

柯斌榕,蔡志英,卢政辉,等.杏鲍菇和金针菇菌渣堆肥的发酵特性及双孢蘑菇栽培试验[J].江苏农业科学,2018,46(22):153-155.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.035

杏鲍菇和金针菇菌渣堆肥的发酵特性 及双孢蘑菇栽培试验

柯斌榕¹,蔡志英²,卢政辉¹,廖剑华¹,兰清秀¹

(1.福建省农业科学院食用菌研究所/特色食用菌繁育与栽培国家地方联合工程研究中心,福建福州 350014;

2.福建省龙海市农业局食用菌站,福建龙海 363100)

摘要:以工厂化栽培的杏鲍菇(*Pleurotus eryngii*)、金针菇(*Flammulina velutiper*)菌渣为堆肥原料,通过添加牛粪、玉米芯等原料以研究双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*)的栽培配方。结果表明,金针菇菌渣堆肥在二次发酵初期温度高于杏鲍菇菌渣堆肥;各菌渣堆肥期间,随堆肥时间的延长,菌渣 pH 值及含氮量呈上升趋势,碳氮比呈下降趋势,电导率呈先上升后下降趋势;金针菇菌渣堆肥的电导率显著高于杏鲍菇菌渣($P < 0.05$);金针菇菌渣栽培的双孢蘑菇 5 潮总产量达到 17.17 kg/m²,略低于杏鲍菇菌渣(对照)栽培的双孢蘑菇产量 18.65 kg/m²;菌渣堆肥添加玉米芯栽培的双孢蘑菇产量较不添加的有明显提高,其中杏鲍菇菌渣添加玉米芯栽培的双孢蘑菇总产量相对最高,为 20.60 kg/m²。

关键词:双孢蘑菇;杏鲍菇;金针菇;菌渣;堆肥;发酵特性;产量

中图分类号:S646.1⁺10.4;S141.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)22-0153-03

随着近年来我国食用菌产业的爆发性增长,特别是工厂化栽培模式的兴起,日产数十吨金针菇、杏鲍菇的工厂化企业层出不穷。据中国食用菌协会统计,2015 年我国金针菇、杏鲍菇年产量分别为 261.35 万、136.49 万 t,据此可相应估算菌渣在 500 万 t 以上。目前,菌渣主要作为锅炉燃料或有机肥原料进行处理,但存在附加值低、环境不友好等问题^[1-2],也有部分菌渣经开发利用作为其他菌类栽培的原材,如杏鲍菇菌渣用于栽培草菇、姬松茸等^[3-4],金针菇菌渣用于栽培秀珍菇、平菇等^[5-6]。

福建省漳州地区作为我国杏鲍菇工厂化栽培的发源地,中小型杏鲍菇工厂遍布漳州市各县(市、区)^[7],而对杏鲍菇菌渣的循环利用更是走在全国前列,主要作为草菇、双孢蘑菇栽培的原材料进行处理,价格为 300~500 元/t。目前,在国内外科研院所及菇农的共同努力下,杏鲍菇菌渣栽培双孢蘑菇技术取得长足进步,但仍然存在产量偏低、稳定性不足等问题^[8-9]。此外,在菌渣利用上以杏鲍菇菌渣为主,对金针菇等其他木腐菌类菌渣还鲜有尝试。本试验以杏鲍菇与金针菇菌渣为原料,通过添加玉米芯对菌渣配方进行改良,以期提高菌渣堆料质量、菌渣栽培双孢蘑菇产量及其稳定性,为菌渣的科学利用提供理论依据。

1 材料与方法

收稿日期:2017-06-20

基金项目:福建省食用菌产业体系岗位专家项目;福建省科技计划——省属公益类科研院所基本科研专项(编号:2015R1020-8、2016R1019-1)。

作者简介:柯斌榕(1986—),男,福建福州人,硕士,研究实习员,从事食用、药用菌栽培及育种。E-mail:kebinrong@qq.com。

通信作者:廖剑华,教授级高级工程师,从事食用菌杂交育种。E-mail:ljhual@qq.com。

1.1 供试材料

杏鲍菇、金针菇菌渣,分别由漳州市的福建绿宝集团、福建万辰生物科技有限公司提供,新鲜菌渣的含水量为 50% 左右(表 1);大小为 1 cm 左右的玉米芯颗粒,采购于漳州当地;晒干、无霉变、成拳头块状的黄牛粪,来自于江西;双孢蘑菇菌株 W192,由福建省农业科学院食用菌研究所提供并保藏。

