

# 食用菌菌糠综合利用的研究现状

陈世通, 李梦杰, 李荣春

(云南农业大学 食用菌研究所, 云南 昆明 650201)

**摘 要:**食用菌菌糠中含有丰富的营养物质,在综述菌糠营养价值的基础上,对其在食用菌栽培、作物栽培和畜禽饲养等方面的应用进行了介绍。提出了应注意的问题,并对菌糠综合利用的前景进行了展望。

**关键词:**菌糠;营养价值;综合利用

**中图分类号:**S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)19-0152-03

食用菌菌糠又叫菌渣、下脚料、废料,是指食用菌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。我国食用菌产业迅猛发展的同时也产生了大量的菌糠。但是大部分菌糠被人们随意丢弃,不仅造成资源的极大浪费,还给产地带来了严重污染,制约着食用菌产业的提升。菌糠中含有丰富的菌丝蛋白和微量元素等,不仅可以用来再次栽培食用菌,也能广泛用于养殖业和种植业,在农业生产上有比较高的利用价值。总之,菌糠的高效利用对于食用菌产业的加工再生产、延长产业链和实现循环农业都起着非常重要的作用。现将菌糠综合利用的研究现状综述如下。

## 1 食用菌菌糠的营养价值

食用菌菌糠中的营养物质受多种因素的影响,例如栽培的菌种不同、栽培原料的组分不同、培养环境的条件不同等都会造成菌糠的营养物质发生变化。山东省农业科学院土肥所和中国农业大学烟台研究院对农户和工厂化菌糠进行了营养成分的分析测定(表1)。由表1可看出,菌糠中含有丰富的营养成分,且栽培不同的菌种、使用不同的培养料,菌糠的营养成分也明显不同。不同的收获次数,会影响菌糠的获得率和营养成分含量。王艳荣等<sup>[1]</sup>分析了不同收获次数对平菇菌糠获得率和营养成分含量的影响。结果表明,随着收获次数的增加,菌糠的获得率减少;不同的收获次数对菌糠营养成分的影响较大,其中以第3茬菇收获后菌糠的营养成分含量最高。

## 2 食用菌菌糠的综合利用

### 2.1 菌糠在食用菌栽培中的再次利用

食用菌产业的快速发展致使培养料价格水涨船

高,在很大程度上影响着食用菌生产收益。食用菌采收后的菌糠营养丰富,晒干粉碎后可以作为食用菌栽培的部分替代原料,不仅能缓解食用菌原料价格上涨的问题,而且能减少对环境的破坏和污染,对食用菌产业的持续发展有着重要意义。高淑敏等<sup>[2]</sup>用金针菇、平菇等菇种菌糠进行栽培鸡腿菇试验。结果表明,用50%金针菇及平菇等菌糠作为主要培养料的配料栽培鸡腿菇,生物学效率为100%,投入产出比为1:6.6。还有报道用40%~60%的平菇菌糠添加进鸡腿菇培养料内,不仅可以大幅降低生产成本,产量还有所提高<sup>[3]</sup>。为了探讨平菇菌糠部分替代木屑栽培茶薪菇和黑木耳的可行性,赵桂云等<sup>[4]</sup>以常规培养料为对照,采用不同比例菌糠替代木屑栽培2种食用菌。结果表明,平菇菌糠代替部分木屑栽培茶薪菇和黑木耳是可行的,且在供试替代比范围内,2种食用菌产量随替代比的增加而增加。此外,用食用菌菌糠栽培草菇、平菇、白灵菇、滑菇、金针菇、香菇等,产量都有所提高,取得了显著的经济效益<sup>[5-10]</sup>。

若菌糠没有被杂菌污染,料块结实不腐烂,可将其晒干后粉碎按一定比例添加到新料中,用于制作菌种。在麦粒中添加30%~40%的菌糠制作双孢蘑菇菌种,不仅可以提高菌种质量、延长保存时间,还能大大降低生产成本。

