

# 共轭亚油酸对肉鸡体脂和蛋白质沉积的影响

戴求仲<sup>1</sup> 易昌华<sup>2</sup> 贺建华<sup>2</sup> 胡 艳<sup>1</sup> 蒋桂韬<sup>1</sup> 宾石玉<sup>3</sup>

(1. 湖南省畜牧兽医研究所动物营养与饲养技术研究室, 长沙 410131;

2. 湖南农业大学动物科技学院动物营养研究室, 长沙 410128; 3. 广西师范大学生命科学学院, 桂林 541004)

**摘 要:** 本文旨在探讨共轭亚油酸(conjugated linoleic acid, CLA)添加水平对肉鸡体脂、体蛋白质沉积和胸、腿肌含量的影响。选择 1 d 艾维因肉鸡 360 羽, 按单因素设计随机分为 5 个处理, 每个处理设 6 个重复, 每个重复 12 只鸡, 分别饲喂添加 0%、0.5%、1.0%、1.5% 和 2.0% CLA 的试验日粮。结果表明: 在肉鸡生长各阶段 CLA 能够降低肉鸡体脂沉积, 特别是 22 d 以后降低效果明显 ( $P < 0.05$ ), 35 和 49 d 各添加组分别比对照组降低了 16.77%、18.29%、18.60%、19.82%、7.97%、9.89%、12.91% 和 18.95%; CLA 添加能够提高整个生长阶段肉鸡的腿肌率 ( $P < 0.05$ )、0~35 d 胸肌率 ( $P < 0.05$ ) 和蛋白质的沉积率, 但并不影响 36~49 d 胸肌率 ( $P > 0.05$ ), 各阶段胸、腿肌率总和与 CLA 添加水平之间存在明显的二次曲线关系, 曲线方程分别为: 1~21 d 阶段,  $y = -2.0686x^2 + 5.0651x + 33.392$ , ( $R^2 = 0.9758$ ,  $P < 0.05$ ); 22~35 d 阶段,  $y = -1.7057x^2 + 5.0494x + 36.379$ , ( $R^2 = 0.8302$ ,  $P < 0.05$ ); 36~49 d 阶段,  $y = -1.6943x^2 + 3.9346x + 40.421$ , ( $R^2 = 0.9963$ ,  $P < 0.05$ )。对以上二次曲线求导, 分别得到 1~21 d、22~35 d 和 36~49 d 肉鸡获得最佳胸、腿肌率的日粮 CLA 添加剂量为 1.22%、1.48% 和 1.16%。

**关键词:** CLA; 体脂沉积; 蛋白质沉积; 肉鸡

共轭亚油酸 (CLA) 是必需脂肪酸亚油酸的几何和位置异构体的总称。越来越多的研究表明, CLA 具有提高动物生产性能、降低体脂沉积、增加胴体瘦肉率和提高肉品质量等功能<sup>[1-7]</sup>。但就目前看, 不同研究结果存在差异, 特别是在肉鸡方面的研究差异较大。Szymczyk 等<sup>[5]</sup>报道, 肉鸡日粮中添加 CLA 能明显降低肉鸡腹脂沉积量和增加腿肌比率, 但 Du 等<sup>[8]</sup>却发现肉鸡日粮添加 CLA 腹脂率和机体总脂含量降低并不明显, 体蛋白质沉积各组间差异也不显著。不同试验结果存在差异的原因可能与所选用的试验动物品种、CLA 的来源及添加剂量有关。因此, 本试验以艾维因肉鸡为研究对象, 探讨 CLA 添加水平对肉鸡不同生长阶段体脂和蛋白质沉积的影响, 目的是进一步证实 CLA 在肉鸡体脂和蛋白质沉积方面的作用, 为养鸡生产中合理利用 CLA 提供理论基础。

## 1 试验材料和方法

### 1.1 试验设计与处理

选择健康、体重接近的 1 d 艾维因肉鸡 360 羽 (公母各 1/2), 按单因素完全随机设计分为 5 个处理, 每个处理设 6 个重复, 每个重复 12 只鸡。

