

低能饲料中添加复合酶对肉鸡生长性能、 肠道黏膜形态和食糜黏度的影响

汤海鸥^{1,2} 高秀华^{1,2*} 姚 斌¹ 李学军² 王晓睿²

(1. 中国农业科学院饲料研究所, 北京 100081; 2. 生物饲料开发国家工程研究中心, 北京 100081)

摘要: 本试验旨在研究低能饲料中添加复合酶对肉鸡生长性能、肠道黏膜形态和食糜黏度的影响。选取 320 只 1 日龄爱拔益加肉鸡, 随机分为 4 组, 每组 8 个重复, 每个重复 10 只。I 组为正对照组, 饲喂玉米-豆粕型常规饲料; II 组为负对照组, 饲料配方原料中增加杂粕和麦类用量, 降低 210 kJ/kg 代谢能; III、IV 组为常规剂量加酶组和高剂量加酶组, 分别在负对照组饲料基础上添加 0.02% 和 0.20% 复合酶。试验期 42 d。结果表明, II 组料重比极显著高于 IV 组 ($P < 0.01$), I、III 组料重比显著低于 II 组 ($P < 0.05$); I、IV 组绒毛高度极显著高于其他 2 组 ($P < 0.01$), II 组绒毛高度显著低于 III 组 ($P < 0.05$); II 组隐窝深度极显著高于其他 3 组 ($P < 0.01$), IV 组隐窝深度显著低于 I、III 组 ($P < 0.05$); IV 组绒毛高度/隐窝深度 (V/C) 值极显著高于其他 3 组 ($P < 0.01$), II 组 V/C 值显著低于 I、III 组 ($P < 0.05$); 各组之间黏膜厚度无显著差异 ($P > 0.05$); IV 组食糜黏度显著低于 II 组 ($P < 0.05$)。由此可见, 饲料中添加 0.02% 和 0.20% 复合酶对肉鸡生长性能、肠道黏膜形态和食糜黏度均具有较好的改善作用; 添加 0.20% 复合酶可进一步提高复合酶的应用效果。

关键词: 肉鸡; 复合酶; 生长性能; 肠道黏膜形态; 食糜黏度

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2014)01-0190-07

作为一种高效绿色添加剂, 饲用酶制剂在饲料行业上的应用已经越来越广泛。饲料中添加酶制剂能相应提高饲料的营养价值, 在配方制作过程中, 若维持原料和营养标准不变, 则应根据营养改进值的大小对酶制剂赋予一定营养价值才能反映实际情况^[1-2]。因添加成本和行业竞争等原因, 饲料中酶制剂的添加量一般是酶制剂发挥作用的基础添加量, 但随着酶制剂发酵产能的提高和应用研究的发展, 商业上常规酶制剂添加量 (约 0.02%) 已不能完全反映酶制剂的使用效果; 另外, 饲料中实际含有底物的量远高于酶制剂普通添加量所作用底物的量, 因此如何更好地确定酶制剂添加量与饲料配方能量调整之间的关系, 对

酶制剂在饲料中的应用具有重要意义^[3-4]。目前, 对于饲用酶制剂在饲料中的添加量与降低饲料能量之间关系的研究, 一直以梯度试验为主, 一般添加起始浓度较低且梯度较小, 试验较难判断各加酶组之间差异性以及高剂量添加酶制剂的效果^[5-7]。本试验通过调整饲料配方能量值设定正、负对照组, 并根据饲料配方中酶解底物的量, 结合实际生产和商业应用配制复合酶, 设置常规剂量和高剂量, 以生长性能、肠道黏膜形态和食糜黏度为指标, 研究在降低饲料能量的基础上, 2 种剂量复合酶的应用效果和作用机理, 以期复合酶在肉鸡养殖生产上的应用提供理论依据。

收稿日期: 2013-07-31

基金项目: 不同养殖模式、不同类型日粮的平衡供给技术与示范 (2011BAD26B01)

