

复合益生菌发酵饲料对肥育猪消化与生产性能的影响

刘瑞丽^{1,2},李 龙²,陈小莲^{2,3},卢永红^{1,4},徐建雄^{2,3*}

(¹上海海洋大学水产与生命学院,上海 201306;²上海交通大学农业与生物学院,上海 200240;

³上海市兽医生物技术重点实验室,上海 200240;⁴上海市农业科学院畜牧兽医研究所,上海 201106)

摘 要: 为了研究非常规饲料经复合益生菌发酵对肥育猪生产与消化性能的影响,选择 65 kg 左右的三元杂交猪(杜×长×大)75 头,随机分成 5 组,每组 15 头,进行饲养试验。结果表明:非常规饲料经益生菌发酵后,饲料本身的品质得到了改善;生长肥育猪饲喂益生菌发酵非常规日粮后,各组均有提高肥育猪日增重的趋势,与对照组相比,发酵 1 组提高肥育猪日采食量 7.13%,降低料肉比 3.22%,差异均不显著;复合益生菌发酵后,各组饲料干物质、有机物、粗蛋白、粗纤维和磷的表观消化率均有极显著提高。复合益生菌发酵饲料可显著提高饲料各营养素的表观消化率,提高肥育猪的日采食量和日增重,改善料肉比,并减少环境污染。

关键词: 复合益生菌;发酵饲料;肥育猪;生产性能;消化性能

中图分类号: S816.3 文献标识码: A

The effects of complex probiotics fermented feed on digestion and performance of finishing pigs

LIU Rui-li^{1,2}, LI Long², CHEN Xiao-lian^{2,3}, LU Yong-hong^{1,4}, XU Jian-xiong^{2,3*}

(¹School of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

²School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;

³Shanghai Key Laboratory of Veterinary Biotechnology, Shanghai 200240, China;

⁴Animal Husbandry and Veterinary Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106, China)

Abstract: To study the effects of unconventional complex probiotics fermented feed on the performance and digestion of finishing pigs, 75 three-way cross pigs (Duroc × Landrace × Large Yorkxia) weighing about 65 kg were randomly divided into 5 groups, each group having 15 pigs. The experiments showed that after fermented by probiotics the unconventional feed improved in quality; Fed on the unconventional complex probiotics fermented feed, the finishing pigs of each group presented a trend to improve the daily gain; In comparison with the control group, Group 1 fed on the unconventional probiotics fermented feed with a normal protein level increased the daily feed intake by 7.13% but decreased by 3.22% in feed/meat ratio, though their differences were not significant ($P > 0.05$); Feeding on the complex probiotics fermented feed very significantly improved the apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, crude fiber and total phosphorus ($P < 0.01$). It was concluded that using the complex probiotics fermented feed could significantly improve the apparent digestibility of every nutrient of feed, increase the daily feed intake and daily gain of the finishing pigs, and improve the feed conversion ratio, thus decreasing the environmental pollution.

Key words: Complex probiotics; Fermented feed; Finishing pig; Performance; Digestion

我国养殖业发展突飞猛进,规模化、集约化的商品养殖业发展迅速,据报道,畜禽养殖规模和产值每

收稿日期:2010-04-27 初稿;2011-07-27 二改稿

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2006BAD1206)资助

作者简介:刘瑞丽(1983-),女,在读硕士,研究方向:动物营养与饲料科学。E-mail:rui527@163.com

* 通讯作者, E-mail:jxxu1962@sjtu.edu.cn

年的递增速度超过 10%^[1]。粮食一直占常规猪饲料的 80%^[2],随着我国人口持续增长,耕地面积不断减少,使得人畜共粮问题日益凸显出来。为了缓解粮食危机,寻找新的饲料资源,很多专家提倡采用非常规饲料。非常规饲料种类多、分布广且价格低,但营养价值低,营养成分不平衡,适口性差,而且多数含有抗营养因子或有毒物质,必须经过处理才能直接使用或限制用量^[3,4]。在生产中,一般采用水解、膨化、酶化和微波处理等方法处理非常规饲料,由于加工技术不成熟,部分加工方式破坏了饲料的营养价值,另外,还存在加工方式成本高,能耗大,使产品缺乏竞争力^[5,6]。