表1 不同菌糠营养成分比较

主料	品种	有机质/%	氮/%	磷/%	钾/%	pH	来源
玉米芯	金针菇	74.98	1.76	1.47	0.74	6.0	种植户
棉籽壳	金针菇	34.20	1.38	1.22	1.13	6.8	种植户
桔杆	双孢蘑菇	51.26	2.16	1.8	0.72	7.7	种植户
棉籽壳	平菇	56.34	2.32	1.94	1.00	7.3	种植户
棉籽壳、玉米芯	杏鲍菇	53.24	2.62	1.38	0.83	7.2	工厂化

### 2.2 菌糠作为肥料的利用

菌糠经过食用菌分解后,其中的N、P、K等肥效元素远高于种菇前基质,直接施用蔬菜、农作物和果树易被吸收利用。若利用微生物发酵技术将菌糠加工成新型生物有机肥,可以作为生产绿色食品和有机食品的优质肥料,不仅具有经济效益,还具有明显的环保

第一作者简介:陈世通(1986-),男,在读硕士,现主要从事食用菌栽培和育种等研究工作。E-mail:chenshitonglinyi@126.com.

责任作者:李荣春(1959-),男,教授,硕士生导师,现主要从事食用菌育种研究工作。

收稿日期:2011-07-01

效应;菌糠肥料施入土壤后,可以进一步改良土壤,增加土壤有机质的含量,提高土壤保水保肥性能,促进农作物增产<sup>[11]</sup>。刘宝勇<sup>[12]</sup>进行了食用菌菌糠在复垦土壤改良中的应用试验,得出了菌糠在培肥土壤和土壤重构中发挥的特有作用,大大增加了复垦土壤中各种微生物数量,同时也增加了土壤中有机质的含量和肥力。林斌<sup>[13]</sup>采用菌糠、沼渣作有机肥栽培脐橙。结果表明,施用这2种有机肥,显著提高了脐橙的单株产量和果实品质,改善了果实的糖酸比,改良了种植脐橙的土壤理化性质。廖汝玉等<sup>[14]</sup>施用沼渣和菌糠种植香蕉,结果表明,二者混合施用显著增加了果实钾的含量。用菌糠做有机肥还可以栽培番茄和黄瓜,不仅能提高产量,而且病虫害也相对减少、口感明显增强。

此外,还有报道称适宜浓度的桑黄菌糠水提液可以促进绿豆幼苗的生长,喷施小青菜能够促进青菜产量和食用品质的提高,而且菜叶中的维生素C含量明显增加<sup>[15]</sup>。有研究指出,适宜浓度的平菇菌糠水提液对棉花种子萌发及幼苗生长有明显的促进作用<sup>[16]</sup>。由此可见,菌糠水提液经稀释后制成植物激素能促进作物增产丰收。

### 2.3 菌糠作为基质的利用

食用菌菌糠不但含有丰富的木质素、纤维素和氮磷钾等矿物质,而且其中没分解的碎屑可以作为基质的支撑物,具有空隙大、疏松透气和持水保温功能,可为植物根系的生长营造良好的生活环境,是作为基质的好原料。用菌糠做基质无土栽培辣椒、黄瓜等,不仅解决了食用菌生产中资源浪费的问题,还降低了蔬菜的生产成本,提高了经济效益。陈连昌等<sup>[17]</sup>做了混有不同比例菌糠的烤烟育苗基质试验,筛选出适合烤烟育苗的菌糠配比,证实了菌糠作为园艺栽培基质的可行性。李加友等<sup>[18]</sup>通过对蘑菇菌糠进行二次增效发酵,表明了菌糠发酵料经二次增效发酵处理后是一种优良的园艺基质原料。为了研究菌糠作为无土栽培基质替代泥炭的可行性,Medina E等<sup>[19]</sup>把3种不同耐盐能力的蔬菜种植在泥炭和菌糠2种基质上,以比较这2种基质的栽培效果。研究表明,25%泥炭加75%菌糠含量的培养基质适合于蔬菜育种。用菌糠和炉渣作为栽培基质种植黄瓜,不仅黄瓜生长迅速、产量高,而且还具有管理方便、节水省肥的优势<sup>[20]</sup>。张殿宇<sup>[21]</sup>用菌糠作为复合基质的主要原料种植番茄、辣椒幼苗,筛选出对番茄、辣椒育苗效果较好的菌糠复合基质配方,不仅降低了成本,而且有利于资源的合理利用。