作者简介: 汤海鸥 (1980—), 男, 安徽芜湖人, 博士, 研究方向为生物饲料开发和研究。E-mail: haioutang@hotmail.com

* 通讯作者: 高秀华, 研究员, 博士生导师, E-mail: xiuhuagao@126.com

1 材料与方法

1.1 试验原料

试验所用复合酶配方中各单酶及其活性如下:木聚糖酶,5 000 U/g;纤维素酶,600 U/g; β -甘露聚糖酶,1 000 U/g; α -半乳糖苷酶,1 000 U/g;蛋白酶,5 000 U/g。木聚糖酶、纤维素酶、 β -甘露聚糖酶和 α -半乳糖苷酶的活性单位统一定义为:在37℃、pH为5.5的条件下,每分钟内从过量底物中降解释放1 μ mol还原糖所需的酶量定义为1个酶活性单位(U)。蛋白酶的活性单位定义参照GB/T 23527—2009^[8]。

1.2 试验设计与饲养管理

试验采用单因子完全随机设计,将320只1日龄爱拔益加(AA)肉鸡随机分为4组,每组8个重复,每个重复10只(公母各占1/2)。I组为正对照组,饲喂玉米-豆粕型常规饲料;II组为负对照组,饲料配方原料中增加杂粕和麦类用量,降低210 kJ/kg代谢能;III、IV组为常规剂量加酶组和高剂量加酶组,分别在负对照组饲料基础上添加0.02%和0.20%复合酶。试验饲料组成及营养水平见表1。试验期42 d,试验地点为中国农业科学院中试基地养鸡场,采用多层笼养于同一鸡舍内,自由采食和饮水,24 h光照,免疫程序和栏舍消毒按常规进行。

1.3 测定指标

1.3.1 生长性能

试验期间记录各重复的耗料量,观察肉鸡的健康状况,记录死淘率,并于第42天以重复为单位空腹称重,计算平均日采食量、平均日增重和料重比,计算公式如下:

$$\text{平均日采食量(g/d)} = \text{耗料重} / \text{试验天数};$$

$$\text{平均日增重(g/d)} = (\text{末重} - \text{初重}) / \text{试验天数};$$

$$\text{料重比} = \text{平均日采食量} / \text{平均日增重}.$$

1.3.2 肠道形态

于试验第42天每组随机选取8只鸡(每重复1只),用利剪取采血后的公鸡空肠中部近1 cm的肠段(卵黄蒂上下0.5 cm左右),生理盐水冲洗干净,迅速放入4%甲醛固定液中固定,摇匀。4℃保存,待做组织切片。将已固定好的组织进行修整、脱水、包埋、切片和苏木精-伊红(HE)染色制成切片,100倍光镜下用显微测微尺测定绒毛长度、隐窝深度和黏膜厚度,并计算绒毛长度/隐窝

深度(V/C)值。

1.3.3 食糜黏度

于试验第42天,称重后喂食,每个重复随机取1只采食2 h后的公鸡处死,将空肠食糜挤入样品袋,-20℃冷冻备测。4℃解冻,精确称取(5.00±0.01)g食糜,加10 mL蒸馏水,混合均匀,5 000 r/min离心5 min,取8 mL上清液采用奥式黏度计(Φ 0.54~0.60 mm)测定食糜黏度。计算公式为:

$$\text{食糜黏度} = \text{食糜上清液通过毛细管}$$

$$\text{所需时间} / \text{同体积蒸馏水通过所需时间}.$$

1.4 数据统计与分析

应用Excel 2007对数据进行初步处理,采用SPSS 17.0统计软件,应用单因素方差分析(one-way ANOVA)进行差异显著性分析,采用LSD法进行多重比较,结果以平均值±标准差表示。

2 结果

2.1 不同添加量复合酶对肉鸡生长性能的影响

由表2可知,II组肉鸡各项生长指标明显劣于I、III、IV组。II组平均日增重虽然低于I、III组,但与二者之间差异不显著($P > 0.05$),II组平均日增重显著低于IV组($P < 0.05$)。II组平均日采食量显著高于其他各组($P < 0.05$)。I、III、IV组料重比极显著低于II组($P < 0.01$),分别降低了4.76%、5.82%和6.88%,IV组料重比显著低于I组($P < 0.05$)。各组之间死淘率差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 不同添加量复合酶对肉鸡肠道黏膜形态和食糜黏度的影响