表 1 供试原料的理化性质

原料	含氮量 (%)	含碳量 (%)	碳氮比	含水率 (%)
金针菇菌渣	1.53	46.59	30.45	53.42
杏鲍菇菌渣	1.28	44.93	35.10	51.54
黄牛粪	1.90	42.75	22.50	13.23
玉米芯	0.39	46.82	120.05	12.87

1.2 试验配方设计

以菌渣、牛粪、玉米芯、过磷酸钙、轻质碳酸钙为原材设计 4 个双孢蘑菇的栽培配方(表 2),其中以当地常规杏鲍菇菌渣栽培配方(配方 1)为对照(CK)。1 种配方为 1 个处理,重复 3 次,栽培双孢蘑菇面积为 80 m²。

表 2 双孢蘑菇栽培配方

配方 编号	不同成分添加量 (kg)					轻质碳 酸钙
	杏鲍菇 菌渣	金针菇 菌渣	牛粪	玉米芯	过磷酸钙	
1 (CK)	4 800		800		64	16
2		4 800	800		64	16
3	3 000		800	900	64	16
4		3 000	800	900	64	16

1.3 栽培方法

试验在福建省龙海市紫泥镇横仓村进行,供试菇房采用闽南地区多层架砖混菇房,内有长、宽分别为 9.0、0.9 m 的菇床 6 架,每架 10 层,每一重复栽培单个床架的一整层。试验

区域去除靠墙床架及床架的最上层、最底层,其他随机排列。按不同配方要求称取菌渣、牛粪及玉米芯分别堆放,牛粪及玉米芯提前 3~4 d 预湿透,再与菌渣混合建堆,并添加过磷酸钙、轻质碳酸钙;间隔 3 d 翻堆 1 次,连翻 3 次,将培养料送入菇房进行控温二次发酵;播种、发菌、覆土和出菇管理按常规方法^[10]进行。

1.4 测量指标及方法

1.4.1 pH 值 采用精密 pH 试纸,分别对原材料及建堆、一次发酵结束、二次发酵结束的堆肥进行检测。

1.4.2 温度变化 菌渣堆肥一次、二次发酵过程中,插入数显温度计探头,每天检测、记录堆肥 50 cm 处的温度。

1.4.3 电导率 以干样品、蒸馏水质量比为 1:6 配制样品悬浮液,放置 1 h,用上海精密科学仪器有限公司产的雷磁 DDS-307 型电导率仪测定不同配方堆肥各阶段的可溶性盐含量(EC 值)。

1.4.4 碳氮比 取不同发酵阶段的堆肥样品,烘干,粉碎,分别采用凯氏定氮法、 $K_2Cr_2O_7$ 氧化方法测定氮、碳含量,计算碳氮比。

1.4.5 产量统计及数据分析 统计不同配方不同潮次的出菇产量,以商品菇规格为标准进行切脚并称质量。

1.5 数据统计分析

采用 DPS v7.05 软件对试验数据进行统计及差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 菌渣堆肥发酵过程中发酵温度变化

2.1.1 一次发酵 蘑菇培养料制备过程中,通过一次发酵可以将原材料软化,消耗易于杂菌生长的简单有机物,同时有助于原材料间的充分混合。由图 1 可见,经过预湿和预堆处理,不同菌渣配方的堆料一次发酵过程中建堆后 1 d 温度达到

