

菌渣复合基质栽培双孢菇试验

孙兴荣<sup>1</sup>, 卞景阳<sup>1</sup>, 张志刚<sup>1</sup>, 任翠梅<sup>1</sup>, 杨 丽<sup>1</sup>, 顾 鑫<sup>1</sup>, 魏连会<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316; 2. 黑龙江省科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

**摘要:**为了充分利用前期生产废弃的平菇及鸡腿菇菌渣,实现食用菌菌渣的循环利用,并获得栽培双孢菇的最佳配方。采用在双孢菇的栽培料中添加不同含量的平菇菌渣+鸡腿菇菌渣(两者质量比为 1:1)替代部分的稻草、牛粪,进行双孢菇的栽培试验,并对菌丝生长状况、出菇情况、生物学效率等方面进行了对比研究。结果表明:培养料中平菇菌渣+鸡腿菇菌渣(两者质量比为 1:1)添加量在 12 kg·m<sup>-2</sup>时,双孢菇的产量最高,菌丝生长旺盛,生物学效率达到 44.2%。最终选择平菇菌渣+鸡腿菇菌渣(两者质量比为 1:1)12 kg·m<sup>-2</sup>,牛粪 8 kg·m<sup>-2</sup>、稻草 8 kg·m<sup>-2</sup>、尿素 0.3 kg·m<sup>-2</sup>、过磷酸钙 0.7 kg·m<sup>-2</sup>、生石灰 0.5 kg·m<sup>-2</sup>、石膏粉 0.5 kg·m<sup>-2</sup>为最佳配方。

**关键词:**菌渣;复合基质;双孢菇

中图分类号:S646.9 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2017)07-0071-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.07.0071

双孢菇(*Agaricus bisporus* Imbach),也被称为洋蘑菇、白蘑菇<sup>[1]</sup>,在分类学上隶属于真菌门,

担子菌纲,无隔担子菌亚纲,伞菌目,蘑菇科,蘑菇属,是世界总产量和单位栽培面积产量最高的食用菌<sup>[2]</sup>,也是我国目前出口最多的食用菌之一。双孢菇菌肉肥厚,菇体洁白细腻、味道鲜美,且含有丰富的多糖、氨基酸和维生素及微量元素,具有抗病毒、提高人体免疫能力等功效<sup>[3-4]</sup>,深受人们的喜爱。

收稿日期:2017-05-21

基金项目:大庆市指导性科技计划资助项目(zd-2016-119)

第一作者简介:孙兴荣(1984-),女,黑龙江齐齐哈尔市人,硕士,助理研究员,从事作物栽培研究。E-mail:dqnkysxr@126.com。

参考文献:

[1] Hawksworth D L, Kirk B C, Pegler D N, et al. Dictionary of the fungi[J]. Zentrablatt Für Bakteriologie, 1996, 285(4): 577-578.

[2] 黄年来. 大球盖菇的分类地位和特征特性[J]. 食用菌, 1995, 17(6): 11.

[3] 王晓炜, 詹巍, 陶明焯, 等. 大球盖菇营养成分、抗氧化活性物质分析[J]. 食用菌, 2007(6): 62-63.

[4] 萨仁图雅, 图力古尔. 大球盖菇研究进展[J]. 食用菌学报, 2005, 12(4): 57-64.

[5] 鲍蕊, 杜双田, 张晶, 等. 温度对大球盖菇生长发育的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2016, 44(10): 193-198.

[6] 徐斌. 大球盖菇栽培新技术[J]. 食用菌学报, 2010, 17(4): 49-50.

[7] 于萍, 孙萌, 傅常娥, 等. 大球盖菇栽培期间胞外酶活性变化研究[J]. 中国食用菌, 2014, 33(1): 48-50.

[8] 敬勇, 徐建俊, 李彪, 等. 农作物副产物栽培大球盖菇配方筛选试验[J]. 食用菌, 2016(1): 39-40.

Development Prospect of *Stropharia rugosoannulata* Farlow Industry in Heilongjiang Province

GU Wei<sup>1</sup>, ZHANG Rong-fang<sup>1</sup>, ZHENG Tie-jun<sup>1</sup>, SU Ya-di<sup>1</sup>, WANG Chao-wen<sup>1</sup>, LI Yue-shu<sup>1</sup>, ZHANG Li-li<sup>2</sup>

(1. Institute of Agrochemical, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences Institute of Agrochemical, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** In order to better promote the industrialization of the grass-rotting fungi-*Stropharia rugosoannulata* Farlow with great potential for development in Heilongjiang province, the feasibility of development of *Stropharia rugosoannulata* Farlow were summarized, and the market prospect and the benefit of industrial development of *Stropharia rugosoannulata* Farlow in Heilongjiang province were analyzed.