### 2.4 菌糠作为饲料的利用

菌糠不但含有菌丝蛋白、多种氨基酸、微量元素和维生素等,而且食用菌的生长代谢使菌糠中粗纤维的水平下降,粗蛋白含量提高,具有松软可口、气味芳香等优点,逐渐成为畜禽饲料来源的新途径。用饲料发酵剂能将菌糠制成上等饲料,可以饲喂多种畜禽,不仅不影响畜禽的生产性能,还能降低饲养成本,具有显著的经济效益。雷雪芹等<sup>[22]</sup>用菌糠分别代替5%和10%

的混合精料饲养奶牛。结果表明,产奶量略有增加,乳脂率和乳比重并无显著差异,试验组比对照组提高了3%~6.1%。把20%的菌糠添加在肉羊育肥的饲料中,虽然肉羊增重比不上配合饲料,由于能降低生产成本,所以对生产效益不存在影响,并可以节约日常饲料<sup>[23]</sup>。用发酵的金针菇菌糠替代羊口粮中60%的稻草,饲喂3h后的瘤胃液氨氮含量最高,并且不影响羊瘤胃pH和瘤胃降解率,证明菌糠可以作为羊的添加饲料<sup>[24]</sup>。李进杰等<sup>[25]</sup>用平菇菌糠代替部分麦麸饲喂生长期肉兔,其屠宰率和增重与对照组相比均无显著差异。胡连江等<sup>[26]</sup>将玉米粉和平菇菌糠混合后二次发酵用于喂养肉鹅,虽然产量较常规精料喂养低,但是经济效益高出11.9%~22%。用发酵菌糠养殖生猪,能够节约日粮,降低养殖成本,且对生猪的日增重、料肉比和发病率等多方面的指标均无任何影响<sup>[27]</sup>。

菌糠饲料不仅可以养殖畜禽,还可以用于渔业养殖。庞思成<sup>[28]</sup>用菌糠饲喂罗非鱼,经试验表明,用菌糠替代麸皮不影响鱼的成活率和增重。不仅能满足鱼的正常营养需要,还能节约相当一部分糠麸类饲料。

蚯蚓有很高的利用价值,不仅可以作为高蛋白饲料或制药原料,其粪便还可以作为高级无公害有机肥料。随着蚯蚓养殖规模的不断扩大,养殖成本也随之增加,而菌糠养分充足,通气性好,并且容易保温保湿,是一种很适合蚯蚓养殖的优质饲料。雷雪芹等<sup>[29]</sup>用草菇菌糠饲养蚯蚓60d,体重增加7%,繁殖系数提高14%,这表明草菇菌糠可有效地促进蚯蚓的生长发育和繁殖。卓少明<sup>[30]</sup>用菌糠饲养蚯蚓,结果表明,菌糠的饲养效果显著优于牛粪和香蕉杆,蚯蚓繁殖率在养殖饲料的pH值为中性时最高。