目前,采用益生菌进行发酵的研究鲜见报道。益生菌又称益生菌、利生菌、活菌制剂或微生态制剂,它是最先被提出的抗生素替代品^[7]。益生菌能促进寄主肠道内微生物菌群的平衡,从而赋予寄主许多有益效果。本研究采用由乳酸菌、芽孢杆菌、酵母菌等多种益生菌组成的复合益生菌发酵液发酵非常规饲料,并用于饲养试验,通过探讨复合益生菌发酵饲料对肥育期肉猪的生长及消化性能的影响,寻求提高非常规饲料利用率的有效方法,以期解决人畜共粮和养殖带来的环境污染等问题。

1 材料与方 法

1.1 试验动物与分组

选择日龄相近,体重在 65 kg 左右,体重无显著差异的三元杂交猪(杜×长×大)75 头,随机分成 5 组,每组 15 头,每组隔离饲养。

1.2 试验日粮

1.2.1 日粮组成

各组的日粮组成及营养水平见表 1。对照 1 组为玉米豆粕型常规日粮组,对照 2 组为非常规日粮组,发酵 1 组为正常蛋白水平的非常规日粮发酵组,发酵 2 组为低蛋白水平的非常规日粮发酵组,发酵 3 组为在发酵 2 组基础上添加了赖氨酸以维持氨基酸平衡;非常规日粮组的蛋白质除了来自豆粕外,主要由酒糟粉、菜籽粕和血粉提供。所有发酵组日粮中均不添加任何抗生素和抗菌药物。试验中,发酵组先将酒糟粉、菜籽粕和血粉按配方比例按发酵工艺(见 1.2.2)发酵,然后发酵部分(占日粮的 15%~20%)与不发酵部分(占日粮的 80%~85%)按配方混合均匀后饲喂。

表 1 试验日粮组成及营养水平
Table 1 The composition and nutrient level of growing ration

	玉米 Corn	小麦粉 Wheat meal	豆粕 Bean meal	酒糟粉 Vinasse	菜籽粕 Rapeseed meal	血粉 Blood meal	碳酸氢钙 Calcium bicarbonate	石粉 Mountain flour	食盐 Salt	预混料 Premix	Lys	消化能/ MJ·kg ⁻¹ Digestible energy	粗蛋白 Crude protein	粗纤维 Crude fiber	Ca	P	Lys
对照 1 组 Control group 1	64.70	9.00	23.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.00	0.30	1.00	0.00	13.66	16.12	2.05	0.10	0.37	0.81
对照 2 组 Control group 2	60.00	6.00	16.00	10.00	3.00	1.50	1.20	1.00	0.30	1.00	0.00	13.03	16.12	3.15	0.12	0.37	0.86
发酵 1 组 Fermented feed group 1	60.00	6.00	16.00	10.00	3.00	1.50	1.20	1.00	0.30	1.00	0.00	13.03	16.12	3.15	0.12	0.37	0.86
发酵 2 组 Fermented feed group 2	54.20	7.00	15.70	20.00	0.00	0.00	1.20	1.00	0.30	1.00	0.00	12.75	14.76	3.02	0.13	0.37	0.83
发酵 3 组 Fermented feed group 3	53.90	7.00	15.70	20.00	0.00	0.00	1.20	1.00	0.30	1.00	0.30	12.70	14.76	3.02	0.13	0.37	1.13

注:①预混料为每 kg 日粮提供:生物素 0.05 g,叶酸 0.35 g,维生素 A 1 285.00 IU,维生素 D₃ 149.73 IU,维生素 E 11.65 mg,维生素 K₃ 0.50 mg,核黄素 2.25 mg,泛酸 7.41 mg,维生素 B₁₂ 5.37 μg,尼克酸 7.35 mg,胆碱 300.00 mg,Mn 1.94 mg,Fe 45.85 mg,Zn 50.10 mg,Cu 3.50 mg,I 10.14 mg,Se 0.15 mg;②饲料营养水平是根据饲料发酵前的配方推算得出。

Notes:①The premix provides 1 kg growing ration with 0.05 g biotin,0.35 g folic acid,1 285.00 IU vitamin A,149.73 IU vitamin D₃,11.65 mg vitamin E,0.50 mg vitamin K₃,2.25 mg riboflavin,7.41 mg pantothenic acid,5.37 μg vitamin B₁₂,7.35 mg nicotinic acid,300.00 mg choline,1.94 mg Mn,45.85 mg Fe,50.10 mg Zn,3.50 mg Cu,10.14 mg I,and 0.15 mg Se;②The nutrient levels of feeds are calculated according to the formulae before fermentation.

