

菌渣代料栽培刺芹侧耳技术研究

严理, 谢纯良, 朱作华, 李智敏, 胡镇修, 彭源德*

(中国农业科学院麻类研究所, 湖南 长沙 410205)

摘要: 为探索循环利用刺芹侧耳(*Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel)菌渣栽培刺芹侧耳的可行性, 优化菌渣代料栽培刺芹侧耳的条件与培养基配方, 通过测定菌丝生长速率与生物学效率, 比较分析了刺芹侧耳品种‘杏1’、‘杏2’和‘Z杏’在不同培养基上的栽培效果。结果表明: 菌渣代料栽培刺芹侧耳的最佳条件为养菌温度 24 ℃, 培养基含水量 65%, pH 值 6.0; 在棉籽壳、苕麻副产物以及麻莞等主料中加入 40%~50% 菌渣后产生的生物学效率最高, 分别达到了 67.59%、70.24%、71.02%, ‘杏1’的生物学效率高于其他 2 个品种, 但差异无统计学意义。本研究结果表明, 生产中再次利用菌渣代料栽培刺芹侧耳是完全可行的。

关键词: 刺芹侧耳; 菌渣; 苕麻副产物

中图分类号: S646.1⁺4

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2015)02-0156-05

Study on the cultivation of *Pleurotus eryngii* using its spent substrates

Yan Li, Xie Chunliang, Zhu Zuohua, Li Zhimin, Hu Zhenxiu, Peng Yuande*

(Institute of Bast Fiber Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410205, China)

Abstract: Mycelial growth rate and biological efficiency of fruit body from ‘Xing 1’, ‘Xing 2’ and ‘Z xing’, three different *Pleurotus eryngii* varieties, were determined by different spent substrates. The results showed that the optimal conditions for *Pleurotus eryngii* cultivation were at temperature 24 ℃, substrate with 65% medium moisture and pH 6.0; Adding 40%–50% of spent substrate into different basic substrates, including cottonseed hulls, ramie byproduct and ramie root mediums could reach higher biological efficiency with 67.59%, 70.24% and 71.02%, respectively. The biological efficiency of ‘Xing 1’ was higher than that of the other two varieties, but there was no significant difference. The results indicated that the spent substrate was suitable for *Pleurotus eryngii* cultivation.

Keywords: *Pleurotus eryngii*; spent substrate; ramie byproduct

食用菌菌渣是指子实体采收后废弃的固体基质, 是菌丝体和培养料的复合物。调查显示, 每生产 1 kg 的食用菌约产生菌渣 3.25 kg^[1]。随着食用菌工厂化生产规模的不断扩大, 生产中产生的大量菌渣被当作农业垃圾随意丢弃或者焚烧, 不仅造成资源的极大浪费, 还给产地带来了严重的环境污染。对菌渣进行资源化利用, 既能解决菌渣乱扔引起的环境问题, 又能拓展食用菌的产业链条和附加

值, 得到了研究者的重视。目前, 关于菌渣再利用已有许多报道, 主要集中在以下 3 个方面: 1) 作为粗饲料添加成分, 降低养殖业的生产成本^[2]; 2) 用作有机肥^[3]; 3) 添加到食用菌培养基中, 重复利用栽培食用菌, 如利用平菇菌渣来栽培鸡腿菇^[4]、利用金针菇菌渣来栽培金顶侧耳^[5]等。

刺芹侧耳(*Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel) 又名杏鲍菇, 是近年来发展速度最快、工厂化生产

收稿日期: 2014-05-22

修回日期: 2014-11-28

基金项目: 现代农业产业技术体系资助项目(CARS-19-E26); 中央驻湘科研机构技术创新发展专项(2013TF3005); 中国农业科学院基本科研业务费预算增量项目(2014ZL024); 中国农业科学院科技创新工程(CAAS-ASTIP-2014-IBFC)

作者简介: 严理(1969—), 女, 湖南澧县人, 高级实验师, 主要从事麻类副产品综合利用研究, yanli214@126.com; *通信作者, 彭源德, 研究员, 主要从事农产品加工微生物遗传改良与应用研究, ibfcpyd313@126.com

