

DOI:CNKI:61-1390/S.20120109.1225.016

网络出版时间:2012-01-09 12:25

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120109.1225.016.html>

日粮中添加共轭亚油酸对肉仔鸡胸肌和腿肌脂质过氧化状态的影响

刘永祥^{1,2}, 徐秋良^{1,2}, 刘艳丽¹, 姜东风¹, 杨建平²

(1 郑州牧业工程高等专科学校, 河南 郑州 450011; 2 河南省高校动物营养与饲料工程技术研究中心, 河南 郑州 450009)

[摘要] **【目的】**研究日粮中添加共轭亚油酸(Conjugated linoleic acid, CLA)对肉仔鸡胸肌和腿肌脂质过氧化状态的影响及原因。**【方法】**将 96 只 1 日龄 AA(Arbor Acre)雄性肉仔鸡用玉米-豆粕日粮饲喂至 3 周龄, 在 3 周龄末, 将其随机分为对照组和 CLA 组, 分别饲喂基础日粮和 CLA 日粮, 每处理 8 个重复, 每重复 6 只鸡。42 日龄时屠宰, 剥离胸肌和腿肌, 检测其中的脂肪酸组成和脂质过氧化相关指标。**【结果】**日粮中添加 CLA 降低了肉仔鸡胸肌和腿肌的丙二醛(MDA) ($P < 0.01$) 和活性氧含量 ($P < 0.05$)。2 组肉仔鸡腿肌和胸肌中各种抗氧化酶活性无显著差异 ($P > 0.05$)。与对照组相比, CLA 组肉仔鸡胸肌和腿肌的谷胱甘肽含量分别提高了 21.89% 和 21.56% ($P < 0.01$), γ -谷氨酰半胱氨酸合成酶的活性分别提高了 28.57% 和 25.80% ($P < 0.01$)。日粮中添加 CLA 提高了肉仔鸡胸肌和腿肌总 CLA ($P < 0.01$) 及饱和脂肪酸(SFA) 含量 ($P < 0.05$), 极显著降低了单不饱和脂肪酸含量 ($P < 0.01$)。**【结论】**日粮中添加 CLA 改变了肉仔鸡胸肌和腿肌脂肪酸的组成, 提高了脂质稳定性, 同时增加了 GSH 含量, 淬灭了更多的自由基, 从而降低了脂质过氧化水平。

[关键词] 共轭亚油酸; 肉仔鸡; 胸肌; 腿肌; 脂质过氧化

[中图分类号] S816.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2012)02-0001-06

Effect of dietary conjugated linoleic acid on the lipid peroxidation of the breast muscle and the thigh muscle of broiler chickens

LIU Yong-xiang^{1,2}, XU Qiu-liang^{1,2}, LIU Yan-li¹,
JIANG Dong-feng¹, YANG Jian-ping²

(1 Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou, Henan 450011, China;

2 Henan Engineering Technology Research Center of Animal Nutrition and Feed, Zhengzhou, Henan 450009, China)

Abstract: **【Objective】**The present study was conducted to investigate effect of conjugated linoleic acid (CLA) on the lipid peroxidation of the breast muscle and the thigh muscle of broiler chickens and crossponding mechanism. **【Method】**Ninety six 1-day-old male AA (Arbor Acre) broiler chickens were supplemented with the same maize-soyabean meal diet until the end of the third week, and then were randomly allocated into control group and 1.5% CLA supplementation group, supplemented with control diet and CLA supplementation diet respectively, each treatment with eight replicates of 6 chickens. The broiler chickens were excuted at 42 days old, and the breast muscle and the thigh muscle were excised. The fatty acid composition and lipid peroxidation pertinent index were detected. **【Result】**Results showed that dietary CLA supplementation significantly decreased malondialdehyde (MDA) concentration ($P < 0.01$) and reactive oxygen species (ROS) production ($P < 0.05$) in the breast muscle and the thigh muscle. There was no differ-

* [收稿日期] 2011-08-12

[基金项目] 河南省科技厅重点科技攻关项目(082102110123); 郑州牧业工程高等专科学校博士启动基金项目(2007DSR003)