1.2.2 发酵工艺

把各饲料原料粉碎,加 5%复合益生菌发酵液(上海创博生态工程有限公司提供,其主要有效成分为乳酸菌、芽孢杆菌、酵母菌等多种益生菌组成的复合益生菌),混匀,调节水分 30%左右,在密封袋中 30 ℃ 发酵 5~15 d,即可饲喂。

1.3 饲养管理

试验猪饲养在同一猪舍的不同栏内,各处理组的饲养管理和环境条件一致,按常规管理方法做好驱虫、免疫、消毒工作,每日清粪扫栏 1 次,认真观察试验猪采食、粪便及精神状况。试验猪自由采食和饮水。预饲期 7 d,正式试验期 46 d。

1.4 测定项目

1.4.1 体重

早晨空腹分别称取试验猪的始重和末重(个体重),计算日增重。

1.4.2 饲料报酬

记录试验期内各组的饲料消耗量,计算饲料报酬。

1.4.3 发酵饲料营养成分变化

测定饲料发酵部分发酵前后水分、粗蛋白、总游离氨基酸(T-FAA)、细菌总数、pH 和无机磷的含量。

1.4.4 消化试验

试验结束前,连续 5 d 以不完全收粪法采集粪便,每天收粪 1 次。在猪圈四角和中间 5 点共采集粪便 100 g,加 10% H₂SO₄ 10 mL,搅拌均匀,放置 4 ℃ 冰箱中备用。测定前先将粪样烘至半干,粉碎。按 4 N 盐酸不溶灰分指示剂法测定日粮的粗蛋白、干物质、有机物、粗纤维和磷的消化率。

1.5 数据统计

试验数据采用 SPSS 17.0 统计软件进行统计分析,经单因子方差分析和 Duncan 多重比较,结果以(平均值±标准差)表示。

2 结果与分析

2.1 发酵饲料营养成分变化

饲料经复合益生菌发酵后,营养成分发生了较大的变化(表 2)。混合杂粕发酵后,其总游离氨基酸(T-FAA)含量提高了 1.87 个百分点,酒糟粉发酵后提高了 9.38 个百分点;微生物总数均提高了 4 个数量级;pH 均降低到 4.00 以下;混合杂粕发酵前无机磷含量为 0.7 mg/g,发酵后为 2.36 mg/g,提高了 237.1%;酒糟粉经发酵后,其无机磷含量提高了 6.46 倍,复合益生菌发酵大大提高了饲料中无机磷的含量。

表 2 发酵前后饲料成分变化情况
Table 2 The element variation of fermented feed

		粗蛋白/% Crud protein	T-FAA/%	微生物总数/ cfu · g ⁻¹ Total microorganisms	pH	无机磷/% Inorganic phosphorus
混合杂粕	发酵前 Before fermentation	29.45 ± 0.41	20.53 ± 1.05	(4.37 ± 0.31) × 10 ⁴	5.19 ± 0.46	0.070 ± 0.001
Mixed miscellaneous meal	发酵后 After fermentation	31.01 ± 0.25	22.40 ± 0.63	(4.27 ± 0.40) × 10 ⁸	3.92 ± 0.04	0.236 ± 0.002
酒糟粉 Vinasse	发酵前 Before fermentation	14.98 ± 0.09	38.59 ± 3.54	(5.37 ± 0.15) × 10 ⁴	4.97 ± 0.03	0.028 ± 0.002
	发酵后 After fermentation	16.71 ± 0.18	47.97 ± 0.55	(0.77 ± 0.03) × 10 ⁸	3.94 ± 0.02	0.209 ± 0.005

注:结果均以干物质计;混合杂粕,即酒糟粉、菜籽粕和血粉按表 1 比例混合而成。

Notes: The results were based on dry matter; Mixed miscellaneous meal was mixed up with vinasse, rapeseed meal and blood meal according to the proportion set in Table 1.