### 1.2 试验日粮及营养水平

试验基础日粮参照 NRC<sup>[9]</sup>肉鸡饲养标准, 选用玉米、豆粕, 并添加少量鱼粉和玉米蛋白粉配制而成。日粮分前 (0~21 日龄) 和后 (22~49 日龄) 两个阶段, 日粮组成及主要营养成分含量见表 1, 各组总油脂添加量为 2.5%, CLA 添加量分别为 0%、0.5%、1%、1.5% 和 2%, 其中 CLA 油含 CLA 80%, 添加 CLA 组油脂不足部分用豆油补足到 2.5%, 以保证各处理日粮能量相等。试验中, 前期采用粉料, 后期采用颗粒料。颗粒料由湖南省畜牧兽医研究所试验饲料厂生产。

收稿日期: 2006-02-20

基金项目: 湖南省农业厅学科带头人项目 (200206) 及湖南省人事厅回国人员科研启动项目 (200214)

作者简介: 戴求仲 (1969 - ), 男, 湖南新宁人, 博士, 研究员, 主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: daiqiuzhong@gmail.com

表 1 基础日粮及营养水平(风干基础)  
Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis, %)

原料 Ingredients	配比 Composition		营养素 Nutrients	营养水平 Nutrient levels	
	0 ~ 21 d	22 ~ 49 d		0 ~ 21 d	22 ~ 49 d
玉米 Corn	50.00	56.00	代谢能 ME (MJ/ kg)	12.86	12.97
次粉 Wheat middling	8.20	9.49	粗蛋白质 CP	23.12	20.12
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	10.00	8.00	钙 Ca	1.00	0.90
豆粕 Soybean meal	22.00	18.00	有效磷 AP	0.45	0.35
鱼粉 Fish meal	3.00	2.00	赖氨酸 Lys	1.10	1.00
石粉 Limestone	1.30	1.40	蛋氨酸 Met	0.52	0.38
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.40	1.00	蛋 + 胱氨酸 Met + Cys	0.90	0.72
豆油 Soybean oil	2.50	2.50	苏氨酸 Thr	0.90	0.77
食盐 NaCl	0.30	0.30	色氨酸 Trp	0.25	0.22
蛋氨酸 DL-Met	0.08				
赖氨酸 L-Lys	0.19	0.26			
多维 Vitamin Premix	0.03	0.03			
矿物添加剂 Mineral Premix	1.00	1.00			

1) 每 kg 多维含 Per kg vitamin premix contain:VA 5 4000 000IU;VD<sub>3</sub> 11 000 000 万 IU;VE 18 000 mg;VK<sub>3</sub> 5 000 mg;VB<sub>1</sub> 2 000 mg;VB<sub>2</sub> 15 000 mg;VB<sub>12</sub> 30 mg;烟酸 Niacin 35 000 mg;叶酸 Folicacid 500 mg;泛酸钙 D-pantothenic acid 25 000 mg;生物素 Biotion 200 mg。  
2) 矿物添加剂为每 kg 日粮提供 The mineral premix provides for per kg of diet :Cu 20 mg;Fe 90 mg;Zn 50 mg;Mn 70 mg;I 0.38 mg;Se 0.16 mg。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 屠宰性能

将 21、35、49 日龄鸡只空腹称重后,分别从每个重复中取 2 只接近该组平均体重的鸡采用颈静脉放血致死,用湿法拔毛并于沥干水分后称重。然后分离出腹脂、胸肌、腿肌,并测定活重、半净膛重、全净膛重、腿肌重、胸肌重与腹脂重,计算腹脂率、胸肌率和腿肌率。

