

白酒丢糟栽培金针菇研究

张楷正^{1,2}, 张泽炎¹, 斯学强¹, 王 兰¹, 许德富³, 张文学²

(1. 四川理工学院 生物工程学院, 四川 自贡 643000; 2. 四川大学 轻纺与食品学院, 四川 成都 610065; 3. 泸州老窖股份有限公司, 四川 泸州 646000)

摘 要:通过白酒丢糟栽培金针菇的 $L_{16}(4^5)$ 正交实验, 研究了白酒丢糟培育金针菇的最佳生产条件。结果表明:影响金针菇栽培的主要因素是丢糟前处理方式, 其后依次为木屑麸皮添加量、灭菌条件和袋料 pH。经过正交实验分析, 结合实际生产条件, 筛选出的最佳水平组合是 A3B4C1D2, 即丢糟水洗后压干, 袋料 pH 7, 木屑麸皮添加量 30%, 灭菌条件为常压 10 h。在此条件下的金针菇生物转化率为 74.9% 左右, 菌丝生长 30 d 满袋, 污染率 16.67%。

关键词:丢糟; 栽培; 金针菇; 正交实验

中图分类号:S 646.1⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)19-0149-03

白酒丢糟是酿酒业的副产物, 我国年产丢糟超过 2 100 万 t, 如果不及时处理, 容易腐败变质, 不仅浪费资源, 而且污染环境。因此丢糟的综合利用对我国的资源开发和环境保护具有十分重要的意义。据研究测定, 干糟中含粗蛋白约 20%、粗淀粉约 10%、纤维 25%、粗脂肪 3%~5%、有机酸 4%~10%, 一般每 100 g 丢糟中含维生素 A 625 mg、维生素 B 27.9 mg、维生素 C 37.5 mg、维生素 PP 419.92 mg, 是可利用的富含有机物的资源^[1]。四川历来盛产白酒, 丢糟数量相当庞大。充分有效的利用和处理丢糟, 是利国利民、保护环境和提高企业经济效益的有力措施。

金针菇(*Flammulina velutipes* (Fr.) Sing.) 属担子菌纲伞菌目口蘑科金钱菌属^[2-3]。又名朴菇, 其营养丰富, 含有 8 种人体必需氨基酸, 其中精氨酸和赖氨酸含量丰富; 子实体菌柄脆嫩, 菌盖黏滑, 美味可口, 对儿童健康成长和智力发育有益, 被称为“益智菇”; 还含有朴菇素, 具有抗癌作用, 经常食用可防止肝脏和胃肠道系统溃疡疾病^[4]。

现以川南某白酒企业的丢糟为原料, 采用正交实验设计, 研究了白酒丢糟培育金针菇的最佳生产条件, 以期白酒企业利用和处理丢糟探寻一条可行的途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菌株: 金针菇菌种为“川金 2 号”, 引自四川省

农业科学院。白酒丢糟为川南某酒企的高粱小麦糟, 其粗淀粉含量约 11%、粗纤维含量约 21%、粗蛋白 18%、粗脂肪 5%, pH 3~3.8。木屑(阔叶木屑)和麸皮均为市售。其它试剂主要有熟石灰、石膏和蔗糖(市售); 过磷酸钙、磷酸二氢钾和硫酸镁(成都科龙试剂公司, 分析纯)。聚丙烯袋(20 cm×40 cm)和套环塞子若干(市售)。试验仪器: 立式压力蒸汽灭菌器(LDZX-50FAS 上海申安); 恒温恒湿培养箱(250HL 金坛市医疗仪器厂); 超净工作台(HJ-CJ-1FD 苏净公司); pH 计(PHS-3B 上海精密仪器公司); 温湿度表(WS-2020 天津科晖); 电热鼓风干燥箱(101-1 上海浦东跃欣科仪厂); 冰箱和冷柜(青岛海尔); 可控调温电炉(TW-2 000W 成都永信); 大号蒸煮锅和自制出菇架。

1.2 试验方法

试验选取丢糟前处理方式(A)、袋料 pH 值(B)、木屑麸皮(各 50%)添加量(C)和灭菌条件(D)等 4 个因素, 每个因素设置 4 个水平, 采用 $L_{16}(4^5)$ 正交实验进行研究, 6 次重复。试验因素水平见表 1, 试验方案见表 3。

