

## 非粮型单细胞蛋白饲料对育肥猪的饲喂效果研究

何永聚<sup>1,2,3,4</sup>, 赵晓伟<sup>1,2,3,4</sup>, 郭金梅<sup>5</sup>, 陶家树<sup>6</sup>, 李春刚<sup>1,2,3,4</sup>, 张宏灿<sup>1,2,3,4</sup>, 韩文立<sup>1,2,3,4</sup>, 党林林<sup>1,2,3,4</sup>, 季维峰<sup>1,2,3,4</sup>\*

(1. 山东百德生物科技有限公司, 山东潍坊 261107; 2. 山东省院士工作站, 山东潍坊 261107; 3. 山东省百德生物技术研发中心, 山东潍坊 261107; 4. 潍坊市生物质废弃物高值化利用工程技术研究中心, 山东潍坊 261107; 5. 山东省潍坊市畜牧兽医局, 山东潍坊 261061; 6. 山东省畜牧兽医信息中心, 山东济南 250000)

**摘要** [目的] 开发或利用大宗非粮型单细胞蛋白饲料资源。[方法] 利用鸡粪发酵物、发酵配合饲料, 按不同比例分别与常规配合饲料和自配无抗配合饲料混合, 同时利用 10% 酿酒酵母培养物和 90% 常规配合饲料混合, 进行育肥猪饲喂试验。通过比较各试验组与对照组的饲喂效果, 探讨鸡粪发酵物和发酵自配无抗配合饲料的最佳添加比例, 分析酿酒酵母培养物的饲喂效果。[结果] 添加自配无抗配合饲料的试验组肉比均低于对照组; 鸡粪发酵物添加试验组中, 用 15% 鸡粪发酵物替代常规配合饲料的试验组 A3 料肉比最低; 发酵配合饲料添加试验组中, 添加 20% 发酵自配无抗配合饲料+80% 自配无抗配合饲料的试验组 B2 的料肉比最低; 使用 10% 酿酒酵母培养物替代常规配合饲料试验组 C1 的料肉比低于对照组。经济效益分析表明, 添加鸡粪发酵物的试验组中 A2 组毛利润最高, 添加发酵配合饲料的试验组中 B2 组毛利润最高。[结论] 研究可为新饲料原料的开发、原料发酵处理等提供理论参考, 并为实现农牧废弃资源的高效和增值利用奠定基础。

**关键词** 单细胞蛋白饲料; 育肥猪; 料肉比; 经济效益**中图分类号** S816.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)21-0109-04**Study on the Feeding Effect of Non-grain Single Cell Protein Feed on Fattening Pigs**HE Yong-ju<sup>1,2,3,4</sup>, ZHAO Xiao-wei<sup>1,2,3,4</sup>, GUO Jin-mei<sup>5</sup> et al (1. Shandong Baide Biological Technology Co., Ltd., Weifang, Shandong 261107; 2. Shandong Academician Workstation, Weifang, Shandong 261107; 3. Baide Biotechnology R&D Center in Shandong Province, Weifang, Shandong 261107; 4. Research Centre for Biomass Waste High Value Utilization Engineering Technology, Weifang, Shandong 261107; 5. Weifang Animal Husbandry and Veterinary Bureau, Weifang, Shandong 261061)

