

文献著录格式: 丁琳, 刘志强, 杨金勇, 等. 食用菌发酵对油菜秸秆多元化饲料营养品质的影响 [J]. 浙江农业科学, 2018, 59 (6): 1033-1035.

DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20180652

食用菌发酵对油菜秸秆多元化饲料营养品质的影响

丁琳¹, 刘志强², 杨金勇¹, 何家梁³, 王伟林⁴

(1. 浙江省畜牧技术推广总站, 浙江 杭州 310021; 2. 浙江大学, 浙江 杭州 310021;

3. 湖州市畜牧兽医局, 浙江 湖州 313001; 4. 湖州南元里生态农业科技有限公司, 浙江 湖州 313012)

摘要: 为提升油菜秸秆饲料化利用营养水平, 本研究选择3种不同食用菌, 对油菜秸秆与芦笋茎叶、玉米秸秆、象草按不同比例混合的饲料进行发酵试验并优化工艺。结果表明, 优化后最佳工艺是食用菌选取榆黄蘑, 油菜秸秆与象草以1:2比例混合, 含水量60%。经过优化后加工工艺加工的油菜秸秆, 粗蛋白占比提高至8.8%, 粗纤维含量下降至32.1%。使用该混合饲料饲喂湖羊, 料重比达到3.38, 经济效益较对照组提高5.5%。食用菌发酵明显提升油菜秸秆的感官性能和营养水平, 为克服油菜秸秆饲料化利用难题带来新的技术突破。

关键词: 油菜秸秆; 食用菌; 发酵; 饲料; 湖羊

中图分类号: S816

文献标志码: A

文章编号: 0528-9017(2018)06-1033-03

浙江省各种作物秸秆年产量达1 150万t, 其中油菜秸秆占23.7%。油菜秸秆质地坚硬, 消化性差, 含有较高蜡质、硅酸盐, 细胞壁结晶度高, 木质素与纤维素之间镶嵌形成坚固酯键结构, 导致动物对其消化率极低, 适口性差。为克服油菜秸秆饲料化利用难题, 常见的处理方法有氨化法^[1]、青贮法^[2-3]和益生菌发酵法^[4], 这些方法可将油菜秸秆处理成为可食用的饲料原料, 但仍无法改变油菜秸秆纤维素和木质素利用难、营养性低的问题。

本研究以油菜秸秆为主, 经与玉米、芦笋茎叶及象草等秸秆多元混合, 先进行EM菌快速发酵, 然后再裹包进行选择性的食用菌发酵处理。通过饲喂湖羊实验, 探索不同食用菌发酵对油菜秸秆营养化利用产品质量的影响, 为提升油菜秸秆营养价值、开发优质饲料资源提供新途径。

1 材料与方法

1.1 材料

油菜秸秆、芦笋茎叶、玉米秸秆、象草均为本地种植成熟的秸秆; EM菌购自北京中农生物科技有限公司。试验羊体重25 kg左右, 购自正大畜牧有限公司。平菇、榆黄蘑、大球盖菇等3种固体成熟菌种(袋)由食用菌生产厂提供。

1.2 秸秆发酵

1.2.1 处理设计

按正交 L_9 试验(3^4)方案设9个处理组合。A为油菜秸秆中添加其他秸秆的品种, B为油菜秸秆与其他秸秆含量之比, C为添加菌种(袋), D为含水量。1~3水平, A分别为芦笋茎叶、玉米秸秆和象草, B分别为1.0:0.5、1.0:1.0和0.5:1.0, C分别为平菇、榆黄蘑和大球盖菇, D分别为60%、63%和66%。

