

不同微生物脂肪酶对黄羽肉鸡生长性能、血清生化指标和胸肌脂肪含量的影响

叶 慧¹, 雷建平¹, 冯定远^{1,2}, 左建军^{1,3}

(1 华南农业大学 动物科学学院, 广东 广州 510642; 2 广东科贸职业学院, 广东 广州 510430; 3 中国农业科学院 北京畜牧兽医研究所, 动物营养学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要:旨在探讨不同微生物脂肪酶对黄羽肉鸡生长性能、血清生化指标和胸肌营养成分的影响. 试验选取 1 日龄黄羽肉公鸡 400 只, 随机分成 4 个处理组, 每个处理 4 个重复, 每重复 25 只鸡. 分为对照组、脂肪酶 A 组、脂肪酶 B 组和组合酶组, 加酶组按日粮中猪油添加脂肪酶 35 000 U/kg. 添加脂肪酶能够促进黄羽肉公鸡发育, 显著增加平均日采食量和平均日增质量, 降低后期和全期料质量比 ($P < 0.05$). 添加脂肪酶可以降低后期黄羽肉公鸡血清中总胆固醇和高、低密度脂蛋白的含量 ($P < 0.05$), 并提高高、低密度脂蛋白比值. 添加不同脂肪酶不同程度地影响了黄羽肉公鸡胸肌干物质中蛋白质和脂肪的含量. 结果提示, 添加脂肪酶能够改善黄羽肉鸡生长性能和脂质代谢, 并且影响胸肌营养成分的沉积, 这可能与脂肪酶水解特异性有关.

关键词:脂肪; 脂肪酶; 水解特性; 生长性能
中图分类号:S963 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2013)03-0399-06

Effects of Different Microbial Lipases on Growth Performance, Serum Biochemical Indices, and Pectoral Muscle Nutrients of Yellow-Feathered Broilers

YE Hui¹, LEI Jianping¹, FENG Dingyuan^{1,2}, ZUO Jianjun^{1,3}

(1 College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
2 Guangdong Trade Vocational College, Guangzhou 510430, China;
3 State Key Laboratory of Animal Nutrition, Beijing Animal Husbandry and Veterinary Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: The study investigated the effects of different microbial lipases on growth performance, serum biochemical indices, and pectoral muscle nutrients of yellow-feathered broilers. A total of 400 1-d-old male yellow-feathered broilers were randomly divided into 4 treatments with 4 replicates for each treatment and 25 chickens in each replicate. Treatments were consisted of control group, lipase group A, lipase group B, and combinatorial enzyme group. The lipases were added as 35 000 U for 1 kg lard. Lipase addition promoted development of male yellow-feathered broilers, increased average daily feed intake and average daily gain, and decreased feed to gain ratio in the whole and the late period of experiment ($P < 0.05$). Lipase supplement reduced the total cholesterol, high density lipoprotein (HDL), and low density lipoprotein (LDL) content in the male yellow-feathered broilers' serum at the late-period experiment ($P < 0.05$), increasing HDL, LDL ratio. Different lipases had different influences on protein and fat con-

收稿日期:2013-02-17 网络出版时间:2013-06-13
网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20130613.1424.022.html>
作者简介:叶 慧(1980—),女,实验师,硕士;通信作者:冯定远(1961—),男,教授,博士,E-mail:fengdy@scau.edu.cn
基金项目:国家自然科学基金(30901033);广东省科技计划项目(2010B020306002);动物营养学国家重点实验室开放课题(2004DA125184)

tent of breast muscle dry matter of male yellow-feathered broilers. The results indicated that lipase addition could improve male yellow-feathered broilers' growth performance, lipid metabolism, and impact their pectoral muscle nutrition deposition, which may be relative to lipase hydrolysis specificity.