1.3.2 胸、腿肌中蛋白质和脂肪含量

胸、腿肌中蛋白质含量采用凯氏定氮法测定,脂肪含量采用索氏浸提法测定。具体操作参见杨胜等<sup>[10]</sup>的测定方法。

1.4 氮代谢试验

49 d 试验结束后,每重复选择 1 只中等体重鸡(共 30 只)转入代谢笼内进行氮代谢试验。试鸡适应 3 d 后进行正式试验,全期 7 d,其中预试期 3 d,正试期 4 d。正试期 1 d 强饲 2 次(上午 8:00 和下午 17:30),每次强饲 50 g 饲料。采用全收粪法全部收集排泄物,集粪期为 4 d,粪样烘干后制成风干样

品用于氮的测定。饲料和粪样中氮的含量采用凯氏定氮法测定,氮的沉积率用以下公式计算:

氮沉积率 % = (摄入氮 - 排泄氮) / 摄入氮 ×100

1.5 数据统计与处理

所有测定结果均以平均值和 SEM (平均标准误)表示,显著性统计采用 SAS 统计软件按单因素进行方差分析,差异显著时采用 Duncan 氏方法对各组间平均数进行多重比较,以 P < 0.05 (差异显著)作为显著性判断标准。

2 结 果

2.1 CLA 对肉鸡屠宰性能的影响

表 2 结果表明,在整个试验期内腹脂率有降低趋势,特别是 22 d 以后 CLA 添加组腹脂率明显比对照组低 (P < 0.05),35 和 49 d 各添加组分别比对照组低 16.77 %、18.29 %、18.60 %、19.82 %、7.97 %、9.89 %、12.91 %和 18.95 %;21 d 前各组腹脂率也以不添加的对照组最高,但各组间无明显差异 (P > 0.05)。与腹脂率相反,CLA 添加能够提高整

个生长阶段肉鸡的腿肌率 ( $P < 0.05$ ), 21、35 和 49 d 各添加组分别比对照组提高了 2.78 %、6.93 %、4.62 %、2.25 %、8.91 %、13.58 %、3.89 %、1.49 %、4.14 %、8.57 %、4.33 %和 2.46 %, 其中各阶段均以添加 1.0 % 的组腿肌率最高, 分别达到 18.06 %、22.17 %和 22.05 %, 比相应阶段其他各添加组也分别高出了 4.03 %、2.21 %、4.57 %, 4.28 %、9.32 %、11.91 %、4.26 %、4.06 %和 5.96 %。CLA 添加对胸肌的影响主要表现在生长前期 (0 ~ 35 d), 21 和 35 d 显著提高了肉鸡的胸肌率 ( $P < 0.05$ ), 各添加组分别比对照组提高了 9.06 %、14.31 %、9.24 %、8.57 %、15.53 %、16.64 %、20.39 %和 16.20 %; 而

在生长后期 CLA 添加不影响胸肌含量, 各添加组与对照组间胸肌率比较接近 ( $P > 0.05$ )。进一步对各阶段胸、腿肌率总和与 CLA 添加水平进行相关分析发现二者存在明显的二次曲线关系, 各阶段二次曲线方程分别为: 1 ~ 21 d 阶段,  $y = -2.0686x^2 + 5.0651x + 33.392$ , ( $R^2 = 0.9758$ ,  $P < 0.05$ ); 22 ~ 35 d 阶段,  $y = -1.7057x^2 + 5.0494x + 36.379$ , ( $R^2 = 0.8302$ ,  $P < 0.05$ ); 36 ~ 49 d 阶段,  $y = -1.6943x^2 + 3.9346x + 40.421$ , ( $R^2 = 0.9963$ ,  $P < 0.05$ ); 对以上二次曲线求导, 分别得到 1 ~ 21 d、22 ~ 35 d 和 36 ~ 49 d 肉鸡获得最佳胸、腿肌率的日粮 CLA 添加剂量为 1.22 %、1.48 %和 1.16 %。

表 2 CLA 对肉鸡屠宰性能的影响

Table 2 The effect of conjugated linoleic acid on slaughter performance of broiler (%)

