

# 金针菇菌糠对獭兔的饲用价值评价

崔嘉<sup>1</sup>, 郭佳伟<sup>1</sup>, 忻龙祚<sup>2</sup>, 谷子林<sup>1</sup>, 陈宝江<sup>1\*</sup>

(1. 河北农业大学动物科技学院, 保定 071000; 2. 河北北方学院植物科学系, 张家口 075000)

**摘要:**本研究以金针菇菌糠(主要培养基为玉米芯、米糠、麦麸)为研究对象,评价其安全性和饲用价值,旨在为金针菇菌糠在饲料中的合理应用提供科学依据。采用培养计数法、ELISA法及原子吸收光谱法分别测定金针菇菌糠中有害微生物、有害毒素及重金属含量,并通过消化试验测定獭兔对金针菇菌糠的表观消化率。试验结果显示:金针菇菌糠细菌总数、沙门氏菌数及霉菌总数分别为 $1.18 \times 10^5$ 个/g、0个/g、 $2.5 \times 10^4$ 个/g;黄曲霉毒素B1(AFB1)、玉米赤霉烯酮(ZEN)、呕吐毒素(DON)含量分别为29ppb、205ppb、0.077ppm;重金属Pb、As、Hg、Cd、Cr的含量分别为0.26 mg/kg、0 mg/kg、0 mg/kg、0.02 mg/kg、0.54mg/kg,各项指标均符合饲料卫生标准。金针菇菌糠具有较高营养价值,CP和CF含量分别为12.38%和20.26%,獭兔对其EE、CP、NFE、CF、NDF和ADF表观消化率分别为92.39%、79.62%、90.26%、36.51%、44.62%和43.15%,表观消化能为12.22MJ/kg。综上所述,金针菇菌糠可作为饲料使用,对于獭兔具有较高的饲用价值。

**关键词:**獭兔;金针菇;菌糠;安全性;营养价值

中图分类号:S 829.1

文献标识码:A

文章编号:1005-6237(2017)02-0008-06

## Study on Nutrition Value of Spent Mushroom Substrate of *Flammulina Velutipe* in Rex Rabbit

CUI Jia<sup>1</sup>, GUO Jia-wei<sup>1</sup>, XIN Long-zuo<sup>2</sup>, GU Zi-lin<sup>1</sup>, CHEN Bao-jiang<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Hebei Agricultural University, Baoding 071000;

2. Plant Science of He Bei North University, Zhangjiakou 075000)

**Abstract:** The study was conducted to evaluate the safety and nutrition value of spent mushroom substrate of *Flammulina velutipe* (FVSMS) (the mainly culture medium are corn cob, rice bran and wheat bran). It will provides scientific basis for the reasonable use of FVSMS in feed. The content of harmful microorganisms, harmful toxins and heavy metal in FVSMS was detected by chemical analysis, ELISA and atomic absorption spectrometry respectively. And the apparent digestibility of FVSMS was evaluated by digestion trial. The results showed that the total number of bacterial, Salmonella bacteria number and fungi number were  $1.18 \times 10^5$  g<sup>-1</sup>, 0 g<sup>-1</sup> and  $2.5 \times 10^4$  g<sup>-1</sup> respectively. The content of aflatoxin B1 (AFB1), zearalenone (Zen) and deoxynivalenol (Don) were 29ppb, 205ppb and 0.077ppm respectively and the content of Pb, As, Hg, Cd and Cr were 0.26 mg/kg, 0 mg/kg, 0 mg/kg, 0.02 mg/kg and 0.54mg/kg respectively. All indexes meet Hygienical Standard for Feeds. The FVSMS

收稿日期:2016-11-21

基金项目:国家兔产业技术体系(CARS-44-B-3);河北省食用菌体系一设施优化与菌糠综合利用。

作者简介:崔嘉(1993-),女,汉族,河北迁西人,硕士,主要从事单胃动物营养研究。E-mail: 992275339@qq.com

通讯作者:陈宝江(1971-),男,汉族,教授,主要从事单胃动物营养研究。E-mail: chenbaojiang@vip.sina.com

has a high nutritional value. The content of crude protein and crude fiber were 12.38% and 20.26% respectively. The apparent digestibility of crude fat, crude protein, nitrogen free extract, crude fiber, neutral detergent fiber and acid detergent fiber of FVSMS were 92.39%, 79.62%, 90.26%, 36.51%, 44.62% and 43.15% respectively. In addition, the apparent digestive energy of FVSMS was 12.22MJ/kg. In summary, FVSMS can be used as feed, it has high feeding value for Rex.

