

# 共轭亚油酸对肉鸡血脂含量和体脂 脂肪酸组成的影响

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

(1. 湖南省畜牧兽医研究所动物营养与饲养技术研究室, 湖南 长沙 410131; 2. 湖南农业大学动物营养研究所, 湖南 长沙 410128; 3. 广西师范大学生命科学学院, 广西 桂林 541004)

**[摘 要]** 选择艾维因肉鸡 360 羽, 随机分为 5 个处理, 每处理设 3 个重复, 每重复 24 只鸡, 分别饲喂添加 0%、0.5%、1.0%、1.5% 和 2.0% 共轭亚油的 (CLA) 的试验日粮, 旨在探讨 CLA 添加水平对肉鸡脂质代谢和胸、腿肌及腹脂中脂肪酸组成的影响, 试验期为 49d。结果表明: 在肉鸡生长各个阶段, 尽管 CLA 添加对血清中 TC、TG、HDL-C、LDL-C 含量和 HDL-C/LDL-C 影响不明显, 但 TC、TG 含量都有降低趋势, 而 HDL-C/LDL-C 有增加趋势。脂肪酸组成分析显示, CLA 添加增加胸肌和腹脂中肉豆蔻酸 (C14:0)、棕榈酸 (C16:0)、硬脂酸 (C18:0) 和 TSFA 的含量, 降低棕榈油酸 (C16:1)、油酸 (C18:1) 和 TMUFA 含量; 胸肌中 TP-UFA 含量不受 CLA 添加的影响, 但腹脂和腿肌中 TPUFA 含量随 CLA 添加而显著增加 ( $P < 0.05$ )。胸肌和腹脂中 CLA 含量处理组明显比对照组高, 且随日粮中 CLA 含量的增加而逐渐增加, 腿肌中 CLA 的含量很低, 也未表现出相应的剂量效应, 且仅在 2% 添加组检测到 CLA 的存在。

**[关键词]** 共轭亚油酸; 血脂; 脂肪酸组成; 肉鸡

**[中图分类号]** S811.5

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1004-5228(2007)02-0057-07

共轭亚油酸 (Conjugated Linoleic Acids, 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、改善动物脂质代谢和体脂脂肪酸组成、降低体脂沉积, 增加胴体瘦肉率、提高肉品质量 (Dugan, 等 1997; Thiel 等, 1998; Park 等, 1997, 1999; Szymczyk 等, 2001; Q, Quinn 等, 2000a; Carroll 等, 1999)<sup>[1-7]</sup> 等功能。但 CLA 仅在牛、羊等反刍动物产品中存在, 而猪、鸡等单胃动物产品和植物食物中几乎不含 CLA。因此, 在目前我国人群的饮食结构下难以获得满足维持健康需要的 CLA 量 (1.5~3.0g), 直接从食物中补充 CLA 或通过提高食物中 CLA 的含量进而增加从食物中摄入的 CLA 量对于促进人类健康具有重要意义。

基于此, 本试验的目的是以艾维因肉鸡为研究对象, 探讨 CLA 在肉鸡体内的沉积模式及其对肉鸡脂质代谢和脂肪酸组成的影响, 为在肉鸡生产中合理应用 CLA 生产富含 CLA 的鸡肉产品提供理论指导。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计与处理

选择健康、体重接近的 1d 艾维因肉鸡 360 羽 (公母各半)。按单因素完全随机设计分为 5 个处理, 每处理设 3 个重复, 每重复 24 只鸡。

### 1.2 试验日粮及营养水平

试验基础日粮参照 NRC(1994)<sup>[8]</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

\* [收稿日期] 2006-01-17, 修回日期: 2006-05-22

[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, 湖南新宁县人, 副研究员, 博士, 主要从事单胃动物营养研究。

配置而成。日粮分前(0~21 日龄)和后(22~49 日龄)两个阶段,组成及主要营养成分含量见表 2,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%。本试验中,前期采用粉料,后期采用颗粒料。粒料由湖南省畜牧兽医研究所试验饲料厂生产。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 血清总胆固醇、三酰甘油酯、高密度脂胆固醇及低密度脂胆固醇含量 于 21、35、49 日龄胫静脉采血,3000g 离心 15min 制备血清,总胆固醇(TC)和三酰甘油酯(TG)含量采用酶解法测定;高密度脂胆固醇(HDL-C)含量采用硫酸葡聚糖沉淀法测定,所有测定均在 OL YMPUS AV400 型全自动生化仪上进行。低密度脂胆固醇(LDL-C)含量由总胆固醇与高密度脂胆固醇之差计算。

