

# 松杉木屑栽培金针菇菌糠再栽培双孢蘑菇试验

苏贵平<sup>1</sup>, 马立验<sup>2</sup>, 杨丽琴<sup>2</sup>, 张维瑞<sup>3</sup>

(1. 宁德市食用菌管理站, 福建 宁德 352100; 2. 宁德市益智源农业开发有限公司, 福建 柘荣 355300; 3. 宁德师范学院, 福建 宁德 352100)

**摘要:**以双孢蘑菇‘As2796’为试材, 采用 50%、60%、70% 松杉木屑工厂化栽培金针菇菌糠的 3 个比例配方为处理, 以当地规范化稻草配方栽培双孢蘑菇为对照, 对各个配方的菌丝生长情况、子实体农艺性状、生产效益等进行了比较分析。结果表明: 菌丝生长情况和子实体外观性状差异不明显, 3 个不同用量的金针菇菌糠配方栽培双孢蘑菇的产量, 与对照相比差异均达到极显著水平。试验筛选出经济效益配方为金针菇菌糠 60%~70%、牛粪 26%~36%、过磷酸钙 2%、石灰 2%。

**关键词:**松杉木屑; 金针菇菌糠; 双孢蘑菇; 配方试验

**中图分类号:**S 759.81 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0145-03

双孢蘑菇 (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) 又称双孢菇, 其肉质细嫩、鲜美爽口、营养丰富, 具有一定的医疗保健价值, 深受人们青睐, 是当前生产栽培最广泛的食用菌品种之一, 具有“世界菇”的美誉<sup>[1-2]</sup>。2012 年, 我国双孢蘑菇产量为 218 万 t, 占世界第 1 位<sup>[3]</sup>。目前生产上栽培双孢蘑菇的原料主要是农作物秸秆(稻草、麦秆等)和家畜禽粪等。松、杉树是我国的主要树种, 广泛应用于工业、农业、建筑以及生活中, 加工后的松杉木屑长期以来只有部分用于燃烧, 大部分却被抛弃, 严重污染环境。近年来, 研究人员利用松杉木屑作为金针菇的培养基质, 进行深入的试验和研究, 取得显著成效, 生物学

效率达到 80%<sup>[4]</sup> 和 87%<sup>[5]</sup>, 已被较大面积的推广应用<sup>[6]</sup>。利用松杉木屑不仅可变废为宝, 同时松杉木屑与棉籽壳相比无农药、无棉酚等, 使栽培出的金针菇更加绿色无污染, 因此倍受生产者与消费者青睐, 用松杉木屑工厂化栽培金针菇的企业也越来越多, 而随着松杉木屑栽培金针菇技术的推广, 其产生的菌糠数量极大。同时松杉木屑工厂化栽培金针菇只长一潮菇, 菌糠的营养成分十分丰富, 据分析, 菌糠中含粗蛋白 9.78%、灰分 7.65%、粗纤维 32.34%、粗脂肪 1.15%、木质素 17.90%。但生产上对菌糠的处理方式多为直接焚烧或丢弃, 造成了严重的资源浪费。为变废为宝, 使其继续发挥资源的二次利用, 实现松杉木屑高效利用, 提高菌糠利用率, 减轻食用菌生产的废料污染, 实现废弃物的循环有效利用, 进行了松杉木屑工厂化栽培金针菇菌糠栽培双孢蘑菇试验, 以期对松杉木屑栽培金针菇的菌糠作为新的蘑菇栽培基质进行生产应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试双孢蘑菇品种‘As2796’, 引自福建省农业科学院食用菌研究所。

