

金针菇菌糠饲用价值评价

崔嘉¹ 郭佳伟¹ 忻龙祚² 樊长林³ 谷子林¹ 陈宝江¹

1. 河北农业大学动物科技学院, 河北保定 071000
2. 河北北方学院植物科学系, 河北张家口 075000
3. 保定市动物检疫队, 河北保定 071001

摘要 研究以金针菇菌糠(主要培养基为玉米芯、米糠及麦麸)作为研究对象,评价其安全性和饲用价值。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,化学分析法测定养分含量并通过消化试验测定獭兔对金针菇菌糠的养分表观消化率。结果显示,金针菇菌糠细菌、沙门菌及霉菌总数分别为11.8万、0及25000个/g;黄曲霉毒素 B_1 (AFB_1)、玉米赤霉烯酮(ZEN)和呕吐毒素(DON)含量分别为0.029、0.205及0.077 g/t;重金属铅(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)和铬(Cr)的含量分别为0.26、0、0、0.02和0.54 mg/kg,各项指标均符合饲料卫生标准。金针菇菌糠蛋白质(CP)、粗脂肪(EE)、无氮浸出物(NFE)、粗纤维(CF)、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量分别为12.38%、5.80%、20.26%、41.46%、59.47和29.86%;獭兔对金针菇菌糠中EE、CP、NFE、CF、NDF和ADF的表观消化率分别为92.39%、79.62%、90.90%、36.51%、44.62%和43.15%,表观消化能为12.22 MJ/kg。综上所述,金针菇菌糠可作为饲料使用,对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 816.4 文献标志码: A 文章编号: 1002-2813 (2017) 09-0037-05

DOI 编号: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2017.09.010

随着畜牧业的发展,我国饲料资源日益紧缺,开发地源性非常规饲料资源成为重要途径之一。近年来,我国人民的生活质量水平日益提高,饮食结构逐渐改变,对食用菌的需求逐年增加,使得食用菌产业飞速发展,每年约可产生5800万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。为更好开

发和利用菌糠这一庞大资源,使其在养殖中的使用更加规范合理,试验对菌糠的安全性及其对獭兔的饲用价值进行综合评价。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 金针菇菌糠

由河北省张家口市食用菌厂提供,培养基组成见表1。

表1 金针菇培养基组成 %

培养基组成	含量
玉米面	5.50
玉米芯	43.75
米糠	32.50
麦麸	17.25
石膏	1.00

收稿日期: 2017-01-05

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; 沧州市科技局项目: 地源性特色饲料资源固态发酵增值技术研究与产品开发

第一作者: 崔嘉, 硕士, 研究方向为单胃动物营养。

通信作者: 陈宝江, 博士, 教授, 研究方向为动物营养与饲料科学。

1.1.2 菌糠样品采集及制备

按照总袋数的 10.00% 随机抽取样品, 将所取样品充分混匀, 粉碎, 保存备用。

1.2 试验日粮及动物分组

消化试验选取 20 只(70±5) 日龄平均体质量为 (1.70±0.035) kg 的白色獭兔, 公母各半。随机分成 2 处理组, 每处理组 5 个重复, 每重复 2 只獭兔。对照组饲喂基础日粮(BD), 试验组饲喂试验日粮(ED)。基础日粮饲料组成及营养水平见表 2, 试验日粮以 15.00% 金针菇菌糠替代基础日粮。

表 2 消化试验基础日粮组成及营养水平(风干基础)

日粮组成	含量/%	营养水平	含量
玉米	15.00	总能/(MJ·kg ⁻¹)	17.09
豆粕	17.00	干物质/%	92.37
麦麸	20.00	粗蛋白质/%	16.12
次粉	5.00	粗纤维/%	28.89
花生皮	10.00	中性洗涤纤维/%	42.06
花生秧	31.00	酸性洗涤纤维/%	32.34
石粉	1.00	粗脂肪/%	1.69
食盐	0.50	粗灰分/%	10.52
赖氨酸	0.10	钙/%	1.64
蛋氨酸	0.10	磷/%	0.40
兔用预混料	0.30		

1.3 试验方法

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 07:00 和 15:00。

试验分为预试期和正试期, 预试期 10 d, 正试期 7 d。于试验正试期开始时记录每重复的初始料质量, 用以计算每天的摄入量, 确保期间饲料充足。消化试验采用全收粪法, 试验正试期间每天上午于饲喂前收集粪便, 称质量后混匀, 将兔粪分成 2 份, 其中 1 份用质量分数为 10.00% 的盐酸溶液处理, 粪样收集完后放入 -20 °C 冰箱保存待测。试验正试期结束后称量并记录剩余料质量, 收集饲料样品。

