

不同纤维废弃物对金针菇生长发育的影响

连 凯¹, 潘 辉², 王 迎 鑫¹, 张 引 芳², 刘 朝 贵¹, 郭 倩²

(1. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 400716; 2. 上海光明森源生物科技有限公司, 上海 201408)

摘 要:以金针菇为试材,将工农业生产中产生的纤维废弃物添加到金针菇栽培培养料中,研究纤维废弃物对金针菇生长发育的影响,以期优化现有栽培配方。结果表明:啤酒糟有利于金针菇菌丝健壮生长,甘蔗渣和甜菜渣可以提高金针菇菌丝生长速度,桔皮渣促进金针菇子实体的生长发育,甘蔗渣、甜菜渣、桔皮渣与啤酒糟搭配均有助于提高金针菇的产量和品质。最终得到的最优配方为 30%玉米芯、39%米糠、15%麸皮、5%棉籽壳、5%啤酒糟、5%桔皮渣、1%碳酸钙。

关键字:金针菇;栽培配方;纤维废弃物

中图分类号:S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)03-0138-03

近年来,随着我国经济的不断发展和人们对于饮食健康养生的新需求,食用菌行业呈现出一派欣欣向荣的大好景象。由于人们需求量的不断增加,小农户种植模式已经远远不能满足市场需求,工厂化大生产的栽培模式渐渐兴起,各地食用菌工厂不断涌现。目前,我国食用菌工厂化栽培的主要菌种有白色金针菇、杏鲍菇、蟹味菇和白玉菇等^[1],尤以白色金针菇最多。食用菌行业快速成长的同时也带来了更多的竞争,要求食用菌工厂在菌种选育、栽培工艺和环境控制技术上不断创新和改进。

该试验本着环保低碳、循环经济的原则,根据金针菇的生长发育规律^[2-3]以及其对营养成分^[4-5]的吸收利用特点,选用啤酒糟^[6]、甘蔗渣^[7]、甜菜渣^[8]、桔皮渣^[9]等纤维废弃物进行多组培养料配方的筛选比较,研究不同纤维废弃物对金针菇生长发育的影响,以期筛选出能提高

工厂化栽培产量和品质的优良培养料配方。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试金针菇‘510’由上海光明森源生物科技有限公司提供。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验设 7 个配方(表 1),以金针菇工厂化瓶栽常用配方为对照(CK)。配方中共同的组分比例如下,39%米糠、15%麸皮、5%棉籽壳、1%碳酸钙。试验采用瓶栽的方式,依照随机区组设计,3 次重复,每次重复 80 瓶。

表 1 金针菇工厂化栽培试验配方

Table 1 The formulas of the industrial cultivation of

配方	<i>Flammulina velutipes</i>				
	玉米芯	啤酒糟	甜菜渣	甘蔗渣	桔皮渣
CK	35	5	—	—	—
F-1	37	3	—	—	—
F-2	40	—	—	—	—
F-3	32	5	3	—	—
F-4	30	5	5	—	—
F-5	32	5	—	3	—
F-6	30	5	—	5	—
F-7	32	5	—	—	3
F-8	30	5	—	—	5

第一作者简介:连凯(1988-),男,硕士,现主要从事蔬菜生理生化和设施园艺等研究工作。E-mail:provided2020@qq.com.

责任作者:郭倩(1969-),男,博士,研究员,现主要从事食用菌工厂化栽培等研究工作。E-mail:qianguo1969@sina.com.

基金项目:上海市科委重点资助项目(12391901000)。

收稿日期:2013-11-13

strain ‘ZY02’ and ‘ZY05’, which were brown, the sugar content was between 1.0% and 2.3%, and the pH of 82% strains was 6.5~7.5. Strain ‘ZY05’ had the largest number of mycelial pellets (1.51×10^4 CFU/L), and its biomass was 5.4173 g/L. Strain ‘ZY09’ had the largest biomass (8.0937 g/L), the number of mycelial pellets was 1.31×10^4 CFU/L, and its pH was the lowest, only 4.91. And strain ‘ZY10’ has the largest content of polysaccharides (1.1053 g/L). In short, different strains led to different mycelium culture characteristics, and strain ‘ZY05’, ‘ZY09’ and ‘ZY10’ were the best strains, judged respectively from the screening index of number of mycelial pellets, biomass and polysaccharides.