指标	对照组 I	处理组 Treatments				SEM	P 值
Parameters	Control						P-value
21 d							
腹脂率 Abdomen fat rate	1.54	1.49	1.48	1.40	1.37	0.13	0.89
胸肌率 Breast muscle rate	16.56 <sup>b</sup>	18.06 <sup>b</sup>	18.93 <sup>a</sup>	18.09 <sup>b</sup>	17.98 <sup>b</sup>	0.87	0.01
腿肌率 Thigh muscle rate	16.89 <sup>c</sup>	17.36 <sup>b</sup>	18.06 <sup>a</sup>	17.67 <sup>a</sup>	17.27 <sup>bc</sup>	0.36	0.02
35 d							
腹脂率 Abdomen fat rate	3.28 <sup>a</sup>	2.73 <sup>b</sup>	2.68 <sup>b</sup>	2.67 <sup>b</sup>	2.63 <sup>b</sup>	0.18	0.01
胸肌率 Breast muscle rate	16.23 <sup>b</sup>	18.75 <sup>a</sup>	18.93 <sup>a</sup>	19.54 <sup>a</sup>	18.86 <sup>a</sup>	0.63	0.01
腿肌率 Thigh muscle rate	19.52 <sup>c</sup>	21.26 <sup>ab</sup>	22.17 <sup>a</sup>	20.28 <sup>bc</sup>	19.81 <sup>bc</sup>	0.54	0.01
49 d							
腹脂率 Abdomen fat rate	3.64 <sup>a</sup>	3.35 <sup>ab</sup>	3.28 <sup>ab</sup>	3.17 <sup>ab</sup>	2.95 <sup>b</sup>	0.17	0.01
胸肌率 Breast muscle rate	20.86	20.87	21.49	21.62	19.5	1.28	0.06
腿肌率 Thigh muscle rate	20.31 <sup>b</sup>	21.15 <sup>ab</sup>	22.05 <sup>a</sup>	21.19 <sup>ab</sup>	20.81 <sup>ab</sup>	0.55	0.01

同行肩标字母不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ ); 有相同字母或者不标注者为差异不显著 ( $P > 0.05$ )。下表同。  
Values with different letter superscripts in the same row mean different significantly ( $P < 0.05$ ), no letter or same letter superscripts mean no difference ( $P > 0.05$ ). The same as below.

2.2 CLA 对胸、腿肌中脂肪含量的影响

如表 3 所示, 日粮添加 CLA 对肉鸡不同生长阶段胸肌中脂肪含量的影响不同, 21 d 有降低胸肌脂肪含量的趋势, 各添加组胸肌中脂肪含量分别比对照降低了 1.31 %、18.30 %、20.26 %和 32.68 %, 但统计各组差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 21 d 以后胸肌中脂肪含量增加, 35 d 和 49 d 各添加组分别比对照增加了 19.58 % ( $P > 0.05$ )、37.06 % ( $P < 0.05$ )、6.29 % ( $P > 0.05$ )、2.10 % ( $P > 0.05$ ) 和 43.61 %

( $P < 0.05$ )、21.80 %、12.03 %、16.54 % ( $P > 0.05$ )。在整个试验期内 CLA 添加降低了腿肌中脂肪含量, 但生长前期 (0 ~ 35 d) 影响不明显 ( $P > 0.05$ ), 而在生长后期 (36 ~ 49 d), 显著降低了腿肌中脂肪含量 ( $P < 0.05$ ), 49 d 各添加组腿肌脂肪含量分别为 7.87 %、6.75 %、6.82 %和 7.47 %, 比对照组的 8.25 % 分别降低 4.60 %、18.18 %、17.33 %和 9.45 % ( $P < 0.05$ )。

表 3 CLA 对肉鸡胸、腿肌中脂肪含量的影响

Table 3 The effect of conjugated linoleic acid on fat content of breast and thigh muscle (%)

