

DOI:10.11937/bfyy.201703034

# 茎瘤芥叶栽培金针菇试验

冉景盛<sup>1</sup>, 陈今朝<sup>1,2</sup>, 王慧超<sup>1,2</sup>, 罗婷婷<sup>1</sup>, 戴玄<sup>1</sup>

(1. 长江师范学院 生命科学与技术学院, 重庆 408100; 2. 长江师范学院 武陵山区特色资源与开发利用中心, 重庆 408100)

**摘要:**以茎瘤芥叶、棉籽壳为主要原料栽培金针菇, 筛选最佳栽培配方, 拟为茎瘤芥叶的循环利用提供参考依据。结果表明: 金针菇最适栽培配方的质量百分数为 24% 茎瘤芥叶、60% 棉籽壳、10% 麸皮、5% 玉米粉、1% 石膏; 以此配方栽培金针菇, 每袋产量最高为 248.48 g、生物学效率为 88.74%, 投入产出比为 1:3.30, 比全棉籽壳栽培金针菇降低成本 21.43%, 提高毛利润 16.44%。

**关键词:**茎瘤芥叶; 栽培; 金针菇

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)03-0148-03

茎瘤芥(*Brassica juncea* var. *tumida* Tsen et Lee)是重庆市涪陵农业的支柱作物之一, 是驰名中外的涪陵榨菜的生产原料, 年种植面积为 6.7 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1-2]</sup>。生产涪陵榨菜时, 仅使用了茎瘤芥的瘤状茎, 而百万吨含丰富纤维素、糖和无机盐等营养物质的茎瘤芥叶被废弃于田间, 不仅污染环境, 更造成资源浪费<sup>[3]</sup>。金针菇(*Flammulina velutipes* (Fr.) Sing)富含蛋白质、维生素、核苷类、氨基酸等多种营养成分, 并且含有多种功能成分, 如膳食纤维、金针菇活性多糖、免疫调节蛋白等, 具有促进儿童智力发育、降低胆固醇、促进胃肠蠕动、抗肿瘤、增强免疫力等重要功能, 是消费者喜爱的优质食用菌<sup>[4-5]</sup>。金针菇栽培的主要原料为棉籽壳, 由于原料价格猛涨, 导致金针菇的生产成本迅速上升<sup>[6]</sup>。为了降低金针菇的栽培成本, 亟需寻找棉籽壳的替代原料。为此, 研究者们进行了不懈的探索, 发现木麻黄木屑、玉米芯和油菜秆等农副产物均可替代棉籽壳栽培金针菇, 并降低了生产成本<sup>[7-9]</sup>。但利用茎瘤芥叶替代棉籽壳栽培金

针菇的研究尚鲜见报道, 故进行了栽培试验, 筛选其适宜的栽培配方, 拟为降低金针菇的生产成本、实现茎瘤芥叶的循环利用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试金针菇菌种引自四川省绵阳市食用菌研究所, 于长江师范学院食用菌实验室保存。茎瘤芥叶收集于涪陵区义和镇茎瘤芥栽培农田, 运至实验室, 切碎, 晾晒至含水率为 15% 左右备用。棉籽壳、麸皮、玉米粉和石膏等购于涪陵李渡开发区农贸市场。

### 1.2 试验方法

1.2.1 原种、栽培种制备 原种、栽培种配方均为 79% 棉籽壳、15% 麸皮、5% 玉米粉、1% 石膏。按此配方配料, 调节含水量为 60%, 装袋、0.15 MPa、125 °C 灭菌 90 min, 接种金针菇母种, (24±1) °C 培养成熟备用。

1.2.2 栽培配方设计 参照苗人云等<sup>[7]</sup>用油菜秆替代棉籽壳栽培金针菇的方法, 设计金针菇栽培配方的质量分数分别为配方 1, 84% 茎瘤芥叶; 配方 2, 64% 茎瘤芥叶、20% 棉籽壳; 配方 3, 44% 茎瘤芥叶、40% 棉籽壳; 配方 4, 24% 茎瘤芥叶、60% 棉籽壳; 配方 5(CK), 84% 棉籽壳。再向上述配方中分别加入 10% 麸皮、5% 玉米粉和 1% 石膏。

