

用于养殖蚯蚓的杏鲍菇菌糠饲料配方的优化

白腾飞¹, 刘阳¹, 杨月², 刘月芹^{1,3*}, 任桂梅^{1,3} (1. 延安大学生命科学学院, 陕西延安 716000; 2. 延安大学医学院, 陕西延安 716000; 3. 陕西省区域生物资源保育与利用工程技术研究中心, 陕西延安 716000)

摘要 [目的]探究以杏鲍菇菌糠为主要原料养殖蚯蚓的最佳饲料配方。[方法]采用 $L_9(3^4)$ 正交试验, 研究在杏鲍菇菌糠中添加不同比例的玉米粉、豆粕、尿素对蚯蚓养殖效果的影响。[结果]蚯蚓繁殖和增重适宜的最佳饲料配方为玉米粉 6.0%, 豆粕 5.0%, 尿素 0.2%。此条件下, 单盆繁殖数为 19 条, 单盆增重为 17.35 g。[结论]该研究结果可为杏鲍菇菌糠的综合利用提供依据。

关键词 杏鲍菇菌糠; 蚯蚓; 配方; 正交试验

中图分类号 S899.8 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)10-0106-02

Optimization of Feed Formula of *Pleurotus eryngii* Bran for Raising Earthworm

BAI Teng-fei¹, LIU Yang¹, YANG Yue², LIU Yue-qin^{1,3*} et al (1. College of Life Sciences, Yan'an University, Yan'an, Shaanxi 716000; 2. Medical College of Yan'an University, Yan'an, Shaanxi 716000; 3. Shaanxi Research Center of Engineering Technology for Conservation and Utilization of Regional Biological Resources, Yan'an, Shaanxi 716000)

Abstract [Objective] To explore the best feed formula of *Pleurotus eryngii* bran for raising earthworm. [Method] By using $L_9(3^4)$ orthogonal test, the influences of adding different proportion of corn flour, soybean meal, urea in *P. eryngii* bran on the feeding effects of earthworm were studied. [Result] The optimum feed formula for the reproduction and weight gain of earthworm was as follows: corn flour 6.0%, soybean meal 5.0% and urea 0.2%. Under the above conditions, the number of reproduced earthworm per basin was 19 and the weight gain of earthworm per basin was 17.35 g. [Conclusion] The research results can provide basis for the comprehensive utilization of *P. eryngii* bran.

Key words *Pleurotus eryngii* bran; Earthworm; Formula; Orthogonal test

近年来, 杏鲍菇 (*Pleurotus eryngii*) 工厂化栽培技术趋于成熟, 其产量也在逐年增加, 但工厂化生产杏鲍菇一般只采收一潮菇, 生物学效率也较低, 营养利用率差。大部分生产者将菌糠随意丢弃, 任其腐烂发霉, 造成了极大的浪费, 在一定程度上限制了企业的发展^[1-2]。因此, 合理开发利用废菌包, 不仅可以充分利用资源, 使其变废为宝, 而且能减轻废菌包对环境污染的压力^[3], 具有显著的生态效应。

蚯蚓蛋的蛋白质含量高达 70%, 且富含有多种维生素、氨基酸、脂肪酸、微量元素等, 具有较高的利用价值。蚯蚓不仅能改土肥田、修复净化土壤环境, 而且具有较高的药用和饲用价值^[4-5]。蚯蚓粪便富含多种营养成分和有益微生物, 是一种优质的有机肥。合理施用蚓粪将会对土壤肥力及作物生长产生显著的促进作用^[6]。若要进行蚯蚓的大规模养殖, 对饲料需求量会很大。我国是食用菌生产大国, 菌渣数量庞大, 但对菌渣的有效再利用却一直未能很好地解决^[7]。杏鲍菇菌糠营养丰富、通气性好、数量多且价格低廉, 是一种很适合蚯蚓养殖的优质廉价饲料^[8]。利用杏鲍菇菌糠进行蚯蚓养殖不仅可以提高菌糠利用率, 而且可以创造较高的经济效益, 同时也消除环境污染^[9]。笔者以杏鲍菇菌糠为主要原料, 探讨养殖蚯蚓的最佳饲料配方, 旨在为杏鲍菇菌糠的综合利用提供依据。

1 材料与方

1.1 试验材料 供试蚯蚓品种为老熟赤子爱胜蚓 (*Eisenia foetida*), 由西北农林科技大学生命科学院提供; 杏鲍菇菌糠, 由陕西天和生物科技有限公司提供; 玉米粉、豆粕、尿素