规模不断扩大的食用菌品种。随着棉籽壳、玉米芯等传统栽培原料的价格上涨,生产刺芹侧耳的企业为了降低成本、提高市场竞争力,亟需寻找新的替代原料。据分析,刺芹侧耳菌渣中含粗纤维 67.86% (木质素 42.04%)、粗蛋白 7.87%、全氮 1.20%、钙 2.90%、磷 0.28%,碳氮比为 36.6 : 1,其中粗纤维、全氮、粗蛋白及钙、磷的含量明显高于棉籽壳及木屑^[6-7],因此,营养丰富的刺芹侧耳菌渣可以替代部分培养基主料进行再次利用。目前,利用刺芹侧耳菌渣栽培草菇^[8]、双孢菇^[9-10]、茶树菇^[11]、金针菇^[12-13]等方面的研究已有报道。但是,用刺芹侧耳菌渣来栽培刺芹侧耳的报道少见。另外,麻类副产物质地疏松,吸水性极强,不板结,透气性较好,且营养成分合理,常替代培养基中的棉籽壳等传统原料来栽培食用菌^[14-15]。本研究中尝试利用刺芹侧耳菌渣来栽培刺芹侧耳,对其栽培配方进行筛选,旨在探索一条既可以降低刺芹侧耳的生产成本,又可实现废菌渣循环再利用的新途径。

1 材料与方法

1.1 材料

刺芹侧耳(*P. eryngii*)菌株‘杏 1’、‘杏 2’、‘Z 杏’原种由湖南省食用菌研究所提供。菌渣系以苕麻副产物为主料,栽培刺芹侧耳以后所产生的废料,由中国农业科学院麻类研究所生物加工研究室提供。菌渣经 100 °C 常压灭菌 18 h 后备用。棉籽壳购自湖南省食用菌研究所;麦麸及玉米粉购自河南天香面业公司。

1.2 养菌温度、培养基含水量、pH 值的优化试验

配置 50% 菌渣培养基(50% 菌渣、21% 棉籽壳、21% 麦麸、6% 玉米粉、1% 白糖、1% 碳酸钙),接种,养菌温度设 3 个水平,分别为 22、24、26 °C; pH 值设 3 个水平,分别为 5.0、6.0、7.0;培养基含水量设 3 个水平,分别为 55%、65%、75%。试验采用三因素三水平正交设计,每处理 10 袋,3 次重复,筛选出最佳条件用于后续试验。

1.3 菌渣加棉籽壳栽培刺芹侧耳试验

将菌渣与棉籽壳按照一定比例混合,配成菌渣含量为 0%、30%、40%、50%、60%、71% 的 6 种

培养基,水分含量为 67.5%,pH 值为 5.5。培养基具体配方如表 1 所示。每处理 40 袋,接种‘杏 1’,记录菌丝生长速率和生物学效率。

表 1 不同含量菌渣加棉籽壳栽培刺芹侧耳的培养基配方
Table 1 Medium components for *Pleurotus eryngii* cultivation with different proportion of spent substrate and hulls of cotton seed

培养基编号	比例/%					
	菌渣	棉籽壳	麦麸	玉米粉	白糖	碳酸钙
1	0	71	21	6	1	1
2	30	41	21	6	1	1
3	40	31	21	6	1	1
4	50	21	21	6	1	1
5	60	11	21	6	1	1
6	71	0	21	6	1	1

1.4 菌渣加苕麻副产物栽培刺芹侧耳试验

用苕麻副产物替代棉籽壳,逐渐增加菌渣在培养基中的含量,配成菌渣含量为 0%、30%、40%、50%、60%、71% 的 6 种培养基,水分含量为 67.5%,pH 值为 5.5。培养基具体配方如表 2 所示。每处理 40 袋,接种‘杏 1’,记录菌丝生长速率和生物学效率。

表 2 不同含量菌渣加苕麻副产物栽培刺芹侧耳的培养基配方

Table 2 Medium components for *Pleurotus eryngii* cultivation with different proportion of spent substrate and *Silage ramie* byproduct

培养基编号	比例/%					
	菌渣	苕麻副产物	麦麸	玉米粉	白糖	碳酸钙
1	0	71	21	6	1	1
2	30	41	21	6	1	1
3	40	31	21	6	1	1
4	50	21	21	6	1	1
5	60	11	21	6	1	1
6	71	0	21	6	1	1

1.5 菌渣加麻菹栽培刺芹侧耳试验

以麻菹替代棉籽壳,逐渐增加菌渣在培养基中的含量,配成菌渣含量为 0%、30%、40%、50%、60%、71% 的 6 种培养基,水分含量为 67.5%,pH 值为 5.5。培养基具体配方如表 3 所示。每处理 40 袋,接种‘杏 1’,记录菌丝生长速率和生物学效率。