1.2.3 栽培试验 金针菇栽培以常规熟料袋栽法栽培。根据上述配方, 计算、称量、拌匀, 调节栽培料含水量至 60%, pH 自然。用 15 cm×25 cm 聚丙烯塑料袋装料, 每个配方 20 袋, 每袋装 280 g 干料。于 0.15 MPa、125 °C 下灭菌 90 min, 降温、接种,

**第一作者简介:**冉景盛(1969-), 男, 本科, 副教授, 研究方向为生理学与教学论。E-mail:565668968@qq.com

**责任作者:**陈今朝(1964-), 男, 硕士, 教授, 研究方向为菌物学与微生物工程。E-mail:335092248@qq.com

**基金项目:**教育部春晖计划资助项目(Z2015132); 重庆市教委科技计划资助项目(KJ1401216); 涪陵区科技计划资助项目(FLKJ, 2014ABE2069); 长江师范学院重点科技计划资助项目(2013XJZD003); 武陵山区特色资源与开发利用中心重点科技计划资助项目(WLYF2015001)。

**收稿日期:**2016-09-23

(24±1)℃避光发菌。待菌丝长满菌袋并有黄水出现时转入温度为8~12℃、湿度为90%的菇房出菇。把菌袋向上拉至料面上方5 cm处,控制湿度为90%~95%;待菇蕾长至3~4 cm时,在袋口套上塑料薄膜袋,控制CO<sub>2</sub>浓度,控制湿度90%以上,保持适当散射光促进菇蕾生长。记录菌丝体生长速率、生长势和满袋时间;当金针菇子实体长至17~22 cm时,采收、统计两潮菇的产量、计算其生物学效率。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同茎瘤芥叶添加量对金针菇菌丝体生长的影响

茎瘤芥叶添加量对金针菇菌丝体生长的影响很大。配方5菌丝体生长速率最快,菌丝满袋时间为25 d;配方4、3、2菌丝体生长速率次之,满袋时间分别为30、38、50 d;配方1菌丝体生长最慢,满袋时间为60 d(表1)。可见,添加茎瘤芥叶后金针菇菌丝体的生长速率比未添加茎瘤芥叶的配方CK菌丝体的生长速率减慢。不同配方菌丝体的长势也不同,配方5、配方4菌丝体洁白、浓密,长势最好;配方3菌丝体较洁白、密,长势较好;配方2菌丝体略带黄色、较浓密,长势较差;配方1菌丝体淡黄色、较稀疏,长势最差。配方5菌丝体的生长速率与配方4、3、2、1菌丝体的生长速率之间有极显著差异。因此,配方5菌丝体生长速率最快、配方4菌丝体生长速率次之、二者长势最好。

表1 不同配方金针菇的菌丝体生长速率、生长势比较

Table 1 Comparison of mycelia growth rate and growth vigor of *Flammulina velutipes* in different formulations

配方 Formula	满袋时间 Bag full time/d	菌丝体生长速率 Growth rate/(mm·d <sup>-1</sup> )	菌丝体生长势 Growth vigor of mycelia
5(CK)	25d	6.40aA	++++
4	30d	5.33bB	++++
3	38cC	4.21cC	+++
2	50bB	3.20dC	++
1	60aA	2.66eD	+

注:++++, 洁白、浓密;++++, 菌丝较洁白、密;+++ , 菌丝略黄、较密;+ , 菌丝淡黄、较疏。 $\alpha=0.05$ 的显著水平; $\alpha=0.01$ 的极显著水平,下同。

Note:++++, mycelia pure white and compact;++++, mycelia pure white and compact;++++, mycelia pure white and compact;++++, mycelia pure white and compact;++++, mycelia pure white and compact;++++, mycelia pure white and compact. The lowercase and capital letters mean differences from control at 0.05 and 0.01 levels respectively. The same below.