组别 Treatments	胸 肌 Breast muscle			腿 肌 Thigh muscle		
	21 d	35 d	49 d	21 d	35 d	49 d
	1.53	1.43 <sup>b</sup>	1.33 <sup>b</sup>	6.14	8.03	8.25 <sup>a</sup>
	1.51	1.71 <sup>ab</sup>	1.91 <sup>a</sup>	5.98	7.85	7.87 <sup>ab</sup>
	1.25	1.96 <sup>a</sup>	1.62 <sup>ab</sup>	5.79	7.87	6.75 <sup>b</sup>
	1.22	1.52 <sup>b</sup>	1.49 <sup>ab</sup>	5.76	7.69	6.82 <sup>b</sup>
	1.03	1.46 <sup>b</sup>	1.55 <sup>ab</sup>	5.99	7.21	7.47 <sup>b</sup>
SEM	0.17	0.13	0.15	0.19	0.26	0.34
P 值 P-value	0.14	0.02	0.05	0.57	0.29	0.02

2.3 CLA 对胸、腿肌中蛋白质含量的影响

由表 4 可见,CLA 能够提高 21 和 35 d 肉鸡胸肌中蛋白质含量,但对 49 d 肉鸡胸肌中蛋白质含量无明显影响( $P < 0.05$ )。21 和 35 d 两个阶段各处理组胸肌中蛋白质含量分别为 22.28 %、20.84 %、20.63 %、20.55 % 和 23.10 %、23.41 %、23.46 %、23.71 %,比对照组的 20.34 % 和 22.64 % 分别提高了 9.54 %、2.46 %、1.43 %、1.03 % 和 2.03 %、

3.40 %、3.62 %、4.73 %;35 d 添加 2.0 % 组(组)胸肌中蛋白质含量显著高于对照组( $P < 0.05$ ),较 0.5 %、1.0 % 和 1.5 % 添加组也有升高趋势( $P > 0.05$ )。CLA 对腿肌中蛋白质沉积影响不大,在肉鸡生长的各个阶段,各处理组腿肌中蛋白质与对照组相比差异不显著( $P > 0.05$ ),但各处理组蛋白质沉积均有增加的趋势。

表 4 CLA 对肉鸡胸、腿肌中蛋白质含量的影响

Table 4 The effect of conjugated linoleic acid on protein content of breast and thigh muscle (%)

组别 Treatments	胸 肌 Breast muscle			腿 肌 Thigh muscle		
	21 d	35 d	49 d	21 d	35 d	49 d
	20.34 <sup>b</sup>	22.64 <sup>b</sup>	22.73	18.13	18.82	18.10
	22.28 <sup>a</sup>	23.10 <sup>ab</sup>	22.07	19.47	19.69	18.19
	20.84 <sup>b</sup>	23.41 <sup>ab</sup>	22.29	20.69	19.04	18.16
	20.63 <sup>b</sup>	23.46 <sup>ab</sup>	22.92	18.46	19.65	18.57
	20.55 <sup>b</sup>	23.71 <sup>a</sup>	22.64	19.79	19.10	18.13
SEM	0.32	0.29	0.28	0.64	0.37	0.57
P 值 P-value	<0.01	0.02	0.06	0.06	0.38	0.35

2.4 CLA 对肉鸡氮沉积率的影响

氮代谢试验结果表明,CLA 添加能够提高肉鸡氮的沉积率,各添加组氮的沉积率分别为 54.49 %、56.44 %、57.15 % 和 54.19 %,比对照组的 52.42 %

高 3.95 %、7.67 %、9.02 % 和 3.38 %;其中 1.5 % 添加组(组)氮沉积率最高,其次是 1.0 % 添加组(组),但各组间差异并不明显( $P > 0.05$ )。