2.2 复合益生菌发酵饲料对肥育猪生产性能的影响

与未发酵的对照 2 组相比(表 3),发酵各组的日增重均有增加趋势,且超过了常规的玉米豆粕型日粮对照 1 组。其中发酵 1 组的肥育猪平均日增重达 831.06 g,比对照 2 组提高了 10.28%,比对照 1 组提高了 9.02%,但差异均不显著。饲喂低蛋白饲料的发酵 2 组比发酵 3 组日增重提高 3.67%,差异不显著。与对照 2 组相比,发酵各组均有提高肥育猪日采食量的趋势,并且超过了对照 1 组;发酵 1 组改善了料肉比 3.07%,但仍不及对照 1 组;发酵 2 组的料肉比比对照 2 组增加了 4.65%,与此相比,发酵 3 组有所改善,但仍比发酵 1 组高 1.94%。

表 3 复合益生菌发酵饲料对肥育猪生产性能的影响
Table 3 Effects of complex probiotics fermented feed on performance of finishing pigs

	初体重/kg Initial body weight	末体重/kg Final body weight	总增重/kg Total weight gain	日增重/g Daily gain in weight	日采食量/kg Daily feed intake	比较/% Comparison	料肉比 Feed/meat ratio	比较/% Comparison
对照 1 组 Control group 1	66.00 ± 5.33	101.07 ± 4.91	35.07 ± 2.33	762.32 ± 50.63	2.59	96.60	3.39	95.50
对照 2 组 Control group 2	66.30 ± 5.54	100.97 ± 11.29	34.67 ± 6.56	753.62 ± 142.71	2.68	100.00	3.55	100.00
发酵 1 组 Fermented feed group 1	64.03 ± 4.81	102.27 ± 10.34	38.24 ± 6.02	831.06 ± 131.14	2.86	106.90	3.44	96.93
发酵 2 组 Fermented feed group 2	66.33 ± 5.49	103.10 ± 7.66	36.77 ± 3.13	799.28 ± 67.99	2.97	110.99	3.72	104.65
发酵 3 组 Fermented feed group 3	66.07 ± 5.04	102.54 ± 9.02	35.46 ± 5.36	770.96 ± 116.48	2.71	101.14	3.59	98.87

2.3 复合益生菌发酵饲料对肥育猪消化性能的影响

与对照2组相比(表4),发酵1组各营养素的消化率均有较大程度的提高,干物质提高了11.65%,有机物提高了4.44%,粗蛋白提高了5.18%,粗纤维提高了38.46%,总磷提高了23.55%,差异均极显著,但仍低于对照1组;低蛋白组的发酵2和发酵3组,各营养素的消化率均比较低,其中发酵2组的各营养素消化率最低,发酵3组优于发酵2组,差异极显著。

表4 试验饲料的表现消化率
Table 4 Apparent digestibility of tested feeds

	干物质 Dry matter	有机物 Organic matter	粗蛋白 Crude protein	粗纤维 Crude fiber	总磷 Total phosphorus
对照1组 Control group 1	86.36 ± 0.59A	87.39 ± 0.43A	81.37 ± 1.16A	60.31 ± 1.18A	55.10 ± 1.84A
对照2组 Control group 2	74.72 ± 0.36C	76.83 ± 0.33C	66.08 ± 0.80C	8.33 ± 0.68E	30.38 ± 1.25C
发酵1组 Fermented feed group 1	79.94 ± 0.60B	81.27 ± 0.53B	71.26 ± 1.05B	40.18 ± 1.72B	53.93 ± 1.57A
发酵2组 Fermented feed group 2	69.77 ± 0.66E	70.72 ± 0.49E	58.56 ± 1.66E	14.97 ± 1.02D	28.31 ± 0.99D
发酵3组 Fermented feed group 3	72.05 ± 0.28D	72.86 ± 0.39D	63.72 ± 1.19D	34.37 ± 0.85C	32.65 ± 1.16B

注:结果均以干物质计。同列大写字母不同,表示差异极显著($P < 0.01$)。

Notes: The results were based on dry matter; Values with different letters in the same column were significantly different ($P < 0.01$).

3 结论与讨论

3.1 复合益生菌发酵可改善非常规饲料的品质

非常规饲料是指在传统的动物饲养中未作为主要饲料使用过以及(或)家畜家禽商品饲料中不常用的饲料^[8]。非常规饲料原料来源广,种类多而且量大,包括绝大多数农作物的下脚料,如秸秆、糠麸、菜籽粕等;还有工业副产品,如酒糟、血粉、肉骨粉等等。非常规饲料原料成分复杂,有的含有某些抗营养因子,影响动物对其的消化吸收。

据报道,用发酵的方式来处理非常规饲料可提高其品质。廖雪义等^[9]用混合菌种(黑曲霉:木霉:酵母=1:2:1)发酵秸秆,终产物中粗蛋白质含量从2.2%增加到24.61%,粗纤维含量从36.2%下降到18.47%。饲喂益生菌发酵饲料可改善猪的生长性能,蔡俊等^[10]用适当比例的发酵啤酒糟取代部分豆粕饲喂生长育肥猪,试验组达到了与豆粕组同等的生产水平,可以部分替代豆粕。夏中生等^[11]研究表明,往饲料中添加6%~8%的糖蜜酒精废液蔗渣吸附发酵产物饲喂生长肥育猪,其生长效果与对照组无明显差异。