由表3可知,I、IV组绒毛高度分别为1 863.0和1 867.8 μ m,二者差异不显著($P > 0.05$),但极显著高于其他2组($P < 0.01$),II组绒毛高度为1 574.8 μ m,比III组降低了6.58% ($P < 0.05$)。II组隐窝深度为257.8 μ m,极显著高于其他3组($P < 0.01$),IV组隐窝深度为186.6 μ m,显著低于I、III组($P < 0.05$)。IV组V/C值为12.12,极显著高于其他3组($P < 0.01$),II组V/C值为6.48,显著低于I、III组($P < 0.05$)。各组之间黏膜厚度无显著差异($P > 0.05$)。各组的切片展示如图1。

由表3可知,IV组食糜黏度为1.216,比II组降低了8.31% ($P < 0.05$),I、III组与其他各组之间差异不显著($P > 0.05$)。

表 1 试验饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)

%

项目 Items	1 ~ 21 日龄 1 to 21 days of age		22 ~ 42 日龄 22 to 42 days of age	
	正对照组 Positive control group	负对照组 Negative control group	正对照组 Positive control group	负对照组 Negative control group
原料 Ingredients				
玉米 Corn	54.50	44.00	59.10	46.20
小麦 Wheat		5.00		8.00
麦麸 Wheat bran		5.00		5.00
豆粕 Soybean meal	34.00	26.00	29.00	18.24
棉籽粕 Cottonseed meal	3.00	5.00	3.00	7.00
菜籽粕 Rapeseed meal		3.00		5.00
干酒糟及其可溶物 DDGS		2.39		
豆油 Soybean oil	3.50	4.50	4.46	6.00
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.20	0.20	0.15	0.14
L-赖氨酸盐酸盐 L-Lys · HCl	0.25	0.40	0.10	0.27
L-苏氨酸 L-Thr	0.04	0.10	0.04	0.10
氯化胆碱 Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10
食盐 NaCl	0.30	0.30	0.30	0.30
石粉 Limestone	1.36	1.36	1.15	1.15
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.75	1.65	1.60	1.50
预混料 Premix ¹⁾	1.00	1.00	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾				
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.34	12.13	12.76	12.55
粗蛋白质 CP	21.00	21.00	19.00	19.00
钙 Ca	1.03	1.02	0.90	0.90
总磷 TP	0.71	0.74	0.66	0.71
有效磷 AP	0.45	0.45	0.41	0.41
赖氨酸 Lys	1.30	1.30	1.05	1.05
蛋氨酸 Met	0.50	0.50	0.42	0.41
苏氨酸 Thr	0.82	0.83	0.74	0.75

¹⁾每千克预混料含有 Contained the following per kg of premix: DL-蛋氨酸 DL-Met 1 100 mg, Fe 6 000 mg, Cu 1 000 mg, Mn 9 500 mg, Zn 9 000 mg, I 150 mg, Se 30 mg, 烟酸 nicotinic acid 3 200 mg, 叶酸 folic acid 60 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 500 mg, 生物素 biotin 9 mg, VA 920 000 IU, VD 220 000 IU, VE 1 100 IU, VK 44 mg, VB₁ 110 mg, VB₂ 440 mg, VB₆ 90 mg, VB₁₂ 0.8 mg。

²⁾代谢能为计算值,其余均为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

3 讨论

3.1 不同添加量复合酶对肉鸡生长性能的影响

饲用复合酶能降解麦类及杂粕类饲料原料中存在的非淀粉多糖(NSP)类抗营养物质,补充动物内源性消化酶的不足,从而促进动物对能量和蛋白质的消化和利用,改善生长性能^[9-10]。本试

