

# 阿魏酸酯酶酶化发酵饲料制备及其 对肉鸡养分利用率的影响

王林林, 陈云华, 陈培钦, 李夏兰

(华侨大学 化工学院, 福建 厦门 361021)

**摘要:** 为了降低饲料中抗营养因子,提高饲料转化率,研究阿魏酸酯酶酶化发酵饲料的制备及其对肉鸡养分利用率的影响.通过正交实验得到发酵饲料较优配方(质量分数):菌柄干物质为 12%,玉米蛋白饲料为 26%,棕榈仁粕为 11%,谷壳粉为 16%,瓜尔豆粕为 5%,玉米粉为 5%,糖蜜为 0.3%,益生剂等 0.1%,发酵饲料中粗蛋白为 22.48%.相对于基础日粮,酶化发酵饲料对肉鸡的干物质、粗灰分、粗蛋白、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维及酸性洗涤木质素的利用率分别提高 5.59%,38.31%,10.36%,16.52%,29.25%,18.99%,且肉鸡对酶化发酵饲料养分利用率比普通发酵饲料高.

**关键词:** 阿魏酸酯酶; 发酵饲料; 抗营养因子; 养分利用率; 肉鸡

**中图分类号:** Q 55

**文献标志码:** A

在家禽饲养上,玉米是主要的能量饲料.随着我国养禽业规模迅速扩大,对饲料原料的需求日益增加,人们将工农业的废弃物,如麦糟、苹果渣、菌糠作为玉米的替代品.然而,这类饲料原料在家禽日粮中质量分数过高会造成饲料利用率差、家禽生长不良以及环境污染等问题,从而限制了这类饲料原料在家禽日粮中的广泛应用<sup>[1]</sup>.这主要与木质纤维原料中的抗营养因子非淀粉多糖(non-starch polysaccharides, NSP)有关<sup>[2]</sup>.NSP 增加消化道食糜粘性,影响消化道生理及形态,影响肠道菌群,从而阻碍营养物质消化吸收,降低饲料的转化率<sup>[3]</sup>.发酵饲料可提高饲料的适口性,产生大量的活性益生菌,调节畜禽机体胃肠道益生菌平衡,并提高消化酶活性,促进饲料的消化、吸收和利用<sup>[4]</sup>.聚糖酶、纤维素酶、木糖苷酶等在饲料中的应用报道较多<sup>[5-6]</sup>,但关于阿魏酸酯酶(EC 3.1.1.73, feruloyl esterase, FAE)在饲料中的应用报道较少.课题组研究发现:FAE 与木聚糖酶存在协同作用,能提高麦糟中阿魏酸(4-羟基-3-甲氧基肉桂酸, ferulic acid, FA)及低聚木糖(xylooligosaccharides, XOS)的释放量,有利于麦糟的降解.在优化工艺条件下,木聚糖酶和 FAE 共同作用于植物细胞壁,FA 释放量最高可达  $0.97 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (干麦糟),XOS 的释放量为  $161 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (干麦糟)<sup>[7]</sup>.本文报道 FAE 酶化发酵饲料的制备,及肉鸡饲喂 FAE 酶化发酵饲料时其养分的利用率.

## 1 材料与实验方法

### 1.1 实验设计

选用 20 日龄黄脚麻鸡,实验前称质量,将肉鸡分为 4 组,每组 5 个重复,每个重复 9 只鸡.实验组 1 为对照组,基础日粮中添加质量分数为 10%的菌柄;实验组 2 在基础日粮中添加质量分数为 10%的普通发酵饲料(仅添加益生菌剂发酵);实验组 3 在基础日粮中添加质量分数为 10%的 FAE 酶化饲料(仅添加 FAE 酶化);实验组 4 在基础日粮中添加 10%的酶化发酵饲料(添加益生菌剂发酵及 FAE 酶化).采用地面平养方式饲养,全天光照,每天饲喂 3 次,自由采食、饮水,定时对鸡舍进行消毒清扫(每周 2

次),实验时间为 25 d,光照,每天饲喂 3 次,自由采食、饮水,定时对鸡舍进行消毒清扫(每周 2 次),实验时间为 25 d,按正常肉鸡免疫程序进行免疫.肉鸡基础日粮标准参照 NY/T 33—2004《鸡饲养标准》中肉鸡营养需要配制<sup>[8]</sup>,如表 1 所示.表 1 中: $w$  为质量分数;预混料由福建省厦门市百穗行科技有限公司提供;代谢能为计算值.