Key words: *Lyophyllum decastes*; liquid fermentation; strains screening

1.2.2 装瓶、接种、菌丝培养及出菇调控 每瓶装培养料(湿料)780 g左右,含水量控制在66%左右,装瓶完成后灭菌,灭菌后冷却至20℃以下接种;该试验的接种工作在上海光明森源生物科技有限公司接种室流水线上完成,采用液体接种的方式;接种完成后放置在培养房内进行菌丝培养,培养温度为16~19℃,培养相对湿度为50%~70%,待菌丝长满瓶后搔菌;搔菌后转入出菇房中,菌丝恢复期、子实体原基分化期、子实体生长期的

出菇房内的培养温度和CO₂浓度分别为13~15℃和1 500~3 000 mg/L,7~9℃和3 000~5 000 mg/L,4~6℃和8 000~10 000 mg/L,菌丝恢复期出菇房内相对湿度控制在90%左右,菌丝恢复完成后控制在60%~80%^[10]。在子实体原基分化期和生长期给予一定的光照^[11]和吹风抑制^[12]以促进原基分化和提升品质。

1.2.3 金针菇成品菇分级标准 基于上海地区食用菌行业标准制定,详见表2。

表 2 金针菇成品菇分级标准
Table 2 The classification standard for the fruit-body of *Flammulina velutipes*

	A 级品	B 级品	C 级品	D 级品
颜色	菇盖菌柄纯白	菇盖菌柄纯白	菇盖菌柄微黄	菇盖菌柄白
形状	菇盖圆整,呈半球形,菌柄挺直	菇盖圆整,呈半球形或馒头形,菌柄挺直	菇盖稍有畸形,呈半球形或馒头形,菌柄挺直	除 A、B、C 级品外的产品
菌柄菌盖大小	菇盖直径≤1 cm,菌柄长15~17 cm,均匀一致	菇盖直径1~1.5 cm,菌柄长15~17 cm	菇盖直径1.5~2.0 cm,菌柄长15~17 cm	除 A、B、C 级品外的产品
根部要求	根部紧实,颜色纯白	根部松而不散,颜色白或微黄	根部松散,颜色略发黄	根部松散且发黄
残缺菇	无	无	无	基本无
虫蛀霉变	无	无	无	无
杂质	无	无	无	基本无
含水量/%	86~88	88~90	88~90	<95

1.3 数据分析

试验数据采用 SPSS 20.0 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同配方对金针菇菌丝生长的影响

由表3可知,与CK相比,配方F-1和F-2菌丝生长速度快,但是生长势弱,说明啤酒糟有利于菌丝健壮生长;配方F-1、F-2、F-5和F-6生长周期均比CK短,说明少量添加甜菜渣和甘蔗渣能够加速菌丝生长;但是F-3和F-4相比CK生长周期长,说明甜菜渣不利于子实体快速生长。配方F-7和F-8菌丝生长势和生长速度不如CK,但是子实体生长速度快,比CK提前3 d采收,这说明桔皮渣对子实体生长发育有明显促进作用。

表 3 不同配方对菌丝生长势、生长周期及平均单瓶产量的影响

Table 3 Effect of different formula on mycelium growth vigor, growth cycle and average yield of single bottle

配方	生长势	菌丝长满瓶时间/d	生长周期/d	平均单瓶产量/g
F-1	++	26	54	313.7Cc
F-2	+	25	52	270.8Dd
F-3	++++	26	57	340.8Bb
F-4	+++	27	58	340.5Bb
F-5	+++	26	54	343.5Bb
F-6	++	26	54	373.2Aa
F-7	++	31	56	360.7Aa
F-8	++	31	56	376.0Aa
CK	+++	27	55	325.1Bb

注:“+”代表生长势的旺盛程度,“+”越多代表生长势越旺盛;大写字母代表的显著水平为0.01,而小写字母代表的显著水平为0.05。

2.2 不同配方对平均单瓶产量的影响

由表3还可知,与CK相比,配方F-6、F-7和F-8产量得到极显著提高,说明桔皮渣和甘蔗渣对金针菇产量提高有明显的促进作用。配方F-3、F-4和F-5比CK产量也有所提高,说明甜菜渣也对金针菇增产有一定的促进作用。配方F-1和F-2产量极显著低于CK,说明啤酒糟对于稳定金针菇产量也有明显的作用。

2.3 不同配方对金针菇商品性的影响

由表4可知,使用配方F-8产出的金针菇朵型比较紧凑,菇柄整齐度好,菇盖大小均匀,不易开伞,这说明添加一定量的桔皮渣对改善金针菇的品质有明显的促进作用。配方F-3、F-4、F-5和F-6的成品菇品质均比CK高,这说明甜菜渣和甘蔗渣也有助于提高金针菇子实体的商品品质。配方F-1和F-2品质不如CK,说明啤酒糟的添加有利于稳定金针菇的品质。

表 4 不同配方成品菇分级情况

Table 4 The classification circumstance of fruit-body of different %

配方	A 级品	B 级品	C 级品
F-8	40	60	—
F-7	20	80	—
F-3	20	75	5
F-6	10	80	10
F-4	10	80	10
F-5	5	80	15
CK	—	85	15
F-1	—	80	20
F-2	—	70	30

3 讨论与结论

工厂化瓶栽模式,工艺相对比较复杂,对原材料的要求也较高。试验结果表明,4种纤维废弃物对金针菇的生长发育都有一定的促进作用。但是工厂化生产,不仅要考虑其产量和品质,还要考虑生产工艺的难易与复杂程度,以及成本问题。配方F-5和F-6所使用的甘蔗渣,糖分含量高,易酸败,不稳定,不易存放,造成存储和运输的成本增加。甘蔗渣的纤维相对较长,易结块,在搅拌工序中不易搅拌均匀。其疏松性好,含量多时,培养料弹性增加,装瓶打孔后料面易反弹,而使料面增高,造成金针菇菇根变短,切根后容易散根。甘蔗渣的易粘结性,使得采收时,容易粘连在根部,影响产品外观。配方F-3和F-4所使用的甜菜渣,吸胀性高,添加量过多时容易造成装瓶过于紧实,流料性差,通气性不好,影响发菌速度。甜菜渣的添加一定程度上,延长了子实体的生长周期,而工厂化栽培中子实体培育环节最耗费能源,因此甜菜渣的使用会造成能源成本的增加。