**Abstract** [Objective] To develop and utilize a large amount of non-grain single cell protein feed resources. [Method] Chicken manure fermentation or fermented compound feed was mixed with conventional compound feed and self-made non-resistant feed at different ratio respectively. The feeding effect in each experimental group and control group was compared. The optimum adding proportion of chicken manure fermentation and fermented self-made non-resistant feed was discussed. The feeding effect of *Saccharomyces cerevisiae* culture was analyzed. [Result] The feed-gain ratio in the experimental groups with adding self-made non-resistant feed were lower than that in control group. Among the experimental groups with adding chicken manure fermentation, the feed-gain ratio in experimental group A3 with adding conventional compound feed in replacement of 15% chicken manure fermentation was the lowest. Among the experimental groups with adding fermented compound feed, the feed-gain ratio in experimental group B2 with adding 20% fermented self-made non-resistant feed+80% self-made non-resistant compound feed was the lowest. The feed-gain ratio in experimental group C1 with adding conventional compound feed in replacement of 10% *S. cerevisiae* culture was lower than that in control group. The analysis of economic benefits showed that the gross profit in A2 experiment group was the highest among the experimental groups with adding chicken manure fermentation, and the gross profit in B2 experiment group was the highest among the experimental groups with adding fermented compound feed. [Conclusion] The study could provide theoretical reference for the development of new feed ingredients and the fermentation of raw materials and lay the foundation for efficient and value-added utilization of agro-pastoral waste resources.

**Key words** Single cell protein feed; Fattening pigs; Feed-gain ratio; Economic benefit

单细胞蛋白, 又称微生物蛋白, 是可以利用多种工农业废料及石油废料人工培养的微生物菌体。单细胞蛋白主要包括酵母蛋白、细菌蛋白和藻类蛋白, 是食品工业和饲料工业的重要蛋白质来源<sup>[1]</sup>。随着饲料原料价格的上涨, 饲料蛋白资源严重缺乏, 畜禽养殖成本极大提高, 已经引起人们的高度重视。由于单细胞蛋白饲料具有原料来源丰富、营养价值高、生产周期短、生产效率高等优点, 可进行工业化生产且不受地区、季节和气候的限制, 单细胞蛋白饲料作为饲料蛋白缺口的填补物, 受到广泛的关注和研究。

鸡粪在畜禽粪便中营养价值最高, 尤其是蛋白质含量高达 31%, 处理后可作为牛、羊、猪、鸡和鱼的蛋白质饲料<sup>[2]</sup>。

酿酒酵母培养物主要由酵母细胞代谢产物、经过发酵后变异的培养基和少量已无活性的酵母细胞构成, 可改善饲料适口性和消化率, 能使动物维持稳定的采食量, 并且吸收更多的营养, 以提高其生产性能<sup>[3-5]</sup>。笔者以市场某厂家常规配合饲料饲喂为对照组, 将鸡粪发酵物按不同比例与常规配合饲料混合, 发酵配合饲料和自配无抗配合饲料按不同比例混合, 10% 酿酒酵母培养物和 90% 常规配合饲料混合, 对育肥猪进行饲喂, 研究不同单细胞蛋白饲料添加比例对育肥猪生长的影响, 以期找到最佳使用量, 旨在为非粮型饲料原料的开发与利用提供理论参考。

**1 材料与方法**

**1.1 发酵原料的选择与制作** 植源酵素(由枯草芽孢杆菌、乳酸菌、放线菌、酵母菌等优良组合菌系组成)、酿酒酵母培养物(酿酒酵母发酵大豆蛋白)、农牧副产物快速酶解发酵机(购自山东百德生物科技有限公司); 鸡粪选择健康肉鸡 5 d 内的新鲜粪便, 剔除羽毛、杂物等; 玉米粉、豆粕、麦麸均购自潍坊饲料原料市场。

**基金项目** 中国科学院科技服务网络计划项目(2017STS002); 潍坊市科技发展计划项目(2016ZJ1045); 潍坊市科技发展计划项目(2017ZJ1142)。**作者简介** 何永聚(1985—), 男, 山东潍坊人, 兽医师, 硕士, 从事废弃物资源化利用研究。\* 通讯作者, 教授, 从事废弃物资源化利用研究。**收稿日期** 2018-03-26; **修回日期** 2018-05-30