表 1 肉鸡基础日粮组成及营养水平  
Tab. 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)

原料	玉米	豆粕	次粉	麦麸	大豆油	玉米蛋白粉	预混料	合计	
$w/\%$	56.30	20.00	5.00	7.00	1.70	5.00	5.00	100	
营养水平	代谢能	粗蛋白	钙	总磷	有效磷	赖氨酸	蛋氨酸+胱氨酸	苏氨酸	色氨酸
$w/\%$	12.34	19.00	0.95	0.63	0.44	1.00	0.80	0.68	0.18

1.2 实验材料

1.2.1 主要器材 酵母粉(英国 OXOID 公司);麦糟(福建省厦门市青岛啤酒厂);麦麸(福建省厦门市海嘉面粉有限公司);蛋白胨(广东省环凯生物科技有限公司);葡萄糖(广东省汕头市西陇化工厂);硫酸(国药集团化学试剂有限公司);无水乙醇(广东省汕头市西陇化工厂);盐酸(上海试剂二厂);超滤膜包 Vivaflow 200(MWCO 30 KD)(北京市赛多利斯仪器有限公司);发酵袋(河南省郑州市百益宝生物科技有限公司).

1.2.2 发酵饲料原料及益生劑 玉米蛋白饲料(山东省滨州市海星饲料厂);瓜尔豆粕(山东省青岛市广饶六合化工有限公司);棕榈仁粕(辽宁省大连市镁达国际贸易有限公司);预混料(福建省厦门市百穗行科技有限公司);宝来利来发酵剂(山东省宝来利来生物工程公司);杏鲍菇菌柄(福建省嘉胜集团大建饲料有限公司).

1.2.3 鸡苗 黄脚麻鸡(福建省厦门市五显镇三秀种禽厂).

1.2.4 肉鸡喂养实验地点和时间 福建省厦门市集美区仙灵旗农庄,实验时间为 2013 年 4—5 月.

1.3 实验方法

1.3.1 阿魏酸酯酶粗酶液的制备 1) 菌种:黑曲霉,实验室自行筛选并保藏.2) 种子培养基:马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基,36℃,200 r·min<sup>-1</sup>培养 2 d<sup>[9]</sup>.3) 发酵培养基:麦糟晒干粉碎过 100 目筛,麦麸烘干粉碎过 100 目筛,麦糟、麦麸以 1:4 质量比加入白瓷盘中并按 1:1.5 的质量比添加营养盐溶液,混匀,121℃灭菌 30 min,接种 1.5 mL 菌液,36℃培养 6 d.4) 营养盐溶液:2 g 蛋白胨,4 g 酵母粉,1.52 g NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O,1 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>,0.3 g CaCl<sub>2</sub>,0.3 g MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O,31.4 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O,15.6 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O,用蒸馏水定容至 1 L.5) 制备方法:发酵料中加入 8 倍体积的蒸馏水,33℃,180 r·min<sup>-1</sup>中抽提 2.5 h,静置,用八层纱布过滤,得滤液.滤液在进口压力为 0.1 MPa,流速为 200 mL·min<sup>-1</sup>及 20℃下超滤浓缩,得粗酶液.

1.3.2 粗蛋白质量分数测定 参照 GB/T 6432—1994《饲料中粗蛋白测定方法》<sup>[10]</sup>分析.

1.3.3 粗灰分质量分数测定 参照 GB/T 6438—2007《饲料中粗灰分的测定》<sup>[11]</sup>分析.

