L <sup>-1</sup> )	菌丝生长速率 Mycelial growth rate/(cm · d <sup>-1</sup> )	菌丝形态 Mycelial form
0(CK)	0.353±0.006 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
50	0.267±0.013 b B	边缘整齐、长势一般、洁白、密
100	0.209±0.008 c C	边缘不够整齐、长势较好、洁白、浓密
200	0.115±0.011 d D	边缘不够整齐、洁白、浓密
400	0.110±0.011 d D	边缘不够整齐、洁白、浓密

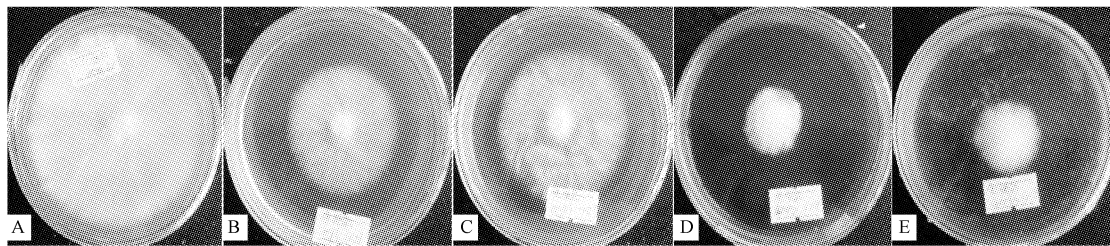


图 4 不同培养基中金福菇菌丝生长形态

Fig. 4 Mycelial status of *Tricholoma lobayense* in different medias

2.5 杏鲍菇菌糠培养基对杏鲍菇菌丝生长的影响

由表 5 和图 5 可知,在测试的杏鲍菇菌糠对杏鲍菇菌丝生长的影响中发现,低浓度菌糠培养基对菌丝生长速率影响不大,但菌丝生长不够浓密,可能是浓度较低时营养成分不足所致,高浓度菌糠培养基会抑制杏鲍菇菌丝的生长,有可能分离的杏鲍菇菌种与工厂栽培中所使用的菌种为不同生理种,二者间有拮抗现象。

表 5 不同处理对杏鲍菇菌丝生长的影响

Table 5 Effect of different treatment on mycelial growth of *Pleurotus eryngii*

菌糠浓度 Spent substrate concentration/(g · L <sup>-1</sup> )	菌丝生长速率 Mycelial growth rate/(cm · d <sup>-1</sup> )	菌丝形态 Mycelial form
0(CK)	0.470±0.009 a A	边缘整齐、长势强、洁白、浓密
50	0.444±0.011 b A	边缘整齐、长势一般、洁白、稍稀疏
100	0.439±0.011 b AB	边缘不够整齐、长势一般、洁白、密
200	0.419±0.014 b B	边缘不够整齐、长势强、洁白、浓密
400	0.335±0.023 c C	边缘不够整齐、长势较好、洁白、浓密