**1.2 饲料制作** ①鸡粪发酵物:将植源酵素、葡萄糖、水按1:1:10的比例搅拌均匀,30℃下菌种活化1h,备用。按鲜鸡粪75%和辅料25%的比例(含水量以60%~70%为宜)投入农牧副产物快速酶解发酵机,加入5%的上述菌种活化液,充分搅拌均匀,快速发酵3h,并密封后熟72h以上。②常规配合饲料:购自市场某厂家,配方为预混料4%、豆粕18%、玉米粉68%、麦麸10%。③自配无抗配合饲料:按预混料酵素5%、豆粕18%、玉米粉67%、麦麸10%的比例混匀。④发酵配合饲料:将自配无抗配合饲料添加25%的水,35℃下发酵12h。

### 1.3 饲喂试验

**1.3.1 试验动物分组。**试验用猪为30~100kg的外三元育肥猪,共84头,随机划分14组(表1),每组6头猪,进行舍饲。试验前,给每组猪逐头编号并称重。试验在潍坊市某猪场进行。

**1.3.2 饲养管理。**试验时间为2017年7月1日—9月19日,试验期68d。每天08:00、14:00和20:00进行喂食,收集余料,猪自由采食和饮水。

## 2 结果与分析

**2.1 鸡粪发酵物品质鉴定** 由表2可知,鸡粪添加辅料和菌种经过发酵后,外观质地柔软松散,呈黄褐色,酸香味浓厚,无异味,是具有较高营养价值的动物优质饲料。鸡粪发酵物的粗蛋白含量为24.34%,较发酵前下降1.8%;真蛋白含量17.71%,较发酵前升高3.24%。这说明益生菌能将发

酵饲料中的非蛋白氮转化为菌体蛋白,从而提高粗蛋白的消化吸收率和真蛋白含量。鸡粪发酵后大肠杆菌和沙门氏菌均未检出,这是因为发酵过程中益生菌大量增殖,使鸡粪很快进入厌氧发酵;同时,复合益生菌又具有产酸、产热高、产热快和水分蒸发快等特点,从而抑制了大肠杆菌和沙门氏菌等有害菌的增殖。

表1 试验动物分组

Table 1 The grouping of experimental animals

组别 Group	编号 No.	试验配方 Test formula
对照组 Control group	CK	100%常规配合饲料
鸡粪发酵物添加试验组 Experimental groups with adding chicken manure fermentation	A1	5%鸡粪发酵物+95%常规配合饲料
	A2	10%鸡粪发酵物+90%常规配合饲料
	A3	15%鸡粪发酵物+85%常规配合饲料
	A4	20%鸡粪发酵物+80%常规配合饲料
	A5	30%鸡粪发酵物+70%常规配合饲料
发酵配合饲料添加试验组 Experimental groups with adding fermented compound feed	B1	100%自配无抗配合饲料
	B2	20%发酵自配无抗配合饲料+80%自配无抗配合饲料
	B3	50%发酵自配无抗配合饲料+50%自配无抗配合饲料
	B4	80%发酵自配无抗配合饲料+20%自配无抗配合饲料
	B5	100%发酵自配无抗配合饲料
酿酒酵母培养物添加试验组 Experimental group with adding <i>S. cerevisiae</i> culture	C1	10%酿酒酵母培养物+90%常规配合饲料

表2 鸡粪发酵物品质鉴定结果

Table 2 Quality identification results of chicken manure fermentation

原料 Materials	感官性状 Sensory traits		理化指标 Physical and chemical indicators			营养指标(以干基计) Nutritional indices (dry basis)		
	颜色 Color	气味 Flavour	水分含量 Water content %	pH	粗灰分 Crude ash//%	粗蛋白 Crude protein %	真蛋白 Pure protein %	粗脂肪 Crude fat %
鲜鸡粪 Fresh chicken manure	黑褐色	粪臭	58.27	6.62	13.89	26.15	14.44	2.13
鸡粪发酵物 Chicken manure fermentation	黄褐色	酸香	43.79	4.72	13.32	24.34	17.71	2.16
原料 Materials	卫生指标 Sanitary indices							
	大肠菌群 Coliform bacteria CFU/g	沙门氏菌 <i>Salmonella</i> sp.	黄曲霉毒素 B <sub>1</sub> Aflatoxin B <sub>1</sub> //μg/kg	呕吐毒素 Vomitoxin//μg/kg	玉米赤霉烯酮 Zearalenone//μg/kg			
鲜鸡粪 Fresh chicken manure	8.4×10 <sup>6</sup>	+++	<10	<1 000	<500			
鸡粪发酵物 Chicken manure fermentation	—	—	<10	<1 000	<500			