验结果表明,与正、负对照组相比,加酶组 1 ~ 42 日龄肉鸡平均日增重提高,且 0.20% 复合酶组显著提高,料重比比负对照组也降低了 6.88%。说明加酶提高了饲料的消化率,进而提高了平均日增重,降低了料重比。Selle 等^[11]应用 2 种复合酶分别添加到杂粕型和小麦型饲料中,结果表明 2 种复合酶分别将肉鸡料重比降低了 7.0% 和

7.1%,显著改善了肉鸡生长性能。本试验所用复合酶配方的设计是以饲料中抗营养物质含量和市场上常规复合酶配方的组成作为参考,充分发挥不同酶制剂之间的协同作用。试验中复合酶添加量共2组:一组为常规剂量加酶组,以评价本复合酶配方按照市场上常规复合酶的使用方式添加到饲料中的养殖效果,结果表明饲料中添加0.02%复合酶对肉鸡生长性能具有较好的改善作用。与负对照组相比,0.02%复合酶组料重比显著降低,且与正对照组之间无显著差异,这说明在降低210 kJ/kg代谢能的饲料中使用本复合酶在可达到与正对照组饲料相同的养殖效应。另一组为高剂

量加酶组,以评价复合酶在常规添加量的基础上是否有进一步提高添加量的空间,结果表明,与负对照组相比,0.20%复合酶组料重比极显著降低,与0.02%复合酶组相比料重比有降低,且平均日增重也较0.02%复合酶组有进一步提高。说明在提高添加量的情况下,复合酶应用效果仍有较大的空间。Wang等^[7]将0、200、400、600、800和1000 mg/kg的复合酶添加于以小麦为基础的肉鸡饲料中,结果表明复合酶的添加提高了肉鸡平均日增重并降低了料重比,且高剂量添加组(800和1000 mg/kg组)比常规剂量添加组(200 mg/kg组)有进一步显著提高,本试验结果与此一致。

表2 不同添加量复合酶对肉鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of different supplemental levels of complex enzyme on growth performance of broilers

项目 Items	组别 Groups			
	I	II	III	IV
平均日采食量 ADFI/(g/d)	108.54 ± 1.87 ^a	111.77 ± 2.10 ^b	108.08 ± 1.57 ^a	107.71 ± 1.69 ^a
平均日增重 ADG/(g/d)	60.41 ± 1.22 ^{ab}	59.22 ± 1.11 ^a	60.56 ± 1.19 ^{ab}	61.10 ± 1.29 ^b
料重比 F/G	1.80 ± 0.02 ^{Aa}	1.89 ± 0.05 ^{Bc}	1.78 ± 0.03 ^{Aab}	1.76 ± 0.03 ^{Ab}
死淘率 Mortality/%	7.50 ± 4.63	6.25 ± 5.18	7.50 ± 4.63	6.25 ± 7.44

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),相同字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), and with different capital letter superscripts mean significant difference ($P < 0.01$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$). The same as below.

表3 不同添加量复合酶对肉鸡肠道黏膜形态和食糜黏度的影响

Table 3 Effects of different supplemental levels of complex enzyme on small intestinal mucosa and digesta viscosity of broilers

项目 Items	组别 Groups			
	I	II	III	IV
绒毛高度 Villus height/ μm	1 863.0 ± 141.5 ^{Aa}	1 574.8 ± 150.2 ^{Bb}	1 685.7 ± 156.3 ^{Bc}	1 867.8 ± 131.0 ^{Aa}
隐窝深度 Crypt depth/ μm	221.7 ± 18.1 ^{Aa}	257.8 ± 18.8 ^{Bb}	223.7 ± 21.1 ^{Aa}	186.6 ± 23.4 ^{Ac}
绒毛长度/隐窝深度 V/C	8.90 ± 1.45 ^{Aa}	6.48 ± 1.37 ^{Ab}	8.18 ± 1.04 ^{Aa}	12.12 ± 2.10 ^{Bc}
黏膜厚度 Mucosa thickness/ μm	2 015.8 ± 145.7	2 093.6 ± 160.0	2 053.1 ± 155.6	1 911.8 ± 136.4
食糜黏度 Digesta viscosity	1.263 ± 0.068 ^{ab}	1.317 ± 0.083 ^a	1.283 ± 0.044 ^{ab}	1.216 ± 0.061 ^b