[作者简介] 刘永祥(1969—), 男, 山东成武人, 讲师, 博士, 主要从事单胃动物营养研究。E-mail: yxliu225@163.com

ence in antioxidant enzyme activity between two groups ($P>0.05$). Compared with control group, glutathione (GSH) in breast muscle and thigh muscle of broiler chickens from 1.5% CLA supplementation group increased by 21.89% ($P<0.01$) and 21.56% ($P<0.01$) respectively, while γ -glutamylcysteine synthetase (γ -GCS) activity increased by 28.57% ($P<0.01$) and 25.80% ($P<0.01$) respectively. Dietary CLA supplementation significantly increased CLA ($P<0.01$) and saturated fatty acid (SFA) ($P<0.05$), decreased monounsaturated fatty acid (MUFA) in the breast muscle and thigh muscle of broiler chickens ($P<0.01$). **【Conclusion】** Our results showed that dietary CLA may decrease lipid peroxidation in breast muscle and thigh muscle of broiler chickens through the following ways: First, dietary CLA influenced the fatty acid composition and increased oxidative stability of the thigh muscle and breast muscle; Second, increased γ -GCS activity and then induced GSH synthesis, consequently more ROS was scavenged.

Key words: CLA; broiler chickens; breast muscle; thigh muscle; lipid peroxidation

共轭亚油酸(Conjugated linoleic acid, CLA)是指含有共轭双键的亚油酸的空间和几何异构体的一类化合物,其是多不饱和脂肪酸家族成员。CLA 因具有抗癌、预防心血管疾病、糖尿病及控制体质量等多种生理活性而日益引起人们的重视。在动物生产方面,因为非反刍动物肌肉中几乎不含 CLA,因此人们致力于生产富含 CLA 的动物产品以满足人类的健康需求^[1-3]。有研究显示,日粮中添加 CLA 不仅可增加鸡肉中 CLA 含量,而且可降低鸡肉保存期间脂质过氧化物丙二醛(Malondialdehyde, MDA)含量^[4-5]。Narciso-Gaytán 等^[6]报道,日粮中添加 CLA 比亚麻籽油和鱼油更能有效地降低禽肉的 MDA 含量。在猪肉研究方面, Wiegand 等^[7]报道,日粮中添加 CLA 可降低育肥猪背最长肌和骨骼肌的脂质过氧化程度,并提高肉色的稳定性。

到目前为止,人们对日粮中添加 CLA 降低禽肉和猪肉脂质过氧化水平的机理仍知之甚少。有学者提出,CLA 降低脂质过氧化水平可能与其改变了脂肪酸的组成有关^[2-3]。脂质过氧化是自由基攻击不饱和脂肪酸的结果,组织的过氧化程度不仅与自身的脂肪酸组成有关,也与自身的氧化应激状态有关。目前,人们尚不清楚日粮中添加 CLA 对禽肉抗氧化系统和自由基产量的影响。以鼠类为模型的研究显示,CLA 具有抗氧化特性^[8-9]。Palacios 等^[10]认为,CLA 比维生素 A 更能有效地保护小鼠肝细胞微粒体和线粒体免于脂质过氧化。这些研究结果启示人们,日粮中的 CLA 或许通过调节肉仔鸡肌肉组织的氧化应激状态从而调节禽肉的脂质过氧化水平。本试验探讨了日粮中添加 CLA 对肉仔鸡腿肌和胸肌脂质过氧化状态和抗氧化系统的影响,以期利用 CLA 改善肉仔鸡的肌肉品质提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1 日龄 AA(Arbor Acres)雄性肉仔鸡 96 只,饲养相同的玉米-豆粕日粮直至 3 周龄。在 3 周龄末,将其随机分为对照组和 CLA 组,分别饲喂基础日粮和 CLA 日粮,每处理 8 个重复,每重复 6 只鸡。基础日粮的组成和营养水平如表 1 所示,CLA 日粮是以质量分数 1.5% CLA 替代基础日粮中等的豆油,所用的 CLA(80.8%)购自青岛澳海生物有限公司。肉仔鸡按常规程序饲养。

