

青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳技术研究

谢纯良, 严理, 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: 针对食用菌培养基严重短缺和苕麻副产物直接晾晒干燥成本高、体积大、不便于长途运输等问题, 进行青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳试验。通过测定不同营养条件下刺芹侧耳的菌丝生长速率和生物学效率, 确定了青贮苕麻副产物培养基栽培刺芹侧耳的适宜配方, 并对产品品质进行了检测。结果表明: 培养基 pH 为 5.5, 培养基中含苕麻副产物 50% 和水分 67.5%, 并添加 1% 碳酸钙和 1% 白糖时栽培刺芹侧耳的效果较好, 生物学效率达 70% 以上; 与常规棉籽壳培养基相比, 青贮苕麻副产物培养基栽培产品的蛋白质含量提高了 30%, 总糖和脂肪含量分别降低了 24% 和 33%。

关 键 词: 刺芹侧耳; 青贮苕麻副产物; 栽培基质

中图分类号: S646.1⁺⁴

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2013)05-0510-04

Application of silage ramie byproducts for *Pleurotus eryngii* cultivation

XIE Chun-liang, YAN Li, ZHU Zuo-hua, LI Zhi-min, HU Zhen-xiu, PENG Yuan-de*

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

Abstract: Faced by issues in the mushroom cultivation, such as substrates shortage, high cost and large volume in direct air-dry or inconvenient long-distance transportation, silage ramie byproducts were tested for *Pleurotus eryngii* cultivation in this study. The effects of moisture, pH, calcium salts, sugars, additives, and carbonitride on the *Pleurotus eryngii* growth were measured from mycelial growth rate and biological efficiency. The optimal medium conditions of the silage ramie byproducts and mushroom residues for eryngii cultivation as well as the product quality were also determined. The results showed that the when the cultivation medium contained 50% silage ramie byproducts, 35% nitrogen source, 67.5% moisture content, 1% calcium carbonate and 1% sucrose with a 5.5 pH value, the biological efficiency of *Pleurotus eryngii* could reach up to 70% above; Compared with the cotton seed hulls medium cultivation, the protein content of the *Pleurotus eryngii* was increased by 30% and the total sugar and fat were reduced by 24% and 33%, respectively. This study demonstrated that the silage ramie byproduct should be a good raw material for *Pleurotus eryngii* cultivation.

Key words: *Pleurotus eryngii*; silage ramie byproducts; culture medium

刺芹侧耳又名雪茸, 是生长于亚热带及草原的典型菇类, 其子实体脆嫩可口, 菇柄雪白, 风味独特, 具有杏仁香味, 是一种品质优良的大型肉质伞菌。目前, 国际市场上刺芹侧耳的价格较高, 约为平菇、金针菇的 2~3 倍, 具有广阔的开发前景^[1-2]。随着食用菌产业的发展和市场竞争的加剧, 需要寻找生产成本低廉的栽培原料替代品。替代原料来源

多元化可以供食用菌企业灵活选择, 以减小市场价格波动的影响, 保证产业的稳定发展。麻类是人类最早利用的极具中国特色的经济作物。目前, 麻类产品结构单一, 除了收获韧皮纤维外, 占生物产量 80% 以上的麻骨、麻叶等副产物没有得到利用^[3]。麻骨的纤维素含量为 30%~47%, 具有质地疏松、吸水性强、不板结、透气性较好的物理特性, 适宜

收稿日期: 2013-06-17

基金项目: 国家现代农业产业技术体系项目(CARS-19-E26); 中国农业科学院基本科研业务费预算增量项目(2013ZL027)

作者简介: 谢纯良(1984—), 女, 湖南益阳人, 博士, 主要从事麻类副产品综合利用研究, 1069690383@qq.com; *通信作者, ibfcpyd313@126.com

用作食用菌的碳源基质；麻叶蛋白质含量 (15% ~ 24%) 高，容易降解，可作为食用菌的氮源基质^[4]。近年来，中国以麻类为基质栽培食用菌的研究取得了较大进展，已有利用苕麻秆、红麻秆和亚麻秆等麻类副产物成功栽培平菇、香菇、金针菇和木耳的报道^[4-8]。本课题组对苕麻副产物栽培刺芹侧耳技术进行研究^[4]时发现，苕麻副产物在常温储存过程中容易发生霉变，霉变后的原料不适合栽培食用菌，因此，必须将其晒干，使其水分含量在 8% 以下。晾晒工作费时费力。为了解决原料储存问题，可采用拉伸膜裹包技术将苕麻副产物进行青贮。通过拉伸膜裹包青贮，将苕麻副产物水分含量降至 60% 时，用捆包机高密度捡拾压捆后，再用专用塑料薄膜裹包密封，可创造有利于乳酸发酵的厌氧条件。青贮过程中经乳酸菌发酵降低了原料的 pH，从而抑制了其他微生物(如腐败微生物)的生长，可达到长期保鲜的目的。笔者研究青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳的可行性，旨在为青贮苕麻副产物的综合利用开辟新的途径。