**2.2 育肥猪的生产性能** 由表3可知,鸡粪发酵物添加试验组中,A1和A2组育肥猪的平均日增重分别为(0.87±0.024)和(0.88±0.013)kg,均高于对照组( $P>0.05$ );发酵配合饲料添加试验组中,B2组平均日增重最高,为(0.92±0.02)kg,高于对照组,说明添加一定比例的发酵饲料能显著提高猪的平均日增重。这说明用自配无抗配合饲料替代常规配合饲料具有一定的可行性。C1组(10%酿酒酵母培养物+90%常规配合饲料)猪的日增为(0.86±0.04)kg,与对照组相当( $P>0.05$ ),说明育肥猪饲喂过程中酿酒酵母培养物可替代一定比例的常规配合饲料。

由表4可知,鸡粪发酵物添加试验组中,日采食量随鸡粪发酵物添加比例的升高呈下降趋势,A1组日均采食量最高,为(2.90±0.10)kg;发酵饲料添加试验组中,B1组日均采食量最高,B3组日均采食量最低;C1组日均采食量为(2.93±0.08)kg,与对照组无显著差异( $P>0.05$ )。从料肉比来看,鸡粪发酵物添加试验组料肉比整体上优于对照组,其中A3组料肉比最低(3.16±0.07)。各发酵饲料添加试验组料肉比均低于对照组,其中B2组料肉比最低(2.75±0.09)。这说明自配无抗配合饲料明显优于常规配合饲料。酿酒酵母培养物添加试验组C1料肉比为3.42,与对照组差异不显

著( $P>0.05$ )。

表 3 试验期间育肥猪的增重情况

Table 3 The weight gain situation of fattening pigs during the experimental period

组别 Group	始重 Initial weight		末重 Final weight		平均日增重 Average daily weight gain
	总重 Gross weight	均重 Average weight	总重 Gross weight	均重 Average weight	
CK	294.00	49.00±6.76	645.50	107.58±7.23	0.86±0.02
A1	304.50	50.75±4.63	660.00	110.00±6.46	0.87±0.02
A2	344.00	57.33±6.26	702.00	117.00±7.58*	0.88±0.01
A3	335.50	55.92±6.98	655.00	109.17±7.12	0.78±0.05*
A4	284.00	47.33±5.49	592.50	98.75±6.25*	0.76±0.01*
A5	224.00	37.33±6.76*	517.00	86.17±6.13*	0.72±0.03*
B1	331.00	55.17±6.32	684.00	114.00±7.55	0.87±0.02
B2	193.00	32.17±5.66*	566.50	94.42±5.10*	0.92±0.02
B3	277.50	46.25±5.86	574.50	95.75±6.01*	0.73±0.02*
B4	323.00	53.83±3.71	687.00	114.50±4.96	0.89±0.03
B5	266.50	44.42±5.58	583.50	97.25±6.64*	0.78±0.03
C1	371.50	61.92±6.93*	721.00	120.17±7.89*	0.86±0.04

注: \*表示与对照组(CK)差异显著( $P<0.05$ )

Note: \* stands for significant differences with control group( $P<0.05$ )

表 4 试验期间育肥猪的生产性能统计

Table 4 Production performance statistics of fattening pigs during the experimental period