1.2 样品的收集

以每处理组的每个重复为单位,分别称取 3 周龄和 6 周龄肉仔鸡的体质量,统计 4~6 周龄采食量,计算日采食量和饲料转化率。

42 日龄时,从每处理组的各个重复中随机抽取肉仔鸡 1 只,颈静脉放血处死,分离胸肌和腿肌,4℃ 储存 4 d,然后检测脂肪酸组成及脂质过氧化相关指标。

1.3 相关指标的测定

1.3.1 腿肌和胸肌匀浆液中 MDA 含量、抗氧化酶活性、谷胱甘肽(Glutathione, GSH)含量及 γ -谷氨酰半胱氨酸合成酶(γ -glutamylcysteine synthetase, γ -GCS)活性的测定 MDA 含量的测定采用硫代巴比妥酸法。过氧化氢酶(Catalase, CAT)活性测定采用紫外分析法;总超氧化物歧化酶(Total superoxide dismutase, TSOD)活性测定采用黄嘌呤氧化法,其中每 mg 组织蛋白在 1 mL 反应液中 SOD 抑制率达 50%时所对应的 SOD 量为 1 个亚硝酸盐单位(Nu);谷胱甘肽过氧化物酶(Glutathione peroxidase, GSH-Px)活性采用 Noguchi 等^[11]的方法测定;GSH 含量测定采用二硫代二硝基苯甲酸与巯基

化合物反应法; γ -GCS 活性测定采用谷氨酰胺合成酶催化法。上述指标均采用商业化的试剂盒(南京建成生物工程研究所)测定。

表 1 基础日粮的组成和营养水平

Table 1 Control diet composition and nutrition levels

原料 Ingredient	1~3 周龄/ (g · kg ⁻¹) 1—3 weeks	4~6 周龄/ (g · kg ⁻¹) 4—6 weeks	营养水平 Nutrition Level	1~3 周龄 1—3 weeks	4~6 周龄 4—6 weeks
玉 米 Maize	600.0	657.6	禽代谢能/(MJ · kg ⁻¹)ME	12.20	12.42
豆 粕 Soyabean meal	342.1	285.0	粗蛋白/(g · kg ⁻¹) CP	199.3	179.8
豆 油 Soya oil	20.0	20.0	钙/(g · kg ⁻¹) Ca	9.2	9.0
石 粉 Limestone	13.0	13.0	有效磷/(g · kg ⁻¹) Available P	4.2	4.1
磷酸氢钙 CaHPO ₃	16.0	16.0	赖氨酸/(g · kg ⁻¹) Lys	10.5	9.2
蛋氨酸 DL-Methionine	2.0	2.0	蛋氨酸/(g · kg ⁻¹) Met	5.0	4.7
食 盐 NaCL	3.5	3.5	(蛋氨酸+胱氨酸)/(g · kg ⁻¹) Met+Csy	8.5	8.0
50%氯化胆碱 Choline chloride	1.0	1.0			
维生素预混料 Vitamin premixa	0.2	0.2			
微量元素预混料 Minerals premixb	2.0	2.0			
抗氧化剂 antioxidant agent	0.2	0.2			
合计 Total	1 000.0	1 000.0			

注:维生素预混料向每千克饲料提供 V_A 12 500 IU,V_{D₃} 2 500 IU,V_E 18.75 mg,V_{K₃} 2.65 mg,V_{B₁} 2.0 mg,V_{B₆} 6.0 mg,V_{B₁₂} 0.025 mg,叶酸 50 mg,D-泛酸钙 12 mg,尼克酸 1.25 mg。微量元素预混料向每千克饲料提供:Cu 8 mg,Fe 80 mg,Mn 100 mg,Zn 75 mg,Se 0.15 mg,I 0.35 mg。
Note:Vitamin premix provided per kg of diet;Vitamin A 12 500 IU,Vitamin D₃ 2 500 IU,Vitamin E 18.75 mg,Vitamin K₃ 2.65 mg,Thia-min 2.0 mg,Vitamin B₆ 6.0 mg,Riboflavin 0.025 mg,Niacin 50 mg,D-pantothenic acid 12 mg,folic acid 1.25 mg.Trace-minerals premix provided per kg of diet;Cu 8 mg,Fe 80 mg,Mn 100 mg,Zn 75 mg,Se 0.15 mg,I 0.35 mg.

1.3.2 腿肌和胸肌匀浆液中活性氧(Reactive oxygen species,ROS)含量的测定 腿肌和胸肌匀浆液中 ROS 按照 Cao 等^[12]的方法测定。准确称取 0.25 g 的肌肉置于 1.5 mL 磷酸盐缓冲液(0.32 mol/L 蔗糖,10 mmol/L Hepes,10 mmol/L PBN,2 mmol/L 0.05% 吐温 80,5 mmol/L 2-巯基乙醇,pH 7.4)中充分匀浆 2 min,将匀浆液于 4 ℃、13 200 g 离心 20 min,上清液在 37 ℃ 孵育 1 h,然后用乙酸乙酯抽提。用 A Bruker ER200D-SRC 仪在室温下探测 ESR 波谱,信号峰的高度表示 ROS 的含量。
1.3.3 腿肌和胸肌中脂肪酸组成和过氧化趋势分析 用一步法^[13]抽提腿肌和胸肌的脂肪酸,用气相色谱法测定脂肪酸的组成。采用 Pirozhkov 等^[14]的方法计算过氧化趋势指数(Peroxidation index,