表 3 不同含量菌渣加麻菟栽培刺芹侧耳的培养基配方
Table 3 Medium components for *Pleurotus eryngii* cultivation with different proportion of spent substrate and *Silage ramie root*

培养基编号	比例/%					
	菌渣	麻菟	麦麸	玉米粉	白糖	碳酸钙
1	0	71	21	6	1	1
2	30	41	21	6	1	1
3	40	31	21	6	1	1
4	50	21	21	6	1	1
5	60	11	21	6	1	1
6	71	0	21	6	1	1

1.6 品种筛选

筛选出 1.2、1.3、1.4 中栽培效果最好的培养基,对‘杏 1’、‘杏 2’和‘Z 杏’在这 3 种培养基上的栽培效果进行比较,筛选出合适的栽培品种。

1.7 出菇期管理

菌丝满袋后移入自动控温、控湿、控气的智能出菇房进行开袋催蕾。催蕾条件:光照度 100 lx 散射光,相对湿度 75% 维持 2 d 后调至 85%,温度设定为 12 °C,通气 20 min/h,待菇蕾长出约 2~3 cm 后进行疏蕾(每袋只留 1~2 个子实体)疏蕾后避光,温度控制在 14 °C,相对湿度为 92%,通气 5 min/h,直至子实体成熟。只采收第一潮菇进行测产和指标分析。每种配方重复 3 批(不同时间分批催蕾出菇)。

1.8 测定指标及方法

定期观察各试验组的菌丝生长情况,待菌丝长满整个料袋后计算其生长速率(料袋长度/菌丝生长时间)以及生物学效率(鲜菇质量/干料质量)。用 Excel 2007 进行数据统计处理,对 3 批重复的均值进一步作差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 培养温度、培养基含水量、pH 值的正交优化结果

极差分析结果(表 4)显示,温度、pH 值和含水量 3 个因素对刺芹侧耳生长的影响程度高低依次为 pH 值、温度、含水量,说明 pH 值是最重要的影响

因素。方差分析显示,在 $\alpha = 0.1$ 水平上,温度和含水量对刺芹侧耳的生物学效率影响均无统计学意义,但在温度 24 °C 和含水量 65% 时的生物学效率最高,分别为 62.42% 和 62.86%; pH 值为 6.0 时的生物学效率最高,为 67.48%,与 pH5.0 及 pH7.0 试验组相比有显著差异。根据正交试验结果,优化温度、pH 值和含水量 3 因素,确定菌渣代料栽培刺芹侧耳的最佳条件为:养菌温度 24 °C,培养基含水量 65%,pH 值 6.0。

表 4 培养基含水量、pH 值、温度各组合条件下栽培刺芹侧耳的效果

Table 4 Effects of different moisture, pH and temperature on the growth of *P. eryngii*

培养基编号	温度 /°C	pH 值	含水量/%	生物学效率/%
1	22	5.000	55	59.47
2	24	6.000	65	66.29
3	26	7.000	75	57.98
4	22	5.000	65	65.55
5	24	6.000	75	69.73
6	26	7.000	55	57.98
7	22	5.000	75	58.33
8	24	6.000	55	66.41
9	26	7.000	65	56.74
T_1	61.24	61.120	61.280	
T_2	62.42	67.480	62.860	
T_3	60.49	57.570	62.010	
极差值	1.93	9.910	1.580	
$F_{0.1}(2,8)$	0.548	3.184	0.078	

2.2 菌渣加棉籽壳培养基栽培刺芹侧耳的效果

采用不同比例的菌渣拌料,各处理条件下的菌丝均洁白、浓密。菌渣含量越高,菌丝生长越快。表 5 结果表明,菌渣含量为 71% 试验组的菌丝生长速率最高,为 0.359 cm/d,与菌渣含量 60% 试验组的差异无统计学意义,与其他各组间有显著差异。对生物学效率以及单袋鲜菇质量的 LSD 分析显示,菌渣含量为 40% 试验组的生物学效率最高,为 67.59%,与菌渣含量 50% 试验组的差异无统计学意义,与其他各试验组有显著差异。综合考虑,40%~50% 菌渣加棉籽壳培养基适合用来再次栽培刺芹侧耳。

表 5 不同含量菌渣加棉籽壳培养基对刺芹侧耳生长的影响

编号	菌渣含量/%	棉籽壳含量/%	菌丝生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
1	0	71	(0.313±1.2)a	(187.22±0.6)a	(57.21±0.3)a
2	30	41	(0.322±0.4)b	(203.17±0.7)c	(61.33±0.2)b
3	40	31	(0.337±0.5)c	(225.25±1.4)e	(67.59±0.2)c
4	50	21	(0.348±0.8)d	(212.45±1.7)d	(65.37±0.4)c
5	60	11	(0.355±0.2)e	(209.02±1.8)c	(62.35±0.3)b
6	71	0	(0.359±0.4)e	(193.07±1.3)b	(59.25±0.5)a