秸秆晒干、粉碎, 按表1方案混合后添加EM菌活化菌液(1 kg液体EM加1 kg红糖、20 kg纯净水置于密封塑料桶中, 常温培养2~3 d), 每1 000 kg粉碎秸秆加入活化的EM菌液20 L后, 用清水调整混合料含水量至60%左右。秸秆发酵堆宽1.2 m, 高0.8 m, 发酵7 d。在堆料25 cm处选取三点插入温度计, 每天上午(8:00)、中午(12:00)、下午(16:00)测堆料的温度, 取平均值为当天堆料的实际温度。堆料发酵结束用碳酸氢钠调整pH至6.5、水分含量60%~66%, 加入5%的食用菌种, 用塑料薄膜裹包机打包进行发酵至包内长满菌丝。

1.2.2 营养成分测定

发酵前、后秸秆pH值采用浸提法测定, 粗蛋

收稿日期: 2018-03-21

基金项目: 浙江省农业厅“三农六方”项目 [CTZB-F150922AWZ-SNY1 (2)]

作者简介: 丁琳(1990—), 女, 助理畜牧师, 从事畜牧技术推广工作, E-mail 731091682@qq.com。

白 (CP) 含量采用凯氏定氮法, 粗纤维 (CF) 含量按照 GB/T 6434—2006 标准方法进行测定, 氨基酸含量测定按照 GB/T 18246—2000 标准方法采用氨基酸分析仪测定。

1.3 动物饲养

1.3.1 日粮与营养

实验日粮以油菜秸秆为主, 经与 3 种不同秸秆混配先进行 EM 高温发酵再与不同食用菌发酵经干燥粉碎为粗料, 与补充精料混合。饲料中, 精料含量占 30%, 粗料含量占 70%, 混合均匀后制成 8 mm 颗粒料备用。

1.3.2 饲养管理

实验开始前, 对羊圈舍内的地面、围栏、料槽、水槽等设施 and 器具进行消毒。实验过渡期间, 用左旋咪唑对羊进行体内驱虫 ($5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 并注射羊痘、口蹄疫和羊三联四防疫苗。试验设 9 个处理组合, 每个处理组合 3 个重复, 1 栏为 1 个重复。预饲 5 d, 正式饲喂 40 d。按羊场常规方法进行饲喂, 每日喂料 2 次, 自由饮水, 同时每栏放置羊舔砖。

每栏投料以吃饱少剩料为原则, 记录每天的投喂量和残渣量, 计算采食量。

1.3.3 生产性能指标测定

试验期开始与结束时, 羊空腹称重, 计算实验期总增重及日增重, 计算采食量及料重比。

1.4 数据统计

采用 Excel 2007 和 SPSS 16.0 对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 秸秆 EM 菌堆料发酵温度

表 1 结果表明, EM 菌堆料发酵温度 24 h 即达到 $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 且平均都超过 3 d 以上, 与孙俊丽等^[5]研究一致。堆料温度 $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上保持 3 d 可以达到杀灭病原体和有害微生物的效果。不同秸秆组合发酵堆温度不同, 油菜秸秆与象草组合升温最高可达 $77 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 平均温度达到 $64.56 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。王力群等^[6]研究发现, 牛粪堆料发酵 $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时检测到的高温细菌有 31 种, 放线菌 13 种, 不常见的霉菌 2 种。细菌和放线菌的首选营养物为蛋白质及其水解产物。象草秸秆较芦笋茎叶和玉米秸秆, 含有较高的蛋白质和多种氨基酸, 适宜产热菌生长。秸秆的 EM 菌堆料发酵过程起到了较好的高温杀菌效果, 为下一步食用菌发酵提供了有利条件。

表 1 各处理秸秆 EM 菌堆料的发酵温度

处理	发酵天数/d							平均值/ $^{\circ}\text{C}$
	1	2	3	4	5	6	7	
1	35	45	55	57	60	46	33	47.29
2	34	50	61	63	66	51	32	51.05
3	43	53	68	70	62	55	31	54.57
4	48	52	65	68	60	51	32	53.68
5	53	58	62	70	67	52	31	56.04
6	51	55	65	72	68	61	32	57.71
7	55	61	66	70	65	52	36	57.86
8	52	68	73	71	61	56	40	60.10
9	58	66	77	76	68	62	44	64.56