### 2.2 不同茎瘤芥叶添加量对金针菇产量与生物学效率的影响

茎瘤芥叶添加量对金针菇产量、生物学效率影响也很大。配方4金针菇产量最大,每袋为248.48 g;

配方5、3、2产量次之,每袋分别为235.96、176.05、140.30 g;配方1未长出子实体(表2)。配方4、5的产量与配方3、2的产量之间有极显著差异;配方4与配方5之间产量有显著差异。配方4的生物学效率最高,为88.74%;配方5、3的生物学效率分别为84.27%、62.88%;配方2的生物学效率最低,仅为50.11%。配方4的生物学效率与配方3、2的生物学效率之间有极显著差异;配方4与配方5之间生物学效率差异不显著。结合金针菇的产量与生物学效率可知,配方4为最佳。

表2 不同配方金针菇产量与生物学效率

Table 2 Yield, biology efficiency of *Flammulina velutipes* in different formula

配方 Formula	每袋产量 Yield per bag/g	生物学效率 Biological efficiency/%
5	235.96bA	84.27abAB
4	248.48aA	88.74aA
3	176.05cB	62.88bcB
2	140.30dC	50.11cC
1	—	—

注:—表示没有金针菇长成。

Note:—, without *Flammulina velutipes* fruiting body.

### 2.3 金针菇的经济效益分析

金针菇的生产成本随栽培配方中茎瘤芥叶添加量的增加而降低(表3)。配方5生产成本最高,即用全棉籽壳时每袋为1.19元;配方4、3、2的生产成本次之,每袋分别为0.98、0.82、0.65元;配方1的生产成本最低,每袋为0.48元,但该配方没有子实体长出。配方4的生产成本比配方5低21.43%。同时,配方4产值最大,每袋为3.23元;配方5、3产值次

表3 不同配方金针菇的经济效益

Table 3 Cost, output value, gross profit and return on investment of *Flammulina velutipes* in different formula

配方 Formula	每袋成本 Cost per bag /RMB	每袋产值 Output value per bag /RMB	每袋毛利润 Gross profit per bag /RMB	投入产出比 Return on investment
5	1.19aA	3.07bA	1.88bA	1:2.58cB
4	0.98bA	3.23aA	2.25aA	1:3.30aA
3	0.82cB	2.29cB	1.47cB	1:2.79bA
2	0.65dC	1.82dC	1.17dC	1:2.80bA
1	0.48eD	—	—	—

注:—表示没有金针菇长成。茎瘤芥叶(包括处理费)0.60元·kg<sup>-1</sup>,棉籽壳3.80元·kg<sup>-1</sup>,麸皮2.40元·kg<sup>-1</sup>,玉米粉2.60元·kg<sup>-1</sup>,石膏2.00元·kg<sup>-1</sup>;栽培袋0.08元·个<sup>-1</sup>;灭菌费每袋0.15元;金针菇售价13.00元·kg<sup>-1</sup>。

Note:—, without *Flammulina velutipes* fruiting body. *Brassica juncea* var. *tumida* leaves (including treatment cost) 0.60 RMB·kg<sup>-1</sup>, cotton seed hull 3.80 RMB·kg<sup>-1</sup>, wheat bran 2.40 RMB·kg<sup>-1</sup>, corn flour 2.60 RMB·kg<sup>-1</sup>, gypsum 2.00 RMB·kg<sup>-1</sup>, culture bag 0.08 RMB per bag, sterilization cost 0.15 RMB per bag, *Flammulina velutipes* 13.00 RMB·kg<sup>-1</sup>.

之,每袋分别为 3.07、2.29 元;配方 2 产值最小,每袋为 1.82 元。配方 4 的产值与配方 5、3、2 的产值之间有显著差异。

配方 4 毛利润最高,每袋为 2.25 元;配方 5、3 毛利润次之,每袋分别为 1.88、1.47 元;配方 2 毛利润最低,每袋为 1.17 元。配方 4 毛利润比配方 CK 高 16.44%。配方 4 的毛利润与配方 5、3、2 的毛利润之间有显著差异。配方 4 投入产出比最大,为 1:3.30;配方 3、5 投入产出比次之,分别为 1:2.79、1:2.58;配方 2 投入产出比最小,为 1:2.80。配方 4 投入产出比与配方 3、5、2 的投入产出比之间差异显著。

综上所述,在棉籽壳中添加部分茎瘤芥叶栽培金针菇,根据各配方金针菇菌丝体的生长速率、生长势、生物学效率、鲜菇产量及经济效益分析可知,金针菇的最适栽培配方是配方 4。