3.2 不同添加量复合酶对肉鸡肠道黏膜形态的影响

小肠是动物消化吸收营养物质的主要器官,小肠内黏膜结构的完整性是养分消化吸收和动物正常生长的基本保证。肠绒毛是小肠的上皮和固有层向肠腔隆起形成的指状突起,是机体吸收和转运营养物质的主要部位,在空肠分布最为密集。

肠绒毛越高,与营养物质相对接触面积就越大,就越有利于营养物质的吸收^[12]。本试验结果表明,复合酶显著提高了肉鸡小肠的绒毛高度,0.20%复合酶组甚至达到和正对照组相同的效果。肠隐窝又称小肠腺,是绒毛基部的上皮下陷至固有层内形成的管状结构,肠隐窝的大部分为增生部。隐窝基部的细胞可不断地分化并向绒毛的端部迁

移,以补充绒毛正常脱落的肠上皮,隐窝变浅则表明肠上皮细胞增殖率和成熟率上升,分泌功能增强,肠道黏膜上皮绒毛吸收能力增强^[12-13]。本试验结果表明,相对于负对照组,加酶组的隐窝深度显著变浅,0.20%复合酶组甚至比正对照组更浅。

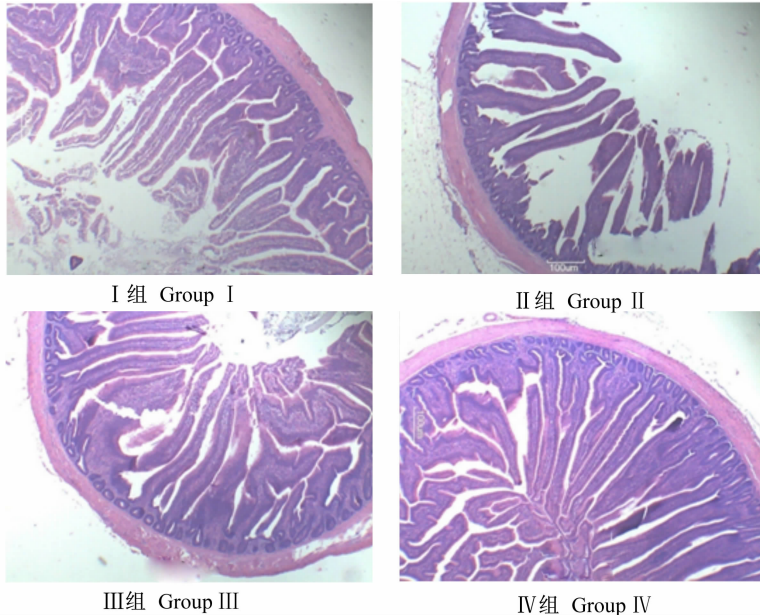


图1 不同添加量复合酶组的肉鸡肠道形态结构

Fig. 1 Intestinal morphology of broilers in different supplemental levels of complex enzyme groups (100 ×)

V/C值可综合反映小肠的功能状况,V/C值下降,表示消化吸收功能降低,常伴有腹泻;V/C值上升,则表示黏膜得到改善,消化吸收功能增强,生长发育加快。小肠黏膜结构特点是有环形皱襞、肠绒毛和小肠腺,黏膜厚度也是衡量小肠消化吸收功能的重要指标。本试验结果表明,复合酶的添加显著提高了V/C值,尤其是0.20%复合酶组V/C值极显著高于其他3组。丁学梅等^[15]研究小麦-豆粕型饲料添加木聚糖酶对艾维茵肉鸡的影响,结果表明木聚糖酶显著提高了肉鸡肠道固有层厚度,改善了肉鸡的各项免疫指标及微生物菌群数量。Mathlouthi等^[16]在麦类饲料中添加木聚糖酶和 β -葡聚糖酶为主的复合酶饲喂肉鸡,结果表明外源复合酶的添加增加了肉鸡小肠绒毛尺寸和V/C值,提高了营养物质转化率和肉鸡生长性能。