**Key words:** Rex Rabbit; Flammulina velutipes; Spent mushroom substrate; Safety; Nutrition value

随着我国畜牧业的发展,我国饲料资源日益紧缺,在向国外进口的同时,国家也在其他方面寻求突破,如非常规饲料资源的开发。近年来,我国人民的生活质量日益提高,饮食结构渐渐发生改变,对食用菌的需求逐年增加,使得食用菌产业飞速发展,每年产生约5 800×10<sup>4</sup>t的菌糠。菌糠是食用菌生产过程中产生的废弃物,虽然营养价值丰富,但产区分布具有地域性、应用少且饲用价值不明确,因此被归类为非常规饲料。为了更好地开发和利用这一庞大资源,使其在养殖中的使用更加规范合理,本试验对菌糠的安全性及其对獭兔的饲用价值进行了综合评价。

### 1 材料与方法

#### 1.1 金针菇菌糠的制备

1.1.1 菌糠来源 金针菇菌糠产自河北省张家口市某食用菌生产工厂,培养基组成成分见表1。

表1 金针菇培养基组成

项目	含量(%)
玉米面	5.5
玉米芯	43.75
米糠	32.5
麦麸	16
石膏	1
麸皮	1.25

1.1.2 菌糠样品采集及制备 按照总袋数的10%随机选择,用扦样器于袋的上层、中部和下层处分别取样,将所取全部样品充分混匀即为原始样品,初步捶碎后混匀用四分法制得次级样品,用药物粉碎机将次级样品粉碎,通过不同孔径分析筛即得分析样品,按要求分装到不同样品袋中保存备用。氨基酸、微量元素等指标要求粉碎通过0.25 mm孔径分析筛;CP、EE、Ash、GE、Ca和P等常规营养指标要求粉碎通过0.42 mm孔径分析筛;毒素检测样品需通过0.841 mm孔径分析筛;CF、ADF、NDF及重金属检测需通过1 mm孔径分析筛。

#### 1.2 试验日粮及动物分组

消化试验动物选用(70±5)日龄平均体重为(1.70±0.035)kg的白色獭兔20只,公母各半。随机分成两处理组,每个处理组5个重复,每个重复2只獭兔。对照组饲喂基础日粮(BD),试验组饲喂试验日粮(ED)。其中基础日粮饲料组成成分及营养水平见表2,试验日粮中以15%的金针菇菌糠替代15%的基础日粮。

表2 消化试验基础日粮组成及营养水平(风干基础)

原料	含量	营养水平	含量
玉米(%)	15	干物质(%)	92.37
豆粕(%)	17	粗蛋白质(%)	16.12
麦麸(%)	20	粗纤维(%)	28.89
次粉(%)	5	中性洗涤纤维(%)	42.06
花生皮(%)	10	酸性洗涤纤维(%)	32.34
花生秧(%)	31	粗脂肪(%)	1.69
石粉(%)	1	粗灰分(%)	10.52
食盐(%)	0.5	钙(%)	1.64
赖氨酸(%)	0.1	磷(%)	0.4
蛋氨酸(%)	0.1	总能(MJ/kg)	17.09
兔用预混料(%)	0.3		
合计(%)	100		

#### 1.3 试验方案

獭兔试验期间于单体代谢笼中饲喂,开始前将兔舍及所用器具清洗干净,并用火焰进行消毒。试验期间由专人饲喂管理,保证兔舍环境卫生并确保饮水和饲料充足,每天饲喂2次,饲喂时间分别为上午7:00和下午17:00。