表 1 基础日粮及营养水平  
Table 1 Basic diet and nutrient level

原料 Ingredients	0-3w	4-7w	营养水平 Nutrient level	0-3w	4-7w
玉米 Maize(%)	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 CP(%)	23.12	20.12
玉米蛋白粉 Maize gluten(%)	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 CaCO <sub>3</sub> (%)	1.30	1.40	蛋氨酸 Met(%)	0.52	0.38
磷酸氢钙 CaHPO <sub>3</sub> (%)	1.40	1.00	蛋+胱氨酸 Met+Cys(%)	0.90	0.72
豆油 Soy 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-methine(%)	0.08				
赖氨酸 Lysine-HCl(%)	0.19	0.26			
多维 Vitamin Premix(%)	0.03	0.03			
矿物质 Mineral Premix(%)	1.00	1.00			

注:1、每公斤多维含:VA 5400 万 IU,VD<sub>3</sub> 1100 万 IU,V<sub>E</sub> 18000mg,V<sub>K<sub>3</sub></sub> 5000mg,VB<sub>1</sub> 2000mg,VB<sub>2</sub> 15000mg,VB<sub>12</sub> 30mg,烟酸 35000mg,叶酸 500mg,泛酸钙 25000mg,生物素 200mg。2、矿添为每 Kg 日粮提供:Cu 20mg、Fe 90mg、Zn 50mg,Mn 70mg,I 0.38mg,Se 0.16mg。

Note:Per kg Vitamin premix contains:Vitamin A 5400 IU;Vitamin D<sub>3</sub> 1100 IU;Vitamin E 18000mg;Vitamin K<sub>3</sub> 5000mg;Vitamin B<sub>1</sub> 2000mg;Vitamin B<sub>2</sub> 15000mg;Vitamin B<sub>12</sub> 30mg;niacin 35000mg;folic acid 500mg;D-pantothenic acid 25000mg;biotin 200mg;2.Mineral premix supply per kg diet:Cu(as copper sulfate)20mg;Fe(as ferrous sulfate)90mg;Zn(as zinc oxide)50mg;Mn(as manganese sulfate)70mg;I(as calcium iodate)0.38mg;Se(as sodium selenite)0.16mg.

1.3.2 腹脂及胸、腿肌脂肪中脂肪酸含量 于 49 日龄试验结束后屠宰试验鸡,分别采集腹脂、胸肌及腿肌于-20℃冰箱保存。测定时各组织中脂肪用 Folch 液(氯仿:甲醇=2:1)提取,浸提物在 75%0.5M KOH-甲醇溶液中皂化 10min 后用 75%14%BF<sub>3</sub>-甲醇溶液甲基化 10min,然后用己烷浸提出脂肪酸甲酯。脂肪酸含量用配备有 BPX70 融合硅石毛细管柱(长 50m、内径 0.22mm、凝胶厚 0.25 mm)和火焰离子检测器的 Hewlett-Packard 5890 型气相色谱仪测定。

1.4 统计分析

所有测定结果均以  $\bar{x} \pm s$  表示,显著性检验采用 SAS 统计软件的单因素方差分析,用邓肯氏法进

行多重比较。

2 试验结果

2.1 CLA 对肉鸡血清中总脂和胆固醇含量的影响

表 2 结果显示,肉鸡日粮中添加 CLA 可影响血液中 TC、TG、HDL-C、LDL-C 的含量,但效果并不明显( $P > 0.05$ )。与对照组相比,CLA 添加组血清中 TC 和 TG 含量在各阶段均呈降低趋势。但血清中 HDL-C 和 LDL-C 含量不同阶段反映并不一致,21d 血清中 HDL-C 和 LDL-C 添加 CLA 的试验组均低于对照组,但 35d 和 49d 添加组血清中 HDL-C 含量较对照组高,而 LDL-C 却比对照组要低。血清中 HDL-C/LDL-C 比值在整个试验期内

均有增加的趋势,21d、35d 和 49d 各添加组分别比 89 %、80.30 %、69.95 %,其中 49d 添加组与对照组  
对照组提高了 7.14 %、22.11 %、18.71 %、11.56 %, 间差异显著(  $P < 0.05$  )。  
7.28 %、9.27 %、15.89 %、9.27 %和 18.57 %、73.