1 材料与方法

1.1 材料

供试菌株刺芹侧耳菌株‘杏 1’原种由湖南省食用菌研究所提供。

青贮苕麻副产物(粗蛋白含量为 13.5%，粗纤维含量为 38.7%)由中国农业科学院麻类研究所苕麻研究室提供。棉籽壳(粗蛋白含量为 8.36%，粗纤维含量为 40.6%)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 栽培技术条件的优化

1.2.1 适宜培养基 pH 的选取

分别设置 pH 为 3.5、4.5、5.5、6.5、7.5 的青贮苕麻副产物培养基(50% 青贮苕麻副产物、21% 棉籽壳、21% 麦麸、4% 玉米粉、2% 白糖、2% 碳酸钙，下同)，以棉籽壳培养基(71% 棉籽壳、21% 麦麸、4% 玉米粉、2% 白糖、2% 碳酸钙，自然 pH，含水量 60%，下同)为对照。采用常规方式拌料，装袋，灭菌。灭菌前用 10% NaOH 和 10% HCl 调节 pH 值。灭菌后用 pH 试纸进行测定。以灭菌后的 pH 为准。

1.2.2 适宜培养基含水量的选取

分别设置 65%、67.5%、70%、73% 含水量青贮苕麻副产物培养基，以棉籽壳培养基为对照。

1.2.3 适宜培养基加糖种类的选取

在青贮苕麻副产物培养基中分别加入 1% 白糖、1% 葡萄糖和 1% 红糖，以不加糖培养基为对照。

1.2.4 适宜培养基添加钙盐种类的选取

在培养基中添加适量的钙盐有助于食用菌菌丝生长和子实体成熟。在青贮苕麻副产物培养基中添加 1% 的碳酸钙、1% 的硫酸钙以及 0.5% 的石灰粉和 0.5% 的碳酸钙，以筛选出培养基中添加钙盐的适宜种类。

1.2.5 适宜培养基碳氮比的选取

以棉籽壳、青贮苕麻副产品作为主料提供刺芹侧耳生长所需的碳源；以麦麸和玉米粉为辅料提供氮源。固定培养基麦麸用量，通过调整青贮苕麻副产物、棉籽壳的含量来控制碳氮比。以棉籽壳培养基作为对照。供试培养料配方如表 1 所示。

表 1 供试培养料配方

Table 1 Substrate formula containing byproducts used for *P. eryngii* cultivation

培养基 编号	比例/%					
	青贮苕麻 副产品	棉籽壳	麦麸	玉米粉	蔗糖	碳酸钙
1	40	31	21	6	1	1
2	50	21	21	6	1	1
3	60	11	21	6	1	1
4	71	0	21	6	1	1
CK	0	71	21	6	1	1

1.3 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)。

1.4 测定指标及方法

分别按 GB/T 6432-1994 和 GB/T 6434-2006 中的

方法测定青贮原料和棉籽壳的粗蛋白和粗纤维含量,由农业部麻类产品质量监督检验测试中心完成测定。

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)。

检测的刺芹侧耳品质指标主要有蛋白质、脂肪、还原糖、总糖以及粗纤维含量。青贮苕麻副产物和棉籽壳培养基栽培的刺芹侧耳送样规格为每个样本鲜菇 1 kg,由湖南省食品质量监督检验研究院进行检测。

1.5 数据处理

用 Excel 2007 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 适宜培养基 pH

由表 2 可见,pH 为 5.5 时,刺芹侧耳菌丝生长速率为 0.346 cm/d,与在棉籽壳培养基上的生长速率接近,二者菌丝生长最快;pH 值大于 6.5 或者小于 4.5 时菌丝生长明显减慢,与对照及 pH 值为 5.5 的培养基具有统计学差异。pH 5.5 的培养基栽培刺芹侧耳的生物学效率为 67.5%,与其他各试验组相比有统计学差异。综合考虑,青贮苕麻副产物培养基的适宜 pH 为 5.5。

表2 不同 pH 青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳的效果

培养基编号	pH	菌丝生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
1	3.5	(0.302±1.2)d	(177.3±2.2)c	(53.6±0.8)c
2	4.5	(0.313±0.8)c	(182.±1.3)bc	(60.7±0.9)b
3	5.5	(0.346±0.2)a	(205.1±1.1)a	(67.5±0.7)a
4	6.5	(0.322±0.7)b	(188.6±0.9)b	(62.5±0.6)b
5	7.5	(0.310±0.5)bc	(174.2±1.9)c	(49.6±0.9)c
CK	6.4	(0.341±0.1)a	(184.5±1.4)b	(61.7±0.2)b