总之,菌糠作为饲料不但可以降低饲养成本,提高养殖经济效益,而且对延长生态链、促进农业可持续发展具有重要意义。

### 2.5 菌糠作为能源的利用

把菌糠投进沼气池发酵,产生的沼气可以作为生活中的清洁能源。中国农业大学烟台研究院分别利用小麦秸秆和双孢菇菌糠进行了沼气发酵试验。结果菌糠比麦秆提前3d产沼气,产气高峰期提前14d。试验表明了利用菌糠生产沼气是可行的,而且产气快,是生产沼气的好原料。同时沼渣和沼液可以进一步生产有机肥还田,是一项非常值得推广的技术。我国广大农村栽培食用菌,大多数使用常压灭菌锅灭菌,而菌糠中大量的木质素和纤维素是很好的热能原料,在菌种生产和熟料栽培时能当作灭菌燃料使用,不仅可节约一部分煤炭或木柴,同时还解决了菌糠造成的环境污染。在冬季,菌糠也能作为大棚加温燃料使用,菌糠燃烧不存在因燃煤而产生硫化物污染食用菌子实体的问题。菌糠也可以用来燃烧发电,1.5t菌糠燃烧热值相当于1t煤,但目前推广利用的不多。

## 3 食用菌菌糠综合利用要注意的问题与展望

目前,食用菌菌糠主要用于再次栽培食用菌,但应

注意到要栽培的食用菌与菌糠之间可能存在的化感效应<sup>[31-32]</sup>。由于菌糠中含有碳酸钙、石膏等无机盐,把菌糠作为园艺植物的栽培基质时,应考虑到菌糠基质的施用可能存在盐度问题,例如导致土壤的盐碱化;菌糠作肥料时,应在使用前测定其营养成分,并要注意施用的剂量,避免施用的菌糠价值不高或养分过高导致土壤营养累积带来的负效应<sup>[33]</sup>。菌糠作为饲料时,不但要加强对不同畜禽的饲用研究和确定最佳添加量,而且还要注重不同菌糠搭配饲用时的添加效果研究。食用菌菌糠中霉菌毒素含量不清楚,并且个别种植户滥用农药现象严重,所以要严格注重菌糠饲料的安全性。为了更有效的提高菌糠的饲用价值,今后要开发新技术以增加其添加比例。

近年来,伴随着我国食用菌产业的快速发展,每年都会产生大量的菌糠。食用菌菌糠的高效综合利用不仅能消除菌糠造成的环境污染,缓解资源短缺的矛盾,而且能提高经济效益和生态效益,具有广阔的应用前景。