PI): $PI=A\times0.025+B\times1+C\times2+D\times4+E\times6+F\times8$,其中 A、B、C、D、E 和 F 分别表示含 1、2、3、4、5 和 6 个不饱和键的脂肪酸占总脂肪酸的百分数。

1.4 数据统计分析

数据用“平均值±标准差”表示,用 SPSS 11.5 统计分析软件中的 t 检验分析数据的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 CLA 对 4~6 周龄肉仔鸡生长性能的影响

从表 2 可看出,CLA 组与对照组肉仔鸡 4~6 周的采食量、日增质量和饲料转化率均无显著差异(P>0.05)。

表 2 CLA 对 4~6 周龄肉仔鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of dietary CLA supplementation on growth performance of broiler chickens between 4—6 weeks

处理 Treatment	日采食量/(g · 只 ⁻¹) ADI	日增质量/(g · 只 ⁻¹) ADG	饲料转化率 F/G
CLA 组 CLA group	128.4±6.85 a	61.1±3.89 a	2.10±0.09 a
对照组 Control group	126.62±3.92 a	60.8±3.85 a	2.08±0.10 a

注:同列数据后标相同小写字母者表示差异不显著(P>0.05)。表 3 同。
Note:The same small letters within a row mean nosignificant difference (P>0.05). Table 3 is the same.

2.2 CLA 对 42 日龄肉仔鸡胸肌和腿肌中抗氧化酶活性的影响

从表 3 可以看出,日粮添加 CLA 对肉仔鸡腿肌

和胸肌中各种抗氧化酶活性均无显著性影响(P>0.05)。

表 3 CLA 对 42 日龄肉仔鸡胸肌和腿肌中抗氧化酶活性的影响

Table 3 Effects of dietary CLA supplementation on the antioxidant enzymes activities of the breast muscle and thigh muscle of 42-day-old broiler chickens

组织 Group	处理 Treatment	总超氧化物歧化酶/ (Nu·mg ⁻¹) TSOD	过氧化氢酶/(U·mg ⁻¹) CAT	谷胱甘肽过氧化物酶/ (U·mg ⁻¹)GSH-Px
胸肌	对照组 Control group	3.67±0.43 a	2.84±0.36 a	25.74±3.34 a
Breast muscle	CLA 组 CLA group	3.85±0.47 a	2.90±0.29 a	26.78±4.34 a
腿肌	对照组 Control group	2.87±0.26 a	2.44±0.19 a	37.68±6.43 a
Thigh muscle	CLA 组 CLA group	2.81±0.35 a	2.40±0.16 a	35.61±6.26 a

2.3 CLA 对 42 日龄肉仔鸡胸肌和腿肌中 MDA、GSH 含量分别提高了 21.89% 和 21.56%，γ-GCS ROS、GSH 含量和 γ-GCS 活性的影响 活性分别提高了 28.57% 和 25.80%。

由表 4 可知，与对照组相比，CLA 组肉仔鸡胸肌和腿肌的 MDA 含量分别降低了 31.00% 和 21.85%，ROS 含量分别降低了 25.10% 和 23.64%。

与对照组相比，CLA 组肉仔鸡胸肌和腿肌中的 2.4 CLA 对 42 日龄肉仔鸡胸肌和腿肌脂肪酸组成的影响 日粮中添加 CLA 对 42 日龄肉仔鸡胸肌和腿肌脂肪酸组成的影响见表 5。

表 4 CLA 对 42 日龄肉仔鸡胸肌和腿肌中 MDA、ROS、GSH 含量和 γ-GCS 活性的影响

Table 4 Effects of dietary CLA supplementation on MDA、ROS、GSH content and γ-GCS activity in the breast muscle and thigh muscle of 42-day-old broiler chickens