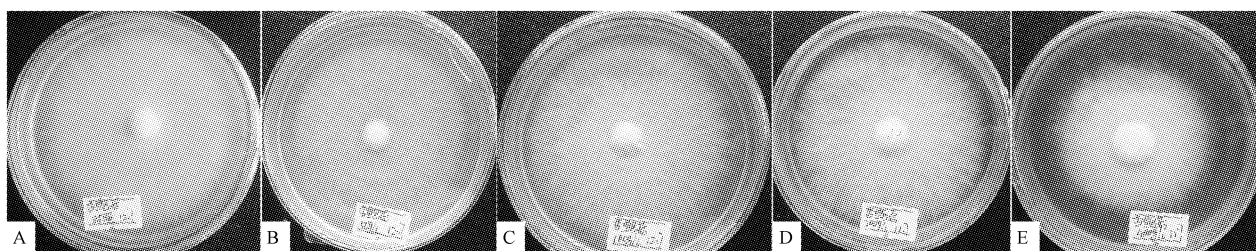


图5 不同培养基中杏鲍菇菌丝生长形态

Fig. 5 Mycelial status of *Pleurotus eryngii* in different medias

### 3 讨论与结论

工厂化栽培杏鲍菇中会采取多种措施保证杏鲍菇菌丝的快速健康生长,从而缩短出菇时间,加快冷房的周转率。工厂化栽培杏鲍菇的配方中营养比较丰富,因其生长周期短,又只采收一潮菇,菌糠中营养成分和其它有益成分还很多<sup>[2-3]</sup>,如果能加以合理利用无疑能变废为宝。利用杏鲍菇进行其它食用菌的再栽培是对生物物质最大程度上的合理利用,该研究结果表明杏鲍菇菌糠对鸡腿菇、毛木耳和黑木耳的菌丝生长率和菌丝形态基本没有影响,完全可以用于三者的再栽培,生产实践中梁明勤等<sup>[6]</sup>用杏鲍菇菌糠替代一半的玉米芯栽培鸡腿菇,产量甚至超过了纯玉米芯配方。利用杏鲍菇菌糠替代玉米芯和稻草栽培平菇和双孢蘑菇同样取得了很好的效果<sup>[7-9]</sup>。在杏鲍菇菌糠中除了含有丰富的营养外,也含有一些次生代谢产物,如萜类、甾醇、生物碱、色素类、醌类、类脂、环肽等<sup>[10]</sup>,可能会对一些食用菌菌丝生长产生不利影响。该研究中杏鲍菇菌糠对金福菇菌丝生长表现出的抑制作用可能是其次生代谢产物拮抗金福菇的原因,提示在金福菇的栽培中添加杏鲍菇菌糠可能会给金福菇的菌丝生长带来不利影响。

### 参考文献

- [1] 张志鸿. 杏鲍菇日引1号工厂化高效栽培集成技术[J]. 食药食用菌, 2013, 21(5): 269-271.
- [2] 程翊, 曾辉, 卢政辉, 等. 杏鲍菇菌渣循环利用技术研究[J]. 中国食用菌, 2011, 30(5): 19-21.
- [3] 范文丽, 李天来, 代洋, 等. 杏鲍菇、香菇、金针菇、蛹虫草、滑菇、平菇菌糠营养分析评价[J]. 沈阳农业大学学报, 2013, 44(5): 673-677.
- [4] 侯立娟, 姚方杰, 高芮, 等. 食用菌菌糠再利用研究概述[J]. 中国食用菌, 2008, 27(3): 6-8.
- [5] 张国广, 王丽霞, 占凌云, 等. 杏鲍菇菌糠提取液对四种食用菌菌丝生长的影响[J]. 中国食用菌, 2009, 28(5): 19-21.
- [6] 梁明勤, 海建平, 陈世昌, 等. 杏鲍菇菌糠对鸡腿菇菌丝生长和产量的影响[J]. 河南农业科学, 2012, 41(10): 118-121.
- [7] 蔡志英. 杏鲍菇废菌渣代稻草栽培双孢菇试验[J]. 浙江食用菌, 2009, 17(2): 54-55.
- [8] 张金文, 柯丽娜, 袁滨, 等. 漳州模式杏鲍菇菌渣栽培双孢蘑菇技术研究[J]. 食用菌, 2012(6): 19-21.
- [9] 李超, 李宏亮. 工厂化生产杏鲍菇菌糠栽培平菇配方研究[J]. 广东农业科学, 2013(2): 24-25.
- [10] 曾荣耀, 郑林用, 罗霞. 草菌次生代谢产物中的活性成分[J]. 中国食用菌, 2008, 27(1): 43-45.

## Effect of Spent Substrate of Industrial Cultivation *Pleurotus eryngii* on the Mycelial Growth of Several Edible Fungi

ZOU Jin-mei, YU Hui-jin, WU Mei-lian, WEI Zhi-xia

(School of Biological Science and Technology, Minnan Normal University, Zhangzhou, Fujian 363000)

**Abstract:** Taking spent substrate of industrial cultivation *Pleurotus eryngii* as material, the effect of different concentration of *Pleurotus eryngii* spent substrate on the growth of several mushrooms including *Coprinus aomatus*, *Auricularia polytricha*, *Auricularia auricula*, *Tricholoma lobayense* Heim and *Pleurotus eryngii*, according to solid plate method were studied. The results showed that the inhibiting effect of *P. eryngii* spent substrate on mycelial growth of *A. polytricha* and *A. auricula* was slight on any given concentration. Inhibition effect was gradually emerged on mycelial growth of *Coprinus aomatus* and *Pleurotus eryngii* when the spent substrate concentration were 200 g/L and 400 g/L. *Tricholoma lobayense* was significantly inhibited even at given the minimum concentration of 50 g/L.

**Keywords:** spent substrate of *Pleurotus eryngii*; mycelium of edible fungi; growth rate