甜菜渣和甘蔗渣由于其自身物理特性的缺陷,相对不太适用于工厂化生产。工厂化生产金针菇的经济效益主要受到3个方面的影响:原材料和能源成本、生产周期、产量和品质^[13]。产量和品质,直接影响到生产收益;生长周期越短,能耗就减少,相应成本就会下降,经济效益也会得到相应提升。

该试验所使用的4种纤维废弃物在一定程度上降低了原材料的成本。该试验结果还表明,使用甘蔗渣和甜菜渣可以提高金针菇菌丝生长速度,桔皮渣可以促进金针菇子实体的生长发育,缩短了金针菇的生长周期,降低能耗成本。甘蔗渣、甜菜渣、桔皮渣与啤酒糟搭配

均有助于提高金针菇的产量和品质,增加经济效益。从产量和品质的角度来看,配方F-8具有明显的优势,能够产生较高的经济效益。因此,选定配方F-8为最优配方,即为30%玉米芯、39%米糠、15%麸皮、5%棉籽壳、5%啤酒糟、5%桔皮、1%碳酸钙。

(该文作者还有章芳芳、周敏、郭文静,单位同第二作者。)

参考文献

- [1] 上海蔬菜食用菌行业协会. 2011年我国食用菌工厂化产业发展的研究[J]. 食药菌, 2012(3):128-133.
- [2] 肖玉珍,赵静珍,齐永安,等. 金针菇(*Collybia vellutipes*)生物学特性的研究[J]. 东北农学院学报, 1991(2):113-119.
- [3] 冯伟林,蔡为明,金群力,等. 金针菇生长发育期间相关胞外酶的活性变化研究[J]. 浙江农业学报, 2012(3):430-433.
- [4] 朱清. 多价营养素对金针菇生长发育的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(1):247-249.
- [5] 王家季,刘化民. 栽培基质碳氮比对金针菇生长发育及产量的影响[J]. 中国食用菌, 1995(4):30.
- [6] 王家林,王煜. 啤酒糟的综合应用[J]. 酿酒科技, 2009(7):99-102.
- [7] 王允圃,李积华,刘玉环,等. 甘蔗渣综合利用技术的最新进展[J]. 中国农学通报, 2010(16):370-375.
- [8] 任燕锋,陈丽丽,李忠秋,等. 甜菜渣饲料资源化利用的现状与发展趋势[J]. 中国奶牛, 2010(11):22-25.
- [9] 黄筱雄,张玉蓉. 桔皮的综合利用[J]. 中国林副特产, 2004(1):40-42.
- [10] 许占伍,金力,朱爱莲,等. 金针菇工厂化稳定性生产关键技术研究[C]//第九届全国食用菌学术研讨会摘要集. 上海, 2010:37.
- [11] 佟希丹. 不同光质LED对黄白品种金针菇商品性状与产量的影响[D]. 长春:吉林农业大学, 2012.
- [12] 张引芳. 金针菇工厂化生产工艺技术[J]. 食用菌, 2001(增刊):209-210.
- [13] 李国庆,柯家厚,郭仕明,等. 瓶栽金针菇工厂化生产不同栽培料配方的比较试验[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 2012(17):94-95.

The Influence of Different Lignocellulosic Wastes on the Growth and Development of *Flammulina velutipes*

LIAN Kai¹, PAN Hui², WANG Ying-xin¹, ZHANG Yin-fang², LIU Chao-gui¹, GUO Qian², ZHANG Fang-fang², ZHOU Min², GUO Wen-jing²
(1. College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400716; 2. Shanghai Bright Esunyes Biology Technology Co. Ltd., Shanghai 201408)

Abstract: Taking *Flammulina velutipes* as material, lignocellulosic wastes from the production process of industry and agriculture was added into culture material for *Flammulina velutipes*, then the influence of the different lignocellulosic wastes on the growth and development of *Flammulina velutipes* was analyzed in order to optimize the current culture material formula. The results indicated that brewer's grains made mycelium grow more strongly; and sugarcane bagasse and beet pomace accelerated the mycelium's growth; while citrus peel promoted the growth and development of fruit-bodies; at last sugarcane bagasse, beet pomace and citrus peel matched with brewer's grains improved the yield and quality of *Flammulina velutipes* effectively. The optimum formula consists of 30% corncob, 39% rice bran, 15% wheat bran, 5% cottonseed hull, 5% brewer's spent grains, 5% citrus peel and 1% CaCO₃.

Key words: *Flammulina velutipes*; culture material formula; lignocellulosic wastes