表 5 CLA 对肉鸡氮沉积率的影响

Table 5 The effect of conjugated linoleic acid on nitrogen retention of broiler

处理 Treatments	食入氮 Nitrogen intake (g)	排泄氮 Excreted Nitrogen (g)	沉积氮 Nitrogen retention (g)	氮沉积率 Nitrogen retention rate (%)
	62.65 <sup>ab</sup>	29.63	33.02	52.42
	57.47 <sup>b</sup>	25.98	31.49	54.49
	60.48 <sup>ab</sup>	26.1	34.39	56.44
	64.46 <sup>ab</sup>	27.58	36.88	57.15
	66.75 <sup>a</sup>	30.36	36.39	54.19
SEM	2.24	1.34	1.22	2.08
P 值 P-value	0.02	0.42	0.23	0.74

3 讨 论

本试验结果表明,CLA 有降低肉鸡体脂沉积的作用,并且这种降低作用表现出一定的剂量和时间效应。试验中 CLA 对肉鸡腹脂率影响的结果与 Szymczyk 等<sup>[5]</sup>和 Du 等<sup>[8]</sup>的结果一致,但对肉鸡胸、腿肌中脂肪含量影响的结果目前还未见有同类报道,有必要进一步研究证实。对于 CLA 影响动物体脂沉积的机理目前存在多种假说<sup>[3,11-6]</sup>,但还不能确定究竟是其中某一种机制作用的结果还是多种机制共同作用的结果。戴求仲等<sup>[17]</sup>研究发现,CLA 的添加促进了生长激素(GH)和甲状腺素(T3 和 T4)的分泌,由于 GH 可通过抑制脂肪酸合成酶 mRNA 的转录,降低脂肪酸合成酶和乙酰 CoA 羧化酶活性从而降低动物机体脂肪的沉积,而甲状腺素可以使脂肪细胞中 cAMP 浓度增加,cAMP 又可作为第二信使激活细胞内 cAMP - 依赖性蛋白激酶,从而导致细胞内无活性的激素敏感酯酶(HSL)磷酸化转变为活性 HSL,进而加速体脂的水解。因此,降低脂肪的合成和加速原有体脂的降解可能是 CLA 降低肉鸡体脂沉积的机理所在。但受试验条件制约,本研究并没有测定脂肪代谢有关酶的变化情况,有待今后进一步研究。

3.2 CLA 对肉鸡胸、腿肌含量的影响

与 Szymczyk 等<sup>[5]</sup>报道的肉鸡日粮中添加 CLA 仅提高腿肌率而对胸肌率无影响的结果不同,本试验发现在肉鸡生长的不同阶段 CLA 的作用效果存在差异。本试验中肉鸡各阶段胸、腿肌率总和与 CLA 添加水平二者间存在明显的二次曲线关系,这与 Ostrowska 等<sup>[18]</sup>在生长肥育母猪中添加梯度

CLA (0、1.25、2.5、5.0、7.5 和 10.0 g/kg)得到的瘦肉沉积量对 CLA 的反应呈二次曲线的结果相似。这可能与 CLA 促进脂肪酸氧化,提高机体代谢率,从而降低动物采食量有关。因为动物“为能而食”,当体内脂肪酸适度氧化时有利于节约养分用于体蛋白质的合成而增加体蛋白质的沉积和胸、腿肌含量,但当动物体内脂肪酸过度氧化时,必然会导致动物采食量明显降低,这样用于合成蛋白质的营养物质绝对数量就会减少,体蛋白质沉积和胸、腿肌含量也会相应降低,从而表现为二次曲线关系。