表 2 CLA 对肉鸡血脂含量的影响  
Table 2 The effect of Conjugated Linoleic Acids on serum lipids in broilers

项目 Index	对照组 Control		处理组 Treatments			SEM	P
	I	II	III	IV	V		
21d							
总胆固醇 TC (mmol/L)	4.87	4.83	4.85	4.40	3.82	0.33	0.06
高密度脂胆固醇 HDL-C(mmol/L)	3.62	3.40	3.23	3.11	2.72	0.27	0.17
低密度脂胆固醇 LDL-C(mmol/L)	1.23	1.08	0.90	0.89	0.83	0.10	0.07
HDL-C/LDL-C	2.94	3.15	3.59	3.49	3.28	0.11	0.28
三酰甘油 TG(mmol/L)	0.48	0.40	0.43	0.41	0.42	0.03	0.31
35d							
总胆固醇 TC(mmol/L)	3.92	3.88	3.81	3.68	3.69	0.34	0.08
高密度脂胆固醇 HDL-C(mmol/L)	2.10	2.19	2.24	2.35	2.28	0.18	0.11
低密度脂胆固醇 LDL-C(mmol/L)	1.39	1.35	1.36	1.34	1.38	0.16	0.16
HDL-C/LDL-C	1.51	1.62	1.65	1.75	1.65	0.36	0.84
三酰甘油 TG(mmol/L)	1.37	1.26	1.32	1.25	0.82	0.02	0.06
49d							
总胆固醇 TC(mmol/L)	3.63	3.59	3.36	2.95	3.15	0.42	0.06
高密度脂胆固醇 HDL-C(mmol/L)	2.25	2.76	2.75	2.67	2.52	0.21	0.12
低密度脂胆固醇 LDL-C(mmol/L)	1.11	0.92	0.78	0.78	0.73	0.08	0.71
HDL-C/LDL-C	2.03 <sup>b</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3.53 <sup>a3</sup> .66 <sup>a</sup>	3.45 <sup>a</sup>	0.38	<0.01	
三酰甘油 TG (mmol/L)	0.45	0.39	0.31	0.37	0.31	0.03	0.08

注 :同一行上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(  $P > 0.05$  )。下同。  
Note :Values with different superscript letters show significant difference(  $P < 0.05$  ),those with same letters or without su-  
perscript letters are of no significant difference(  $P > 0.05$  ). The same below.

2.2 CLA 对胸肌、腿肌和腹脂脂肪酸组成的影响

表 3 可知,与对照组相比,肉鸡日粮添加 CLA 可明显提高了胸肌中 C14:0、C16:0、C18:0 和 C20:0 含量(  $P < 0.05$  )。与之相似,各添加组总饱和脂肪酸含量也分别比对照组提高了 34.68 %、30.66 %、48.35 %和 37.59 %,统计差异明显(  $P < 0.05$  )。但 C16:1、C18:1 酸及总单不饱和脂肪酸(TMUFA)含量各添加组明显较不添加的对照组低(  $P < 0.05$  )。胸肌脂肪中多不饱和脂肪酸随着 CLA 的添加有降低趋势,其中 C20:4 四烯酸降低明显(  $P < 0.05$  ),而 C18:2、C18:3 及总多不饱和脂肪酸(TPUFA)含量添加组略有降低(  $P > 0.05$  )。但 C18:2 酸中的共轭亚油酸含量随着 CLA 添加水平的提高而提高,0.5 %、1.0 %、1.5 %和 2.0 %添加组胸肌中 CLA 含量分别达到了 0.84 %、2.26 %、2.98 %和 6.08 %,是对照组 0.16 %的 5.25、14.13、18.63 和 38 倍。此外,结果还表明,CLA 添加明显

降低了胸肌脂肪中 C16:1/ C16:0, C18:1/ C18:0 比值(  $P < 0.05$  )。

与胸肌相似,日粮中添加 CLA 明显提高腹脂中 C14:0、C16:0、C18:0、C20:0、TSFA 酸和 CLA 含量(  $P < 0.05$  ),降低 C16:1、C18:1、TMUFA(  $P < 0.05$  )和 C18:2、C18:3(  $P > 0.05$  )含量。但对 TPUFA 和 C20:4 作用效果与胸肌不同,日粮添加 CLA 提高了腹脂中 TPUFA 含量,特别是高剂量添加组(1.5 %和 2.0 %)作用效果更加明显(见表 4),腹脂中 TPUFA 分别为 14.94 %和 14.70 %,比对照组高 52.92 %和 50.46 %,也比 0.5 %和 1.0 %添加组高 25.97 %、51.06 %和 23.95 %、48.63 %(  $P < 0.05$  )。腹脂中 C20:4 含量较低,除在 2.0 %添加组检测到外,其它各组均未检出。