2.3 菌渣加苕麻副产物培养基栽培刺芹侧耳的效果

表 6 结果表明,菌渣含量为 71% 试验组的菌丝生长最快,与菌渣含量为 60% 试验组的差异无统计学意义,与其他各组间差异显著。对生物学效率以

及单袋鲜菇质量的 LSD 分析显示,菌渣含量为 50% 试验组的生物学效率最高,为 70.24%,与其他各试验组有显著差异。综合考虑,50% 菌渣加苕麻副产物培养基适合用来再次栽培刺芹侧耳。

表 6 不同含量菌渣加苕麻副产物的培养基对刺芹侧耳生长的影响

编号	菌渣含量/%	苕麻副产物含量/%	菌丝生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
1	0	71	(0.307±1.3)a	(181.24±0.5)a	(56.32±0.1)a
2	30	41	(0.323±0.3)b	(199.46±0.3)b	(60.93±0.4)ab
3	40	31	(0.348±0.9)c	(219.27±1.5)c	(64.95±0.7)b
4	50	21	(0.352±0.4)c	(230.39±1.7)d	(70.24±0.4)c
5	60	11	(0.357±0.3)cd	(213.45±1.2)c	(63.17±0.9)b
6	71	0	(0.360±0.9)d	(199.81±1.5)b	(61.02±0.3)ab

2.4 菌渣加麻菹培养基栽培刺芹侧耳的效果

表 7 结果表明,菌渣含量为 71% 试验组的菌丝生长最快,与 50%、60% 试验组的差异无统计学意义,与其他各组间差异显著。对生物学效率以及单

袋鲜菇质量的 LSD 分析显示,50% 菌渣含量试验组的生物学效率最高,为 71.02%,与其他各试验组差异显著。综合考虑,50% 菌渣加麻菹培养基适合用来再次栽培刺芹侧耳。

表 7 不同含量菌渣加麻菹培养基对刺芹侧耳生长的影响

编号	菌渣含量/%	麻菹含量/%	菌丝生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
1	0	71	(0.318±0.7)a	(188.17±0.4)a	(57.15±0.3)a
2	30	41	(0.329±0.2)b	(201.43±0.3)b	(62.03±0.5)b
3	40	31	(0.343±0.7)c	(224.62±1.1)d	(65.72±0.6)b
4	50	21	(0.355±0.6)d	(237.09±1.3)e	(71.02±0.5)c
5	60	11	(0.357±0.4)d	(217.45±1.6)c	(63.98±0.5)b
6	71	0	(0.362±0.4)d	(195.94±1.8)a	(60.25±0.4)a

2.5 品种筛选结果

3 个品种相比较,‘杏 1’菇形较好。由表 8 可见,3 个品种的菌丝在菌渣加棉籽壳培养基上生长最慢,在菌渣加麻菹培养基上的生长最快。‘杏 1’

在 3 种培养基上的生物学效率均高于其他 2 个品种,但差异不显著。在生产中可根据实际需要合理选择品种。

表 8 3 个品种在培养基上的生长情况

Table 8 Influence of different cultural medium on the growth of three different *P. eryngii* varieties

品种	培养基	菌丝生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
‘杏 1’	40% 菌渣加棉籽壳	(0.337±0.5)a	(225.25±1.4)b	(67.59±0.2)ab
	50% 菌渣加苕麻副产物	(0.352±0.4)bc	(230.39±1.7)c	(70.24±0.4)b
	50% 菌渣加麻萼	(0.355±0.6)c	(237.09±1.3)c	(71.02±0.5)b
‘杏 2’	40% 菌渣加棉籽壳	(0.345±0.2)b	(218.14±1.2)a	(65.13±0.1)a
	50% 菌渣加苕麻副产物	(0.354±0.1)c	(224.53±1.3)b	(67.19±0.9)ab
	50% 菌渣加麻萼	(0.358±0.7)c	(227.46±1.1)b	(68.01±0.3)ab
‘Z 杏’	40% 菌渣加棉籽壳	(0.334±0.4)a	(215.32±1.5)a	(64.04±0.5)a
	50% 菌渣加苕麻副产物	(0.346±0.6)b	(226.73±1.1)b	(67.62±0.3)ab
	50% 菌渣加麻萼	(0.347±0.3)b	(223.51±1.8)b	(67.02±0.6)ab