试验分为预试期和正试期,预试期为10天,正试期为7天。于正试期开始时记录每个重复的初始料重用以计算每天的摄入量,并确保期间饲料充足。消化试验采用全收粪法,正试期间每天上午于饲喂前收集粪便,称重后混匀,将兔粪分成2份,其中一份以浓度为10%的盐酸溶液处理,粪样收集完后放入-20℃冰箱保存待测。正试期结束后称量并记录剩余料重,收集相应的饲料样品。

将7天所收集的所有粪便按重复混合,于烘箱中(65±5)℃烘干48h,然后回潮24h制得风干样品,按要

求粉碎过筛装入样品袋中待测。

#### 1.4 测定指标、方法及仪器设备

##### 金针菇菌糠安全性评价主要检测指标、测定方法

及所用主要实验仪器见表3。消化试验饲粮及粪便中营养物质含量的测定方法及主要实验器材如表4所示。

表3 安全性评价方法及主要实验仪器

测定指标	测定方法	主要实验仪器
沙门氏菌	GB/T 13091-2002	
细菌总数	GB/T 13093-2006	超净工作台、灭菌器、培养皿、恒温培养箱
霉菌总数	GB/T 13092-2006	
黄曲霉毒素 B1	GB/T 17480-2008	
玉米赤霉烯酮	GB/T 19540-2004	酶标仪、微量移液器、培养箱
呕吐毒素	GB/T 5009.111-2003	
铅	GB/T 13080-2004	
汞	GB/T 13081-2006	
镉	GB/T 13082-1991	马福炉、原子吸收分光光度计
铬	GB/T 13088-2006	
砷	GB/T 13079-2006	砷化氢发生及吸收装置、分光光度计

表4 营养物质的测定方法及主要实验器材

营养指标	测定方法	主要实验器材
粗蛋白质	GB/T6432-1994	Foss Kjeltac8400 全自动凯氏定氮仪
粗脂肪	GB/T6433-2006	索氏提取器、鼓风干燥箱、恒温水浴锅等
粗灰分	GB/T6438-92	坩埚、电炉、马福炉、干燥器
钙	GB/T6436-2002	电炉、容量瓶、滴定管、烧杯
磷	GB/T6437-2002	TU-1901 双光束紫外可见分光光度计
酸不溶灰分	GB/T 23742-2009	马弗炉、电炉
粗纤维		
酸性洗涤纤维	范式纤维洗涤法	Ankom 220 半自动纤维分析仪
中性洗涤纤维		
总能	氧弹式燃烧测热法	YX-ZR 自动量热仪
氨基酸	HPLC法	普析 L600 系列高效液相色谱仪
微量元素	原子吸收光谱法	马福炉、电炉、移液枪、原子吸收分光光度计
无氮浸出物	差值计算法	
干物质	差值计算法	

#### 1.5 试验时间与地点

消化试验在河北农业大学西校区动物科技学院实验兔场进行,试验时间为2015年4月6日至2015年5月6日。

#### 1.6 计算公式

日粮中养分A的表观消化率(%)=100×(食入A的量-粪中A的量)/食入A的量。

金针菇菌糠中的养分A的表观消化率:  $D_A = 100 \times (A_1 - A_0) / F - A_0$ ;  $F = C_1 \times f + C_0(1 - f)$

式中  $D_A$  为菌糠中养分A的表观消化率(%);  $A_0$  和  $A_1$  分别为BD和ED中养分A的表观消化率(%);  $C_0$  和  $C_1$  分别为BD和菌糠中养分A的含量(%);  $f$  为菌糠占

ED的比例(%);  $F$  为菌糠提供的养分A占ED中养分A的比例(%)。

#### 1.7 数据统计与处理

试验原始数据录入Excel软件并进行简单计算处理,再利用SPSS20.0软件进行均值比较,差异性检验,结果以“平均值±标准差”表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 金针菇菌糠安全性分析

如表5所示,每克金针菇菌糠中的细菌总数约为  $1.18 \times 10^5$  个/g,霉菌总数为25 000个/g,沙门氏菌数为0,均符合国家饲料卫生标准。金针菇菌糠中的有害毒素主要为黄曲霉毒素B1(AFB1)和玉米赤霉烯酮