**Keywords:** *Stropharia rugosoannulata* Farlow; nutritional value; crop stalk; industrial development

近年来,随着食用菌产业的蓬勃发展,伴随产生了大量的菌渣,如不进行合理处置,不仅污染环境,也会造成农业有机资源的浪费<sup>[5]</sup>。多项研究表明,菌渣含有丰富的纤维素、木质素、维生素、抗生素、矿质元素和其他生物活性物质,可重新作为栽培原料进行食用菌的栽培生产,具有较高的利用价值<sup>[6-7]</sup>。基于此,本研究利用废弃的平菇及鸡腿菇菌渣栽培双孢菇,探讨其对双孢菇生长的影响,以期为菌渣废弃物的资源化利用,降低双孢菇的生产成本提供新途径。

1 材料与方法

1.1 材料

供试菌株为双孢菇 As2796(黑龙江省农业科学院大庆分院食用菌研究所),平菇菌渣和鸡腿菇菌渣(黑龙江省农业科学院大庆分院食用菌研究所),牛粪及稻草(农户处购买),尿素、石膏、生石灰等(市场购买)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验中平菇与鸡腿菇菌渣按质量比 1:1 加入,共设 6 个配方处理,以本地常规配料为对照,每个处理设 3 次重复,随机排列,小区面积 10 m<sup>2</sup>,每小区用料量 300 kg,各配方处理

见表 1。

选取未污染的菌袋,脱袋后用搅拌机打碎(不要打得过碎),破碎后,在干净的水泥场地暴晒 3~4 d。试验前,先将菌渣、稻草和牛粪分别进行预湿处理,尽量让其浸透水分,浸透后,按照每个处理配方投料,并将含水量调节至 65%~70%,翻拌均匀后进行建堆发酵,建堆 7 d 后料温达到 70℃进行第一次翻堆,翻堆时视堆料干湿度酌情加水,并把尿素和过磷酸钙一次性全部加入料中,10 d 后进行第二次翻堆,大约经历 30 d,此时发酵料松软,呈棕褐色,无氨味,即可移入事先消毒过的菇房,并按照试验顺序进行铺料,每个处理单位面积的栽培基质质量相等,均为 30 kg·m<sup>2</sup>,进行二次发酵。当料温降至 55℃时,维持 5 d 后进行播种。播种时,按照 1.5 瓶·m<sup>-2</sup>(750 mL·瓶<sup>-1</sup>)的播种量进行播种;播种后,当菌丝长至培养料深度的 2/3 时进行覆土,覆土厚度 2.5~3.0 cm。覆土后的主要工作是处理好水、气、温三者之间的关系,调节好水分,使土层保持适宜的含水量,以利菌丝早日爬上土层,并观察菌丝生长情况;当土层菌丝长到 2/3 时,应适时轻喷结菇水,每天两次,棚内湿度应保持在 85%~90%。

表 1 各供试处理的配方成分

处理 Treatments	配方成分/(kg·m <sup>2</sup> ) Formula composition						
	平菇+鸡腿菇菌渣 Fungi residues	牛粪 Cow dung	稻草 Straw	尿素 Urea	过磷酸钙 Calcium superphosphate	生石灰 Lime	石膏粉 Land plaste
①(CK)	0	13	15	0.3	0.7	0.5	0.5
②	6	10	12	0.3	0.7	0.5	0.5
③	9	9	10	0.3	0.7	0.5	0.5
④	12	8	8	0.3	0.7	0.5	0.5
⑤	15	7	6	0.3	0.7	0.5	0.5
⑥	18	6	4	0.3	0.7	0.5	0.5

1.2.2 测定项目及方法 在菌丝生长阶段,调查并记录双孢菇的菌丝生长情况,即菌丝的颜色及粗壮情况,观察其个体形态特征、子实体生长情况,测量每个配方处理的第 1、2、3 潮菇的产量,并计算每个配方处理的双孢菇鲜菇总产量及生物学效率(生物学效率=子实体鲜重(g)/培养料干重(g)×100%<sup>[8]</sup>)。