将 7 d 收集的所有粪便按重复混合, 于烘箱中

(65±5) °C 烘干 48 h, 然后回潮 24 h 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

1.4.1 有害菌检测

检测沙门菌、霉菌和细菌总数。

1.4.2 毒素检测

检测黄曲霉毒素 B₁(AFB₁)、玉米赤霉烯酮(ZEN) 和呕吐毒素(DON) 含量。

1.4.3 有害矿物质检测

检测铅(Pb)、汞(Hg)、铬(Gr)、镉(Cd) 和砷(As) 含量。

1.4.4 养分检测

检测干物质(DM)、粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗灰分(Ash)、钙(Ca)、总磷(TP)、粗纤维(CF)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、总能、氨基酸及微量元素含量。

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试验兔场进行。

1.6 数据处理

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:

$$D_A = 100 \times (A_1 - A_0) \div F - A_0$$

$$F = C_1 \times f \div [C_1 \times f + C_0(1 - f)]$$

式中: D_A 为菌糠中养分 A 的表观消化率; A₀ 和 A₁ 分别为 BD 和 ED 中养分 A 的表观消化率; C₀ 和 C₁ 分别为 BD 和菌糠中养分 A 的含量; f 为菌糠占 ED 的比例; F 为菌糠提供养分 A 占 ED 中养分 A 的比例。

1.7 统计分析

试验原始数据用 Excel 软件进行简单计算处理, 用 SPSS 20.0 软件进行均值比较及差异性检验, 数据结果以平均数 ± 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 金针菇菌糠安全性评价

从表 3 可见, 每克金针菇菌糠中的细菌总数约 11.8 万、霉菌总数 25 000 及沙门菌总数 0 个/g, 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 和玉米赤霉烯酮，二者在菌糠中的质量浓度分别为 0.029 和 0.205 g/t，均在国家安全范围内，但仍具有一定风险，需严格控制；呕吐毒素含量仅为 0.077 g/t，远低于国家标准。

表 3 金针菇菌糠中有害微生物及毒素含量

参数	含量	国家标准
微生物		
细菌总数/(个·g ⁻¹)	118 000	1 000 000
沙门菌/(个·g ⁻¹)	0	0
霉菌总数/(个·g ⁻¹)	25 000	50 000
毒素		
黄曲霉毒素 B ₁ /(g·t ⁻¹)	0.029	0.050
玉米赤霉烯酮/(g·t ⁻¹)	0.205	0.500
呕吐毒素/(g·t ⁻¹)	0.077	1.000

从表 4 可见，金针菇菌糠中铅、砷、汞、镉和铬含量分别为 0.26、0、0、0.02 和 0.54 mg/kg，远低于国家饲料标准。

表 4 金针菇菌糠重金属含量 mg/kg

重金属	含量	国家标准
铅	0.26	8.00
砷	0	10.00
汞	0	0.10
镉	0.02	0.50
铬	0.54	10.00

2.2 金针菇菌糠营养价值分析

从表 5 可见，金针菇菌糠和麸皮总能相当，菌糠中的 DM 含量较高，麸皮中 CP 含量较高，为 15.04%，菌糠中 CP 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 CF、NDF 和 ADF 含量较高，分别为 20.26%、59.47% 和 29.86%，通过计算可知，二者间半纤维素含量相当。菌糠和麸皮中 Ash 含量分别为 12.33% 和 3.85%，菌糠中含量相对较高可能与其晾晒过程和环境有关。

表 5 金针菇菌糠各营养物质含量(风干基础) %

原料	干物质/ %	总能/ (MJ·kg ⁻¹)	粗灰分/ %	钙/ %	磷/ %	粗脂肪/ %	粗蛋白/ %	粗纤维/ %	中性洗涤 纤维/%	酸性洗涤 纤维/%	无氮浸 出物/%
菌糠	92.23±0.280	18.024±0.12	12.33±0.010	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《饲料原料营养价值表》中值。

从表 6 可见，检测到的 17 种氨基酸总量占 CP 的 88.93%(色氨酸属于碱性氨基酸，试验采用方法为酸解法，因此未检测到色氨酸)，达到 11.01%。其中必需氨基酸(EAA)含量占总氨基酸(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。

表 6 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
赖氨酸	0.63
必需氨基酸	3.96
总氨基酸	11.01