Key words: fat; lipase; hydrolysis characteristic; growth performance

对于集约化饲养的肉鸡,添加脂肪能够提高其生长速度、缩短其生长周期、提高饲料利用率,增加经济效益等^[1-2].高油脂日粮的使用,必然带来家禽对油脂消化能力相对不足的问题.脂肪的利用率随着脂肪添加量的增加而降低,大多数脂肪随其添加量的增加,其消化能值增加的幅度减少^[3].

添加脂肪酶是应对高油脂带来的动物消化能力相对不足而导致的消化应激问题最为有效的途径之一.早在 20 世纪八九十年代国外就已经有学者研究脂肪酶在饲料中的应用,但是由于当时动物胰脂肪酶的掺杂,如掺杂胆囊收缩素(CCK)等,导致畜禽日粮中添加脂肪酶降低了采食量和生产性能,严重影响了脂肪酶在饲料中的应用^[4-5].相对于植物和动物源脂肪酶而言,微生物脂肪酶更适合作为动物饲料添加剂促进动物肠道内脂质消化和吸收.

1 材料与方法

1.1 试验脂肪酶

脂肪酶 A 来源于黑曲霉,属于 1,3 位特异性水解脂肪酶;脂肪酶 B 来源于假丝酵母,属于非特异性水解脂肪酶;组合酶为脂肪酶 A + 脂肪酶 B.组合酶是总酶活(以猪油质量计)为 35 000 U/kg,其中脂肪酶 A 占总酶活的 52%,即 18 720 U/kg[测定方法按《GB/T 23535—2009 脂肪酶制剂》,1 g 固体脂肪酶(或 1 mL 液体脂肪酶)在规定反应条件下,1 min 水解底物产生

1 μmol 可滴定的脂肪酸,即为 1 个酶活单位(U)].

脂肪酶 A 为四川禾本生物工程有限公司产品,脂肪酶 B 为北京凯泰新世纪生物技术有限公司产品.

1.2 试验动物与试验设计

选取体质量相近的 1 日龄黄羽肉公鸡 400 只,随机分成 4 个处理组,每个处理设 4 个重复,每重复 25 只鸡.处理 1 为对照组,处理组 2、3、4 分别添加脂肪酶,按猪油质量计,添加量为 35 000 U/kg.具体试验分组见表 1.

表 1 饲养试验设计

Tab.1 Feeding trail

组别	日粮类型	脂肪酶 添加种类	脂肪酶添加剂量 ¹⁾ / (U · kg ⁻¹)
对照组	基础日粮		
脂肪酶 A 组	基础日粮	脂肪酶 A	35 000
脂肪酶 B 组	基础日粮	脂肪酶 B	35 000
组合酶组	基础日粮	脂肪酶 A + B	35 000

1) 以猪油质量计.

1.2 饲养管理

黄羽肉鸡由广东粤禽育种有限公司提供,试验期为 42 d,分 2 个阶段饲养:1 ~ 21 d;22 ~ 42 d.全期自由采食、饮水,采用 24 h 光照制,免疫及饲养管理均按照鸡场管理程序进行操作.

1.3 日粮配方和营养水平

日粮配方和营养水平见表 2.

表 2 基础日粮配方¹⁾(风干基础)

Tab.2 Basal diet (air dry matter)

饲养阶段	饲料原料及比例/%										
	玉米	豆粕	小麦	次粉	猪油	石粉	磷酸 氢钙	食盐	L-赖氨酸 盐酸盐	DL-蛋氨酸	预混料 (1)
1 ~ 21 日龄	50.14	34.1	0	10	2.10	1.30	1.30	0.20	0.23	0.20	0.40
22 ~ 42 日龄	43.59	25.6	15	10	2.55	1.20	1.02	0.25	0.23	0.20	0.40
饲养阶段	营养组成及比例 ²⁾ /%										
	代谢能 ²⁾ / (MJ/kg)	粗蛋白	粗脂肪	赖氨酸	蛋 + 胱氨酸	钙	总磷	有效磷			
1 ~ 21 日龄	12.097	20.3	4.0	1.155	0.836	0.90	0.616	0.350			
22 ~ 42 日龄	12.516	18.0	4.3	0.978	0.745	0.84	0.560	0.314			