表 1 丢糟栽培金针菇正交实验因素水平

水平	A 丢糟前处理方式	B 袋料 pH	C 木屑麸皮添加量/%	D 灭菌条件
1	直接利用	4	30	常压 6 h
2	晒干	5	25	常压 10 h
3	水洗后压干	6	20	1.25 kg/cm ² 1.5 h
4	烘干	7	15	1.25 kg/cm ² 2.5 h

A 因素的 4 个水平是按耗能逐步增加设置, 其中 A1 是将鲜丢糟直接配 B、C、D 因素后装袋, 只是选用大号套环和塞子, 灭菌升温开始时放气 10 min(高压)或 20 min(常压), 利于残余有害物质溢出; A2 是将鲜丢糟在水泥地上摊薄后晒至含水量 45%; A3 是将鲜丢糟在洗涤池中用自来水淋洗后压干至含水量 45%; A4 是将鲜丢糟在电热鼓风干燥箱中烘干(50℃)至含水量 45%。B 因素采用熟石灰调 pH。C、D 因素按表 1 进

第一作者简介: 张楷正(1969-), 男, 在读博士, 副教授, 现主要从事发酵工程及生物技术研究工作。E-mail: Kai7766@126.com。

责任作者: 张文学(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事酿造与发酵研究工作。

基金项目: 泸州老窖科研奖学金资助项目(09ljzk11); 四川理工学院大学生创新基金资助项目(2010-95)。

收稿日期: 2011-07-10

行。每个试验处理统一添加 1% 蔗糖、1% 过磷酸钙、1% 石膏 (硫酸钙)、0.1%~0.2% 磷酸二氢钾、0.03%~0.05% 硫酸镁。每袋装料 1.75 kg, 含水量控制在 60% 左右。

超净台上接种后灭菌, 然后置于恒温恒湿培养箱中, 开始控制温度 26℃, 相对湿度 70%, 4 d 后逐步降温至 18~20℃, 相对湿度控制在 70% 以下, 每天通风换气 2 次。菌丝满袋后移到栽培房出菇架上催蕾出菇, 控制温度 12~17℃, 相对湿度 85%~90%, 同时适当进行遮光培养。

1.3 试验结果评价方法

每个处理按袋产量、菌丝满袋时间和污染率 3 个

表 2 金针菇正交实验结果

试验号	产量得分/分	满袋时间得分/分	污染得分/分	总得分/分	试验号	产量得分/分	满袋时间得分/分	污染得分/分	总得分/分
1	522	-50	-30	442	9	568	-10	0	558
2	530	-50	-30	450	10	575	-10	-15	550
3	501	-40	-15	446	11	613	0	-15	598
4	496	-50	-15	431	12	596	0	-15	581
5	524	-30	-30	464	13	539	-30	-15	494
6	546	-30	-30	486	14	526	-20	-15	491
7	503	-30	-40	433	15	520	-10	0	510
8	520	-40	-40	440	16	574	-20	0	554

2.2 试验结果分析

从表 2 可看出, 菌丝满袋时间绝大部分超过 30 d, 有 5 个处理 (处理 1、2、3、4、8) 达到 34~35 d, 占总试验处理的 31.25%; 处理 11 和 12 的满袋时间最短为 30 d, 占总处理的 12.5%; 其余处理的满袋时间在 31~33 d, 占总处理的 56.25%。

从污染情况来看, 处理 9、15 和 16 没有污染, 占总处理的 18.75%; 处理 7、8 的污染率较高, 为 3 袋污染, 占总处理的 12.5%; 只有 1 袋污染的处理较多, 占总处理的 43.75%; 其余的 4 个处理均为 2 袋污染, 占总处理的 25%。

2.2.1 试验因素主次分析 从表 3 可知, 极差 R 值的大小表示因素对试验结果的影响程度, 极差值中 $R_A = 129.5$, $R_B = 12$, $R_C = 43$, $R_D = 16.75$, 说明 A 因素影响最大, 其次是 C 因素, 再次为 D 因素, 影响最小的是 B 因素。主次顺序为 $A > C > D > B$, 即丢糟前处理方式 $>$ 木屑麸皮添加量 $>$ 灭菌条件 $>$ 袋料 pH。最佳理论试验组合为 A3B4C1D3, 即丢糟水洗后压干, 袋料 pH 7, 木屑麸皮添加量 30%, 灭菌条件为 1.25 kg/cm² 压力下持续 1.5 h。