腿肌脂肪酸组成也受 CLA 添加的影响,但影响规律不同于胸肌和腹脂。各组腿肌中脂肪酸单体沉积并未表现出一定的规律性;TSFA 含量在 CLA 添

加组有降低的趋势,但只有 2.0 %添加组明显低于对照组 ( $P < 0.05$ ),其余各处理组与对照组差异不显著;而 TMUFA 和 TPUFA 在腿肌中的沉积模式与胸肌和腹脂显著不同。腿肌中 TMUFA 含量除 0.5 %添加组略有增加外,其余各处理组含量低于对照组,但各组间差异并不明显 ( $P > 0.05$ );腿肌中 TPUFA 含量 0.5 %、1.0 %、1.5 %和 2.0 %添加组分别为 4.36 %、4.63 %、6.02 %和 18.33 %,是对照组 2.03 %的 2.15、2.28、2.97 和 9.03 倍( $P < 0.05$ )。

3 讨 论

3.1 CLA 对肉鸡脂质代谢的影响

在采食致动脉粥样硬化日粮的兔子 (Lee 等, 1998)<sup>[9]</sup>和鼠类 (Nicolosi 等, 1997)<sup>[10]</sup>进行的研究结果显示,日粮添加 CLA 降低了 VLDL 的浓度,抑制了动脉粥样硬化的发生。Cavino 等 (2000)<sup>[11]</sup>也报

道,日粮添加 CLA 降低了老鼠血浆总胆固醇 (TC) 和低密度胆固醇 (LDL-C) 的含量。但吴冀华 (2002)<sup>[12]</sup>研究报道,采食 CLA 日粮的小白鼠血清中 TC、高密度脂 (HDL-C) 和 LDL-C 含量均随 CLA 添加量的增加而增加,而 TC / HDL-C 的比值则几乎保持不变。本试验在肉鸡日粮中添加 CLA 也发现,肉鸡血清中 TC、TG 含量有降低趋势,而 HDL-C / LDL-C 有增加的趋势,结果与 Szymczyk 等 (2001)<sup>[5]</sup>得到的日粮 CLA 显著降低肉鸡血浆中 TC 含量的结论相似,但与 Du、Ahn 等 (2004)<sup>[13]</sup>得到的日粮中添加 CLA 增加了肉鸡血清中 TC、HDL-C 和 TG 含量的结论相反。不同动物试验结果存在差异的原因何在? 目前还不太清楚。究竟是由于试验动物品种的差异所引起还是不同试验所用的共轭亚油酸来源、组成和添加剂量不同所致,仍有必要进一步深入研究。

表 3 CLA 对肉鸡胸肌脂肪酸组成的影响(脂肪酸 Fatty acid)

Table 3 The effect of Conjugated Linoleic Acids on the fatty acid composition of chest muscle in broilers Fatty acid(g/ 100g)