1) 每千克预混料提供 Cu 880.0 mg, Fe 5 500.0 mg, Mn 6 600.0 mg, Zn 4 400.0 mg, 碘 38.5 mg, Se 16.5 mg, VitA 1 320.0 KIU, VitD 330.0 KIU, VitE 3 300.0 mg, VitK 220.0 mg, VitB₁ 220.0 mg, VitB₆ 550.0 mg, VitB₁₂ 3.3 mg, 胆碱 56 000.0 mg, 叶酸 110.0 mg, 烟酸 4 400.0 mg, 泛酸 1 650.0 mg, 生物素 13.2 mg, 防霉剂 2 000 mg; 2) 计算值.

1.4 样品采集及指标统计

1.4.1 生长性能 分别在第1、7、14、21、28、35和42日龄时以重复为单位对全群试验鸡进行空腹称体质量(空腹期8 h,断料不断水)并统计用料量.计算各处理组每周平均体质量和平均日采食量以及1~21、22~42及1~42日龄的平均日增质量和料质量比.

1.4.2 血清样品采集与测定 分别在受试鸡第21和42日龄时,每个重复选取2只接近平均体质量的公鸡(空腹期8 h,断料不断水).颈静脉采血约10 mL,室温阴凉处倾斜静置,待有血清析出时,3 000 r/min离心10 min,取上层血清分装,-20℃条件保存备用.

血清三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白由广州达安研究中心测定.

1.4.3 肌肉样品采集与测定 分别在受试鸡第21和42日龄时,每个重复选取2只接近平均体质量的公鸡(空腹期8 h,断料不断水)进行屠宰取样.分离左侧胸肌,于真空冷冻干燥器干燥6 d待测.

胸肌脂肪采用石油醚浸提法测定,胸肌蛋白质采用凯氏定氮法测定.

1.4.4 数据统计分析 试验数据用Excel 2003软件进行初步分析后,使用SPSS 18.0软件进行ANOVA方差分析,用Duncan's进行多重比较.试验结果用平均数±标准误表示,置信区间95%.

2 结果与分析

2.1 脂肪酶对肉鸡不同日龄生长性能的影响

从表3可知,在初始体质量差异不显著的情况下,脂肪酶A组和组合酶组在7、14、21、28、35、42日龄平均体质量均显著高于对照组($P<0.05$),脂肪酶B组在7、14、28、35、42日龄平均体质量显著高于对照组($P<0.05$),21日龄平均体质量与对照组差异不显著($P>0.05$).3个加酶组相比,脂肪酶A组在14、21、28、42日龄平均体质量显著高于脂肪酶B组($P<0.05$),组合酶组在14、28、42日龄平均体质量显著高于脂肪酶B组($P<0.05$),脂肪酶A组和组合酶组各日龄平均体质量差异均不显著($P>0.05$).

3个加酶组平均日采食量在第3、4、5、6周均显著高于对照组($P<0.05$).脂肪酶A组在第1周平均日采食量也显著高于对照组和组合酶组($P<0.05$),脂肪酶B组和组合酶组在第5周平均日采食量显著高于脂肪酶A组($P<0.05$).

脂肪酶A组在前期(1~21日龄)、后期(22~42日龄)和全期(1~42日龄)平均日增质量均显著高于对照组和脂肪酶B组($P<0.05$),在后期及全期料质量比显著优于对照组和脂肪酶B组($P<0.05$).脂肪酶B组仅在后期和全期平均日增质量显著高于对照组($P<0.05$),但各阶段料质量比与对照组无显著差异($P>0.05$).组合酶组在早期、后期和全期平

表3 脂肪酶对肉鸡不同阶段生长性能的影响¹⁾
Tab.3 The influence of lipase on chicken different stages of growth performance