2.2.2 试验因素显著性分析 由表 4 可知, 丢糟前处理方式对栽培金针菇的影响为 $F_A > F_{0.05}$, 可见丢糟前处理方式对试验结果具有显著的影响。这是由于酒糟含有一些对食用菌生长有害的酚类、醛类和胺类物质, 在栽培金针菇之前能够有效的除去这些有害物质, 则利于接种后菌丝的生长培养。从 A 因素的 4 个耗能逐

项目评分, 总得分即为试验结果。袋产量: 以 g 为单位, 1 分/g; 生物转化率 = 金针菇鲜重/栽培原料重 (水分 13%); 菌丝满袋时间: 以 30 d 为基准, 每少 1 d 加 10 分, 每多 1 d 减 10 分; 污染率: 无污染 = 0; 1/6 污染 = -15 分; 2/6 污染 = -30 分; 3/6 污染 = -40 分。

2 结果与分析

2.1 正交实验结果

试验共接种栽培 96 袋“川金 2 号”金针菇, 结果见表 2。将正交实验结果进行直观分析和方差分析^[5], 分析结果见表 3、4 和图 1。

渐增加的处理水平来考察, 结合试验结果, 选取 A3 即丢糟水洗后压干为最佳前处理方式。由表 4 方差分析可知, 袋料 pH 对金针菇栽培的影响为 $F_B < F_{0.05}$, 可见袋料 pH 对试验结果影响不显著。主要是栽培基质具有一定的缓冲性能, 对过酸或过碱的情况可以予以适当调节, 从而减缓极端 pH 带来的影响。从图 1 来看, 中性偏酸环境更适合金针菇生长, 故试验选取袋料 pH 7。从表 4 可知, 木屑麸皮添加量对栽培金针菇的影响为 $F_C < F_{0.05}$, 木屑麸皮添加量对试验结果的影响不很显著。但从图 1 可看出, 随着添加量的增加, 试验处理的综合得分逐渐升高, 只是未达显著水平。试验选取的木屑麸皮添加量为 30%。通过方差分析可知, 灭菌条件对栽培金针菇的影响为 $F_D < F_{0.05}$, 灭菌条件对试验结果无显著影响, 只是 D3 的综合得分稍高于 D1、D2 和 D4, 试验暂选取的灭菌条件为 D3。

2.2.3 验证性试验 由于该研究得出的理论优化栽培方案为 A3B4C1D3, 不在正交实验设计方案中, 需做验证试验; 同时考虑到食用菌生产一般在农村进行, 大多不具备加压灭菌条件, 因素 D 不是主要影响因素, 且 D3 和 D2 综合得分差异不显著, 所以实际选取的优化栽培方案为 A3B4C1D2。在此方案下进行验证试验, 6 次重复。试验结果表明, 综合得分 589 分, 其中产量得分 604 分 (平均 604 g/袋), 生物转化率达到 74.9%, 满袋时间得分 0 (30 d), 污染得分 -15 分 (6 袋中只有 1 袋污染), 表明该优化栽培方案可行。

表 3 金针菇正交实验结果分析

试验号	A 丢糟前 处理方式	B 袋料 pH	C 木屑麸 皮添加量	D 灭菌 条件	水平组合	总得分/分
1	1	1	1	1	A1B1C1D1	442
2	1	2	2	2	A1B2C2D2	450
3	1	3	3	3	A1B3C3D3	446
4	1	4	4	4	A1B4C4D4	431
5	2	1	2	3	A2B1C2D3	464
6	2	2	1	4	A2B2C1D4	486
7	2	3	4	1	A2B3C4D1	433
8	2	4	3	2	A2B4C3D1	440
9	3	1	3	4	A3B1C3D4	558
10	3	2	4	3	A3B2C4D3	550
11	3	3	1	2	A3B3C1D2	598
12	3	4	2	1	A3B4C2D1	581
13	4	1	4	2	A4B1C4D2	494
14	4	2	3	1	A4B2C3D1	491
15	4	3	2	4	A4B3C2D4	510
16	4	4	1	3	A4B4C1D3	554
均值 1	442.25	489.50	520.00	486.75		
均值 2	455.75	494.25	501.25	495.50		
均值 3	571.75	496.75	483.75	503.50		
均值 4	512.25	501.50	477.00	496.25		
R(极差)	129.50	12.00	43.00	16.75	A3B4C1D3	