1.3.4 发酵饲料感官鉴定 发酵饲料感官品质根据中国农业科学院畜牧业研究所提出的《饲料感观品质鉴定标准》<sup>[12]</sup>评定.

1.3.5 中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和酸性洗涤木质素测定 中性洗涤纤维(NDF)可参照 GB/T 20806—2006《饲料中中性洗涤纤维的测定》<sup>[13]</sup>分析;酸性洗涤纤维(ADF)参照 NY/T 1459—2007《饲料中酸性洗涤纤维的测定》<sup>[14]</sup>分析;酸性洗涤木质素(ADL)参照 GB/T 20805—2006《饲料中酸性洗涤木质素的测定》<sup>[15]</sup>分析.

1.3.6 发酵饲料制备 将发酵原料、益生劑、FAE 粗酶液及糖蜜,搅拌均匀,装入发酵袋中,每袋质量为 1 kg,室温自然发酵 7 d,定时采样检测.

1.3.7 发酵饲料配方的优化 选用发酵饲料中的四因素,各因素选择三水平,根据正交实验表设计实验.以发酵 7 d 的总蛋白为目标函数进行极差  $R$  分析,确定优化配方.

1.3.8 养分利用率测定 挑选生长状况良好、重量相近的肉鸡作为实验对象,每组 5 个平行,每个平行 3 只,定时喂养相应饲料,自由饮水.收集 41~45 日龄肉鸡的排泄物,挑出杂物 65℃烘干后,室温回潮

24 h, 粉碎过 65 目筛. 实验结果采用 SPSS 19.0 软件的 ANOVA 进行方差分析, Duncan 法进行多重比较, 各组数据以平均数±标准差 (mean±SE) 表示.

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 发酵饲料配方优化

2.1.2 发酵配方优化实验 正交实验设计表及其实验结果, 如表 2 所示. 表 2 中:  $w_1 \sim w_4$  分别为菌柄干物质、玉米蛋白饲料、棕榈仁粕、谷壳粉的质量分数;  $w_5$  为 4 种物质的质量分数总和;  $w_6$  为粗蛋白的质量分数.

表 2 正交实验设计及结果  
Tab. 2 Result of orthogonal experiment

实验组	因素				$w_5$	$w_6$
	A ( $w_1$ )	B ( $w_2$ )	C ( $w_3$ )	D ( $w_4$ )		
1	10.00	20.00	8.00	16.00	54	21.01
2	10.00	23.00	11.00	18.00	62	21.87
3	10.00	26.00	14.00	20.00	70	21.40
4	11.00	20.00	11.00	20.00	62	17.77
5	11.00	23.00	14.00	16.00	64	21.95
6	11.00	26.00	8.00	18.00	63	21.79
7	12.00	20.00	14.00	18.00	64	22.17
8	12.00	23.00	8.00	20.00	63	21.67
9	12.00	26.00	11.00	16.00	65	22.48
I	21.43	20.48	21.49	21.81	—	—
II	20.50	21.83	20.71	22.11	—	—
III	22.27	21.89	22.01	0.28	—	—
R	1.77	1.41	1.30	1.83	—	—

经极差  $R$  分析, 发酵原料中菌柄干物质、玉米蛋白饲料、棕榈仁粕、谷壳粉四因素对发酵效果的影响大小为谷壳粉>菌柄干物质>玉米蛋白饲料>棕榈仁粕, 说明谷壳粉的添加量是影响饲料发酵的关键因素. 在实验结果测定中, 发酵饲料粗蛋白质量分数最高的组合为第 9 实验组.

2.1.3 饲料感官评定 对表 2 中各实验组的饲料进行感官评定, 如表 3 所示. 表 3 中:  $N$  为天数.