**第一作者简介:**苏贵平(1965-), 男, 高级农艺师, 现主要从事食用菌栽培技术与推广等工作。E-mail: sugp@sina.com.

**责任作者:**张维瑞(1966-), 男, 本科, 教授级高级农艺师, 现主要从事食用菌栽培技术与教学等工作。E-mail: zhang.w.r@163.com.

**基金项目:**科技部科技型中小企业技术创新基金资助项目(12C26213503566); 福建省现代农业(食用菌)产业体系建设专项资金资助项目(2013bad16b03)。

**收稿日期:**2016-07-20

**Abstract:** *Hypsizygus marmoreus* was used as material. Nine experimental formulas were designed via four factors and three levels orthogonal experiment, the effect of sorghum powder, cotton seed hull, corncob and bran contents on yield of *Hypsizygus marmoreus* was studied. The results showed that the optimum medium of *Hypsizygus marmoreus* for factory bottle cultivation which could obtain high yield and quality mushroom with good agriculture characteristics was as follows: cotton seed hull 1.00 kg, bran 4.00 kg, sorghum powder 0.55 kg, corncob 1.50 kg, dry wood scraps 2.50 kg, additives 0.20 kg. With the 65% moisture content of cultivating material, the biological efficiency could reach 89.10%.

**Keywords:** *Hypsizygus marmoreus*; orthogonal experiment; agriculture characteristics

栽培原料:主料为松杉木屑工厂化栽培金针菇菌糠(松杉木屑工厂化栽培金针菇的配方为松杉木屑 43%、麦皮 33%、棉籽壳 13%、玉米芯 10%、碳酸钙 1%,含水量 60%)、牛粪,辅料为过磷酸钙,石灰。

栽培双孢蘑菇培养基配方 1:金针菇菌糠 70%,牛粪 26%,过磷酸钙 2%,石灰 2%,每 111 m<sup>2</sup> 用金针菇菌糠 6 700 袋(2 680 kg);配方 2:金针菇菌糠 60%,牛粪 36%,过磷酸钙 2%,石灰 2%,每 111 m<sup>2</sup> 用金针菇废料 5 500 袋(2 200 kg);配方 3:金针菇菌糠 50%,牛粪 46%,过磷酸钙 2%,石灰 2%,每 111 m<sup>2</sup> 用金针菇菌糠 4 300 袋(1 720 kg);配方 4:对照(CK),稻草 68%,牛粪 25%,尿素 1%,复合肥 1%,过磷酸钙 1%,石膏 2%,石灰 2%,每 111 m<sup>2</sup> 用稻草 2 250 kg。

## 1.2 试验方法

松杉木屑工厂化栽培金针菇采收后的废菌筒用自动脱袋粉碎机进行脱袋粉碎,粉碎后建堆发酵,堆期 8 d,期间翻堆 2 次。粉碎后的废料堆成 1.6 m 高,在料堆面上洒上水和石灰粉;堆制 4 d 后进行第 1 次翻堆,此时,按照试验配方,将与配方中预湿后的牛粪、过磷酸钙和剩余的石灰加入并拌匀,堆制发酵;堆制 6 d 后,进行第 2 次翻堆并调节含水量为 65%,再堆制 2 d 即可上床。对照配方按照当地菇农堆制发酵的方法进行堆制,将稻草预湿 3 d,堆制第 5 天、第 9 天和第 13 天各翻堆 1 次后再堆制 3 d 上床,将金针菇菌糠的 3 个配方与配方 4(CK)堆制好的培养料,同时搬入菇房的第 3~5 层架上,每个配方 3 次重复,每次重复各占一架 78 m<sup>2</sup>(菇架 1.3 m×10 m,共 6 层),密闭好菇房进行二次发酵,料温 62 ℃保持 12 h,然后降到 50~55 ℃保持 5~7 d,开窗通风、降温、整理床面、播种、走菌管理、覆土管理、用水管理、采收等蘑菇栽培常规管理方法。

## 1.3 项目测定

培养料上床接种后,控制菇房的温度、湿度和通风等条件,观测菇床中菌丝的吃料情况、长速、长势,对双

孢蘑菇的菇体大小、形态、色泽、鲜质量等农艺性状进行调查,对各配方的产量情况进行对比分析,并进行经济效益分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌丝生长情况

由表 1 可以看出,4 个配方菌床上的菌丝吃料情况无明显差异,但配方 1、2、3 的菌丝比配方 4(CK)菌丝相对较细,而配方 1、2、3 菌丝走满床的时间至少比配方 4 少 2 d。可能是配方 4(CK)的培养料间空隙度比配方 1、2、3 大,菌床内的空气通透性比配方 1、2、3 好,使配方 4(CK)的菌丝生长粗壮。