脂肪酸组成 Fatty acids profile	对照组 Control		处理组 Treatments			SEM	P
	I	II	III	IV	V		
C <sub>14</sub> :0	0.54 <sup>c</sup>	0.91 <sup>b</sup>	0.93 <sup>b</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.02 <sup>b</sup>	0.01	<0.01
C <sub>16</sub> :0	26.19 <sup>c</sup>	34.74 <sup>b</sup>	33.60 <sup>b</sup>	39.15 <sup>a</sup>	33.82 <sup>b</sup>	1.24	<0.01
C <sub>16</sub> :1	3.01 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>	2.88 <sup>a</sup>	2.22 <sup>b</sup>	1.31 <sup>c</sup>	0.12	0.01
C <sub>18</sub> :0	10.63 <sup>d</sup>	14.59 <sup>ab</sup>	13.61 <sup>c</sup>	13.95 <sup>bc</sup>	15.76 <sup>a</sup>	0.39	<0.01
C <sub>18</sub> :1	31.52 <sup>a</sup>	24.80 <sup>b</sup>	23.41 <sup>b</sup>	18.89 <sup>c</sup>	18.34 <sup>c</sup>	0.48	<0.01
C <sub>18</sub> :2	16.2	13.85	14.87	13.81	13.96	0.85	0.24
C <sub>18</sub> :3	0.62	0.48	0.56	0.52	0.48	0.05	0.26
C <sub>9</sub> T <sub>11-18</sub> :2	0.12 <sup>c</sup>	0.52 <sup>c</sup>	1.35 <sup>b</sup>	1.79 <sup>b</sup>	3.08 <sup>a</sup>	0.18	<0.01
T <sub>10</sub> C <sub>12-18</sub> :2	0.04 <sup>c</sup>	0.32 <sup>c</sup>	0.91 <sup>b</sup>	1.19 <sup>b</sup>	3.00 <sup>a</sup>	0.11	<0.01
C <sub>20</sub> :0	0.18 <sup>b</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.90 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.09	<0.01
C <sub>20</sub> :4	2.00 <sup>a</sup>	1.22 <sup>b</sup>	1.34 <sup>b</sup>	0.54 <sup>c</sup>	0.78 <sup>bc</sup>	0.20	0.03
C <sub>20</sub> :5	0.2		0.14	0.24	0.24		
C <sub>22</sub> :5	0.31		0.17	0.14	0.17		
其它 Others	8.44 <sup>a</sup>	5.58 <sup>b</sup>	5.33 <sup>b</sup>	4.97 <sup>b</sup>	6.99 <sup>ab</sup>	0.98	<0.01
C <sub>16</sub> :1/ C <sub>16</sub> :0	0.115 <sup>a</sup>	0.077 <sup>b</sup>	0.086 <sup>b</sup>	0.057 <sup>bc</sup>	0.039 <sup>c</sup>	0.005	<0.01
C <sub>18</sub> :1/ C <sub>18</sub> :0	2.97 <sup>a</sup>	1.70 <sup>b</sup>	1.72 <sup>b</sup>	1.35 <sup>bc</sup>	1.16 <sup>c</sup>	0.19	<0.01
TCLA	0.16 <sup>c</sup>	0.84 <sup>c</sup>	2.26 <sup>b</sup>	2.98 <sup>b</sup>	6.08 <sup>a</sup>	0.26	<0.01
TSFA	37.54 <sup>c</sup>	50.56 <sup>b</sup>	49.05 <sup>b</sup>	55.69 <sup>a</sup>	51.65 <sup>ab</sup>	1.33	<0.01
TMUFA	34.53 <sup>a</sup>	27.47 <sup>b</sup>	26.29 <sup>b</sup>	21.11 <sup>c</sup>	19.65 <sup>c</sup>	1.56	0.05
TPUFA	19.49	16.39	19.34	18.23	21.71	2.59	0.05

注: TSFA - 饱和脂肪酸总量; TMUFA - 单不饱和脂肪酸总量; TPUFA - 多不饱和脂肪酸总量, 表 4、表 5 与此同。  
Note: TSFA - Total saturation fatty acids; TMUFA - Total unsaturation fatty acids; TPUFA - Total polyunsaturation fatty acids. The same in Table 4 and 5.

表 4 CLA 对肉鸡腹脂脂肪酸组成的影响(脂肪酸 Fatty acid)

Table 4 The effect of Conjugated Linoleic Acids on the fatty acid composition of abdomen fat in broilers Fatty acid(g/ 100g)