组别	平均体质量/g						
	第1天	第7天	第14天	第21天	第28天	第35天	第42天
对照组	39.52±0.23a	103.69±0.35b	235.41±0.77c	391.21±3.76c	574.25±7.00c	894.35±18.43b	1 235.20±8.34c
脂肪酶A组	39.58±0.41a	111.16±1.53a	248.66±1.64a	410.06±5.96a	653.43±7.81a	992.84±27.09a	1 421.92±5.48a
脂肪酶B组	39.75±0.31a	112.25±0.74a	246.87±2.12b	396.23±4.48bc	614.30±8.20b	989.50±19.45a	1 348.94±9.13b
组合酶组	40.06±0.09a	111.26±0.85a	251.06±2.50a	405.76±1.58ab	659.92±7.05a	1 019.75±12.20a	1 411.87±16.86a

组别	平均日采食量/g					
	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	第6周
对照组	13.42±0.24b	30.77±0.55a	45.56±0.81b	69.81±1.24b	91.32±1.62c	132.63±2.36b
脂肪酶A组	14.55±0.16a	32.06±0.35a	49.48±0.53a	75.57±0.82a	95.79±1.03b	143.49±1.55a
脂肪酶B组	13.98±0.20ab	32.17±0.46a	47.67±0.68a	75.23±1.08a	113.41±1.62a	139.45±1.99a
组合酶组	13.76±0.15b	32.09±0.34a	49.37±0.52a	77.56±0.82a	110.60±1.47a	141.04±2.05a

组别	平均日增质量/g			料质量比		
	1~21 d	22~42 d	1~42 d	1~21 d	22~42 d	1~42 d
对照组	17.58±0.18c	40.19±0.54c	29.16±0.21c	1.75±0.03a	2.44±0.07a	2.24±0.05a
脂肪酶A组	18.52±0.30a	48.18±0.37a	33.72±0.12a	1.78±0.03a	2.18±0.03b	2.07±0.02b
脂肪酶B组	17.82±0.23bc	45.37±0.57b	31.93±0.22b	1.80±0.04a	2.41±0.05a	2.25±0.04a
组合酶组	18.29±0.09ab	47.91±0.84a	33.46±0.41a	1.79±0.03a	2.29±0.04ab	2.16±0.03ab

1) 表中数据为平均数±标准误($n=4$),同列数据后凡有一个相同小写字母者,示差异不显著($P>0.05$,Duncan's法).

均日增质量均高于对照组($P < 0.05$),后期和全期料质量比低于对照组,但差异不显著($P > 0.05$). 脂肪酶 A 和组合酶组各阶段平均日增质量和料质量比差异均不显著($P > 0.05$).

从各日龄受试鸡生长性能来看,添加脂肪酶能够促进黄羽肉鸡发育,增加采食量和平均日增质量,其中脂肪酶 A 效果最明显.

2.2 脂肪酶对肉鸡血清生化指标的影响

由表 4 可知,21 日龄,各处理间低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)、三酰甘油和总胆固醇差异均不显著($P > 0.05$),其中脂肪酶 A 组高、低密

度脂蛋白比值最高. 42 日龄,脂肪酶 A 组和脂肪酶 B 组血清中三酰甘油显著高于对照组和组合酶组($P < 0.05$),脂肪酶 A 组和组合酶组血清总胆固醇显著低于对照组和脂肪酶 B 组($P < 0.05$). 3 个加酶组血清中低密度脂蛋白和高密度脂蛋白没有显著差异($P > 0.05$),但均显著低于对照组($P < 0.05$). 高、低密度脂蛋白比值为组合酶组 > 脂肪酶 A 组 > 脂肪酶 B 组 > 对照组.

从结果可见,添加脂肪酶可以降低后期黄羽肉公鸡血清中总胆固醇和高、低密度脂蛋白的含量,并提高高、低密度脂蛋白比值.