### 2.2 产量情况

从表 2 可以看出,配方 1 总产量 2 216 kg,平均单产为 9.47 kg·m<sup>-2</sup>;配方 2 总产量 2 232.5 kg,平均单产为 9.54 kg·m<sup>-2</sup>;配方 3 总产量 2 215.5 kg,平均单产为 9.47 kg·m<sup>-2</sup>;配方 4(CK)总产量 1 903 kg,平均单产为 8.13 kg·m<sup>-2</sup>。经方差分析,配方 1、2、3 的平均产量间差异不显著,但与配方 4(CK)平均产量相比均达到差异显著水平。

配方 1、2、3 的平均单产,分别比配方 4(CK)提高 16.5%、17.3%和 16.5%。因此,松杉木屑工厂化栽培金针菇的废菌料添加 26%~46%牛粪均能适合栽培双孢蘑菇,且产量均比稻草栽培双孢蘑菇产量至少高 16.5%。

表 1 不同配方蘑菇菌丝生长情况对比

Table 1 Comparative tables of different formula of agaricus bisporus hypha growth

配方 Formula	菌丝吃料情况 Hypha use up compos	菌丝生长粗细情况 Hypha growth thickness	菌丝走满床时间 Hypha filled mushroom bed/d
配方 1 Formula 1	正常	较细	13±1
配方 2 Formula 2	正常	较细	13±1
配方 3 Formula 3	正常	细	12±1
配方 4(CK)Formula 4(CK)	正常	粗	15±1

表 2 不同配方的产量分析

Table 2 Yield analysis of different formula

配方 Formula	重复I Repeat I	重复II Repeat II	重复III Repeat III	平均 Average	总产量 Total output/kg	总面积 Total area/m <sup>2</sup>	平均单产 Average yield (kg·m <sup>-2</sup> )	显著性分析 Significance analysis 0.01 0.05	
配方 2 Formula 2	742.5	751.5	738.5	744.2	2 232.5	234.0	9.54	a	A
配方 1 Formula 1	741.5	735.5	739.0	738.5	2 216.0	234.0	9.47	a	A
配方 3 Formula 3	736.5	733.0	746.0	738.5	2 215.5	234.0	9.47	a	A
配方 4(CK)Formula 4 (CK)	635.0	636.0	632.0	634.3	1 903.0	234.0	8.13	b	B

注:产量是以带头菇(不带土)计算。

Note: Yield is calculated by whole fruit body without cutting the stipe.

### 2.3 子实体性状

从表 3 可知,各配方栽培双孢蘑菇的子实体农艺性状的差异性不明显。

### 2.4 效益情况分析

从表 4 可以看出,配方 1、2、3 投料量的平均成本分别比配方 4(CK)节约 26.8%、15.3%和 4.6%,而生产利

润分别比配方 4(CK)提高 56.3%、50.9%和 42.4%。废料栽培双孢蘑菇的 3 个配方生物转化率基本相同,而稻草栽培双孢蘑菇的生物转化率比菌糠栽培高(0.7±0.1)个百分点。从投入与产出比看,松杉木屑工厂化栽培金

针菇菌糠再利用栽培双孢蘑菇以配方 1 和配方 2 最佳,即金针菇菌糠 60%~70%,牛粪 26%~36%,过磷酸钙 2%,石灰 2%为经济效益配方。

表 3 不同配方栽培双孢蘑菇的子实体农艺性状

Table 3 Sporophore agronomic characteristics of different formula cultivating *Agaricus bisporus*

配方 Formula	菌盖直径 Pileus diameter/mm	菌盖厚度 Pileus thickness/mm	菌柄直径 Stipe diameter/mm	菌柄长度 Stipe length/mm	颜色 Colour	形状 Shape
配方 1 Formula 1	34.3	10.3	13.5	23.5	白色	菌盖圆整
配方 2 Formula 2	34.5	10.5	14.0	23.3	白色	菌盖圆整
配方 3 Formula 3	35.0	11.0	14.3	23.0	白色	菌盖圆整
配方 4(CK)Formula 4(CK)	34.5	10.3	13.5	23.0	白色	菌盖圆整

注:表中的数据是在各配方的前三潮中,每潮菇随机各抽取 10 朵子实体进行测量,然后取其平均值。

Note:Data in the Table are average values of 10 fruiting bodies randomly selected from the first three flush in each formula.