### 3 结论与讨论

用茎瘤芥叶替代棉籽壳,加入麸皮、玉米粉、石膏等辅料栽培金针菇,当茎瘤芥叶与棉籽壳的比例适当时,金针菇菌丝体生长快、长势好、生物转化率高、毛利润高。该试验筛选出的最适配方为 24%茎瘤芥叶、60%棉籽壳、10%麸皮、5%玉米粉和 1%石膏,以此配方栽培金针菇,菌丝体洁白、浓密,产量最高为每袋 248.48 g,生物学效率为 88.74%,投入产出比为 1:3.30。与用全棉籽壳栽培金针菇相比,可降低生产成本 21.43%,提高经济效益 16.44%。

在棉籽壳中添加部分茎瘤芥叶栽培金针菇,不仅解决了茎瘤芥叶污染环境的问题,而且降低了金针菇的生产成本,并拓展了金针菇的栽培原料范围<sup>[2,7]</sup>。结果表明,用部分茎瘤芥叶代替棉籽壳栽培金针菇是可行的,但在该试验过程中,由于出菇期间温度偏高,仅采了 2 潮菇,导致金针菇栽培总转化率偏低,规模化栽培配方及栽培条件尚需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 王微娜,孙全,江怀仲,等.茎瘤芥 *BjMYB1* 两个转录本的克隆与遗传转化研究[J].四川大学学报(自然科学版),2016,53(4):888-894.
- [2] 赵亚南,刘玉红,唐振亚,等.不同养分配比对茎瘤芥产量和营养品质的影响[J].西南大学学报(自然科学版),2013,35(1):49-52.
- [3] 唐将,李勇,邓富银,等.涪陵榨菜不同器官元素含量分布特征[J].西南农业大学学报,2012,26(6):706-707.
- [4] 米青荣,刘贵巧,王秋敏,等.邯郸市金针菇品种资源调查及优良品种筛选试验[J].北方园艺,2015(20):130-133.
- [5] 方勇,王红盼,杨文建,等.金针菇复配发芽糙米挤压膨化工艺及产品品质特性[J].中国农业科学,2016,49(4):727-738.
- [6] 苗人云,唐利民,周洁,等.四川金针菇常用栽培基质配方比较研究[J].中国食用菌,2014,33(5):20-25.
- [7] 苗人云,周洁,谭伟,等.金针菇栽培基质替代原料初步筛选研究[J].菌物学报,2014,33(2):411-424.
- [8] 柯玉铸,杨业武,黄金水,等.短轮伐期木麻黄木屑栽培金针菇研究[J].中国食用菌,2005,24(5):30-32.
- [9] 王朝江,高春燕.利用玉米芯替换棉籽壳栽培金针菇效益分析[J].食用菌学报,2012,19(4):28-30.

## Cultivation of *Flammulina velutipes* Using Tumorous Stem Mustard (*Brassica juncea* var. *tumida*) Leaves as Substrate

RAN Jingsheng<sup>1</sup>, CHEN Jinzhao<sup>1,2</sup>, WANG Huichao<sup>1,2</sup>, LUO Tingting<sup>1</sup>, DAI Xuan<sup>1</sup>

(1. College of Life Science and Technology, Yangtze Normal University, Chongqing 408100; 2. Research Center for Development and Utilization of Unique Resources in Wuling Mountain Region, Yangtze Normal University, Chongqing 408100)

**Abstract:** Using tumorous stem mustard (*Brassica juncea* var. *tumida*) leaves and cotton seed hulls as main culture substrate of *Flammulina velutipes*, the optimum cultivation formula was screened, to provide reference for recycle usage of tumorous stem mustard leaves. The results showed that the optimum cultivation formula of *Flammulina velutipes* consisted of 24% tumorous stem mustard (*Brassica juncea* var. *tumida*) leaves, 60% cotton seed hulls, 10% wheat bran, 5% corn flour and 1% gypsum. Based on the above-mentioned optimum cultivation formula, the maximum yield reached 248.48 g each bag, biological efficiency was 88.74% and its input-output ratio was 1:3.30. In contrast to using cotton seed hulls as culture substrate, the input decreased by 21.43% and the gross profit increased by 16.44%.

**Keywords:** tumorous stem mustard (*Brassica juncea* var. *tumida*) leaves; cultivation; *Flammulina velutipes*