复合益生菌发酵不仅具有常规发酵提高饲料消化性能的特点,而且由于有益菌的大量繁殖,使发酵饲料兼有益生菌添加剂的特点。本试验用复合益生菌发酵酒糟粉、菜籽粕和血粉,益生菌数量大增,其中主要是乳酸菌。发酵后总游离氨基酸(T-FAA)含量提高了1.87个百分点;酒糟粉经发酵后T-FAA提高了9.38个百分点;而且由于乳酸菌的大量增殖,发酵后乳酸含量增加,使饲料pH降低,混合杂粕和酒糟粉pH分别降低至3.92和3.94;与饲喂未经发酵非常规饲料的对照2组相比,发酵1组每头猪日增重达831.06 g/d,超过了常规饲料对照1组的762.32 g/d,并且发酵1组还表现出提高肥育猪日采食量同时又降低料肉比的趋势。酒糟粉、菜籽粕和血粉混合发酵后,其各营养成分的消化率都有了很大提高,粗蛋白消化率提高了5.18%,差异极显著,粗纤维提高了31.85%。综上,复合益生菌发酵可显著改善非常规饲料的品质。

3.2 复合益生菌发酵可提高饲料中氮磷的利用率,降低粪尿氮磷的排放

畜禽粪尿中含有大量的氮、磷和药物添加剂残留,是污染土壤、空气和水质的有害物质,其中最易破坏生态环境的两种元素就是氮和磷。氮污染一般来自于饲料粗蛋白的降解,由于猪对饲料中的粗蛋白不能完全利用,导致50%~70%的氮以粪氮和尿氮的形式排除体外^[12]。在养猪生产中,植物性饲料占饲料90%,植物性饲料中磷60%~80%以植酸磷的形式存在,而猪体内缺乏植酸酶,所以猪对饲料中磷的利用率很低。猪的排泄物中含有大量的氮和磷,易造成水和土壤的富营养化,对环境构成严重威胁。为了降低对环境的污染,减少氮磷排放,专家学者提出,通过补充合成氨基酸,降低日粮蛋白质水平(2%~4%),能使氮的排出量显著减少^[13]。夏中生等^[14]报道,向玉米豆粕型饲料中添加500 U/kg的植酸酶,可显著提高饲料磷的表现消化率。于明等^[15]研究表明,500 FTU/kg日粮的植酸酶浓度可使小麦中55.55%、高粱中56.00%以及稻谷中61.85%的不可消化磷转变成可消化磷。但是目前鲜见利用益生菌发酵来提高磷的利用率的报道。

本试验采用复合益生菌发酵饲料,酒糟粉、菜籽粕和血粉混合发酵前,所含无机磷为 0.7 mg/g,发酵后为 2.36 mg/g,提高了 237.1%;酒糟粉发酵前无机磷的含量为 0.28 mg/g,发酵后为 2.09 mg/g,提高了 6.46 倍。与未经发酵的对照 2 组相比,发酵 1 组磷的消化率提高了 61.93%,差异极显著,和对照 1 组磷的消化率无显著差异;发酵 2 组和发酵 3 组也分别提高了 1.04% 和 12.18%,但仍不及对照 1 组($P < 0.01$)。对照 1 组的粗蛋白消化率比发酵 2 组高 5.18%,差异极显著,由此可以看出,低蛋白的非常规日粮即使经益生菌发酵后,其品质仍不及不发酵的常规日粮。由此可以得出,用发酵 1 组饲料喂猪,一头 65~100 kg 的猪每天要比饲喂对照 2 组饲料的猪少排出氮 6.06 g、磷 3.97 g。一头猪从 65 kg 到 100 kg 大约需饲养 45 d,那么一个万头猪场一年就可减少氮的排放量 2.73 t,可减少磷的排放量 1.79 t,如果全国都采用该非常规杂粕发酵日粮喂猪,每年可降低的氮磷排放量将是惊人的数字,对环境保护将会做出巨大的贡献。