表 3 正交实验中各组饲料感官评定  
Tab. 3 Sensory evaluation of feeds

N/d	实验组								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡
	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色
2	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酒味淡
	淡黄变暗	淡黄变暗	淡黄变暗	淡黄变暗	淡黄变暗	淡黄变暗	淡黄变暗	淡黄变暗	淡黄变暗
3	酒味重	酒味重	酒味重	酒味重	酒味重	酒味重	酒味重	酒味重	酒味重
	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色
4	酒味浓重	酒味浓重	酒味浓重	酒味浓重	酒味浓重	酒味浓重	酒味浓重	酒味淡	酒味淡
	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色	褐色	金黄色	淡黄色
5	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	酸味较淡	香味淡	酸味	香味淡	香味淡
	淡黄色	淡黄色	淡黄色	褐色	黄褐色	淡黄色	褐色	金黄色	金黄色
6	酒味	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酒味淡	香味淡	酸味	香味淡	酒味淡
	淡黄色	淡黄色	淡黄色	褐色	淡黄色	金黄色	褐色	金黄色	金黄色
7	酒味淡	酒味淡	酒味淡	酸味较淡	酒味淡	酒味淡	酸味较重	香味淡	香味淡
	淡黄色	淡黄色	淡黄色	褐色	淡黄色	亮黄色	深褐色	金黄色	金黄色

在发酵第 7 d, 第 8 组和第 9 组饲料颜色呈金黄色, 且有淡香气味, 发酵饲料感观较好. 其中: 酸味可

能是产生酸性物质,如乳酸等物质,香味可能是产生了如酯类、酚类等物质,酒味是由于发酵产生乙醇. 结合节 2.1.2 实验结果,选用第 9 组为发酵培养基优化的结果.

2.2 发酵饲料对肉鸡养分利用率的影响

2.2.1 发酵饲料对物质利用率影响 发酵饲料对中性洗涤纤维利用率( $\eta_{\text{NDF}}$ )的影响,如图 1 所示. 由图 1 可知:4 个实验组中 NDF 利用率都呈上升趋势,酶化发酵饲料中 NDF 利用率最大,肉鸡第 45 日龄达到 37.41%,效果最明显;其次为普通发酵饲料和 FAE 酶化饲料,分别为 36.9%,34.79%;基础日粮利用率最小为 31.3%. 这是因为酶化发酵饲料中含有益生菌分泌的木聚糖酶和 FAE,共同促进 NDF 的降解,而其他组饲料只有单独添加的益生菌或 FAE,导致木聚糖酶和 FAE 的协同作用弱,导致 NDF 利用率不如酶化发酵饲料.

发酵饲料对酸性洗涤纤维利用率( $\eta_{\text{ADF}}$ )的影响,如图 2 所示. 由图 2 可知:4 个实验组 ADF 利用率均有提升趋势,酶化发酵饲料、普通发酵饲料、FAE 酶化饲料及基础日粮中 ADF 利用率在肉鸡 45 日龄分别为 52.85%,50.12%,42.56%,42.3%. 因未有益生菌和 FAE,导致基础日粮中 ADF 利用率最低.