表 4 脂肪酶对肉鸡血清生化指标的影响¹⁾
Tab. 4 The influence of lipase on chicken serum biochemical indexes

组别	21 日龄					42 日龄				
	$c/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$				$c(\text{HDL})/$ $c(\text{LDL})$	$c/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$				$c(\text{HDL})/$ $c(\text{LDL})$
	三酰甘油	总胆固醇	低密度 脂蛋白	高密度 脂蛋白		三酰甘油	总胆固醇	低密度 脂蛋白	高密度 脂蛋白	
对照组	0.26±0.01a	3.05±0.13a	1.07±0.05a	2.26±0.10a	2.12a	0.24±0.02b	3.92±0.11a	1.39±0.07a	2.92±0.06a	2.11a
脂肪酶 A 组	0.26±0.01a	2.98±0.10a	0.99±0.06a	2.22±0.08a	2.26a	0.52±0.04a	3.23±0.12b	1.01±0.03b	2.36±0.12b	2.33a
脂肪酶 B 组	0.26±0.02a	2.99±0.21a	1.01±0.10a	2.21±0.13a	2.18a	0.49±0.08a	3.63±0.10a	1.10±0.07b	2.48±0.11b	2.26a
组合酶组	0.24±0.02a	3.20±0.11a	1.11±0.06a	2.30±0.08a	2.07a	0.28±0.05b	3.11±0.15 b	0.97±0.08b	2.34±0.13b	2.43a

1) 表中数据为平均数±标准误($n=4$),同列数据后凡有一个相同小写字母者,示差异不显著($P > 0.05$,Duncan's 法).

2.3 脂肪酶对肉鸡胸肌脂肪及蛋白的影响

从表 5 可知,21 日龄,胸肌干物质中蛋白质含量为脂肪酶 B 组 > 对照组 > 组合酶组 > 脂肪酶 A 组,其中脂肪酶 B 组显著高于脂肪酶 A 组($P < 0.05$). 脂肪酶 A 组和组合酶组脂肪含量显著高于对

照组和脂肪酶 B 组($P < 0.05$). 42 日龄,脂肪酶 B 组和组合酶组胸肌蛋白质显著高于对照组和脂肪酶 A 组($P < 0.05$),胸肌脂肪显著低于对照组和脂肪酶 A 组($P < 0.05$).

表 5 脂肪酶对肉鸡胸肌脂肪及蛋白的影响¹⁾(绝干物质)
Tab. 5 The influence of lipase on chicken pectoral fat and protein(Try matter)

组别	21 日龄		42 日龄		%
	$w(\text{胸肌脂肪})$	$w(\text{胸肌蛋白质})$	$w(\text{胸肌脂肪})$	$w(\text{胸肌蛋白质})$	
对照组	4.19±0.28b	93.08±0.22ab	5.59±0.17a	91.53±0.25b	
脂肪酶 A 组	6.59±0.43a	92.11±0.48b	5.65±0.23a	91.36±0.33b	
脂肪酶 B 组	4.62±0.74b	93.64±0.31a	4.34±0.54b	92.84±0.67a	
组合酶组	6.27±0.33a	92.41±0.67ab	4.06±0.15b	93.01±0.43a	

1) 表中数据为平均数±标准误($n=4$),同列数据后凡有一个相同小写字母者,示差异不显著($P > 0.05$,Duncan's 法).

3 讨论与结论

3.1 脂肪酶对肉鸡生产性能的影响

饲料中添加脂肪酶,最早见于 20 世纪八九十年代,但是由于各种因素,脂肪酶的添加对动物的营养效应均不明显. Al-Marzooqi 等^[4-5]在肉仔鸡日粮中添加不同水平的胰脂肪酶,结果表明胰脂肪酶的添加对肉仔鸡生长性能没有改善. 这可能是由于当时胰脂肪酶的提纯技术不够完善,导致脂肪酶当中掺杂

一些杂质,如 CCK 等影响鸡的采食量和日增质量. Polin 等^[6]给白来航公鸡饲以含质量分数为 4% 动物油的玉米基础日粮,研究了猪胰脂肪酶粗提物与胆汁盐对脂肪消化的影响,在添加和不添加含质量分数为 0.4% 胆汁酸的情况下,孵化后第 2~9 天添加含质量分数为 0.1% 的脂肪酶均未能显著提高脂肪的吸收. 其原因可能是猪胰脂肪酶在酸性条件下容易失活,并且猪胰脂肪酶活性的发挥依赖于辅脂肪酶及胆汁盐的存在.