2 结果与分析

2.1 不同配方处理对双孢菇菌丝生长的影响

由表 2 中可以看出,试验中各配方处理的双孢菇菌丝的萌发情况、菌丝的生长势以及形态均

显示正常。但由于各配方中菌渣的添加比例不同,导致不同配方间双孢菇菌丝的生长情况略有差异。从双孢菇菌丝的生长速度来看,③、④培养料配方处理双孢菇菌丝生长速度都较快,其中配方④的菌丝生长速度最快,播种后 20 d 菌丝长至料厚 2/3 处,比对照快了 5 d,其次是配方③,播种后 22 d 菌丝长至料厚 2/3 处,比对照快了 3 d,生长速度最慢的是配方⑥,比对照慢了 3 d;从双孢菇菌丝的长势来看,③、④培养料配方处理双孢菇菌丝的长势较强壮,其余配方处理的菌丝长势稍差。

表 2 不同配方处理对双孢菇菌丝生长的影响

Table 2 Effect of different medium formula on the mycelia growth of <i>Agaricus bisporus</i> Imbach				
培养料配方 Substratum formula	菌丝长至料床 2/3 时间/d Time from inoculationto 2/3 of material bed	菌丝颜色 Mycelia color	菌丝长势 Mycelia growth	菌丝密度 Mycelia density
①(CK)	25	洁白	+ +	较密
②	24	洁白	+ +	较密
③	22	浓白	+ + +	浓密
④	20	浓白	+ + +	浓密
⑤	26	洁白	+ +	较密
⑥	28	较白	+ +	稀疏
+ 表示菌丝生长势一般; + + 表示菌丝生长势强; + + + 表示菌丝生长势最强。				
+ mean the mycelia growth weak; + + mean the mycelia growth strong; + + + mean the mycelia growth stronger.				

2.2 不同配方处理对双孢菇子实体生长的影响

按照前述的栽培方法进行出菇管理,各配方的双孢菇子实体均能正常生长,但不同配方的子实体原基形成时间和子实体采收时间存在一定差异。从表 3 可以看出,在 6 个不同的配方处理中,配方处理①②③④中随着配方中菌渣添加比例的增加使得双孢菇子实体出现原基的时间、第 1、2、3 潮菇的采收时间有逐渐提前的趋势。而配方处

理⑤、⑥中双孢菇子实体出现原基的时间,第 1、2、3 潮菇的采收时间又有所延长,其中配方⑥双孢菇子实体出现原基的时间、第 1、2、3 潮菇的采收时间最长,究其原因可能是由于菌渣的添加量过多影响了培养料的组织结构而使得培养料的透气性变差,进而影响了原基形成及采收时间。综合比较分析,配方④的效果最好。

表 3 不同培养料配方处理对双孢菇子实体生长的影响

Table 3 Effect of different medium formula on the fruitbody growth of <i>Agaricus bisporus</i> Imbach					
配方	出现原基时间/d	采收时间/d Harvesting time			
		第 1 潮菇	第 2 潮菇	第 3 潮菇	
Formula	Time from inoculationto primordia	First flush time	Second flush time	Third flush time	
①(CK)	47	62	74	88	
②	45	59	70	85	
③	42	55	67	83	
④	40	54	65	80	
⑤	44	57	68	84	
⑥	48	63	75	89	

2.3 不同配方处理对双孢菇产量及生物学效率的影响

在栽培过程中,对不同配方栽培条件下采收

的双孢菇产量进行累加统计及计算其生物学效率,得出表 4 各项数据。从表 4 中可以看出,添加菌渣的培养料配方②、③、④、⑤、⑥栽培的双孢菇

表 4 不同培养料配方处理对双孢菇鲜菇产量及生物学效率的影响

Table 4 Effect of different medium formula on the yield and biotransformation of <i>Agaricus bisporus</i> Imbach					
配方	第 1 潮菇产量/kg	第 2 潮菇产量/kg	第 3 潮菇产量/kg	鲜菇总产量/kg	生物学效率/%
Formua	Yieldof first flush	Yieldof second flush	Yieldof third flush	Total yield of fresh mushroom	Biotransformation
①(CK)	46.8±0.4 a	44.5±1.1 a	28.2±0.7 a	119.5±2.3 a	39.8±0.6 a
②	48.1±1.1 ab	46.8±0.6 abc	29.0±0.6 a	123.9±2.3 ab	41.3±1.1 ab
③	48.9±0.6 ab	47.1±1.1 bc	31.2±1.0 b	127.2±2.7 bc	42.4±0.9 bc
④	49.7±0.8 b	49.1±0.9 c	33.8±0.4 c	132.6±2.1 c	44.2±0.7 c
⑤	48.6±1.1 ab	48.2±1.0 c	33.7±1.0 c	130.5±3.1 c	43.5±1.0 c
⑥	47.1±1.0 a	44.8±0.7 ab	28.3±0.6 a	120.2±2.2 a	40.1±0.4 a