2.2 油菜秸秆多元化发酵饲养效果

表 2 结果表明, 油菜秸秆与象草秸秆混合后制成的饲料, 湖羊增重效果较好; 秸秆混合以 0.5:1.0 效果最好; 榆黄蘑发酵秸秆能力好于另外 2 个食用菌品种; 原料混合后的含水量 60% 食用菌发酵秸秆效果最好。秸秆最佳发酵方案为选用榆黄蘑, 发酵原料含水量 60%, 油菜秸秆与象草混合效果最佳, 秸秆比例为油菜: 象草为 0.5:1.0。

表 2 各处理组合湖羊的饲养效果

处理 编号	因素水平				增重/ kg
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	5.66 ± 0.45
2	1	2	2	2	5.92 ± 0.68
3	1	3	3	3	5.52 ± 0.84
4	2	1	2	3	6.56 ± 0.77
5	2	2	3	1	5.44 ± 0.15
6	2	3	1	2	5.66 ± 0.23
7	3	1	3	2	5.16 ± 0.61
8	3	2	1	3	5.66 ± 0.26
9	3	3	2	1	7.16 ± 0.58
k_1	17.10	17.38	16.98	18.26	
k_2	17.66	17.02	19.64	16.74	
k_3	17.98	18.34	16.12	17.74	
R	0.88	1.32	3.52	1.52	

2.3 发酵饲料的营养成分

表 3 结果表明, 不同食用菌发酵秸秆营养变化较大, 与不发酵对照比, 榆黄蘑发酵组秸秆粗蛋白含量提高较发酵前提高 2.0 倍, 达到 8.8%; 粗纤维下降 43.8%。榆黄蘑发酵组秸秆营养远高于大球盖菇和平菇发酵组。

食用菌发酵油菜秸秆多元饲料富含 15 种氨基酸, 其中必需氨基酸有 6 种。氨基酸总量以榆黄蘑处理组最高, 其次是大球盖菇处理组和平菇处理组, 对照组最低。食用菌发酵秸秆营养不仅取决于选用不同的秸秆资源和适合的混合配比, 还取决于选用什么品种的食用菌。

表3 油菜秸秆与象草混合物发酵前、后营养成分含量

处理	粗纤维	粗蛋白	天门冬氨酸	谷氨酸	苏氨酸	甘氨酸	丝氨酸	丙氨酸	酪氨酸	缬氨酸	苯丙氨酸	赖氨酸	异亮氨酸	组氨酸	亮氨酸	精氨酸	脯氨酸
大球盖菇	34.0	4.2	0.68	0.95	0.35	0.46	0.33	0.45	0.09	0.38	0.34	0.30	0.23	0.09	0.48	0.30	0.30
榆黄蘑	32.1	8.8	0.96	1.57	0.39	0.50	0.44	0.57	0.12	0.52	0.44	0.31	0.31	0.12	0.65	0.66	0.31
平菇	39.0	4.4	0.39	0.55	0.20	0.27	0.19	0.28	0.07	0.23	0.20	0.18	0.15	1.00	0.29	0.20	0.18
对照	57.1	2.9	0.23	0.27	0.10	0.12	0.10	0.14	0.02	0.12	0.11	0.10	0.07	0.03	0.13	0.24	0.06

2.4 湖羊增重情况

表4结果表明,各组试羊初始体重不显著;经过40 d的饲喂,试羊体重不同程度有增重表现。处理9中湖羊日增重高达179 g。处理2、4、9湖羊日增重较大,这3组所用秸秆组合不同,但发酵菌种均为榆黄蘑,表明榆黄蘑分解秸秆能力优于另外2种食用菌。

表4 各处理湖羊的增重情况

处理	始重/ kg	末重/ kg	总增重/ kg	日增重/ (g·d ⁻¹)
1	25.77	31.43	5.66	141.5
2	25.66	31.58	5.92	148.0
3	26.22	31.74	5.52	138.0
4	25.84	32.40	6.56	164.0
5	26.88	32.32	5.44	136.0
6	25.76	31.42	5.66	141.5
7	25.77	30.93	5.16	129.0
8	25.16	30.82	5.66	141.5
9	26.45	33.61	7.16	179.0