随着微生物源脂肪酶的生产技术的发展,微生物源脂肪酶也逐步开始应用于饲料领域.秦鹏^[7]试验表明,乳化剂与脂肪酶复合使用于动物性脂肪日粮显著地提高了35~49日龄及21~49日龄肉鸡的平均日增质量($P<0.05$),改善了饲喂动物性脂肪肉鸡的生长性能和经济效益.何前等^[8-9]试验表明,日粮添加脂肪酶可以显著提高黄羽肉鸡和岭南黄公鸡的生长性能,提高其脂肪表观消化率,并不同程度地影响了其他营养成分的表观消化率.

本试验饲养期末,脂肪酶A组和脂肪酶B组平均体增质量都有显著提高($P<0.05$),而且脂肪酶A组采食量和料质量比也有显著提高($P<0.05$),脂肪酶A效果优于脂肪酶B.而这种差异有可能来源于3个方面,其一是脂肪酶A与脂肪酶B对不同油脂具有不同的水解效果,而脂肪酶A水解猪油的效果比脂肪酶B好,可能这一水解效果的差异性体现在肠道内消化;其二是脂肪酶A与脂肪酶B具有不同的反应最适pH和温度,在肉鸡消化道环境内,脂肪酶A比脂肪酶B更能发挥水解作用;其三是脂肪酶A与脂肪酶B具有不同的水解特异性.脂肪酶A当中的脂肪酶属于1,3-位特异性水解脂肪酶,其水解终产物为2-甘油单酯和游离脂肪酸^[10],与动物胰脂肪酶水解产物相似,故此产物的吸收机制与对照组相似.而脂肪酶B中的脂肪酶属于无特异性水解脂肪酶,其水解产物除了甘油二酯、甘油单酯,还有甘油和游离脂肪酸^[10],其最大区别之处在于产物的特殊吸收代谢模式.三酰甘油经过无特异性水解之后部分产生1-甘油单酯或3-甘油单酯、甘油,其吸收途径也有别于2-甘油单酯,不再重新合成甘油二酯,进而不能形成三酰甘油^[11-13],这可能导致肉鸡体内三酰甘油减少,降低了体脂沉积和体增质量.

本试验利用2种不同水解特异性脂肪酶进行组合,从生长性能而言,组合酶的效果优于脂肪酶B,但是比脂肪酶A效果略差,说明体外组合的优化效果在体内发挥不明显,这可能与脂肪酶水解特异性和动物消化道脂肪消化吸收模式有关.脂肪酶B的非特异性水解反应中出现了部分不利于动物脂肪沉积的产物,可能影响了组合酶效果.

3.2 脂肪酶对肉鸡血清生化指标的影响

血脂是血液中的脂肪类物质,包括胆固醇、三酰甘油、磷脂和非游离脂肪酸等.血脂的来源有二:一是外源性的,即消化道吸收来的;二是内源性的,即由体内组织动员或由肝脏合成而来.在正常情况下,它易受食物成分及体内代谢的影响.脂蛋白是由脂

质和蛋白质结合而成的复合物,是血浆转运脂质的脂蛋白颗粒,包括极低密度脂蛋白(VLDL),低密度脂蛋白和高密度脂蛋白等.