均为市购。

1.2 试验方法

1.2.1 基料的配制。剔除菌糠中霉变的部分, 粉碎成碎末, 按表 1 设计配制饲料再向各组添加 2% 的生石灰, 混合均匀后装入聚丙烯塑料袋中, 扎口, 使饲料进行充分发酵, 待饲料内部温度升高到 75 °C 后持续 3 d, 发酵结束后给饲料加水使其含水量保持在 65% 左右, 备用。

1.2.2 饲养方法。每种配方饲料各取 500 g 装入花盆(上口口径 16.5 cm, 下口径 12.1 cm, 高度 13.0 cm)中, 每种配方重复 3 次。每盆装入蚯蚓 10 条[体重为 (5.6 ± 0.1) g], 置于温室培养, 室内温度为 (25 ± 1) °C, 适时补充水分, 使其含水量保持在 65% 左右^[10]。培养 40 d 后, 统计盆内蚯蚓数目, 测量重量。测定指标有单盆繁殖数(饲养期内单盆增加的个体数目)和单盆增重(饲养期内单盆蚯蚓重量的增加量)。

1.2.3 正交试验设计。采用 $L_9(3^4)$ 正交设计试验, 以蚯蚓的单盆繁殖数和单盆增重为测定指标, 具体因素与水平设计见表 1。

表 1 $L_9(3^4)$ 正交试验的因素与水平

Table 1 The factors and levels for $L_9(3^4)$ orthogonal test %

水平 Level	因素 Factor		
	(A) 玉米粉 Corn flour	(B) 豆粕 Soybean meal	(C) 尿素 Urea
1	0	0	0
2	3.0	2.5	0.2
3	6.0	5.0	0.4

2 结果与分析

2.1 不同饲料配方对蚯蚓繁殖的影响 由表 2 可知, 对蚯蚓繁殖的最佳组合为 $A_3B_3C_2$, 即最佳饲料配方为: 玉米粉 6.0%、豆粕 5.0%、尿素 0.2%。各因素对蚯蚓单盆繁殖数的影响程度从大到小依次为 B、C、A, 即试验范围内的主要影响

基金项目 延安大学博士研究基金项目(21176029)。

作者简介 白腾飞(1990—), 男, 陕西榆阳人, 硕士研究生, 研究方向: 应用微生物及食用真菌学。* 通讯作者, 讲师, 博士, 从事应用微生物学及食用菌资源的开发与利用等研究。

收稿日期 2017-01-11

因素为豆粕,其次为尿素,影响最小的因素为玉米粉。方差分析结果表明,豆粕、尿素对蚯蚓单盆繁殖数的影响显著 ($P < 0.05$),而玉米粉对蚯蚓单盆繁殖数的影响不显著 ($P > 0.05$)。

表 2 不同饲料配方对蚯蚓繁殖的影响

Table 2 The effects of different feed formula on the reproduction of earthworm

试验号 Test No.	因素 Factor				单盆繁殖数 Number of reproduced earthworm per basin//条
	(A)玉米粉 Corn flour	(B)豆粕 Soybean meal	(C)尿素 Urea	空列 Blank	
1	1	1	1	1	6
2	1	2	2	2	13
3	1	3	3	3	18
4	2	1	2	3	12
5	2	2	3	1	14
6	2	3	1	2	17
7	3	1	3	2	15
8	3	2	1	3	13
9	3	3	2	1	19
k_1	12.33	11.00	12.00	13.00	
k_2	14.00	13.33	14.67	15.00	
k_3	15.67	18.00	15.67	14.33	
R	3.34	7.00	3.67	2.00	

2.2 不同饲料配方对蚯蚓增重的影响 由表 3 可知,对于蚯蚓增重的最佳组合为 $A_3B_3C_2$,即最佳饲料方为:玉米粉 6.0%、豆粕 5.0%、尿素 0.2%。各因素对单盆蚯蚓增重的影响程度从大到小依次为 B、C、A,则试验范围内的主要影响因

素为豆粕,其次为尿素,影响最小的因素是玉米粉。豆粕对蚯蚓单盆增重的影响极显著 ($P < 0.01$),尿素对蚯蚓单盆增重的影响显著 ($P < 0.05$),而玉米粉对蚯蚓单盆增重的影响不显著 ($P > 0.05$)。

表 3 不同饲料配方对蚯蚓增重的影响

Table 3 The effects of different feed formula on the weight gain of earthworm

试验号 Test No.	因素 Factor				单盆增重 Weight gain per basin//g
	(A)玉米粉 Corn flour	(B)豆粕 Soybean meal	(C)尿素 Urea	空列 Blank	
1	1	1	1	1	6.36
2	1	2	2	2	13.43
3	1	3	3	3	17.12
4	2	1	2	3	12.93
5	2	2	3	1	13.96
6	2	3	1	2	15.87
7	3	1	3	2	13.57
8	3	2	1	3	12.61
9	3	3	2	1	17.35
k_1	12.30	10.95	11.61	12.42	
k_2	14.25	13.33	14.44	14.29	
k_3	14.38	16.65	14.88	14.22	
R	2.08	5.70	3.27	1.87	