3 结论与讨论

本研究结果表明, 50% 菌渣加麻萼培养基栽培‘杏 1’的生物学效率最高, 达 71.02%, 与 50% 菌渣加苕麻副产物试验组的差异无统计学意义, 与 40% 菌渣加棉籽壳试验组差异显著。在生产中, 用麻类副产物替代棉籽壳, 对栽培刺芹侧耳以后的菌渣进行重复利用是可行的。

目前, 已有用栽培刺芹侧耳后的菌渣再次用来栽培双孢菇、白背毛木耳、草菇等食用菌的报道, 但是这些试验大部分对菌渣进行了堆料发酵, 所需时间较长, 不能满足工厂化生产的需要。另外, 这些试验菌渣的添加量小于 50%, 如栽培姬松茸时仅仅添加了 15% 的菌渣, 栽培金针菇时添加了 15%~45% 的菌渣。本研究中菌渣加麻类副产物培养基中菌渣用量可占培养基的 50%, 生物学效率在 70% 以上, 因此, 从原料用量及生物学效率的角度看, 菌渣可作为刺芹侧耳栽培的主原料。

从生态效益和经济效益来分析, 利用栽培刺芹侧耳等食用菌产生的菌渣作为棉籽壳、锯木屑等的替代材料栽培食用菌, 不但能充分利用这些菌渣, 减少食用菌栽培对环境造成的破坏, 还能充分利用食用菌菌丝生长对培养料的生物转化产物, 以及其他一些次生代谢物, 降低栽培成本。与棉籽壳、锯木屑等天然材料相比, 菌渣价格更加低廉, 而且营养更加丰富, 其营养含量甚至超过了原生培养料^[16]。菌渣的再次利用可使自然资源得以良性循环, 大大提高资源的利用率, 对食用菌产业良性持续发展具有重大意义。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李浩波, 高云英, 雷进民, 等. 菌糠饲料对泰山杂阉

牛短期育肥效果的影响[J]. 河南农业大学学报, 2007, 41(4): 430-433.

- [3] 朱小平, 王文颇, 刘微, 等. 施用微生物加菌糠对辣椒养分吸收及土壤养分转化的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(5): 281-283.
- [4] 赵启光, 王尚垄, 王亮, 等. 利用平菇菌糠栽培鸡腿菇培养料配方试验研究[J]. 北方园艺, 2007(2): 167-168.
- [5] 韩建东, 宫志远, 任鹏飞, 等. 金针菇菌渣栽培金顶侧耳研究[J]. 北方园艺, 2011(21): 154-156.
- [6] 李强, 胡霞萍, 卢淑芳, 等. 利用杏鲍菇菌糠栽培香菇配方试验[J]. 食用菌, 2008(6): 28-29.
- [7] 何建芬. 利用杏鲍菇废料栽培姬松茸技术[J]. 农技服务, 2004(12): 20.
- [8] 王财富. 利用杏鲍菇废菌渣栽培草菇[J]. 食药菌, 2011, 19(2): 33-34.
- [9] 蔡志英. 杏鲍菇废菌渣代稻草栽培双孢蘑菇试验[J]. 浙江食用菌, 2009, 17(2): 54-55.
- [10] 张志鸿, 袁滨, 陈文德, 等. 杏鲍菇菌渣栽培白背毛木耳技术研究[J]. 湖南农业科学, 2013(11): 18-21.
- [11] 韦强, 黄漫青. 杏鲍菇菌渣栽培茶树菇试验[J]. 北京农业, 2010(9): 18-20.
- [12] 付志英, 应正河, 张平, 等. 杏鲍菇菌渣栽培姬松茸配方试验[J]. 广东农业科学, 2013(7): 26-29.
- [13] 韦强, 黄漫青. 杏鲍菇菌渣栽培金针菇配方试验[J]. 食用菌, 2010(3): 29-30.
- [14] 谢纯良, 严理, 朱作华, 等. 青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳技术研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2013, 39(5): 510-513.
- [15] 严理, 谢纯良, 朱作华, 等. 红麻副产物栽培金针菇技术研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2013, 39(5): 514-518.
- [16] 钟礼义, 钟英有, 李坤阳. 培养基添加菌糠对杏鲍菇菌丝生长和产量的影响试验[J]. 福建农业科技, 2006(1): 28-30.

责任编辑: 苏爱华

英文编辑: 王 庠