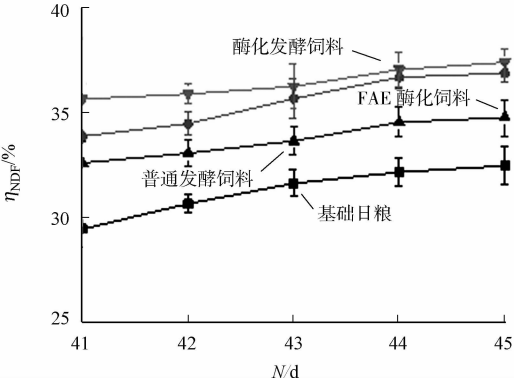


图 1 发酵饲料对 NDF 利用率的影响

Fig. 1 Effect of fermented feed on NDF's utilization

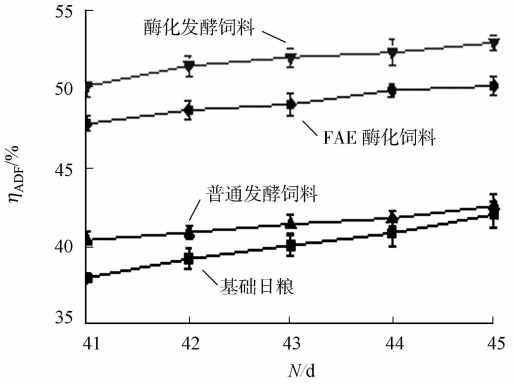


图 2 发酵饲料对 ADF 利用率的影响

Fig. 2 Effect of fermented feed on ADF's utilization

发酵饲料对酸性洗涤木质素利用率( $\eta_{\text{ADL}}$ )的影响,如图 3 所示. 由图 3 可知:4 个实验组 ADL 利用率均有提升趋势,肉鸡第 45 日龄,酶化发酵饲料中 ADL 利用率最高达 63.87%,基础日粮利用率最低为 53.59%. FAE 能协同益生菌产生的木质纤维降解酶降解木质纤维,降低 ADL 的质量分数.

发酵饲料对蛋白质利用率( $\eta_{\text{C}}$ )的影响,如图 4 所示. 由图 4 可知:4 个实验组粗蛋白利用率均有提升趋势,在第 45 日龄肉鸡中酶化发酵饲料中粗蛋白利用率最高为 70.21%,表明该组肉鸡对粗蛋白吸收较好;其次为普通发酵饲料和 FAE 酶化饲料,分别为 66.07%,64.50%;基础日粮的利用率最小为 63.70%. 由于酶化发酵饲料中含有的益生菌分泌的蛋白酶,且发酵过程产生了低聚木糖,低聚木糖又有利于益生菌的增殖,使得粗蛋白更易被肉鸡利用.

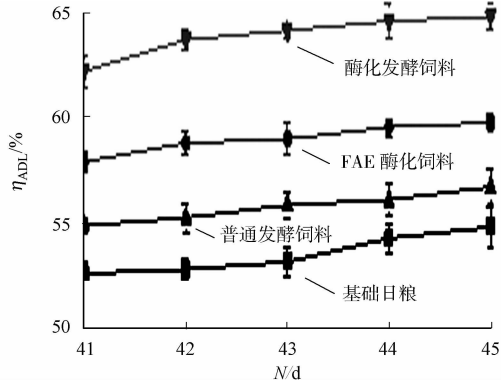


图 3 发酵饲料对 ADL 利用率的影响

Fig. 3 Effect of fermented feed on ADL's utilization

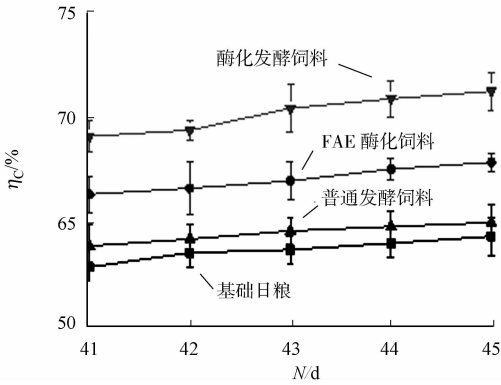


图 4 发酵饲料对蛋白质利用率的影响

Fig. 4 Effect of fermented feed on protein's utilization

2.2.2 发酵饲料的养分利用率 按四分法取若干饲料样品和粪便样品,经处理后,测定各养分利用率结果,如表 4 所示.表 4 中:同一行所列数据,小写字母完全不同者差异具有统计学意义( $P<0.05$ ).