2.2 适宜培养基含水量

由表 3 可见,含水量 65.0% 青贮苕麻副产物培养基栽培的刺芹侧耳菌丝生长最快,生长速率为 0.343 cm/d,与 67.5% 试验组及对照组相比无统计学差异,与其他各试验组相比有统计学差异。结果还表明,67.5% 试验组生物学效率最高,达 68.13%,与 65% 试验组无统计学差异,与其他各试验组相比

有统计学差异。含水量大于 70% 时显著降低生物学效率。综合考虑,青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳的适宜含水量为 67.5%。

表3 不同含水量青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳的效果

培养基编号	含水量/%	菌丝生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
1	65.0	(0.343±0.1)a	(201.32±0.9)a	(65.61±0.9)a
2	67.5	(0.341±0.6)a	(204.17±1.3)a	(68.13±0.2)a
3	70.0	(0.309±0.3)b	(192.67±2.1)b	(60.52±0.5)b
4	73.0	(0.311±0.5)b	(188.25±2.5)bc	(56.63±0.7)c
CK	60.0	(0.341±0.7)a	(184.00±1.6)c	(54.70±0.3)c

2.3 适宜培养基加糖种类

由表 4 可见,加白糖青贮苕麻副产物培养基栽培的刺芹侧耳菌丝生长最快,生长速率为 0.346 cm/d,与其他各试验组相比有统计学差异。加白糖试验组生物学效率最高,达 64.72%,与加红糖试验组接近,显著高于其他 2 个试验组。由于加白糖试验组菌丝的生长速率和生物学效率比加红糖的稍高,所以,后续试验均在培养基中加白糖。

表4 不同加糖种类青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳的效果

培养基编号	加糖情况	菌丝生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
1	白糖	(0.346±0.7)a	(199.32±1.5)a	(64.72±0.3)a
2	葡萄糖	(0.331±0.3)b	(187.17±1.2)b	(56.75±0.5)b
3	红糖	(0.336±0.8)b	(198.62±1.7)a	(64.38±0.4)a
CK	不加糖	(0.321±0.2)c	(184.00±2.3)b	(53.59±0.2)b

2.4 适宜钙盐种类

由表 5 可见,不同钙盐对刺芹侧耳菌丝生长速率和生物学效率的影响不同。添加碳酸钙培养基菌丝的生长最快,生长速率为 0.343 cm/d,与添加硫酸钙试验组无统计学差异,与石灰粉+碳酸钙试验组有统计学差异。加碳酸钙试验组的生物学效率与加硫酸钙试验组没有统计学差异,与加石灰粉+碳酸钙试验组有统计学差异。综合考虑,青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳以添加碳酸钙或硫酸钙为宜。

表5 不同钙盐种类青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳的效果

钙盐种类	生长速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇质量/g	生物学效率/%
碳酸钙	(0.343±0.8)a	(203.51±1.8)a	(64.98±0.7)a
硫酸钙	(0.342±0.3)a	(200.71±2.7)a	(63.05±0.6)a
石灰粉+碳酸钙	(0.336±0.5)b	(189.62±0.5)b	(57.38±0.2)b

2.5 适宜培养基碳氮比

由表 6 可见,碳氮比为 50%的青贮苕麻副产物培养基栽培的刺芹侧耳菌丝生长最快,生长速率为 0.341 cm/d,显著大于其他试验组。碳氮比为 50%青贮苕麻副产物试验组的生物学效率最高,为 70.5%,与 60%和 70%试验组无统计学差异,与另外 2 个试验组有统计学差异。综合考虑,在生产中用碳氮比为 50%的青贮苕麻副产物替代棉籽壳为宜。

表6 不同碳氮比青贮苕麻副产物栽培刺芹侧耳的效果

Table 6 Effects of silage ramie byproducts medium with different carbonitride on the cultivation of *P. eryngii*

培养基 编号	碳氮 比/%	菌丝生长 速率/(cm·d ⁻¹)	单袋鲜菇 质量/g	生物学 效率/%
1	40	(0.329±0.1)b	(182.4±1.3)bc	(64.3±0.5)b
2	50	(0.341±0.3)a	(203.2±1.1)a	(70.5±0.3)a
3	60	(0.307±0.7)d	(187.1±0.7)b	(66.7±0.8)a
4	70	(0.319±0.2)c	(185.9±0.9)b	(66.3±0.7)a
CK	71	(0.314±0.5)c	(178.7±2.2)c	(60.9±0.9)b

2.6 青贮苕麻副产物培养基栽培刺芹侧耳的品质

由表 7 可见,与对照相比,青贮苕麻副产物培养基栽培刺芹侧耳产品的蛋白质含量提高了 30%,总糖和脂肪分别降低了 24%和 33%。这表明青贮苕麻副产物是栽培刺芹侧耳的理想原料。