3.3 CLA 对肉鸡体蛋白沉积的影响

肉鸡的胸、腿肌是体蛋白质沉积的主要部位,胸、腿肌含量的多少直接反映蛋白质沉积的程度。本试验中,日粮添加 CLA 后肉鸡的胸肌率和腿肌率较不添加的对照组均有一定程度提高,进一步对胸、腿肌中蛋白质含量分析也发现,添加 CLA 的各处理组蛋白质含量较高,这就表明 CLA 添加提高了肉鸡的体蛋白质沉积效率。这一点在本试验的代谢试验中得到了很好的证实,试验中各组间尽管氮的沉积率无明显差异,但 CLA 添加组均高于对照组。对于 CLA 促进肉鸡体蛋白质沉积的机理目前还不太清楚,但从本研究室以前的研究结果<sup>[17]</sup>看,可能是 CLA 添加促进了 GH、胰岛素(INS)和甲状腺素(T3 和 T4)的分泌,由于 GH 可直接作用于靶细胞刺激循环氨基酸的摄取和利用,还可以通过 IGF- 的介导,促进氨基酸进入细胞加速蛋白质合成,减少氮的排出。而胰岛素可加强机体对氨基酸的吸收,促进蛋白质的合成,甲状腺素也可作用于细胞核受体,刺激 DNA 转录过程,促进 mRNA 形成,加速蛋白质的生成。因此从这些方面看,促进体内

与蛋白质合成有关激素的分泌,从而加速蛋白质合成速度可能是 CLA 增加体蛋白质沉积的机理所在。

#### 4 结 论

本试验结果表明,在肉鸡日粮中添加 CLA 能够降低肉鸡体脂沉积,增加胸、腿肌比率,并使胸、腿肌中及整体蛋白质沉积增加,提示 CLA 在肉鸡营养代谢中具有营养重分配作用。

#### 参考文献:

- [1] Dugan M E R, Aalhus, J L, Shaefer A L, Kramer J K G. The effects of linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 1997, 77: 723 - 725.
- [2] Thiel R L, Sparks, J C, Wiegand B R, Parrish Jr F C, Ewan R C. Conjugated linoleic acid improves performance and body composition in swine. *Journal of Animal Science*, 1998, 76(suppl. 2): 57(abs.).
- [3] Park Y, Albright, K J, Liu W, Storkson M E. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 1997, 32: 853 - 858.
- [4] Park Y, Storkson, J M, Albright K J, Liu K J, Pariza M W. Evidence that the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, 1999, 34: 235 - 241.
- [5] Szymczyk B, Pisulewski P, Szczurek W, Hanczakowski P. Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency, and subsequent carcass quality in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 2001, 85: 465 - 473.
- [6] Q 'Quinn, P R, Nelssen J L, Goodband R D, Unruh J A, Woodworth J C, Smith J S, Tokach M D. Effects of feeding modified tall oil and supplemental potassium and magnesium on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of growing-finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 2000a, 80: 443 - 449.
- [7] Carrol A L, Eggert J M, Schinckel A P, Richert B T. Effects of high oil corn and duration of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on pig growth, pork quality and carcass composition. *Purdue Swine Day Reports*, Available at: [http://www.ansc.purdue.edu/swine/swine\\_day/sday99/psd06-1999.htm](http://www.ansc.purdue.edu/swine/swine_day/sday99/psd06-1999.htm). Accessed March 20, 2000.
- [8] Du M, Ahn Du. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the growth rate of live birds and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. *Poultry Science*, 2002, 81(3): 428 - 433.
- [9] (美) 国家研究委员会(NRC) 著, 蔡辉益译. 家禽营养需要. 北京: 中国农业出版社, 1994. 21 - 255.
- [10] 杨胜主编. 饲料分析与饲料质量检测技术. 北京: 农业出版社, 1993. 23 - 25.
- [11] West D B, Delany J P, Camet P M, Blohm F, Truett A A, Scimeca J. Effects of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. *American Journal of Physiology*, 1998, 44: 275 - R672.
- [12] Rahman S M, Wang Y M, Yotsumoto H, Cha J Y, Han S Y, Inoue S, Yanagita T. Effects of conjugated linoleic acid on serum leptin concentration, body-fat accumulation, and beta-oxidation of fatty acid in OLETF rats. *Nutrition*, 2000, 17: 385 - 390.
- [13] Tsuboyama K, Kasaoka N, Takahashi M, Tanemura K, Kim H J, Tange T, Okuyama H, Kaasai M, Ikemoto S, Ezaki O. Conjugated linoleic acid supplementation reduces adipose tissue by apoptosis and develops lipodystrophy in mice. *Diabetes*, 2000, 49: 1534 - 1542.
- [14] Brodie A E, Manning V A, Ferguson K R, Jewell D E, Hu C Y. Conjugated linoleic acid inhibits differentiation of Pre- and post-confluent 3T3-L1 preadipocytes but inhibit cell proliferation only in pre-confluent cells. *Journal of Nutrition*, 1999, 129: 602 - 606.
- [15] Satory, D L and Smith S B. Conjugated linoleic acid inhibits proliferation but stimulates lipid filling of murine 3T3 - L1 preadipocytes. *Journal of Nutrition*, 1999, 129: 92 - 97.
- [16] Terpstra A H, Beynen A C, Everts H, Kocsis S, Katan M B, Zock P L. The decrease in body fat in mice fed conjugated linoleic acid is due to increases in energy expenditure and energy loss in the excreta. *Journal of Nutrition*, 2002, 132(5): 940 - 945.
- [17] 戴求仲, 易昌华, 贺建华, 胡 艳, 蒋桂韬. 共轭亚油酸对肉鸡生产性能和血液生化指标的影响. *湖南畜牧兽医*, 2005, 6: 11 - 13.
- [18] Ostrowska M E, Muralitharan R F, Bauman D E, Dunshea F R. Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *Journal of Nutrition Diet*, 1999, 19: 303 - 314.