组织 Group	处理 Treatment	丙二醛/ (nmol·g ⁻¹) MDA	活性氧 ROS	谷胱甘肽/ (mg·g ⁻¹) GSH	γ-谷氨酰半胱氨 酸合成酶/ (mU·mg ⁻¹) γ-GCS
胸肌	对照组 Control	2.29±0.12 A	4.98±0.46 b	20.24±2.56 A	0.28±0.05 A
Breast muscle	CLA 组 CLA	1.58±0.11 B	3.73±0.35 a	24.67±2.92 B	0.36±0.06 B
腿肌	对照组 Control	2.70±0.21 A	4.78±0.54 a	22.63±3.09 A	0.31±0.06 A
Thigh muscle	CLA 组 CLA	2.11±0.17 B	3.65±0.47 b	27.51±3.48 B	0.39±0.07 B

注：同类肌肉同列数据后标不同小写字母者表示差异显著(P<0.05)，标不同大写字母者表示差异极显著(P<0.01)。

Note:For the congener muscle,the different small letters,within a row mean significant difference (P<0.05),the different capital letters within a row mean significant difference (P<0.01).

表 5 CLA 对 42 日龄肉仔鸡胸肌和腿肌脂肪酸组成的影响

Table 5 Effects of dietary CLA supplementation on the fatty acid composition of the the breast muscle and thigh muscle of 42-day-old broiler chickens

脂肪酸 Fatty acid	腿肌 Thigh muscle		胸肌 Breast muscle	
	对照组 Control group	CLA 组 CLA group	对照组 Control group	CLA 组 CLA group
C14:0	0.31	0.58	1.79	2.53
C16:0	20.02	24.81	19.77	22.65
C16:1	3.00	2.08	3.53	3.10
C18:0	7.68	10.09	6.99	9.97
C18:1	32.98	24.78	30.45	21.61
C18:2	26.72	26.38	26.18	26.67
C18:3	1.04	1.61	1.93	1.76
C20:4	4.68	3.92	4.43	3.87
C22:1	1.61	1.75	2.00	1.47
C22:6	2.74	2.30	2.94	2.34
c9,t11-CLA	0.13	2.56	0.00	2.46
t10,c12-CLA	0.09	1.13	0.00	1.56
总 CLA Total CLA	0.22 A	3.69 B	0 A	4.02 B
饱和脂肪酸 SFA	28.01 a	33.48 b	28.55 a	35.15 b
单不饱和脂肪酸 MUFA	36.59 A	28.61 B	35.98 A	26.18 B
多不饱和脂肪酸 PUFA	35.18 a	34.11 a	35.48 a	34.64 a
PI	70.38 a	64.40 b	72.18 a	65.04 b

注：同类肌肉同行数据后标不同小写字母者表示差异显著(P<0.05)，标不同大写字母者表示差异极显著(P<0.01)。

Note:For the congener muscle,the different small letters within a line mean significant difference (P<0.05),the different capital letters within a row mean significant difference (P<0.01).

由表5可知,CLA组肉仔鸡胸肌和腿肌总CLA的含量极显著高于对照组($P<0.01$),胸肌和腿肌中同一处理组中c9,t11-CLA含量高于t10,c12-CLA含量。日粮中添加CLA显著提高了肉仔鸡胸肌和腿肌饱和脂肪酸(Saturated fatty acid,SFA)含量($P<0.05$),其中主要是C16:0、C18:0脂肪酸含量提高明显。日粮中添加CLA极显著降低了单不饱和脂肪酸(Monounsaturated fatty acid,MUFA)的含量($P<0.01$),其中以C18:1脂肪酸含量的降低最明显。日粮中添加CLA显著降低胸肌和腿肌的PI($P<0.05$),表明日粮中添加CLA提高了胸肌和腿肌的脂质稳定性。

3 讨论

本研究结果显示,日粮中添加CLA极显著提高了42日龄肉仔鸡胸肌和腿肌的总CLA含量,同时显著降低了MDA含量,这与前人的研究结果^[4-6]一致。本试验结果进一步证明,日粮中添加CLA是提高禽肉CLA含量和降低脂质过氧化程度的有效办法。

3.1 腿肌、胸肌抗氧化系统对脂质过氧化程度的影响

3.1.1 腿肌、胸肌GSH对脂质过氧化的影响

GSH是动物体内重要的抗氧化剂和自由基清除剂。本试验发现,日粮中添加CLA可极显著提高肉仔鸡胸肌和腿肌的GSH含量,同时笔者利用电子捕捉技术直接测定腿肌的ROS含量,结果显示,CLA组肉仔鸡胸肌和腿肌的ROS含量显著降低,GSH含量的提高和ROS含量的同步降低,说明提高的GSH淬灭了更多的ROS。脂质过氧化是自由基攻击不饱和脂肪酸的结果,ROS含量的降低意味着对不饱和脂肪酸攻击的减弱,必然降低组织的脂质过氧化程度。可以初步推断,日粮中添加CLA提高了肉仔鸡胸肌和腿肌的GSH合成,淬灭了更多的ROS,从而降低了脂质过氧化程度。