2.5 经济效益

表5结果表明,处理9、4饲料成本较低,约为1.275元·kg⁻¹(每kg饲料中精料补充料成本0.855元,粗料成本0.42元)。该养殖场原有颗粒饲料成本为1.350元·kg⁻¹(每1kg饲料中精料补充料成本0.680元,粗料成本0.67元)。在饲料中添加食用菌发酵油菜秸秆,可降低饲料成本,提高饲养经济效益。处理9料重比最低,是最优的油菜秸秆饲料加工方式。

表5 各处理湖羊的料重比

处理	投料量/ kg	余料量/ kg	采食量/ kg	日均增重量/ (g·d ⁻¹)	料重比
1	2.58	1.75	0.82	141.5	5.83
2	2.61	2.03	0.57	148.0	3.88
3	2.56	1.77	0.79	138.0	5.76
4	2.50	1.92	0.58	164.0	3.53
5	2.53	1.74	0.78	136.0	5.76
6	2.46	1.77	0.69	141.5	4.87
7	2.42	1.89	0.53	129.0	4.13
8	2.52	1.97	0.55	141.5	3.92
9	2.50	1.90	0.61	179.0	3.38

3 讨论

本试验获得食用菌发酵油菜秸秆关键工艺是:油菜秸秆与象草结合,油菜秸秆:象草为0.5:1.0;先进行EM菌高温发酵50℃保持3d,然后再调整原料含水量60%,pH值6.3~6.5,加入5%的榆黄蘑食用菌固体菌种,拌均后裹包发酵至包内长满菌丝为止。打开发酵菌包烘干至水分20%为粗饲料,加入成品羊饲料补充精料,其中,精料:粗料为3:7,混合均匀后用8mm颗粒饲料机制成颗粒料,即为油菜秸秆多元化发酵饲料。经40d成品羊饲喂结果表明,料重比3.38,饲料经济效益提高5.5%。食用菌发酵油菜秸秆饲料营养化水平明显提高,与不发酵秸秆相比,发酵后油菜秸秆饲料富含15种氨基酸,动物必需氨基酸有6种,CP提高2.0倍达到8.8%;CF下降43.8%至32.1%。试验从多个方面证明食用菌发酵油菜秸秆营养化水平得到显著提高,不仅取决于油菜秸秆与不同秸秆资源的混合配比,还取决于发酵选用的食用菌品种。食用菌发酵为提升油菜秸秆饲料营养化水平提供了新的技术方法。但若作为成熟的商品饲料,还要在精细化加工方面进行深一步的理论研究。

参考文献:

- [1] 孟春花,乔永浩,钱勇,等. 氨化对油菜秸秆营养成分及山羊瘤胃降解特性的影响[J]. 动物营养学报,2016,28(6): 1796-1803.
- [2] 乌兰,马伟杰,义如格勒图,等. 油菜秸秆饲用价值分析及其开发利用[J]. 畜牧与饲料科学,2010,19(6): 421-422.
- [3] 郑会超,杨金勇,吴建良,等. 青贮芦笋茎叶饲喂生长湖羊的效果[J]. 浙江农业科学,2015,56(11): 1886-1887.
- [4] 杨德志,阳德华,陈超,等. 微生物发酵对油菜秸秆营养品质的影响[J]. 贵州畜牧兽医,2012,36(1): 14-17.
- [5] 孙俊丽,王顺利,刘克锋,等. 牛粪堆肥高温发酵微生物分离及堆肥效果[J]. 安徽农业科学,2010,38(35): 20057-20059.
- [6] 王立群,张晓东,吴邵萍,等. 禽粪好氧堆肥发酵高温阶段微生物的分离及其作用[J]. 东北农业大学学报,2008,39(2): 204-206.

(责任编辑:万晶)