组别 Group	饲料含水量 Water content in feed %	耗料量 Feed consumption kg	平均日采食量 ADFI kg	料肉比 Feed-gain ratio
CK	11.84	1 225.00	3.00±0.10	3.49±0.09
A1	14.72	1 184.98	2.90±0.10	3.33±0.08
A2	15.22	1 153.99	2.83±0.13	3.22±0.05
A3	19.08	1 009.66	2.47±0.08*	3.16±0.07
A4	20.99	1 075.45	2.64±0.05	3.49±0.09
A5	25.40	994.27	2.44±0.07*	3.39±0.12
B1	12.07	1 171.93	2.87±0.07	3.32±0.10
B2	15.62	1 028.91	2.52±0.17*	2.75±0.09*
B3	28.75	828.39	2.03±0.03*	2.79±0.07*
B4	27.06	1 034.20	2.53±0.09*	2.84±0.08*
B5	31.72	910.04	2.23±0.08*	2.87±0.09*
C1	14.05	1 194.29	2.93±0.08	3.42±0.13

注: \*表示与对照组(CK)差异显著( $P<0.05$ )

Note: \* stands for significant differences with control group( $P<0.05$ )

2.3 经济效益分析 自产预混料酵素 4.5 元/kg、豆粕 3.1 元/kg、玉米粉 1.92 元/kg、麦麸 1.55 元/kg,根据每种饲料配方计算饲料成本:鸡粪发酵物 0.80 元/kg,自配无抗配合饲料 2.22 元/kg,发酵配合饲料 1.78 元/kg,酿酒酵母培养物 1.50 元/kg,常规配合饲料购买价格 2.20 元/kg。

从表 5 可以看出,鸡粪发酵物添加试验组中,A2 组毛利润最高,为 423.59 元,比对照组提高 14.09%;发酵饲料添加试验组中,B2 组毛利润 488.87 元,比对照组提高 31.67%,经济效益最高。C1 组毛利润为 380.88 元,比对照组提高 2.58%。

### 3 讨论

饲料中添加不同比例的单细胞蛋白,对育肥猪的生长性能有不同程度的影响,用适当比例的单细胞蛋白粉取代常规配合饲料饲喂育肥猪是可行的。刘垒等<sup>[6]</sup>利用味精菌体蛋白替代中猪和大猪日粮中的豆粕后发现,当替代水平为 20% 时,对其生长性能等均无显著影响,可降低育肥猪的饲料成

表 5 经济效益核算

Table 5 The accounting of economic benefit

组别 Group	耗料量 Feed consumption kg	饲料单价 Feed unit-price 元/kg	饲料总价 Total price of feed 元	饲料成本 Feed cost 元/头	增重毛收入 Gross income 元/头	增重毛利润 Gross profit 元/头
CK	1 225.00	2.20	2 693.29	448.88	820.17	371.29
A1	1 225.00	2.13	2 607.62	434.60	829.50	394.90
A2	1 200.00	2.06	2 470.49	411.75	835.33	423.59
A3	1 100.00	1.99	2 187.69	364.62	745.50	380.88
A4	1 200.00	1.92	2 302.66	383.78	719.83	336.06
A5	1 175.00	1.78	2 090.35	348.39	683.67	335.28
B1	1 175.00	2.22	2 613.67	435.61	823.67	388.06
B2	1 075.00	2.14	2 295.80	382.63	871.50	488.87
B3	1 025.00	2.00	2 052.52	342.09	693.00	350.91
B4	1 250.00	1.87	2 336.62	389.44	849.33	459.90
B5	1 175.00	1.78	2 092.11	348.69	739.67	390.98
C1	1 225.00	2.13	2 607.71	434.62	815.50	380.88

本。白志民等<sup>[7]</sup>用2%~3%味精菌体蛋白饲喂生长猪后,其饲喂效果显著,生长性能较好,可提高饲料利用率。江绍安等<sup>[8]</sup>研究发现,在生长育肥猪日粮中添加3%~4%单细胞蛋白(替代25.0%~33.3%的豆粕蛋白)可提高日增重,降低饲料消耗和饲养成本,减少疾病发生率。Overland等<sup>[9-10]</sup>研究发现,育肥猪日粮中添加部分单细胞蛋白饲料可以显著改善猪肉的脂肪质量,降低冷冻储存中猪肉的脂质氧化速率,并提高猪肉的感官质量。陈娟等<sup>[11]</sup>研究发现日粮中添加5%的酿酒酵母培养物可提高育肥猪生长性能,改善肌肉肉质,缓解高温应激对育肥猪生长造成的不利影响。