血清中三酰甘油是脂类代谢中的一种重要的中间代谢产物,可以反映出脂类代谢状况,当脂类消化吸收不良时,三酰甘油是明显下降的.生长禽的脂肪组织发育及其后的脂肪沉积程度取决于血浆三酰甘油的含量^[14].高低密度脂蛋白比值是衡量机体胆固醇含量的指标,与心血管疾病呈负相关^[15].高密度脂蛋白可将胆固醇从周围组织(包括动脉粥样斑块)转运到肝脏进行再循环或以胆酸的形式排泄,这一过程就称胆固醇逆转运.通过胆固醇逆转运,可以减少脂质在血管壁的沉积.

本试验结果表明,42日龄3个加酶组血清中三酰甘油的浓度均高于对照组,其中脂肪酶A最高.三酰甘油与总胆固醇各组趋势与血清基本一致,加酶组血清和三酰甘油均高于对照组,总胆固醇低于对照组.血清中高密度脂蛋白和低密度脂蛋白均显著低于对照组,但高低密度脂蛋白比值均高于对照组.总体而言,添加脂肪酶能改善脂肪吸收,且能降低总胆固醇,提高血脂转运和减少脂质在血管壁沉积.

3.3 脂肪酶对肉鸡胸肌脂肪沉积的影响

禽类脂肪细胞生成脂肪的能力有限,其脂肪主要来源于肝脏内合成的脂肪或由肠道吸收消化的脂肪.有关日粮中不同能量水平对肉鸡脂质代谢和鸡肉化学成分含量的关系方面,结论说法不一.Crespo^[16]报道,随能量水平的增加,脂肪沉积增加.而李娟娟^[17]试验反映油脂类型和能量水平互作对21d肉鸡胸肌脂肪含量有影响,9个处理组结果均显著高于对照组($P<0.05$),牛油组结果为高能组>中能组>低能组,豆油组结果则与牛油组相反,鱼油组三者之间差异不显著,其原因还有待进一步研究,这可能与油脂类型有关系.Leeson等^[18]认为能量对家禽胴体脂肪和腹脂的影响很大,脂肪沉积与能量摄入之间有很好的相关性,研究了不同能量水平的日粮对肉仔鸡脂肪沉积的影响,结果表明,降低日粮能量水平可以显著降低体脂沉积($P<0.01$).

前人大量文献证明1,3-甘油二酯对大鼠和人具有降低体质量,抑制脂肪沉积的作用^[19-21],而其是否降低血脂,尚存争议,这可能与试验对象、日粮类型和试验时间有关.关于甘油二酯的作用机理具体尚未能明确,但是试验证明与脂肪酸类型、采食量无关,有人认为这与1,3-甘油二酯具有特殊的吸收代谢模式有关^[11-13].

本试验在肉鸡日粮中添加脂肪酶,促进肠道脂肪消化吸收,在一定程度上提高了饲料代谢能和能蛋白,但是可能尚未达到提高体脂沉积的程度.试验结果表明,脂肪酶A显著提高了21日龄胸肌粗脂肪含量,但是42日龄与对照组无差异.而脂肪酶B和组合酶由于添加了非特异性脂肪酶,产生部分类似于1,3-甘油二酯吸收代谢模式的产物,吸收的脂肪酸主要用于 β -氧化供给能量,导致体内三酰甘油来源减少,主要依靠肝脏合成,脂肪沉积也就减少.

3.4 结论

添加脂肪酶能够促进黄羽肉鸡发育,显著增加其平均体质量、平均日采食量和平均日增质量,降低后期和全期料质量比.其中脂肪酶A组效果最佳.

添加脂肪酶可以降低后期肉鸡血清中总胆固醇和高、低密度脂蛋白的含量,并提高高、低密度脂蛋白比值,提高脂质代谢中的运输效率.

添加脂肪酶,显著提高黄羽肉鸡前期胸肌脂肪含量,降低黄羽肉鸡后期胸肌脂肪含量.这可能与脂肪酶水解特异性有关系.