由表 4 可知:与基础日粮相比,FAE 酶化饲料、普通发酵饲料和酶化发酵饲料均有提高干物质利用率的趋势,分别提高了 3.62%,1.79%,5.59%,效果较为明显,差异具有统计学意义( $P<0.05$ );而对于粗灰分,FAE 酶化饲料、普通发酵饲料和酶化发酵饲料相对于基础日粮提高 21.43%,8.44%,38.31%,差异具有统计学意义( $P<0.05$ );粗蛋白利用率方面,FAE 酶化饲料、普通发酵饲料和酶化发酵饲料则分别提高了 5.29%,1.41%,10.36%,差异具有统计学意义( $P<0.05$ ).实验结果与杨道秀等<sup>[16]</sup>将 FAE 及商品饲料酶——“溢多酶”(主要含木聚糖酶、纤维素酶、淀粉酶等)添加入饲料中,试制酶化饲料饲喂肉鸡的结果类似,但本实验结果因发酵过程产生蛋白酶,其粗蛋白利用相对率较高.

表 4 各饲料养分利用率的实验结果

Tab.4 Fermented feed on the impact of nutrient utilization

%

指标	组别			
	基础日粮	FAE 酶化饲料	普通发酵饲料	酶化发酵饲料
干物质	71.04 <sup>b</sup> ±2.02	73.61 <sup>ab</sup> ±0.60	72.31 <sup>ab</sup> ±1.80	75.01 <sup>a</sup> ±0.92
粗蛋白	63.70 <sup>c</sup> ±0.92	67.07 <sup>b</sup> ±3.41	64.60 <sup>c</sup> ±0.87	70.30 <sup>a</sup> ±1.22
粗灰分	15.40 <sup>c</sup> ±0.89	18.70 <sup>b</sup> ±1.32	16.70 <sup>c</sup> ±0.45	21.30 <sup>a</sup> ±1.30
NDF	31.30 <sup>b</sup> ±2.44	35.50 <sup>ab</sup> ±0.90	33.70 <sup>ab</sup> ±0.40	36.47 <sup>a</sup> ±2.70
ADF	40.00 <sup>b</sup> ±1.80	49.00 <sup>a</sup> ±2.00	41.40 <sup>b</sup> ±1.50	51.70 <sup>a</sup> ±0.30
ADL	53.70 <sup>d</sup> ±1.13	59.00 <sup>b</sup> ±0.80	55.90 <sup>c</sup> ±0.85	63.90 <sup>a</sup> ±1.42

由表 4 还可知:FAE 酶化饲料、普通发酵饲料和酶化发酵饲料均能提高 NDF 利用率,与基础日粮相比分别提高 13.42%,7.67%,16.52%,差异具有统计学意义( $P<0.05$ );添加 FAE 酶化饲料,普通发酵饲料和酶化发酵饲料均能提高 ADF 利用率,与基础日粮相比分别提高 22.5%,3.50%,29.25%,差异具有统计学意义( $P<0.05$ ).在利用 ADL 中,FAE 酶化饲料、普通发酵饲料和酶化发酵饲料与基础日粮相比,分别提高 9.87%,4.09%,18.99%,差异具有统计学意义( $P<0.05$ ).可见酶化发酵饲料中的 FAE 和益生菌分泌的 NSP 降解酶能较好的提高木质纤维的利用率,提高饲料品质,促进肉鸡对养分的利用<sup>[17]</sup>.与杨道秀等<sup>[16]</sup>的实验结果相比较,NDF,ADF 及 ADL 利用率更高,可能是杨道秀等添加的仅是木聚糖酶为主的酶制剂,其他的木质纤维酶酶活较低,而本实验中添加了益生菌剂,分泌的木质纤维降解酶酶系更为丰富.

### 3 结论

- 1) 发酵饲料的优化发酵配方(质量分数):杏鲍菇菌柄干物质为 12%,玉米蛋白饲料为 26%,棕榈仁粕为 11%,谷壳粉为 16%,玉米粉 5%,糖蜜 0.3%,益生劑 0.1%,其发酵饲料中粗蛋白为 22.48%.饲料为金黄色,有香味,评价良好.
- 2) 相对基础日粮,发酵饲料及酶化饲料均能提高干物质、粗灰分、粗蛋白、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、酸性洗涤木质素等利用率.酶化发酵饲料提高得最为明显,分别提高 5.59%,38.31%,10.36%,16.52%,29.25%,18.99%.酶化发酵饲料对肉鸡的养分利用率促进效果最好.