益生菌能将鸡粪中的非蛋白氮转化为菌体蛋白,从而提高粗蛋白的消化吸收率和真蛋白质含量,并有效降解粗纤维,改善饲料的适口性<sup>[12-13]</sup>。该试验发现鸡粪发酵物15%替代常规配合饲料的料肉比最好,但30%鸡粪发酵物替代常规配合饲料的试验组料肉比与常规配合饲料(对照组)基本相当,说明使用鸡粪发酵物替代5%~30%的常规配合饲料是可行的。微生物发酵饲料是利用微生物的新陈代谢和繁殖菌体来生产和调制的饲料,它主要是利用微生物的发酵作用改变饲料的理化性状,增加适口性及营养价值,提高消化利用率<sup>[14-15]</sup>。自配无抗配合饲料添加试验组的料肉比明显优于对照组,发酵饲料添加比例为20%时饲喂效果最佳,可提高育肥猪的末重和平均日增重。酿酒酵母培养物能够促进育肥猪的生长,降低饲养成本,显著提高育肥猪的生产性能和养殖效益<sup>[16-17]</sup>。该研究用10%酿酒酵母培养物替代常规配合饲料的C1组料肉比低于对照组,因此用10%酿酒酵母培养物替代常规配合饲料的方案是可行的。

研究发现,在育肥猪的日粮中添加部分发酵饲料可在一定程度上降低饲料成本<sup>[18]</sup>。何正兴等<sup>[19]</sup>研究表明,饲料中添加适当比例的微生物发酵饲料可提高育肥猪的经济效益。该试验结果表明,随着非粮型单细胞蛋白饲料加量的增大,饲料成本明显降低。从毛利润来看,A2和B2组毛利润分别为423.59元和488.87元,说明在育肥猪的日粮中添加一定量的微生物发酵饲料能够明显降低饲料成本,提高经济效益。

#### 4 结论

(1)将非粮型单细胞蛋白饲料添加到育肥猪日粮中,对育肥猪的生长性能等无不良影响,适当添加可有效降低饲养成本,在家畜日粮中完全可以代替部分蛋白质饲料使用,添加比例以5%~30%为宜。从解决人畜争粮问题、发展生态养

殖、节约粮食、降低饲养成本和增加经济效益的角度考虑,非粮型单细胞蛋白饲料具有很好的开发潜力和推广前景。

(2)自配无抗配合饲料添加试验组的料肉比明显优于对照组,且毛利润显著增加,说明在育肥猪的日粮中添加一定量的微生物发酵饲料能够明显降低饲料成本,提高经济效益,而且也证实无抗养殖是可行的。