表7 青贮苕麻副产物培养基栽培刺芹侧耳的品质指标

Table 7 Quality test of *pleurotus eryngii* cultivated with silage ramie byproducts and cotton seed hulls

培养基	含量/%				
	蛋白质	脂肪	还原糖	总糖	粗纤维
苕麻副产物	3.9±0.1	0.2±0.02	0.20±0.03	47.3±0.2	2.4±0.1
棉籽壳	3.0±0.2	0.3±0.02	0.24±0.02	61.9±0.4	2.2±0.3

3 结论与讨论

刺芹侧耳菌丝生长最适 pH 为 5~6,喜偏酸性的基质,而青贮原料的 pH 为 3.5~4.2,需用 NaOH 调节 pH 值,以适合刺芹侧耳栽培。以青贮苕麻副产物为主料栽培刺芹侧耳的生物学效率高达 70%以上,较棉籽壳(51.3%)提高了 26.7%,其产品品质更符合健康饮食理念,产品更安全^[9]。苕麻为非转基因植物^[10],其产品蛋白质含量比棉籽壳提高了 30%,脂肪和糖含量分别降低了 33%和 24%。

结合苕麻机械化收获,将苕麻副产物进行揉搓、打捆、包膜后厌氧青贮保存,可获得来源广泛、易于保存的食用菌基质。苕麻副产物青贮工艺简单,成本低廉,运输方便。目前已有桑木屑、甘蔗

渣、木薯秆、稻草秸秆等原料替代部分传统原料栽培刺芹侧耳的报道^[11-13],如桑木屑用量为 50%时的生物学效率为 57.7%^[11];甘蔗渣用量约为 70%时的生物学效率最高也只有 63%^[11];木薯秆用量约 35%时的生物学效率最高约为 51%^[12];杉木屑的生物学效率虽然能达到 69.5%,但其用量仅为 43%^[13]。本研究中青贮苕麻副产物用量可占培养基的 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,以青贮苕麻为原料栽培刺芹侧耳比用桑木屑、甘蔗渣、木薯秆以及杉木屑等的效果好。与传统的食用菌培养基质原料棉籽壳和木屑相比,青贮苕麻副产物是栽培刺芹侧耳的理想原料。

参考文献:

- [1] 黄年来. 一种市场前景看好的珍稀食用菌——刺芹侧耳[J]. 中国食用菌, 1998, 17(6): 3-4.
- [2] Mori K, Kobayashi C, Tomita T et al. Antiatherosclerotic effect of the edible mushrooms *Pleurotus eryngii* (Eringi), *Grifola frondosa* (Maitake), and *Hypsizygus marmoreus* (Bunashimeji) in apolipoprotein E-deficient mice[J]. Nutrition Research, 2008, 28(5): 335-342.
- [3] 吕江南, 贺德意, 王朝云, 等. 全国麻类生产调查报告[J]. 中国麻业科学, 2004, 26(2): 95-102.
- [4] 李智敏, 胡镇修, 朱作华, 等. 利用苕麻副产品栽培刺芹侧耳技术初步研究[J]. 食用菌学报, 2012, 19(3): 41-45.
- [5] 夏志兰, 姜性坚, 熊辉, 等. 苕麻骨粉在金针菇栽培上的应用研究[J]. 中国麻业科学, 2004(6): 290-292.
- [6] 李彪, 李小丽, 袁建梦. 苕麻秸秆栽培香菇技术[J]. 四川农业科技, 2008(8): 44-44.
- [7] 郭运玲, 张木祥, 李俊. 利用红麻骨栽培平菇技术[J]. 中国麻业科学, 1993(4): 43-45.
- [8] 张波. 亚麻秆屑栽培平菇试验[J]. 食用菌学报, 1997(1): 23.
- [9] 周传云, 郭华, 周建平. 松乳菇液态发酵工艺及其原料配方的研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 30(1): 59-61.
- [10] 王春桃, 黎颢臣, 李宗道. 我国苕麻品种合理布局的研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 1996, 24(2): 117-121.
- [11] 蔡爱群, 张惠超, 柯野, 等. 桑木屑、甘蔗渣栽培杏鲍菇试验[J]. 长江蔬菜, 2010(6): 45-46.
- [12] 苏启苞. 木薯秆屑、木薯渣栽培杏鲍菇的研究[J]. 中国食用菌, 2007(3): 22-23.
- [13] 黄忠英, 肖胜刚, 刘叶高, 等. 松杉木屑工厂化栽培杏鲍菇的试验[J]. 食用菌, 2011(1): 30.

责任编辑: 王赛群

英文编辑: 王 库