(ZEN),两者在菌糠中的浓度分别为 29 ppb 和 205 ppb,均在国家安全范围以内,但仍具有一定的风险,需严格控制;呕吐毒素(DON)含量仅为 0.077 ppm,远低于国家标准。如表 6 所示,铅、砷、汞、铬、镉含量分别为 0.26mg/kg、0mg/kg、0mg/kg、0.02mg/kg、0.54 mg/kg,也远远低于国家饲料标准。

表 5 金针菇菌糠有害微生物及代谢产物

项目	含量	国家标准
细菌总数	118000	1000000
沙门氏菌	0	0
霉菌总数	25000	50000
黄曲霉毒素 B1	29ppb	50ppb
玉米赤霉烯酮	205ppb	500ppb
呕吐毒素	0.077ppm	1ppm

表 6 金针菇菌糠重金属含量

项目	含量(mg/kg)	国家标准(mg/kg)
铅	0.26	8
砷	0	10
汞	0	0.1
镉	0.02	0.5
铬	0.54	10

2.2 金针菇菌糠营养价值分析

表 7 金针菇菌糠各营养物质含量(风干基础)(%)

项目	DM	GE(MJ/kg)	Ash	Ca	P	EE	CP	CF	NDF	ADF	NFE
菌糠	92.23±0.28	18.024±0.12	12.33±0.01	2.83±0.00	0.64±0.02	5.80±0.15	12.38±0.02	20.26±0.26	59.47±0.90	29.86±1.51	41.46±0.15
麦麸	88.42±0.039	18.253±0.16	3.85±0.029	0.16±0.01	0.35±0.02	2.42±0.18	15.04±0.03	11.82±0.24	45.12±0.35	13.38±0.27	55.29±0.37

注:菌糠为实测值;麦麸为引用我国《饲料原料营养价值表》。

表 8 金针菇菌糠中氨基酸组成(风干基础)(%)

氨基酸	含量
天冬氨酸	0.44
谷氨酸	1.34
丝氨酸	0.96
甘氨酸	0.67
组氨酸	0.69
精氨酸	0.84
苏氨酸	0.54
丙氨酸	0.62
脯氨酸	0.45
酪氨酸	0.67
缬氨酸	0.53
蛋氨酸	0.05
半胱氨酸	0.37
异亮氨酸	0.53
亮氨酸	0.96
苯丙氨酸	0.72

由表 7 可知,金针菇菌糠和麸皮相比,两者总能相当,菌糠中的干物质含量较高,但麸皮中粗蛋白含量较高,为 15.04%,菌糠中粗蛋白含量仅为 12.38%。菌糠中含有较多的 EE,其含量相当于麸皮的 2.40 倍。与麸皮相比,菌糠中的 CF、NDF 和 ADF 含量较高,分别为 20.26%、59.47% 和 29.86%,但通过计算可知两者之间的半纤维素含量相当。菌糠和麸皮中 Ash 含量分别为 12.33% 和 4.93%,菌糠中含量相对较高可能与其晾晒过程和环境有关。

如表 8 所示,检测到的 17 种氨基酸总量占粗蛋白的 88.93%(色氨酸属于碱性氨基酸,本试验采用方法为酸解法,因此未检测到色氨酸),达到 11.01%。其中 EAA 含量占 TAA 的 35.97%。谷氨酸含量最高,为 1.34%,医学上认为谷氨酸有改善儿童智力发育的功效,因此金针菇也有智力菇的美称;蛋氨酸和半胱氨酸较少,分别为 0.05% 和 0.37%;赖氨酸含量为 0.63%,基本能够满足动物需要。

如表 9 所示,菌糠中含有多种矿物元素,且均能满足动物的日常需求;其中钙、磷的含量较为丰富;钾和镁的含量也较高,分别达到 1.39% 和 0.56%。

氨基酸	含量
赖氨酸	0.63
必需氨基酸	3.96
总氨基酸	11.01

表 9 金针菇菌糠中矿物质元素含量(风干基础)