#### 参考文献

- [1] 王艳荣,王鸿升,王元元.不同收菇次数平菇菌糠的营养价值研究[J].江苏农业科学,2010(4):207-208.
- [2] 高淑敏,刘海林.高寒地区夏季利用金针菇等废料栽培鸡腿菇试验[J].北方园艺,2010(20):174-175.
- [3] 赵启光,王尚堃,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.
- [4] 赵桂云,龚振杰,陈欢.平菇菌糠替代木屑栽培茶薪菇和黑木耳[J].食用菌学报,2009,16(3):36-38.
- [5] 耿小丽,刘宇,王守现.废料栽培白灵菇试验[J].北方园艺,2010(10):214-215.
- [6] 闰宝松,马凤,张跃新.黑木耳废菌渣栽培香菇技术[J].中国林副特产,2005(5):43.
- [7] 龚振杰,赵桂云.木耳菌糠袋栽平菇技术[J].北方园艺,2009(3):214-215.
- [8] 赵桂云,王伟功,刘岩.平菇菌糠替代木屑栽培滑菇试验[J].北方园艺,2010(17):209-210.
- [9] 赵桂云,弥春霞,龚振杰,等.平菇菌糠栽金针菇初试[J].中国林副特产,2009(1):13-14.
- [10] 胡保明,程雪梅,史晓婧.利用香菇菌糠栽培草菇技术[J].食用菌,2005(4):30-31.
- [11] 王世强,杨敏,叶长林.食用菌废料快速发酵转化有机肥条件的探讨[J].中国食用菌,2008,27(6):21-23.
- [12] 刘宝勇.食用菌废料在矿区复垦土壤改良中的应用试验研究[J].露天采矿技术,2007(1):64-66.
- [13] 林斌.菌糠、沼渣有机肥对脐橙产量和品质的影响[J].福建农业学报,2006,21(3):293-295.
- [14] 廖汝玉,徐庆贤,林斌,等.沼渣、食用菌菌渣对香蕉生长和结果的影响[J].福建农业学报,2009,24(4):333-337.
- [15] 金裕华.桑黄人工培养及其菌糠水提液对植物生长的影响[D].南京:南京林业大学,2008:49.
- [16] 李俐俐,刘天学,古红梅.平菇菌糠水提物对棉种萌发和幼苗生长的化感效应[J].安徽农业科学,2007,35(7):16-19.
- [17] 陈连昌,孙志虎,焦玉生,等.食用菌废弃料菌糠在烤烟育苗中的应用[C].黑龙江省2009年度烟草学术交流研讨会论文集,2009:552-555.
- [18] 李加友,李伟,王玉洁,等.二次增效发酵菌糠基质对黄桃品质和产量的影响[J].中国土壤与肥料,2010(1):65-67.
- [19] Medina E, Paredes C, P Rez-Murcia M D, et al. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants [J]. Bioresource Technology, 2009, 100 (18): 4227-4232.
- [20] 罗米云,龚久平,洪云菊.黄瓜基质栽培技术研究[J].西南园艺,2000,28(3):3-5.
- [21] 张殿宇.蘑菇渣、酱渣在育苗复合基质上的应用研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2009:59-60.
- [22] 雷雪芹,徐延生,徐兵,等.菌糠代替部分精料饲喂奶牛的效果研究[J].中国奶牛,2000(3):15-16.
- [23] 程云辉,钱勇,钟声,等.秸秆菌糠在肉羊育肥生产中的应用[J].江苏农业学报,2007,23(5):495-496.
- [24] Shinekhuu J, Ji B J, Jin G L, et al. Effects of dietary replacement of rice straw with fermented spent mushroom (*Flammulina velutipes*) compost on availability of feeds in sheep, and growth performance of hanwoo steers[J]. Journal of Animal Science and Technology, 2007, 15(3):944-948.
- [25] 李进杰,蒋明琴.平菇菌糠代替部分麸皮饲喂生长期肉兔效果试验[J].中国草食动物,2006,26(6):48-49.
- [26] 胡连江,王占哲,赵殿忱,等.菌糠混合料喂饲肉鹅试验研究[J].黑龙江农业科学,2007(6):67-68.
- [27] 李斌,屈东,邹成义.发酵菌糠对育肥猪生产性能和胴体品质的影响[J].四川畜牧兽医,2007(9):22-23.
- [28] 庞思成.菌糠代替麸皮喂养尼罗罗非鱼试验[J].饲料研究,1993(12):12-13.
- [29] 雷雪芹,徐延生.菌糠饲料及其在养殖业中的应用[J].河南农业科学,1993(4):41-42.
- [30] 卓少明.3种农业废弃物及其不同组合饲养蚯蚓试验[J].热带农业科学,2003,23(6):26-28.
- [31] 张国广,王丽霞,占凌云,等.杏鲍菇菌糠提取液对4种食用菌菌丝生长影响[J].中国食用菌,2009,28(5):19-20.
- [32] 陈恒雷,王秩群,万红贵,等.阿魏菇菌糠成分测定及对四种大宗食用菌化感效应研究[J].北方园艺,2009(5):210-212.
- [33] Jordan S N, Mullen G J, Murphy M C. Composition variability of spent mushroom compost in Ireland [J]. Bioresource Technology, 2008, 99(2):411-418.

## Present Research on Comprehensive Utilization of Edible Fungi on Fungal Chaff

CHEN Shi-tong, LI Meng-jie, LI Rong-chun

(Institute of Edible Fungi, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

**Abstract:** Edible fungi on fungal chaff contains abundant nutrient substances, based on summarizing fungal chaff's nutritional value, its applications for mushroom cultivation, crop cultivation, poultry breeding and etc were introduced. Some problems that should be paid attention were proposed and taking a long prospect for comprehensive utilization of fungal chaff.

**Key words:** fungal chaff; nutritional value; comprehensive utilization; prospect