3.3 不同添加量复合酶对肉鸡食糜黏度的影响

饲料中使用的植物性原料含有的NSP是主要抗营养物质,其作用主要是通过提高消化道食糜

这些都说明复合酶促进了肉鸡肠道的健康,提高了肉鸡对营养物质的消化能力。Onderci等^[14]应用产 α -淀粉酶的发酵培养物饲喂肉鸡,结果表明绒毛长度和隐窝深度显著改善,生长性能和饲料转化率显著提高。

黏度来实现,NSP具有强大的吸水能力,可与水分子直接作用增加溶液黏度,且随NSP含量的增加而增加。黏度的提高降低了食糜流动速度,使小肠中一些有害微生物增殖和厌氧发酵几率增加,加大能量的损失,影响脂类代谢。NSP酶可把NSP分解成不会引起肠道食糜黏度显著提高的较小聚合体从而降低其对家禽的负面影响。有报道指出,食糜黏度与动物生长性能有较强的相关性,所以可以把食糜黏度的变化作为衡量所用酶制剂效果的重要指标之一^[17-18]。本试验结果表明,添加以NSP酶为主的复合酶降低了食糜黏度,尤其是0.20%复合酶组显著降低。

4 结论

① 在增加杂粕和麦类原料的用量、降低210 kJ/kg代谢能的饲料中添加0.02%和0.20%复合酶可达到与玉米-豆粕型常规饲料相同的生长性能,且添加0.20%复合酶可进一步提高复合酶的应用效果。

② 添加 0.02% 和 0.20% 复合酶改善了肉鸡肠道黏膜形态和食糜黏度,且 0.20% 复合酶组比 0.02% 复合酶组效果更好。

参考文献:

- [1] AO T Y. Using exogenous enzymes to increase the nutritional value of soybean meal in poultry diet [M / OL] // SHEMA H A. Soybean and nutrition. New York: Open Access Technology International, Inc., 2011:201-214 [2011-09-12]. <http://www.intechopen.com/books/soybean-and-nutrition/using-exogenous-enzymes-to-increase-the-nutritional-value-of-soybean-meal-in-poultry-diet>.
- [2] KHATTAK F M, PASHA T N, HAYAT Z, et al. Enzymes in poultry nutrition [J]. Journal of Animal and Plant Sciences, 2006, 16(1/2): 1-7.
- [3] CHOCT M. Enzymes for the feed industry: past, present and future [J]. World's Poultry Science Journal, 2006, 62(1): 5-16.
- [4] BEDFORD M R, SCHULZE H. Exogenous enzymes for pigs and poultry [J]. Nutrition Research Reviews, 1998, 11(1): 91-114.
- [5] 丁雪梅, 张克英. 小麦-豆粕型日粮添加木聚糖酶对艾维茵肉鸡免疫指标、肠道形态和微生物菌群的影响 [J]. 动物营养学报, 2009, 21(6): 931-937.
- [6] 石学刚. 木聚糖酶添加量与 DDGS 配比对肉鸡生产性能和养分利用的影响 [D]. 硕士学位论文. 兰州: 甘肃农业大学, 2009: 23.
- [7] WANG Z R, QIAO S Y, LU W Q, et al. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets [J]. Poultry Science, 2005, 84(6): 875-881.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 23527—2009 蛋白酶制剂 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [9] 王章存, 刘卫东, 王雷. 复合酶和植酸酶对商品肉鸡生产性能及环境的影响 [J]. 中国农学通报, 2006, 22(10): 41-43.
- [10] YU B, CHUNG T K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets [J]. Journal of Applied Poultry Research, 2004, 13(2): 178-182.
- [11] SELLE P H, CADOGAN D J, RU Y J, et al. Impact of exogenous enzymes in sorghum-or wheat-based broiler diets on nutrient utilization and growth performance [J]. International Journal of Poultry Science, 2010, 9(1): 53-58.
- [12] 李德雪, 栾维民, 岳占碰. 动物组织学与胚胎学 [M]. 长春: 吉林人民出版社, 2003: 135.
- [13] 马玉龙, 许梓荣. 金霉素对肉鸡生长、肠道菌群和细菌酶、肠组织形态的影响 [J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2005, 31(4): 507-512.
- [14] ONDERCI M, SAHIN N, SAHIN K, et al. Efficacy of supplementation of α -amylase-producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed a corn-based diet [J]. Poultry Science, 2006, 85(3): 505-510.
- [15] 丁雪梅, 张克英. 小麦-豆粕型日粮添加木聚糖酶对艾维茵肉鸡免疫指标、肠道形态和微生物菌群的影响 [J]. 动物营养学报, 2009, 21(6): 931-937.
- [16] MATHLOUTHI N, LALLÈS J P, JUSTE C, et al. Xylanase and β -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet [J]. Journal of Animal Science, 2002, 80(11): 2773-2779.
- [17] DE SILVA S, HESSELMAN K, ÅMAN P. Effects of water and β -glucanase treatment on non-starch polysaccharides in endosperm of low and high viscous barley [J]. Swedish Journal of Agricultural Research, 1983, 13: 211-219.
- [18] CLASSEN H L, CAMPBELL G L, ROSSNAGEL B G, et al. Studies on the use of hullless barley in chick diets: deleterious effects and methods of alleviation [J]. Canadian Journal of Animal Science, 1985, 65(3): 725-733.