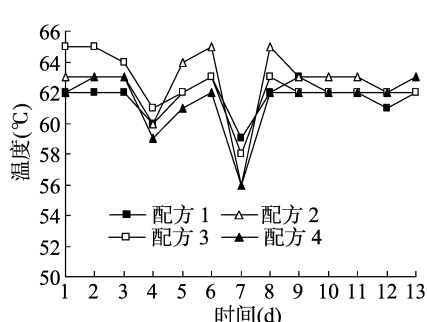


图1 菌渣堆肥室外一次发酵过程中的温度变化

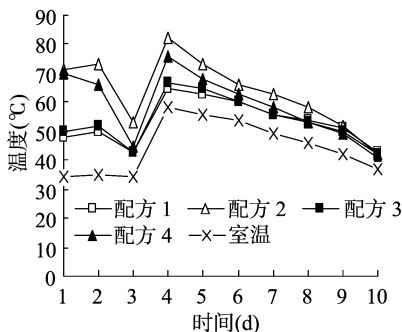


图2 菌渣堆肥室内二次发酵过程温度变化

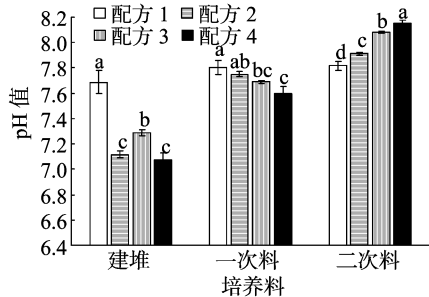


图3 不同配方菌渣堆肥过程中 pH 值变化

2.2 菌渣堆肥过程中碳、氮含量变化

由图 5 可见,在堆制发酵过程中,4 个配方菌渣含氮量呈上升趋势,在二次发酵结束,添加玉米芯的配方 3、配方 4 堆肥含氮量相应显著低于未添加玉米芯的菌渣配方 1、配方 2 ($P<0.05$);二次发酵结束,配方 1 的含氮量相对最高,为 1.58%,明显低于现代工艺发酵的麦秆堆肥,菌渣常规堆肥技术须进一步改进。由图 6 可见,4 个配方菌渣在堆制发酵过程中,其碳氮比呈下降趋势;二次发酵结束,4 个配方的碳氮比在 25.0 左右,相互间差异不显著;与配方 1、配方 2 相比,添加玉米芯的配方 3、配方 4 在二次发酵结束后碳氮比较建

60 °C 以上,但最高温度低于 66 °C,与常规稻草及麦草作为主要原料一次发酵时的温度相比要偏低 10 °C;通过翻堆补充氧气,料温在有所下降后迅速回升,并很快稳定在 63 °C 左右;一次发酵前期,配方 3 的起始阶段温度相对最高,一次翻堆后配方 2 的温度上升相对较快,添加玉米芯的配方(配方 3、4)在一次发酵后期温度要略高于常规菌渣配方;一次发酵 9 d 后各配方的温度趋于基本一致,13 d 开始进行二次发酵,与传统稻草配方相比,菌渣堆肥一次发酵时间可以缩短 3~7 d。

2.1.2 二次发酵 一次发酵转室内二次发酵,一般采用先升热升温再通蒸汽加热的方式进行。由图 2 可见,配方 2、4 这 2 个含有金针菇菌渣的培养料的温度上升较为快速,且超过 65 °C,超过巴氏消毒所需的温度,这可能是由于金针菇菌渣进入室内后与空气的接触面增大,菌渣中的营养物质被微生物快速利用,并产生大量的代谢热,须采用循环通风方式将温度降至 60 °C 再进行巴氏消毒。巴氏消毒后再进行降温处理,使料温降低至 55 °C 以下,并在随后 4~5 d 逐步降低至 45 °C 进行保温培养,以便放线菌生长,提高堆肥选择性,有利于后期蘑菇菌丝的生长。

2.2 菌渣堆肥过程中电导率及 pH 值变化

杏鲍菇菌渣、金针菇菌渣是木生菌类生产废弃物,其 pH 值在 5.0 左右,不适于蘑菇栽培的需求。由图 3 可见,通过菌渣预湿和预堆,正式建堆时菌渣堆肥的 pH 值达到 7.0 以上;随着堆肥过程中氨气的产生,堆肥的 pH 值上升;经过室内二次发酵,菌渣配方堆肥的 pH 值在 8.0 左右,而添加玉米芯的配方堆料其 pH 值显著高于不添加玉米芯的菌渣堆肥 ($P<0.05$),这可能与放线菌在玉米芯上长势更好有关。由图 4 可见,金针菇菌渣配方堆肥的电导率显著高于杏鲍菇菌渣配方 ($P<0.05$);在建堆发酵过程中,4 个配方的电导率呈先升后降变化趋势,即一次料结束其电导最高,这可能与一次发酵过程中材料分解有可溶性矿物质溶出有关。