3.3 复合益生菌发酵为无抗猪肉的生产提供途径

从 2006 年 1 月开始,欧盟要求全面禁止在动物饲料中添加抗生素,随后日本和韩国等发达国家也建立了相应的条例,而在我国饲用抗生素的使用仍很普遍。众所周知,饲用抗生素长期、大量地使用会导致动物体内抗生素的积累,耐药菌株的增加,残留抗生素和耐药菌株可通过畜禽产品经过食物链转移给人类,直接威胁消费者的健康;另外,耐药菌株还可通过粪便排泄到外界环境,改变环境微生物的平衡,对生活在这一环境中的人类与其他生物构成极大的威胁^[16]。因此,广大消费者对无抗食品的需求越来越迫切。

近年来,抗生素替代品的研制成为世界各国学者的研究热点,并取得了一定的进展。当前研究较深入的抗生素替代品有益生菌、酶制剂、抗菌肽、寡糖、中草药制剂等,且部分已作为添加剂应用于生产。其中,益生菌是最先被提出的抗生素替代品。本试验饲料经复合益生菌发酵后,有益活菌数量急剧提高约 10 000 倍,保证了饲料中大量有益活菌的存在,且饲料中无任何抗生素添加,从根本上解除了由抗生素引起的一系列问题,为无抗猪肉的生产提供保障。

复合益生菌发酵饲料具有发酵饲料和益生菌添加剂的双重特点。非常规饲料经复合益生菌发酵后,饲料本身的品质得到了改善,益生菌总数剧增,总游离氨基酸含量升高,乳酸含量增加,pH 降低到 4.00 以下,而且饲料中无机磷的含量大幅增高。非常规饲料经复合益生菌发酵后饲喂肥育猪,提高了肥育猪的日采食量、营养素的表观消化率,提高了饲料中氮磷的利用率,降低了氮磷的排放;增加日增重,改善猪肉比,即使是添加部分益生菌发酵的酒糟粉低蛋白组,在添加适量的合成氨基酸后,也可改善肥育猪的生长性能。此外,饲料中添加部分复合益生菌发酵,可降低饲料成本,增加经济收益。

参 考 文 献

- [1] 马林,王方浩,刘东,等.河北省畜禽粪尿养分资源分布及其污染潜力分析[J].河北农业大学学报,2006,29(6):99-103.
- [2] 周根来,王恬.非常规饲料原料的开发利用[J].粮食与饲料工业,2001(12):33-34.
- [3] 孟晓勇.非常规饲料原料的应用研究[J].今日畜牧兽医,2007(12):59-60.
- [4] 翁广东,杨家民.非常规饲料在养猪生产中的合理使用[J].中国畜牧兽医,2008,35(6):129-130.
- [5] 汪勇,汤海鸥,李富伟.非常规饲料资源开发利用的研究进展[J].广东饲料,2008,17(1):36-37.
- [6] 张明秀,徐荣军.浅析畜禽非常规饲料的开发利用[J].河南畜牧兽医,2006,27(12):35-36.
- [7] 杜冰,刘贤荣,江守信,等.益生菌的应用研究进展[J].中国畜牧兽医,2002,29(5):23-25.
- [8] 杨在宾.非常规饲料资源的特性及应用研究进展[J].饲料工业,2008,29(7):1-4.
- [9] 廖雪义,代青,余海忠.多菌种混合发酵秸秆生产蛋白质饲料的研究[J].中国饲料,2009(16):8-11.
- [10] 蔡俊,邱雁临.发酵啤酒糟含酶蛋白饲料取代豆粕饲喂生长肥育猪的研究[J].粮食与饲料工业,2005(10):32-33.
- [11] 夏中生,王春平,麻艳群,等.糖蜜酒精废液蔗渣吸附发酵产物饲喂生长肥育猪的效果研究[J].广西农业生物科学,2005,24(1):63-68.
- [12] 韩爱云,黄仁录.河北省畜牧兽医学会 2004 年学术年会论文集[C].石家庄:河北农业大学出版社,2004.
- [13] 张敏,孟繁艳,李香子,等.猪低污染日粮技术的研究进展[J].延边大学农学学报,2002,24(4):296-299.
- [14] 夏中生,廖志超,黄所含,等.添加植酸酶对生长猪玉米豆粕型饲料养分消化利用率的影响[J].广西农业生物科学,2007,25(4):336-340.
- [15] 于明,程波.植酸酶对生长猪植物性饲料中磷利用率的影响[J].辽宁农业职业技术学院报,2004,6(4):6-8.
- [16] 阎克敏,任胤晓.动物滥用抗生素的危害与对策[J].中国动物检疫,2008,25(2):19-20.