表 4 方差分析

方差来源	变差平方和	自由度	F 值	F _{0.05} 临界值	显著性
A	42 041.00	3	4.383	3.29	P<0.05 ※
B	300.50	3	0.031	3.29	P>0.05
C	4 454.50	3	0.464	3.29	P>0.05
D	564.50	3	0.059	3.29	P>0.05
误差	47 960.00	15			

3 结论与讨论

利用白酒丢糟栽培金针菇的 $L_{16}(4^5)$ 正交实验表明,影响金针菇栽培的主要因素是丢糟的前处理方式,其后依次为木屑麸皮添加量、灭菌条件和袋料 pH。结合实际生产条件选择的最佳水平组合是 A3B4C1D2,即丢糟水洗后压干,袋料 pH 7,木屑麸皮添加量 30%,灭菌条件为常压 10 h。在此条件下的金针菇产量为

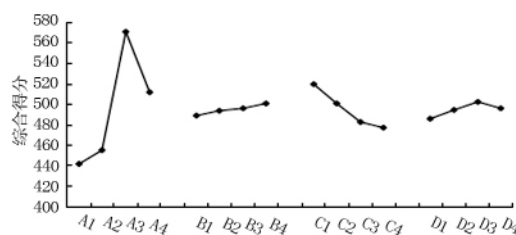


图 1 因素与指标关系

604 g/袋,生物转化率为 74.9%左右,菌丝生长 30 d 满袋,污染率 16.67%。

在丢糟前处理方式上,最省事节能的是将鲜糟直接利用或晒干后配料栽培^[6-7]。该研究发现此 2 种方法虽然省力,但易导致灭菌不彻底,污染率较高且菌丝生长缓慢的情况,如试验中的 A1 和 A2 处理组合的满袋时间得分和污染得分总体上均低于 A3 和 A4 处理组合。丢糟水洗后压干具有可行性且培植效果佳,试验证明该优化栽培方案经济、可行、操作性强。该研究的结果为大规模利用白酒丢糟栽培金针菇提供了一种切实可行的方法,具有较高的社会、生态和经济效益。

参考文献

- [1] 王肇颖,肖敏.白酒糟的综合利用及发展前景[J].酿酒科技,2004(1):65-67.
- [2] 杨瑞长,刘康乾.食用菌保健功能与食疗方法[M].1版.北京:金盾出版社,2000.
- [3] 于荣利,秦旭升,宋凤菊.金针菇研究概况[J].食用菌学报,2004,11(4):63-68.
- [4] 潘崇环,陈成基.食用菌培植新法[M].1版.北京:中国农业出版社,1992:93-94.
- [5] 王钦德,杨坚.食品试验设计与统计分析[M].1版.北京:中国农业大学出版社,2008:349-361.
- [6] 郭旭,永盛.鲜酒糟栽培平菇高产技术[J].食用菌,2003(5):31-34.
- [7] 王凤卓.栽培食用菌的酒糟处理方法[J].中国食用菌,1987(4):37.

Study on the Cultivating *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing · Using Spent Grains of Chinese Spirit

ZHANG Kai-zheng^{1,2}, ZHANG Ze-yan¹, SI Xue-qiang¹, WANG Lan¹, XU De-fu³, ZHANG Wen-xue²

(1. School of Biotechnology Engineering, Sichuan University of Science and Engineering, Zigong, Sichuan 643000; 2. College of Light Industry, Textile and Food Engineering, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610065; 3. Luzhou Laojiao Stock Corporation, Luzhou, Sichuan 646000)

Abstract: By the method of the $L_{16}(4^5)$ orthogonal test of cultivating *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing. using spent grains of chinese spirit, the optimum cultivating conditions of *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing. were studied. The results showed that the pretreatment mode of spent grains was the main factor which affected the cultivation, the additive amount of sawdusts and brans was the secondly factor, then was the sterilization condition and pH of culture medium successively on the cultivation of *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing. . The optimum cultivating conditions were A3B4C1D2, which was the washed spent grains were pressed to the water content of 45%, pH of culture medium was 7, the additive amount of sawdusts and brans was 30% and the sterilization condition was 10 h on the ordinary pressure. The results showed that the material percent conversion was 74.9%, it took 30 days that polypropylene bags were filled with hypha, and the contamination rate was 16.67%.

Key words: spent grains; cultivate; *Flammulina velutipes* (Fr.) Sing; orthogonal test