项目	含量(mg/kg)
钙	28320
磷	6350
镁	5618
钠	277
氯	2491
钾	13920
铁	855
铜	10.53
锌	58
锰	167

2.3 金针菇菌糠养分表观消化率分析

由表 10 可知,在基础日粮中添加了 15%的金针菇菌糠后,除 Ash 和 Ca 以外的各养分表观消化率均有所提升。试验日粮中 DM、EE 和 NFE 的表观消化率与基础日粮相比差异极显著( $P < 0.01$ ),其中 EE 的消化率提高到 87.48%。而基础日粮中 Ash 和 Ca 的表观消化率相对较高,且两组间 Ca 的消化率存在极显著性差异( $P < 0.01$ )。两种日粮中的 CP 表观消化率分别为 68.82%和 70.11%。P 的表观消化率两组相当,试验组偏高,这可能与食用菌的降解过程有关。两组中 CF、NDF、ADF 的消化率均较低且差异不显著( $P > 0.05$ ),其中试验日粮中三者的消化率分别为 26.40%、33.81%、

31.21%。

如表 11 所示,金针菇菌糠 EE 的消化率为 92.39%,菌糠中 EE 的含量为 5.80%,从而菌糠的消化能较高,为 12.22MJ/kg。而 CP 的表观消化率为 79.62%,表明金针菇菌糠中的蛋白品质较高,易于獭兔吸收。菌糠中 Ca 的消化率较低,但 P 相对较高且远高于饲料中的消化率,为 42.00%,说明与其他原料相比,金针菇菌糠中的磷更易于獭兔消化吸收。CF、NDF、ADF 的消化率分别为 36.51%、44.62%、43.15%,NFE 的消化率为 90.90%,结合表 10 中的 NDF 和 ADF 含量,分析表明菌糠中的半纤维素含量较高且消化率较高。

表 10 饲料中表观消化能及各养分表观消化率(%)

项目	CP	EE	Ash	Ca	P	CF	NDF	ADF	NFE	DM	GE	DE(MJ/kg)
基础日粮	68.82±1.63 <sup>a</sup>	70.60±6.72 <sup>a</sup>	35.89±2.83 <sup>a</sup>	71.93±3.20 <sup>a</sup>	27.00±2.14 <sup>a</sup>	25.15±3.12 <sup>a</sup>	31.11±3.04 <sup>a</sup>	29.27±2.71 <sup>a</sup>	62.61±2.35 <sup>b</sup>	49.30±1.95 <sup>b</sup>	48.43±2.83 <sup>a</sup>	8.28±0.48 <sup>a</sup>
试验日粮	70.11±1.69 <sup>b</sup>	87.48±1.77 <sup>b</sup>	33.89±2.37 <sup>b</sup>	61.98±2.61 <sup>b</sup>	30.30±3.14 <sup>a</sup>	26.40±1.73 <sup>a</sup>	33.81±1.90 <sup>a</sup>	31.21±2.72 <sup>a</sup>	67.49±2.45 <sup>a</sup>	53.55±1.42 <sup>a</sup>	51.47±2.21 <sup>a</sup>	8.91±0.38 <sup>a</sup>

注:在同一列数据的上标中小写字母相同,表示差异性不显著( $P > 0.05$ );小写字母不同,表示差异性显著( $P < 0.05$ );大写字母不同,表示差异性极显著( $P < 0.01$ )。

表 11 金针菇菌糠中表观消化能及各养分表观消化率(%)

项目	CP	EE	Ash	Ca	P	CF	NDF	ADF	NFE	DM	GE	DE(MJ/kg)
菌糠	79.62±19.03	92.39±3.29	77.92±14.39	29.30±9.01	42.00±14.32	36.51±13.84	44.62±4.41	43.15±9.57	90.90±8.26	77.62±2.97	67.80±10.65	12.22±1.92