脂肪酸组成 Fatty acids profile	对照组 Control		处理组 Treatments			SEM	P
	I	II	III	IV	V		
C <sub>14</sub> :0	0.90 <sup>c</sup>	1.10 <sup>c</sup>	1.45 <sup>bc</sup>	1.83 <sup>a</sup>	0.97 <sup>c</sup>	0.11	<0.01
C <sub>16</sub> :0	34.01 <sup>c</sup>	37.24 <sup>b</sup>	45.52 <sup>a</sup>	41.23 <sup>a</sup>	37.61 <sup>b</sup>	0.75	<0.01
C <sub>16</sub> : 1	5.18 <sup>a</sup>	2.80 <sup>b</sup>	3.32 <sup>b</sup>	3.48 <sup>b</sup>	1.67 <sup>c</sup>	0.37	<0.01
C <sub>18</sub> :0	9.32 <sup>c</sup>	15.50 <sup>ab</sup>	13.99 <sup>b</sup>	12.75 <sup>bc</sup>	18.59 <sup>a</sup>	1.22	<0.01
C <sub>18</sub> : 1	35.73 <sup>a</sup>	27.11 <sup>b</sup>	24.15 <sup>bc</sup>	22.33 <sup>cd</sup>	19.60 <sup>d</sup>	1.28	<0.01
C <sub>18</sub> : 2	9.52	10.57	8.26	11.28	9.44	1.98	0.27
C <sub>18</sub> : 3	0.35	0.47	0.25	0.51	0.34	0.10	0.06
C <sub>9</sub> T <sub>11-18</sub> : 2	0.02 <sup>d</sup>	0.39 <sup>cd</sup>	0.62 <sup>c</sup>	1.87 <sup>a</sup>	1.49 <sup>b</sup>	0.14	<0.01
T <sub>10</sub> C <sub>12-18</sub> : 2	0.04 <sup>d</sup>	0.25 <sup>cd</sup>	0.46 <sup>c</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.05 <sup>ab</sup>	0.10	<0.01
C <sub>20</sub> :0		0.18	0.23	0.28	0.32		
C <sub>20</sub> : 4					2.38		
C <sub>20</sub> : 5							
C <sub>22</sub> : 5							
其它 Others	5.09 <sup>b</sup>	4.39 <sup>b</sup>	4.45 <sup>b</sup>	3.16 <sup>c</sup>	6.54 <sup>a</sup>	0.27	<0.01
C <sub>16</sub> : 1/ C <sub>16</sub> :0	0.152 <sup>a</sup>	0.075 <sup>b</sup>	0.078 <sup>b</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.044 <sup>c</sup>	0.004	<0.01
C <sub>18</sub> : 1/ C <sub>18</sub> :0	3.83 <sup>a</sup>	1.75 <sup>b</sup>	1.73 <sup>b</sup>	1.75 <sup>b</sup>	1.05 <sup>c</sup>	0.21	<0.01
TCLA	0.06 <sup>d</sup>	0.64 <sup>c</sup>	1.08 <sup>c</sup>	3.15 <sup>a</sup>	2.54 <sup>b</sup>	0.28	<0.01
TSFA	44.23 <sup>b</sup>	54.02 <sup>a</sup>	58.19 <sup>a</sup>	56.09 <sup>a</sup>	57.49 <sup>a</sup>	1.49	<0.01
TMUFA	40.91 <sup>a</sup>	29.91 <sup>b</sup>	27.47 <sup>bc</sup>	25.81 <sup>c</sup>	21.27 <sup>d</sup>	1.04	<0.01
TPUFA	9.77 <sup>b</sup>	11.86 <sup>b</sup>	9.89 <sup>b</sup>	14.94 <sup>a</sup>	14.70 <sup>a</sup>	0.70	<0.01

表 5 CLA 对肉鸡腿肌脂脂肪酸组成的影响(脂肪酸 Fatty acid)

Table 5 The effect of Conjugated Linoleic Acids on the fatty acid composition of thigh muscle in broilers Fatty acid(g/ 100g)

脂肪酸组成 Fatty acids profile	对照组 Control		处理组 Treatments			SEM	P
	I	II	III	IV	V		
C <sub>14</sub> :0	1.49 <sup>c</sup>	1.23 <sup>d</sup>	2.14 <sup>a</sup>	1.83 <sup>ab</sup>	1.67 <sup>bc</sup>	0.08	<0.01
C <sub>16</sub> :0	50.67 <sup>ab</sup>	44.62 <sup>c</sup>	54.54 <sup>a</sup>	46.98 <sup>bc</sup>	41.19 <sup>c</sup>	1.80	0.05
C <sub>16</sub> : 1	2.62	2.91	3.06	2.29	1.92	0.45	0.42
C <sub>18</sub> :0	19.91	18.06	16.13	19.29	16.22	1.58	0.38
C <sub>18</sub> : 1	22.05 <sup>ab</sup>	25.57 <sup>a</sup>	18.51 <sup>ab</sup>	16.88 <sup>b</sup>	18.77 <sup>ab</sup>	2.29	0.01
C <sub>18</sub> : 2	2.03 <sup>c</sup>	4.12 <sup>bc</sup>	4.63 <sup>b</sup>	4.47 <sup>b</sup>	12.27 <sup>a</sup>	0.70	<0.01
C <sub>18</sub> : 3		0.24			0.17		
C <sub>9</sub> T <sub>11-18</sub> : 2					2.79		
T <sub>10</sub> C <sub>12-18</sub> : 2					1.85		
C <sub>20</sub> :0					0.96		
C <sub>20</sub> : 4							
C <sub>20</sub> : 5				1.55			
C <sub>22</sub> : 5					0.29		
其它 Others	2.72 <sup>b</sup>	3.25 <sup>b</sup>	0.99 <sup>d</sup>	6.71 <sup>a</sup>	1.90 <sup>c</sup>	0.28	<0.01
C <sub>16</sub> : 1/ C <sub>16</sub> :0	0.052	0.065	0.056	0.05	0.039	0.003	0.54
C <sub>18</sub> : 1/ C <sub>18</sub> :0	1.11 <sup>ab</sup>	1.42 <sup>a</sup>	1.15 <sup>ab</sup>	0.88 <sup>b</sup>	1.16 <sup>ab</sup>	0.12	0.04
TCLA					4.64		
TSFA	72.81 <sup>a</sup>	63.91 <sup>ab</sup>	71.07 <sup>a</sup>	68.1 <sup>ab</sup>	59.08 <sup>b</sup>	3.69	0.02
TMUFA	24.67	28.48	21.57	19.17	20.69	2.32	0.08
TPUFA	2.03 <sup>d</sup>	4.36 <sup>c</sup>	4.63 <sup>c</sup>	6.02 <sup>b</sup>	18.33 <sup>a</sup>	0.30	<0.01