2.3 不同菌渣配方堆肥对双孢蘑菇产量影响

由图 7 可见,配方 1(对照)前 2 潮的双孢蘑菇产量基本相同,其他配方均为第 1 潮产量相对最高,约占总产量的 40%;配方 2 的双孢蘑菇 5 潮总产量为 17.17 kg/m²,略低于配方 1 的产量 18.65 kg/m²;添加玉米芯的配方 3、配方 4 生产的双孢蘑菇总产量显著明显高于未添加的,其中配方 3 的产量相对最高,为 20.60 kg/m²,配方 4 次之,产量为 19.65 kg/m²;金针菇菌渣为主的堆肥生产的双孢蘑菇第 4 潮、第 5 潮产量显著低于杏鲍菇菌渣配方 ($P<0.05$)。

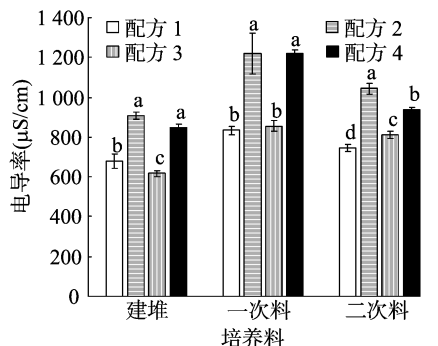


图4 不同配方菌渣堆肥过程中电导率变化

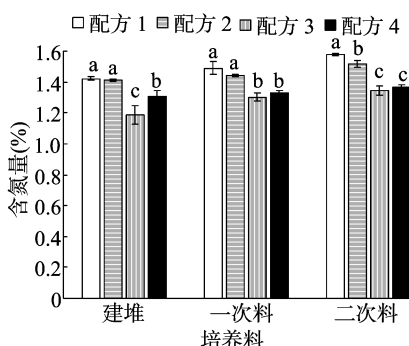


图5 不同菌渣堆肥理化性质变化

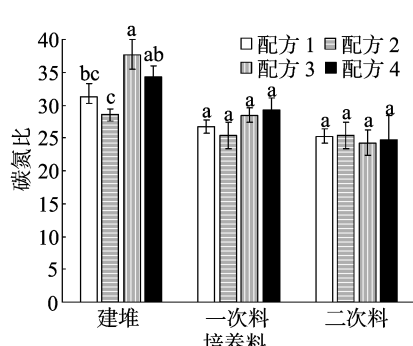


图6 不同菌渣堆肥理化性质变化

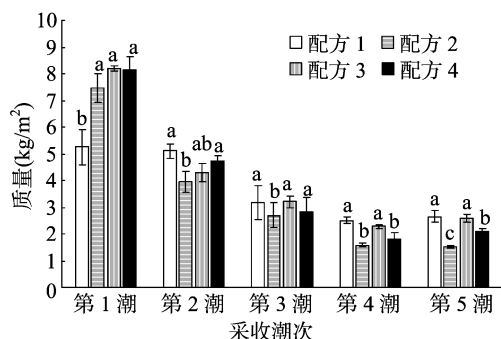


图7 不同菌渣配方堆肥的双孢蘑菇产量比较

3 结论与讨论

利用杏鲍菇菌渣替代麦草或稻草秸秆进行双孢蘑菇栽培,不仅原料来源较稻草、麦草易得,且在堆料时省工省时、易于操作^[11],近年来在漳州地区得到较好的推广应用^[12]。但是,同样为工厂化木腐菌的金针菇菌渣却无人问津,鲜有尝试用来栽培双孢蘑菇。本研究利用金针菇菌渣栽培双孢蘑菇时发现,金针菇菌渣可以替代杏鲍菇菌渣、稻草用于双孢蘑菇栽培,但采用金针菇菌渣进行培养料制备时与杏鲍菇菌渣存在一定差异,在室外一次发酵阶段,由于金针菇菌渣黏性大、透气性较差,容易发生厌氧,导致 pH 值降低较快,而原材料偏酸将不利于二次发酵,一方面须及时进行翻堆处理,另一方面可在室内二次发酵前应用石灰调节酸碱度至中性;在室内二次发酵初期,金针菇菌渣升温迅速且温度超过 70℃,此时应注意控温培养放线菌,开门通风、采用风机进行内循环使各部温度降到 60℃ 左右,防止温度过高导致产生氨气,降低杂菌污染。