从表 7 可见，菌糠中含有多种矿物元素，且均能满足动物的日常需求；其中钙和磷的含量较为丰富；钾和镁的含量也较高，达 1.39% 和 0.56%。

表7 金针菇菌糠中矿物质元素含量(风干基础) mg/kg

矿物质元素	含量
钙	28 320.00
磷	6 350.00
镁	5 618.00
钠	277.00
氯	2 491.00
钾	13 920.00
铁	855.00
铜	10.53
锌	58.00
锰	167.00

2.3 金针菇菌糠养分表观消化率分析

从表8可见,金针菇菌糠EE的消化率为92.39%,因菌糠中EE的含量为5.80%,从而菌糠的消化能较高,为12.22 MJ/kg。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。菌糠中钙的消化率较低,但磷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和ADF的消化率分别为36.51%、44.62%和43.15%,NFE的消化率为90.90%,结合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。

3 讨论

食用菌培养基原料经食用菌降解后营养成分发生改变,CF含量降低,CP含量升高,氨基酸水平也有明显改善,仅从营养成分方面来看,其营养价值一般与谷食类饲料相当,高于糟渣类饲料。但由于培养基组成不同,导致其菌糠中的养分含量也存在较大差异。试验所测定的金针菇菌糠其培养基以玉米芯和米糠为主,二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%^[1-4],而试验所得CP含量相对较高,为12.38%。且其中

总氨基酸含量高达88.93%。林忠宁等^[2]测定的氨基酸含量仅为55.29%,但必需氨基酸所占比例相当;金针菇菌糠中含硫氨基酸较少,仅有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%^[1-4]。与范文丽等^[5]所测结果相比,试验中的Ash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CP含量相对较高^[1-3,6],与谷食类饲料相当^[7],优于一般的糟渣类饲料^[8]。

獭兔对CP的消化主要通过2个途径,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^[9]测定的7种粗饲料中苜蓿草粉CP消化率相近,高于花生秧的消化率^[10],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^[11]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。

獭兔小肠对CF的消化能力并不强,但经微生物分解后可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,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;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

表8 金针菇菌糠中表观消化能及各养分表观消化率

粗蛋白/ %	粗脂肪/ %	灰分/ %	钙/ %	磷/ %	粗纤维/ %	中性洗涤 纤维/%	酸性洗涤 纤维/%	无氮 浸出物/%	干物质/ %	总能/ %	消化能/ (MJ·kg ⁻¹)
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



力。冯伟林等^[12]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,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。苏双良^[9]测定的花生壳、谷草、青干草及苜蓿草粉的 CF、NDF 及 ADF 的消化率分别为 14.89%~31.95%、27.77%~42.80%及 16.28%~39.94%,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^[8]测定的糟渣饲料中表现消化能最高的是木薯渣,为 11.09 MJ/kg,消化能最低的蘑菇渣只有 3.63 MJ/kg。玉米和小麦的表现消化能分别为 11.29 和 11.19 MJ/kg^[7],粗饲料的表现消化能一般为 6.00~10.00 MJ/kg^[9]。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% 和 90.90%。EE、CP 和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^[9],能量饲料可达到 60%~70%^[7],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^[12]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。

4 小结

金针菇菌糠是一种养分含量相对均衡及安全性较好的特色非常规饲料资源,生物学价值较高,适

合作为獭兔一类草食或反刍动物饲料使用。

参考文献

- [1]孙召伟,邢力,王宇,等.5种菇类菌糠营养成分的比较研究[J].黑龙江农业科学,2014(9):32-33.
- [2]林忠宁,陈敏健,刘明香,等.金针菇菌脚和菌糠的氨基酸含量测定及营养评价[J].食药菌,2012(1):56-59.
- [3]张红娟,张朝阳,胡煜.3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(4):21-24.
- [5]范文丽,李天来,代洋,等.杏鲍菇、香菇、金针菇、蛹虫草、滑菇及平菇菌糠营养分析评价[J].沈阳农业大学学报,2013(5):673-677.
- [6]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.
- [7]陈丹丹.4种家兔非常规能量饲料营养价值评定[D].保定:河北农业大学,2014.
- [8]张潇月.家兔5种非常规糟渣类饲料的营养价值评定[D].保定:河北农业大学,2014.
- [9]苏双良.7种家兔常用粗饲料的营养价值评定[D].保定:河北农业大学,2012.
- [10]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.
- [11]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(1):34-36.
- [12]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(3):430-433.

通信地址:河北省保定市南市区乐凯南大街
2596号河北农业大学西校区动物科
技学院 071000