3 结论

试验结果表明,豆粕、玉米粉和尿素 3 个因素对蚯蚓繁殖和增重的影响程度从大到小依次为豆粕、尿素、玉米粉。适宜蚯蚓繁殖和增重的杏鲍菇菌糠配方为豆粕 6.0%、玉米粉 5.0%、尿素 0.2%。在试验条件下蚯蚓单盆繁殖数为 19 条,单盆增重为 17.35 g。

由此可见,在用杏鲍菇菌糠饲养蚯蚓时,添加一定量的辅助原料是非常重要的。玉米粉、豆粕和尿素对蚯蚓的繁殖及增重均有不同程度影响,豆粕对蚯蚓的单盆增殖数和增重

均有显著影响。这说明高氮素成分辅料的添加对蚯蚓的繁殖及增重效果更好,表明蚯蚓对饲料中氮素的要求较高,适合于富营养饲养。

参考文献

- [1] 吴少风. 食用菌工厂化生产几个问题的探讨[J]. 中国食用菌, 2008, 27(1): 52-54.
- [2] 左琳. 杏鲍菇废菌包覆土栽培研究[D]. 太谷: 山西农业大学, 2013.
- [3] 程翊, 曾辉, 卢政辉, 等. 杏鲍菇菌渣循环利用技术研究[J]. 中国食用菌, 2011, 30(3): 19-21.
- [4] 向前, 李得全. 蚯蚓的应用价值与饲养技术要点[J]. 河南农业科学, 2002(1): 35.

调节激素分泌来减缓仔猪断奶应激。付戴波等^[12]研究发现,在夏季高温条件下,中草药复方饲料添加剂可以提高热应激条件下肉牛对养分的吸收率,说明中草药可增强肉牛的抗热应激能力。

2.4 改善动物类产品的品质 中草药含有丰富的天然植物色素,对动物类产品的色泽有一定改善,同时还含有一些风味物质可以改善畜禽产品的口感和风味。王宏军等^[13]研究表明用中草药组成的复方添加剂喂养荷包猪,可以提高猪肉瘦肉率、持水力和脂肪含量,改善煮熟猪肉的易咬入度和风味。王子龙等^[14]研究表明中草药饲料添加剂能够明显改善肌肉肌苷酸和鸟苷酸等风味物质的含量。

3 存在问题

现阶段中草药饲料添加剂的研究和开发已经取得了一定的进展^[15],但仍然存在以下问题:①由于中草药成分复杂,难以进行准确的风险评估和质量监控。目前,针对原料和产品的统一检测方法和国家质量安全标准还没有确定^[16]。②中草药饲料添加剂大都还处于加工技术粗糙、配方无固定标准、效果不稳定的阶段。③关于中草药有效成分的研究较少,其作用机理也尚不明确,有待进一步研究。④鉴于中药成分的复杂性、药物复配功能的多样性,目前微量高效产品还相当少^[17]。

4 发展趋势

4.1 微量化 目前,中草药作为饲料添加剂,由于成分复杂,药物复配功能多样性,导致药物用量较大,效果也较差。因此,加强中草药提取和精制工艺方面的研究,以获取中草药中的活性物质和有效成分,生产出更为微量高效的产品^[18],实现微量化已成为中草药饲料添加剂适应市场需求的重要发展方向之一。

4.2 标准化 由于缺乏统一的检测标准,导致中草药饲料添加剂缺乏稳定的质量保证。只有质量获得保证,实现标准化生产,中草药饲料添加剂才能走向正规化市场^[19]。因此,国家有关部门应根据中草药自身的特点,确定统一的禁用种类和允许使用种类及用量的使用标准,使其在生产过程有法规可循,并以此确保产品质量。

4.3 深入研究中草药的作用机理 只有更加深入研究中草药的作用机理,才能使其在实际生产应用中得到进一步发展。应该在传统中草药理论的基础上,进一步结合免疫学、毒理学、分子生物学、微生物学等相关学科,对其作用机制进行更加深入完善的研究。通过深入研究中草药的作用机理,研发出安全、可靠的成熟产品,从而使中草药在市场竞争中占据优势地位^[20]。

5 小结与展望

目前,随着绿色农产品的发展,饲料添加剂的开发与利用已经进入一个崭新的阶段,开发安全性高、实用性强的饲料添加剂是饲料业发展的必然趋势。中草药饲料添加剂不仅可以解决抗生素所带来的耐药菌株出现等问题,而且具有促进动物生长、提高动物免疫功能、改善动物产品品质等功能。因此,中草药在饲料业中的应用越来越受到关注。