菌渣作为食用菌栽培中的废弃物,其营养成分已经被消耗过 1 次,如再用于双孢蘑菇栽培,则须要添加牛粪等物质补充营养。玉米芯粗纤维含量在 30% 以上,来源简易、价格便宜、质量稳定,可利用玉米芯的颗粒性和持水性改善菌渣的透气性和持水能力,常作为食用菌栽培常用的原材料,被广泛应用于杏鲍菇、金针菇、平菇栽培^[13-16]。本研究除常规添加牛粪外,还通过添加玉米芯进行配方改良,并得到一定的增产效果。我国北方地区也常利用当地丰富的玉米芯资源,通过简单破碎后进行堆制发酵用于栽培双孢蘑菇,也取得了良好的

效果^[17]。添加玉米芯可提高菌渣培养料的质量,但仍有许多工作须进一步细化研究,如玉米芯添加量多少较为合适、是否须要提前预堆发酵等亟待解决。

参考文献:

- [1] 黄秀声,翁伯琦,黄勤楼,等. 食用菌菌渣循环利用对农田生态环境的影响与评价指标[J]. 现代农业科技,2010(22):268-271.
- [2] 周亚红,郝刚立,陈康. 食用菌菌渣基础特性分析[J]. 湖北农业科学,2014,53(9):2009-2012.
- [3] 雷锦桂,江枝和,林衍铨,等. 杏鲍菇菌渣用量与姬松茸品质关系的主成份分析[J]. 湖北民族学院学报,2014,32(1):21-23.
- [4] 王财富. 利用杏鲍菇废菌渣栽培草菇[J]. 食药用菌,2011,19(2):33-34.
- [5] 谢春芹,贾君,谢正林,等. 金针菇菌渣栽培秀珍菇实验[J]. 北方园艺,2012(9):170-172.
- [6] 王庆武,安秀荣,李秀梅,等. 金针菇菌渣栽培平菇配方实验[J]. 山东农业科学,2012,44(9):56-58.
- [7] 涂改临. 漳菇模式[J]. 农产品市场周刊,2008(40):28-29.
- [8] 卢政辉,廖剑华,蔡志英,等. 杏鲍菇菌渣循环栽培双孢蘑菇的配方优化[J]. 福建农业学报,2016,31(7):723-727.
- [9] 陈国平,张丹凤. 杏鲍菇菌渣栽培双孢蘑菇的综合评价[J]. 食用菌,2014,36(6):28-29.
- [10] 王泽生,王波,卢政辉. 图说双孢蘑菇栽培关键技术[M]. 北京:中国农业出版社,2010:1-72.
- [11] 侯立娟,王浩东,葛静波,等. 双孢蘑菇轻简化栽培技术[J]. 江苏农业科学,2014,42(11):262-264.
- [12] 张金文,柯丽娜,袁滨,等. 漳州模式杏鲍菇菌渣栽培双孢蘑菇技术研究[J]. 食用菌,2012,34(6):19-21.
- [13] 陈家明,余稳稳,吴晖,等. 玉米芯的营养成分分析[J]. 现代食品科技,2012(8):1073-1075.
- [14] 赵大刚,陶鸿,卜文文,等. 利用玉米芯栽培杏鲍菇技术研究[J]. 北方园艺,2012(5):168-170.
- [15] 王朝江,高春燕. 利用玉米芯替换棉籽壳栽培金针菇效益分析[J]. 食用菌学报,2012,19(4):28-30.
- [16] 秦秀丽. 用 EM 菌发酵玉米芯栽培平菇试验[J]. 北方园艺,2009(5):218-219.
- [17] 王振河,武忠伟,赵现方,等. 玉米芯栽培双孢蘑菇技术研究及效益分析[J]. 食用菌,2006(6):35-36.