### 3.2 CLA 对肉鸡体脂脂肪酸组成的影响

试验结果表明,CLA 能增加胸肌、腹脂中肉豆蔻酸(C14:0)、棕榈酸(C16:0)、硬脂酸(C18:0)和 TSFA 的含量,降低棕榈油酸(C16:1)、油酸(C18:1)和 TMUFA 含量,但不影响胸肌中 TPUFA 的含量,而腹脂中 TPUFA 显著增加( $P < 0.05$ );CLA 在胸肌和腹脂中的沉积表现出一定的规律性,随日粮中 CLA 含量的增加逐渐增加,并呈一定的剂量效应,添加组的 CLA 含量明显高于对照组( $P < 0.05$ ),但腿肌中 CLA 含量并未表现出相应的剂量效应,几组中仅在 2% 添加组检测到 CLA 的存在。这与 Szymczyk 等(2001)<sup>[15]</sup>报道的肉鸡日粮添加 CLA(0.0%、0.5%、1.0%和 1.5%),明显升高肌肉中饱和脂肪酸(SFA)含量( $P < 0.01$ )和降低 MUFA 和 PUFA 含量( $P < 0.01$ )的结果不完全一致。本试验肉鸡胸肌和腹脂中 CLA 含量测定结果与 Cook 等(1998)<sup>[14]</sup>、Kramer 等(1998)<sup>[15]</sup>和 Badinga(2003)<sup>[16]</sup>研究结果基本一致,他们也发现,随着日粮中 CLA 添加量的增加,动物体内肝脏、心、脂肪和肌肉组织中 CLA 含量线性增加。但本试验腿肌测定结果并未表现出相同的规律,说明 CLA 对胸、腿肌和腹脂中脂肪酸沉积的影响可能存在不同的作用模式。

有研究认为肉鸡体脂脂肪酸沉积表现出一定的规律性。肉鸡品种、品系不同,机体脂肪、脂肪酸沉积规律也不同。一般肉鸡腹脂和皮下脂肪的脂肪酸组成相似,比胸肌、腿肌含更多的多不饱和脂肪酸和较少饱和脂肪酸(蒋守群等,2002)<sup>[17]</sup>。但本试验却发现,肉鸡饲喂添加 CLA 的日粮后,胸肌中多不饱和脂肪酸的含量较腹脂中还高,与常规测定结果有一定差异。这种差异是否是因为日粮中添加 CLA 所造成,目前还无法确定,有必要进一步从机理上进行探讨。

此外,日粮添加 CLA 后,肉鸡胸肌和腹脂中 C16:1/C16:0, C18:1/C18:0 及 MUFA 含量降低,而 TSFA 含量升高,这有可能与 CLA 抑制了肝脏中的 9 硬脂酰 CoA 脱饱和酶(9-SCD)活性有关,因为家禽的脂肪酸合成都在肝脏,而 9-SCD 是负责催化饱和脂肪酸在第九个碳碳单键处转化为碳碳双键的关键酶,如果该酶活性降低,则棕榈油酸、油酸的含量就相应降低,从而使棕榈酸和硬脂酸含量相应增加(Cook,1993)<sup>[18]</sup>。但受条件制约,本试验没有检测 9-SCD 活性及其基因表达状况,因此尚需进一步试验证明。

## 4 结 论

肉鸡日粮中添加 CLA 降低了血清中 TC、TG 含量,明显增加了血清中 HDL-C/LDL-C 比值。同时结果也显示随着日粮 CLA 添加水平的提高,胸肌和腹脂中 CLA 含量线性增加,但腿肌中 CLA 含量并未表现出相应的剂量效应,提示 CLA 在肉鸡不同组织内的沉积规律可能存在差异。