目前,中草药饲料添加剂还存在许多弊端,很难适应集约化、规模化和现代化畜禽业的发展需求,这就导致中草药研究与开发力度需要进一步加大,为将中草药应用于畜禽业提供科学的理论基础。由此可见,中草药饲料添加剂的开发与利用具有极为广阔的市场应用前景。

参考文献

- [1] 王建军,胥世洪,周小平. 饲料添加剂质量监控与发展方向[J]. 中国动物保健,2009,11(7):106-112.
- [2] 葛兵,陈林. 中草药饲料添加剂的研究进展[J]. 畜牧与饲料科学,2010,31(3):29-31.
- [3] 刘俊强. 中草药饲料添加剂在水产养殖中的应用[J]. 渔业致富指南,2015(14):45-46.
- [4] 汤文杰,孔祥峰,杨峰,等. 16种中草药的营养价值[J]. 天然产物研究与开发,2010,22(5):867-872.
- [5] 陈刚. 中草药添加剂的特点及在水产养殖中的应用[J]. 养殖技术顾问,2012(12):72-73.
- [6] 王彬. 中药复方对断奶仔猪生长性能的影响[J]. 广东农业科学,2010,37(6):169-170.
- [7] 刘宇,程宗佳,王勇生,等. 中草药作为饲料添加剂对仔猪生长性能的影响[J]. 饲料博览,2015(8):43-45.
- [8] 刘桂英. 中草药的免疫作用[J]. 中医临床研究,2012,4(8):31-32.
- [9] 雷晓军,段小卫. 中草药饲料添加剂对肉仔鸡生长性能和免疫器官指数的影响[J]. 畜牧与饲料科学,2010,31(5):42-44.
- [10] 杜改梅,晏文梅,蒋加进,等. 中草药饲料添加剂对生长猪免疫功能的影响[J]. 畜牧与兽医,2013,45(8):19-22.
- [11] 燕富永,印遇龙,孔祥峰,等. 刺五加提取物抗仔猪断奶应激的效用[J]. 中国农业科学,2010,43(21):4490-4496.
- [12] 付戴波,瞿明仁,宋小珍,等. 中药复方制剂对热应激肉牛生产性能及养分消化率的影响[J]. 中国畜牧杂志,2013,49(1):53-56.
- [13] 王宏军,蒋红,周铁忠,等. 中药复方添加剂对荷包猪肉品质的影响[J]. 中国饲料,2013(22):26-28.
- [14] 王子龙,呼秀智,薛占永,等. 中药饲料添加剂对肉鸡屠宰性能和肉品质的影响[J]. 饲料研究,2016(9):23-27.
- [15] 李杰. 不同类型女贞子对肉鸡生长性能、抗氧化功能与免疫功能的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2011.
- [16] 鲍宇红. 中草药型饲料添加剂研究使用进展[J]. 中国畜牧兽医文摘,2016,32(8):227-228.
- [17] 杨丽惠,梁步升,慕瑞芳,等. 中药饲料添加剂的研究与应用[J]. 中国畜禽种业,2010(10):62-64.
- [18] 郑成江,吕世玺,张连洪,等. 中草药饲料添加剂的研究进展与展望[J]. 天津农业科学,2010,16(5):51-54.
- [19] 王爱芳,董修建. 中草药饲料添加剂在无公害肉猪生产中的应用与展望[C]//中国畜牧兽医学会养猪学分会. 中国畜牧兽医学会养猪学分会2009年学术年会“回盛生物”杯全国养猪技术论文大赛论文集. 北京:中国畜牧兽医学会养猪学分会,2009:7.
- [20] 马晓宇,王选慧. 中草药饲料添加剂的研究进展[J]. 中兽医学杂志,2015(11):127-128.

(上接第107页)

- [5] 王海英,郭祀远,李琳. 蚯蚓的研究与应用[J]. 氨基酸和生物资源,2002,24(4):17-19.
- [6] 张聪俐,戴军,周波,等. 不同比例蚓粪对玉米生长以及土壤肥力特性的影响[J]. 华南农业大学学报,2013,34(2):137-143.
- [7] 韦东旭. 食用菌菌渣利用研究现状分析[J]. 生物技术世界,2013(1):159.

- [8] 上官舟建. 真姬菇生物学特性及栽培技术研究[J]. 食用菌,2004(1):16-17,18.
- [9] 刘广青,侯吉聪,孟海玲,等. 国内外蚯蚓处理废弃物发展现状[C]//第二届全国固体废物处理及综合利用技术与设备交流研讨会论文集. 北京:环境工程编辑部,2003:137-142.
- [10] 贺立虎,李娟丽,华燕青,等. 白玉菇菌糠养殖蚯蚓配方研究[J]. 陕西农业科学,2014,60(9):7-9.