(3)用10%酿酒酵母培养物替代常规配合饲料,可以节约饲料成本,降低料肉比,提高经济效益。

#### 参考文献

- [1] 马纯艳,王升厚. 菌糠单细胞蛋白饲料生产技术的研究[J]. 食用菌, 2005,27(3):56-58.
- [2] 李德允,李文奎,汪淳锡,等. 鸡粪配合饲料对猪的育肥效果[J]. 延边大学学报,1997,19(3):182-183,196.
- [3] 张发明. 乌梅生物活性部位初步筛选及有效成分结构解析[D]. 北京: 中国农业大学,2009.
- [4] 杨阳. 肉桂酸和香豆素类衍生物的合成及其抗氧化性能的研究[D]. 长春: 吉林大学,2014.
- [5] 许家玉. 乌梅散加地方治疗猪传染性胃肠炎效果研究[J]. 安徽农学通报,2016,22(8):107-110.
- [6] 刘奎,童晓莉,王永才,等. 味精菌体蛋白替代豆粕对生长猪生产性能的影响[J]. 饲料工业,2009,30(5):38-39.
- [7] 白志民,白成军,郑伟. 味精蛋白在饲料中的应用[J]. 养殖技术顾问, 2006(5):17.
- [8] 江绍安,夏晨. 菌体蛋白粉在生长肥育猪日粮中的应用试验[J]. 饲料工业,2005,26(3):38-39.
- [9] ØVERLAND M, KJOS N P, OLSEN E, et al. Changes in fatty acid composition and improved sensory quality of backfat and meat of pigs fed bacterial protein meal[J]. Meat Sci, 2005,71(4):719-729.
- [10] ØVERLAND M, SKREDE A, MATRE T. Bacterial protein grown on natural gas as feed for pigs[J]. Animal Sci, 2001,51(2):97-106.
- [11] 陈娟,吕常旭,李双全,等. 高温环境下酵母培养物对育肥猪生长性能及肉品质的影响[J]. 饲料博览,2017(7):1-5.
- [12] 郭苏晓,肖正中. 复合益生菌对鸡粪饲料发酵效果的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2016(7):184-185.
- [13] 张紫薇,卜棚,陈月丽,等. 复合益生菌制剂在杜陆二元杂种猪中的应用效果[J]. 饲料研究,2017(16):1-6.
- [14] 周映华,胡新旭,卞巧,等. 无抗发酵饲料对生长育肥猪生长性能、肠道菌群和养分表观消化率的影响[J]. 动物营养学报,2015,27(3):870-877.
- [15] 何佳,李慧,曾新福,等. 复合益生菌对断奶仔猪生长性能、粪便微生物菌群和免疫功能的影响[J]. 饲料研究,2017(18):21-24.
- [16] SCHEUERMANN S E. Effect of the probiotic Paciflor® (CIP 5832) on energy and protein metabolism in growing pigs[J]. Animal feed science and technology, 1993,41(3):181-189.
- [17] 张丽,丁宏标. 酵母培养物、枯草芽孢杆菌和木瓜蛋白酶对保育猪生长性能、营养物质表观消化率和粪便微生物数量的影响[J]. 动物营养学报,2016,28(11):3642-3649.
- [18] 赵会英,杨在宾,王功赢,等. 日粮中添加发酵饲料对妊娠后期母猪和育肥猪生产性能的影响和效益分析[J]. 山东畜牧兽医,2013,34(5):13-14.
- [19] 何正兴,单昊书,凌方正,等. 微生物发酵蛋白饲料对保育猪生产性能、猪肉品质及经济效益的试验分析[J]. 农业装备技术,2010,36(3):63-64.
- [10] Int J Syst J Syst Bacteriol, 1976,26(4):545-553.
- [12] ELDAR A, PERL S, FRELIER P E, et al. Red drum *Sciaenops ocellatus* mortalities associated with *Streptococcus iniae* infection [J]. Dis Aquat Org, 1999,36(2):121-127.
- [13] EVANS J J, SHOEMAKER C A, KLESJUS P H. Distribution of *Streptococcus iniae* in hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) following naive inoculation [J]. Aquaculture, 2001,194(3/4):233-243.
- [14] 沈锦玉,许文军,尹文林,等. 哈维氏弧菌灭活疫苗在养殖大黄鱼中的应用与评价[J]. 大连海洋大学学报,2010,25(3):210-213.

(上接第102页)

- [9] ELDAR A, BEJERANO Y, BERCOVIER H. *Streptococcus shiloi* and *Streptococcus difficile*: Two new streptococcal species causing a meningoen cephalitis in fish [J]. Curr Microbiol, 1994,28(3):139-143.
- [10] PERERA R, JOHNSON S, COLLINS M, et al. *Streptococcus iniae* associated with mortality of *Tilapia nilotica* and *T. aurea* hybrids [J]. Journal of aquatic animal health, 1994,6(4):335-340.
- [11] PIER G, MADIN S. *Streptococcus iniae* sp. nov., a beta-hemolytic streptococcus isolated from an Amazon fresh water dolphin, *Inia geoffrensis* [J].