### 3 讨论

菌糠经食用菌降解后营养成分发生改变,粗纤维含量降低,粗蛋白含量提高,氨基酸水平也有明显改善,仅从营养成分来看,其营养价值一般与谷食类饲料相当,高于糟渣类饲料。但由于培养基组成成分不同,导致其菌糠中的养分含量也存在较大差异。本试验所测定的金针菇菌糠其培养基以玉米芯和米糠为主,这两者本身的营养价值相对较高,因此菌糠的各营养物质含量也相对较丰富。一般金针菇菌糠中 CP 含量为 8.58%~11.94%<sup>[1-4]</sup>,而本试验所得 CP 含量相对较高,为 12.38%。且其中 TAA 含量高达 88.93%,而林忠宁等测定的氨基酸含量仅为 55.29%<sup>[2]</sup>,但 EAA 所占比例相当;金针菇菌糠中含硫氨基酸较少,只有 0.42%,如大量用于产毛和产蛋类畜禽时需额外添加(尤其是蛋氨酸)以满足动物生产需求。CF 含量相对较低,一般为 24.17%~26.08%<sup>[1-4]</sup>。与范文丽所测结果相比,本试验中的灰分含量较高,可能与收集方法有关。与其他食用菌菌糠相比,金针菇菌糠的粗蛋白含量相对较高<sup>[1,3,5]</sup>,与谷食类饲料相当<sup>[6]</sup>,优于一般的糟渣类饲料<sup>[7]</sup>。

獭兔对蛋白质的消化主要通过两个途径,一方面通过胃及小肠中的蛋白酶酶解吸收;未能消化的蛋白质及氨态氮进入盲肠,经微生物作用后改变为菌体蛋

白并在通过食粪被二次消化。由于菌糠中含有一部分由食用菌合成的菌体蛋白,易于直接在小肠内消化吸收,可以省去二次消化环节,从而使日粮中 CP 的消化率由 68.82%提高到 70.11%,金针菇菌糠中的 CP 消化率更是高达 79.62%,与苏双良测定的 7 种粗饲料中苜蓿草粉蛋白消化率相近<sup>[8]</sup>,高于花生秧的消化率<sup>[9]</sup>,表明菌糠中的蛋白质品质相对较高,更适宜獭兔消化吸收。此外,林萌萌等试验表明在育肥牛粗饲料中添加不同比例菌渣也能提高粗蛋白及其他各营养物质的表观消化率<sup>[10]</sup>。

獭兔小肠对 CF 的消化能力并不强,但经微生物分解后可以起到调节肠道内环境,维持盲肠正常菌群的作用,因此 CF 对于成年獭兔具有极为特殊的生理意义。日粮中添加金针菇菌糠后,虽然 CF 含量略有下降,但 CF、NDF 和 ADF 的表观消化率有所提升。而金针菇菌糠中 CF、NDF 和 ADF 的消化率均大于基础日粮,表明菌糠中的纤维结构更有利于獭兔的分解吸收。纤维消化率提高,一方面可能是由于金针菇菌糠中的部分纤维被某些代谢产物作用使其结构组成发生改变,更易分解;另一方面菌糠中含有一定量的纤维素酶和半纤维素酶,也具有一定的分解能力;且冯伟林等研究发现金针菇中的半纤维素酶酶活在成熟期达到最

高,为8.13 U;同一时期中羧甲基纤维素酶酶活也相对较高<sup>[11]</sup>,所以导致金针菇菌糠中纤维的表现消化率高于一般粗饲料。如苏双良测定的花生壳、谷草、青干草、苜蓿草粉的CF、NDF、ADF的消化率分别为14.89%~31.95%、27.77%~42.80%、16.28%~39.94%<sup>[8]</sup>,金针菇菌糠中的表现消化率甚至优于苜蓿草粉。