参考文献:

- [1] 冯定远,曾小玲,王征,等.三种饲用油脂在生长后期肉鸡日粮中应用效果的比较[J].中国饲料,1997(1):19-20.
- [2] 蔡泽华,郭建同.肉用仔鸡日粮添加棕榈油饲养试验[J].福建畜牧兽医,2000,22(5):4-5.
- [3] WISEMAN J, LESSIRE M. Interactions between fats of differing chemical content: Apparent metabolisable energy values and apparent fat availability[J]. Br Poult Sci, 1987, 28(4): 663-676.
- [4] AL-MARZOOQI W, LEESON S. Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks[J]. Poultry Sci, 1999, 78(11): 1561-1566.
- [5] AL-MARZOOQI W, LEESON S. Effect of dietary lipase enzyme on gut morphology, gastric motility and long-term performance of broiler chicks[J]. Poultry Sci, 2000, 79(7): 956-960.
- [6] POLIN D, WING T L. The effect of bile acids and lipase on absorption of tallow by young chicks[J]. Poultry Sci, 1980, 59(12): 2738-2743.
- [7] 秦鹏.脂肪来源、乳化剂和脂肪酶对肉鸡生产和脂肪利用的影响[D].北京:中国农业大学,2003.
- [8] 何前,陈庄,容庭,等.脂肪酶对黄羽肉鸡生产性能及养分表观利用率的影响[J].中国饲料,2010,19:17-19.
- [9] 何前.脂肪酶对岭南黄公鸡生产性能及养分利用的影响[D].广州:华南农业大学,2009.
- [10] GUPTA R, GUPTA N, RATHI P. Bacterial lipases: An overview of production, purification and biochemical properties[J]. Appl Microbiol Biot, 2004, 64(6): 763-781.
- [11] MURASE T, MIZUNO T, OMACHI T, et al. Dietary diacylglycerol suppresses high fat and high sucrose diet-induced body fat accumulation in C57BL/6J mice[J]. J Lipid Res, 2001, 42(3): 372-378.
- [12] TAGUCHI H, NAGAO T, WATANABE H, et al. Energy value and digestibility of dietary oil containing mainly 1,3-diacylglycerol are similar to those of triacylglycerol[J]. Lipids, 2001, 36(4): 379-382.
- [13] MENG Xianghe, ZOU Dongya, SHI Zhongping, et al. Dietary diacylglycerol prevents high-fat diet-induced lipid accumulation in rat liver and abdominal adipose tissue[J]. Lipids, 2004, 39(1): 37-41.
- [14] 尹靖东,齐广海,霍启光.家禽脂类代谢调控机理的研究进展[J].动物营养学报,2000,12(2):1-7.
- [15] FIELDING C J, FIELDING P E. Molecular physiology of reverse cholesterol transport[J]. J Lipid Res, 1995, 36(2): 211-228.
- [16] CRESPO N. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass[J]. Poultry Sci, 2002, 81(4): 512-518.
- [17] 李娟娟.油脂类型和日粮能量及其互作对肉仔鸡脂肪代谢的影响[D].北京:中国农业科学院,2008.
- [18] LEESON S, CASTON L, SUMMERS J D. Broiler response to diet energy[J]. Poultry Sci, 1996, 75(4): 529-535.
- [19] YAMAMOTO K, ASAKAWA H, TOKUNAGA K, et al. Long-term ingestion of dietary diacylglycerol lowers serum triacylglycerol in type II diabetic patients with hypertriglyceridemia[J]. J Nutr, 2001, 131(12): 3204-3207.
- [20] TAGUCHI H, OMACHI T, NAGAO T. Dietary diacylglycerol suppresses high fat diet-induced hepatic fat accumulation and microsomal triacylglycerol transfer protein activity in rats[J]. J Nutr Biochem, 2002, 13(11): 678-683.
- [21] YUAN Q, RAMPRASATH V R, HARDING V T, et al. Diacylglycerol oil reduces body fat but does not alter energy or lipid metabolism in overweight, hypertriglyceridemic women[J]. J Nutr, 2010, 140(6): 1122-1126.

【责任编辑 柴 焰】