### 参考文献:

[1] 陆文清,胡起源.微生物发酵饲料的生产与应用[J].饲料与畜牧,2008(7):5-9.

[2] RAVINDRAN V,SON J. Feed enzyme technology: Present status and future developments[J]. Recent Patents on Food, Nutrition and Agriculture,2011,3(2):102.

[3] YU P,MCKINNON J,CHRISTENSEN D. Improving the nutritional value of oat hulls for ruminant animals with pretreatment of a multienzyme cocktail: In vitro studies[J]. Journal of Animal Science,2005,83(5):1133.

[4] 郑光辉. 浅析微生物发酵饲料的应用与发展前景[J]. 河南农业,2012(4):50-51.

[5] CHOCT M. Enzymes for the feed industry: Past, present and future[J]. World's Poultry Science Journal,2006,62(1):5-16.

[6] SINHA A K,KUMAR V,MAKKAR H P S,et al. Non-starch polysaccharides and their role in fish nutrition-a review[J]. Food Chemistry,2011,127(4):1409-1426.

[7] 李夏兰,程珊影,杨道秀,等. 阿魏酸酯酶和木聚糖酶协同降解麦糟[J]. 化工进展,2012,31(5):1096-1102.

[8] 中华人民共和国农业部. NY/T 33—2004 鸡饲养标准[S]. 北京:中国标准出版社,2004:3-5.

[9] 邓轶韬,李夏兰,陈宗香,等. 阿魏酸酯酶产生菌的筛选及产酶条件的优化[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2011,32(3):300-303.

[10] 中华人民共和国国家技术监督局. GB/T 6432—1994 饲料中粗蛋白测定方法[S]. 北京:中国标准出版社,1995:70-73.

[11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 6438—2007 饲料中粗灰分的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2007:1-5.

[12] 郭晓庆. 青贮饲料品质鉴定及利用[J]. 畜牧与饲料科学,2004,25(6):101.

[13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 20806—2006 中性洗涤纤维测定[S]. 北京:中国标准出版社,2006:1-3.

[14] 中华人民共和国农业部. NY/T 1459—2007 饲料中酸性洗涤纤维测定[S]. 北京:中国标准出版社,2007:1-2.

[15] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 20805—2006 饲料中酸性洗涤木质素(ADL)的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2006:1-3.

[16] 杨道秀,许文江,王林林,等. 阿魏酸酯酶的制备及在肉鸡饲料中的应用[J]. 化工进展,2013,32(11):2685-2690.

[17] SLOMINSKI B. Recent advances in research on enzymes for poultry diets[J]. Poultry Science,2011,90(9):2013-2023.

## Preparation of Ferulic Acid Esterase Enzymatic Fermented Feed and Its Effect on the Nutrient Utilization of Broilers

WANG Lin-lin, CHEN Yun-hua, CHEN Pei-qin, LI Xia-lan

(College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** In order to reduce the antinutritional factors existed in feed,and to promote feed conversion ratio, ferulic acid esterase enzymatic fermented feed was studied and its effect on nutrient utilization of broilers was researched at the same time. The optimum feed formula was obtained by orthogonal experiments: 12% stipe dry matter, 26% corn gluten feed, 11% palm kernel meal, 16% chaff powder, 5% guar soybean meal, 5% corn flour, 0.3% molasses, 0.1% prebiotic agent,and the content of crude protein in this fermented feed was 22.48% under this condition. Compared with basal diet, enzymatic fermented feed increased feed nutrient such as dry matter, crude ash, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber,and acid detergent lignin utilization by 5.59%, 38.31%, 10.36%, 16.52%, 29.25%,and 18.99%, respectively. And the feed nutrient utilization of broilers raised by enzymatic fermented feed was higher than those raised by common fermented feed.

**Keywords:** ferulic acid esterase; fermented feed; antinutritional factors; nutrient utilization; broilers

(责任编辑: 钱筠      英文审校: 刘源岗)