鲜菇总产量及生物学效率均比对照组配方①的双孢菇鲜菇总产量及生物学效率高,其中配方④和⑤的双孢菇鲜菇总产量较高,生物学效率分别为44.2%、43.5%,显著高于其它对照组,2个配方间差异不显著。配方①和⑥的产量最低。综上所述,最佳培养料配方为④。

### 3 结论与讨论

试验结果表明,双孢菇菌丝能在添加菌渣的培养料上正常生长,并且均能正常出菇,菌丝及子实体形态特征与常规培养料栽培的双孢菇一致,因此,利用平菇及鸡腿菇菌渣栽培双孢菇是切实可行的。一方面,菌渣中含有丰富的营养物质,利于双孢菇的生长发育;另一方面,含有菌渣的培养料物理性状较好,疏松、透气,有利于菌丝的快速生长。与不添加菌渣的对照相比具有缩短出菇周期、提高产量的优势,通过实验,建议生产使用 $12\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 的菌渣用量,不仅提高了双孢菇产量,还实现了菌渣的循环利用。

在添加菌渣的培养料配方中,随着菌渣比例的增加,双孢菇的产量和生物学效率逐渐增加,当菌渣的添加量超过 $12\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 时,双孢菇的产量和生物学效率开始降低,究其原因可能是培养料的碳氮比和通气性发生了变化,影响了双孢菇的生

长发育,虽然添加的菌渣中含有丰富的营养物质,有利于双孢菇的生长发育,但添加量过多也会影响培养料的组织结构及透气性。因此,菌渣的添加量控制在 $12\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 为宜。

本试验利用平菇菌渣和鸡腿菇菌渣替代部分牛粪和稻草栽培双孢菇,筛选出菌渣的最优添加量,从而达到节本增效和菌渣高效利用的双重目的。

### 参考文献:

- [1] 芦笛. 双孢蘑菇的培养与生物化学的研究进展[J]. 浙江食用菌, 2009, 17(2): 23-28.
- [2] 吕作舟. 食用菌栽培学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 109-110.
- [3] 续建军. 不同培养料栽培双孢蘑菇的试验[J]. 甘肃农业, 2005(11): 214.
- [4] 陈明, 陶鸿, 李磊, 等. 不同培养料对双孢蘑菇营养品质的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(25): 266-267.
- [5] 卫智涛, 周国英, 胡清秀. 食用菌菌渣利用研究现状[J]. 中国食用菌, 2010, 29(5): 3-6.
- [6] 陈世昌, 常介田, 吴文祥, 等. 菌渣还田对梨园土壤性状及梨果品质的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(5): 821-822.
- [7] 董雪梅, 王延锋, 孙靖轩, 等. 食用菌菌渣综合利用研究进展[J]. 中国食用菌, 2013, 32(6): 4-6.
- [8] 侯志江, 李荣春. 不同栽培料种植大球盖菇产量对比试验初报[J]. 西南农业学报, 2009, 22(1): 141-144.

## Feasibility Study of Cultivating *Agaricus bisporus* with Fungi Residues as Compound Substitute Material

SUN Xing-rong<sup>1</sup>, BIAN Jing-yang<sup>1</sup>, ZHANG Zhi-gang<sup>1</sup>, REN Cui-mei<sup>1</sup>, YANG Li<sup>1</sup>, GU Xin<sup>1</sup>, WEI Lian-hui<sup>2</sup>

(1. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316; 2. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316)

**Abstract:** In order to make full use of abandoned *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus comatus* residues of pre-production, achieve the recycling of edible fungi residues and obtain the best formula of cultivating *Agaricus bisporus* Imbach. Different proportion of *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus comatus* residues were added into the cultivation medium of *Agaricus bisporus* Imbach instead of part of the straw and cow dung. Effects of different formulas on mycelia growth, mushroom-budding, biotransformation were studied. The results showed that when the content of *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus comatus* residues (both mass ratio of 1:1) were  $12\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , yield of *Agaricus bisporus* Imbach was the highest, mycelium growth was strong, the biotransformation was 44.2%. The best medium formula for *Agaricus bisporus* Imbach cultivation was  $12\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus comatus* residues,  $8\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  cow dung,  $8\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  straw,  $0.3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  urea,  $0.7\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  calcium superphosphate,  $0.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  lime and  $0.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  land plaster.

**Keywords:** fungi residues; compound medium; *Agaricus bisporus* Imbach