表 4 不同配方效益分析

Table 4 Benefit analysis of different formula

配方 Formula	生物学效率 Biological efficiency /%	平均成本 Average cost /(元·m <sup>-2</sup> )	管理费 Management costs /(元·m <sup>-2</sup> )	菇房折旧 Depreciation of mushroom house /(元·m <sup>-2</sup> )	平均单产 Average yield per unit area /(kg·m <sup>-2</sup> )	收入 Income /(元·m <sup>-2</sup> )	利润 Profit /(元·m <sup>-2</sup> )
配方 1 Formula 1	28.4	14.53	10	1.50	9.47	75.76	49.73
配方 2 Formula 2	28.6	16.82	10	1.50	9.54	76.32	48.00
配方 3 Formula 3	28.5	18.95	10	1.50	9.47	75.76	45.31
配方 4(CK)Formula 4(CK)	29.2	19.86	10	1.50	8.13	73.17	31.81

注:蘑菇按 8 元·kg<sup>-1</sup>计,菇房按 3 年折旧。

Note:*Agaricus bisporus* price is 8 RMB·kg<sup>-1</sup>;mushroom house for three years of depreciation.

3 结论

试验结果表明,配方 1、2、3 均取得了良好的预期效果,说明松杉木屑工厂化栽培金针菇的菌糠再利用作为双孢蘑菇的栽培原料是可行的。只要控制好添加牛粪的比例,使用松杉木屑工厂化栽培金针菇的菌糠生产双孢蘑菇,对提高松杉木屑高效利用,提高菌糠利用率,减轻食用菌生产的废料污染,综合利用农业废弃资源,实现废弃物的循环有效利用,可以促进菌业的可持续发展,对发展节能型食用菌栽培具有实用价值。

参考文献

[1] 蔡为明. 双孢蘑菇栽培实用技术[M]. 北京:中国农业出版社,2011.  
[2] 吕作舟. 食用菌栽培学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.  
[3] 张金霞,陈强,黄晨阳,等. 食用菌产业发展历史、现状与趋势[J]. 菌物学报,2015,34(4):524-540.  
[4] 赖建强. 松杉木屑栽培白色金针菇试验[J]. 现代农业,2009(8):8-9.  
[5] 董昌金. 松、杉树锯木屑栽培白金针菇的试验[J]. 食用菌,2003(3):25-26.  
[6] 邬金飞. 松、杉木屑栽培金针菇技术[J]. 农村新技术,2014(10):16-17.

Test of *Agaricus bisporus* Cultivation With Residue for *Flammulina velutipes* Industrial Production by Using Sawdust of Pine and Chinese Fir Tree

SU Guiping<sup>1</sup>, MA Liyan<sup>2</sup>, YANG Liqin<sup>2</sup>, ZHANG Weirui<sup>3</sup>

(1. Edible Fungus Management Stations of Ningde City, Ningde, Fujian 352100; 2. Ningde Yizhiyuan Agricultural Development Co. Ltd., Zherong, Fujian 355300; 3. Ningde Normal University, Ningde, Fujian 352100)

**Abstract:** *Agaricus bisporus* ‘As2796’ was used as test material, three different formulas with 50%, 60%, 70% residue for *Flammulina velutipes* industrial production by using sawdust of pine and Chinese fir tree for planting agaricus bisporus were set as treatments, the local standardization of straw planting agaricus mushroom was set as control check. For each formula hypha growth situation, the fruiting body of agronomic traits analysis, production efficiency, etc. were compared and analyzed. The results showed that the mycelia and fruiting body appearance difference was not obvious, the *Agaricus bisporus* production of three different formulas of residue for *Flammulina velutipes* culture, compared with the control check were reached extremely significant level. Experiment screened out the formula of economic benefit, residue from *Flammulina velutipes* culture 60%—70%, cow dung 26%—36%, calcium superphosphate 2%, lime 2%.

**Keywords:** sawdust of pine and Chinese fir tree; residue from *Flammulina velutipes* culture; *Agaricus bisporus*; formula experiment