表现消化能是忽略动物消化道新陈代谢后得到的粗略消化能,是具有生理学意义的有效能。张潇月等测定的糟渣饲料中表现消化能最高的是木薯渣,为11.09MJ/kg,消化能最低的蘑菇渣只有3.63MJ/kg<sup>[7]</sup>。玉米和小麦的表现消化能分别为11.29、11.19MJ/kg<sup>[6]</sup>,粗饲料的表现消化能一般为6~10MJ/kg<sup>[8]</sup>。本试验中金针菇菌糠的GE表现消化率为67.80%,表现消化能为12.22 MJ/kg,对比可知,金针菇菌糠的消化能高于一般饲料原料。这与金针菇菌糠中EE、CP和NFE有关,其中EE和NFE的消化率分别高达92.39%、90.90%。脂肪、蛋白、淀粉是供给獭兔能量的重要来源,提高其消化率可以一定程度提高消化能值。DM表现消化率代表了饲料平均的消化水平,獭兔对DM的消化率因饲料种类不同而存在较大差异。一般獭兔对粗饲料的DM消化率只有20%~60%,且CF含量越高其消化率越低<sup>[8]</sup>,能量饲料可以达到60%~70%<sup>[6]</sup>,而金针菇菌糠DM消化率为77.62%,表明菌糠中营养物质的整体消化性较好。饲料中动物最适宜的钙磷比一般为2:1,但金针菇菌糠中钙含量较高,钙磷比例失衡导致獭兔对钙的消化率较低,只有29.30%。但磷的消化率相对较高,为42.00%,这可能是由于菌糠中含有一定活性的植酸酶,能够降解饲料中的植酸磷,促进獭兔对磷的吸收利用。冯伟林等研究显示随着金针菇子实体的成熟,酸性磷酸酶活性逐渐增强<sup>[11]</sup>。

#### 4 结论

本试验测定了金针菇菌糠各营养物质的含量且确定了獭兔对其营养物质的表现消化率及其表现消化能,结果表明獭兔对金针菇菌糠具有较强的消化能力,尤其是对DM、CP、EE和NFE的消化能力极强,且对金针菇菌糠CF、ADF、NDF的消化能力也优于一般粗饲料,说明其具有较高的营养价值,适合作为獭兔饲料来使用。

#### 参考文献:

- [1] 孙召伟,邢力,王宇,等.五种菇类菌糠营养成分的比较研究[J].黑龙江农业科学,2014(09):32-33.
- [2] 林忠宁,陈敏健,刘明香,等.金针菇脚和菌糠的氨基酸含量测定及营养评价[J].食药菌,2012(01):56-59.
- [3] 张红娟,张朝阳,胡煜.三种常见食用菌菌糠营养成分分析及其对鸡腿菇菌丝生长的影响[J].陕西农业科学,2014(10):11-13.
- [4] 赵晓丽,刘学铭,陈智毅,等.金针菇菌糠不同部位营养成分比较[J].食用菌学报,2012(04):21-24.
- [5] 宫福臣,张东雷,张玉铎,等.平菇菌糠饲料的营养价值与安全性评估分析[J].中国畜牧兽医,2012(11):86-89.
- [6] 陈丹丹.四种家兔非常规能量饲料营养价值评定[D].河北农业大学,2014.
- [7] 张潇月.家兔五种非常规糟渣类饲料的营养价值评定[D].河北农业大学,2014.
- [8] 苏双良.七种家兔常用粗饲料的营养价值评定[D].河北农业大学,2012.
- [9] 马佳,郭东新,田河,等.花生秧在肉兔中的表现消化能和主要养分消化率的评定[J].饲料工业,2010(21):62-64.
- [10] 林萌萌,郑爱华,刘玉.日粮添加不同比例的菌渣对育肥牛养分表现消化率的影响[J].中国牛业科学,2015(01):34-36.
- [11] 冯伟林,蔡为明,金群力,等.金针菇生长发育期间相关胞外酶的活性变化研究[J].浙江农业学报,2012(03):430-433.■

### 世界各国兔业专业网站链接(二)

- Suomen Kaniyhdistys ry (<http://www.kaniyhdistys.com/>)
- Dvaergkanin.dk (<http://www.dvaergkanin.dk/>)
- Angoraland (<http://www.angoraland.dk/>)
- Ringkebing-Ulfborg-Vemb Kaninavlerforening (<http://www.ruvk.dk/>)
- Kaniner.Info (<http://www.kaniner.info/>)
- NightMary's (<http://www.clover-club.net/nightmarys/>)