### 参考文献:

- [1] Dugan M. E. R., Aalhus, J. L., et al. The effects of linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs [J]. Can. J. Anim. Sci. 1997, 77: 723-725.
- [2] Thiel. R. L., Sparks, J. G., et al. Conjugated linoleic acid improves performance and body composition in swine [J]. J. Anim. Sci. 1998, 76 (suppl. 2): 61 (abs.)
- [3] Park. Y., Albright, K. J., et al. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice [J]. Lipids. 1997, 32: 853-858.
- [4] Park, Y., Storkson, K. J., et al. Evidence that the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice [J]. Lipids. 1999, 34: 235-241.
- [5] Szymczyk, B., P. M. Pisulewski, et al. Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency, and subsequent carcass quality in broiler chickens [J]. Br. J. Nutr. 2001, 85: 465-73.
- [6] Q'Quinn, P. R., J. L. Nelssen, et al. Effects of feeding modified tall oil and supplemental potassium and magnesium on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of growing-finishing pigs [J]. Can. J. Anim. Sci. 2000, 80: 443-449.
- [7] Carroll. A. L. Effects of high oil corn and duration of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on pig growth, pork quality and carcass composition [J]. Purdue Swine Day Reports. 1999.
- [8] 国家研究委员会(NRC)(美)著,蔡辉益译.家禽营养需要[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [9] Lee, K. N., M. W. Pariza et al. Conjugated linoleic acid decreases hepatic stearoyl-CoA desaturase mRNA expression [J]. Biochem. Biophys. Res. Commun. 1998, 248: 817-821.
- [10] Nicolosi, R. J., Rogers, et al. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherogenesis in hypercholesteolemic hamsters [J]. Artery 1997, 22: 266-277.
- [11] Cavino, V. C., G. Gravino, et al. An isomeric mixture of conjugated linoleic acids but not pure cis-9, trans-11-octadecadienoic acid affects body weight gain and plasma lipids in hamsters [J]. J. Nutr. 2000, 130: 27-29.
- [12] 吴冀华, 裴爱泳. 共轭亚油酸对小白鼠身体组成的影响 [J]. 中国油脂, 2002, 27(4): 85-88.
- [13] Ahn, D. U. Dietary conjugated linoleic acid (CLA) effects lip-

- id metabolism in broiler chicks[R]. Iowa state university animal industry report (poultry), 2004.
- [14] Cook, M. E, D.L.Jerome, et al. Feeding conjugated linoleic acid improves feed efficiency and reduces Carcass fat in pigs [J]. FASEB abstract, 1998.
- [15] Kramer, J. K. G, N. Sehat, M. E. R. Dugan, et al. Distributions of conjugated linoleic acid (CLA) isomers in tissue lipid classes of pigs fed a commercial CLA mixture determined by gas chromatography [J]. Lipids. 1998, 33: 549-558.
- [16] Badinga, L., K. T. Selberg, A. C. Dinges, et al. Dietary conjugated linoleic acid alters hepatic lipid content and fatty acid composition in broiler chickens [J]. Poult. Sci. 2003, 82: 111-116.
- [17] 蒋守群, 蒋宗勇, 林映才, 等. 肉鸡的脂肪沉积规律[J]. 中国饲料, 2002, 13:15-18.
- [18] Cook M. E, Miller C. C, Park Y, et al. Immune modulation by altered nutrient metabolism: Nutritional control of immune-induced growth depression [J]. Poult. Sci. 1993, 72: 1301-1305.

## The Effect of Conjugated Linoleic Acids on Serum Lipoproteins Content and Fatty Acid Profile in Broilers

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

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

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

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

**Abstract:** 360 broilers were selected and allocated to 5 treatments, at random, 3 replicates in each treatment and 24 broilers in each replicate, to investigate the effect of CLA on serum lipoproteins content and fatty acids profile of chest muscle, thigh muscle and abdomen fat. The experimental diets were supplemented with 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% CLA respectively. The results showed that in different growth stages of broilers, the effect of CLA on broiler serum TC, TG, HDL-C, LDL-C and HDL-C/LDL-C were not significant, but TC and TG had a decreasing tendency with CLA supplement increasing, while HDL-C/LDL-C had an increasing tendency. Fatty acids analysis showed that dietary supplementing CLA increased C14:0, C16:0, C18:0, TSFA and decreased C16:1, C18:1, TMUFA content of chest muscle and abdomen fat. TPUFA in chest muscle fat was not affected by dietary CLA, but TPUFA in thigh muscle and abdomen fat was obviously increased with CLA supplementing level increased ( $P < 0.05$ ). The content of CLA in chest muscle and abdomen fat of experimental groups increased with dietary CLA supplementing, which were significantly higher than that of the control group, but the content of CLA in thigh muscle was very low and only found in 2.0% CLA supplementing group, no dose effect was found in this experiment.

**Key words:** conjugated linoleic acid; serum lipoproteins content; fatty acids profile; broilers