## Effects of Conjugated Linoleic Acids on Body Fat and Protein Retention in Broiler

DAI Qiu-zhong<sup>1</sup> YI Chang-hua<sup>2</sup> HE Jian-hua<sup>2</sup> HU Yan<sup>1</sup> JIANG Gui-tao<sup>1</sup> BIN Shi-yu<sup>3</sup>

(1. Animal Nutrition and Feeding Department of Hunan Institute of Animal Science and Veterinary Science, Changsha 410131, China;

2. The College of Animal Science and Technology of Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

3. The Life Science College of Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

**Abstract :** To investigate the effect of CLA supplementing level on body fat and protein retention, three hundred and sixty one-day-old avian broiler were selected and allocated to five treatment, each treatment has six replicates of twelve broilers at randomly. The experiment diets were supplemented with 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% CLA respectively. The results showed that in different growth stage of broilers, CLA could decrease body fat retention, especially after 22 d, the effect was significantly ( $P < 0.05$ ), 35 d and 49 d the abdomen fat rate of supplementing groups were 16.77%, 18.29%, 18.60%, 19.82%, 7.97%, 9.89%, 12.91% and 18.95% lower than control group. CLA supplementing could increase thigh muscle rate in different stage ( $P < 0.05$ ), 0~35 d breast muscle rate ( $P < 0.05$ ) and whole body protein retention, but there was no effect on 36~49 d breast muscle rate ( $P > 0.05$ ). There exist a significant quadratic relationship between the sum of thigh muscle and breast muscle rate and CLA supplementing level in different growing stage, the quadratic equation were: 1~21 d,  $y = -2.0686x^2 + 5.0651x + 33.392$ , ( $R^2 = 0.9758$ ,  $P < 0.05$ ); 22~35 d,  $y = -1.7057x^2 + 5.0494x + 36.379$ , ( $R^2 = 0.8302$ ,  $P < 0.05$ ); 36~49 d,  $y = -1.6943x^2 + 3.9346x + 40.421$ , ( $R^2 = 0.9963$ ,  $P < 0.05$ ) respectively; After derivation calculus to above quadratic equation we can get the appropriate CLA supplementing level for obtaining maximum breast and thigh muscle rate of broiler in 1~21 d, 22~35 d and 36~49 d were 1.22%, 1.48% and 1.16%. [Chinese Journal of Animal Nutrition, 2007, 19(1): 16-22]

**Key words :** Conjugated linoleic acid (CLA); Body fat retention; Protein retention; Broilers