Effects of Low Energy Diet Supplemented with Complex Enzyme on Growth Performance, Intestinal Mucosa Morphology and Digesta Viscosity of Broilers

TANG Hai'ou^{1,2} GAO Xiuhua^{1,2*} YAO Bin¹ LI Xuejun² WANG Xiaorui²

(1. Feed Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. National Engineering Research Center of Biological Feed, Beijing 100081, China)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of low energy diet supplemented with compound enzyme on growth performance, intestinal mucosa morphology and digesta viscosity of broilers. Three hundred and twenty one-day-old broilers were randomly assigned to four groups with eight replicates in each group and ten broilers in each replicate. The positive control group (group I) was fed a corn-soybean meal normal diet. The diet of negative control group (group II) was reduced by 210 kJ/kg metabolizable energy, and the content of miscellaneous meal and wheat was increased in this group. The normal additive dosage of enzyme group (group III) and high additive dosage of enzyme group (group IV) were fed the negative control group diet supplemented with 0.02% and 0.20% compound enzyme, respectively. The experiment lasted for 42 days. The results showed that the ratio of feed to gain in group II was significantly higher than that in group IV ($P < 0.01$); the ratio of feed to gain in groups I and III was significantly lower than that in group III ($P < 0.05$). The villus height in groups I and IV was significantly higher than that in other two groups ($P < 0.01$), and the villus height in group II was significantly lower than that in group III ($P < 0.05$). The crypt depth in group II was significantly higher than that in other three groups ($P < 0.01$), and the crypt depth in group IV was significantly lower than that in groups I and III ($P < 0.05$). The villus height to crypt depth (V/C) in group IV was significantly higher than that in other three groups ($P < 0.05$), and the V/C in group II was significantly lower than that in groups I and III ($P < 0.05$). There was no significant difference in mucosa thickness among all groups ($P > 0.05$). The digesta viscosity in group IV was significantly lower than that in group II ($P < 0.05$). In conclusion, the diet supplemented with 0.02% and 0.20% complex enzyme can improve the growth performance, intestinal mucosa morphology and digesta viscosity of broilers, and supplemented with 0.20% complex enzyme is better. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2014, 26(1):190-196]

Key words: broiler; complex enzyme; growth performance; intestinal mucosa morphology; digesta viscosity