γ -GCS是GSH合成的限速酶。研究表明,与对照组相比,CLA组肉仔鸡胸肌和腿肌 γ -GCS活性显著增强, γ -GCS活性的提高必然诱导更多的GSH合成。目前尚不了解CLA通过何种途径影响 γ -GCS活性,但是过氧化物酶体增殖物激活受体(PPARs)是 γ -GCS活性的主要诱导因子之一^[15]。人们普遍认为,CLA是PPARs的配体,故CLA能调控PPARs的表达和活性^[16],后者是一类脂肪酸受体,结合于PPAR反应原件位置,可以诱导多种

基因的表达,因此CLA可能通过PPARs途径调控 γ -GCS的表达,此推论尚需进一步的试验来验证。

3.1.2 腿肌、胸肌的抗氧化酶对脂质过氧化的影响

本试验表明,日粮中添加CLA对肉仔鸡胸肌和腿肌抗氧化酶活性均无显著影响,因此CLA不可能通过调控抗氧化酶活性调节胸肌和腿肌的脂质过氧化程度。目前,关于CLA对肉仔鸡机体组织抗氧化酶活性的研究很少。Ko等^[17]报道,日粮中添加质量分数0.75%或1%的CLA不影响肉仔鸡小肠黏膜和肝脏SOD、GSH-Px和CAT的活性,只有质量分数1.5%的CLA可提高肝脏CAT的活性。但Zhang等^[18]的研究结果显示,日粮中添加质量分数1%CLA显著提高了肉仔鸡肝脏、血清和肌肉TSOD活性和肝脏CAT活性。以小鼠为模型的研究结果显示,日粮中添加CLA显著降低了小鼠肝脏SOD的活性,但不影响CAT的活性^[19]。最近的研究则发现,富含CLA的蔬菜油能有效缓解亚硝酸钠诱导的氧化应激,恢复小鼠大脑抗氧化酶的活性^[20]。从以上研究结果可以看出,现有关于CLA的研究并没有一致的结论,有些结论甚至是互相矛盾的,因此尚需要进行更多的研究来探讨CLA对动物机体组织抗氧化酶活性的影响。

3.2 腿肌、胸肌脂肪酸组成对脂质过氧化的影响

脂质过氧化是自由基攻击不饱和脂肪酸的结果,脂质过氧化程度与组织脂肪酸的组成有直接关系。本试验条件下,CLA可能通过3中途径影响肉仔鸡肌肉的脂肪酸组成,从而影响其脂质过氧化状态:1)日粮中添加CLA提高了胸肌和腿肌SFA的含量。2)日粮中添加CLA降低了胸肌和腿肌MUFA的含量,主要表现为C16:0和C18:0脂肪酸含量的提高及C16:1、C18:1脂肪酸含量的降低,在以前的肉仔鸡试验中也观察到了类似的现象^[21-22]。Choi等^[23]认为,日粮中添加CLA抑制了胸肌和腿肌的硬脂酰辅酶A脱饱和酶(SCD)活性,SCD可以促使饱和脂肪酸向不饱和脂肪酸的转化,SCD活性降低必然会抑制C16:0和C18:0脂肪酸向C16:1、C18:1脂肪酸的转化。3)日粮中添加CLA显著提高了胸肌和腿肌中总CLA的含量,CLA因其自身特殊的结构决定其不易遭受自由基的攻击。胸肌和腿肌脂肪酸组成的上述变化必然会提高自身的脂质稳定性,表现为氧化趋势指数降低,在受到自由基的攻击时会减少脂质自由基的生成并抑制随后的氧化反应。

4 结 论

1) 日粮中添加 CLA 可提高肉仔鸡胸肌和腿肌的总 CLA 含量,降低脂质过氧化程度。

2) 日粮中添加 CLA 通过以下 2 种途径影响脂质的过氧化水平:其一是日粮中 CLA 在提高了胸肌和腿肌总 CLA 和 SFA 含量的同时降低了 MUFA 含量,从而提高了脂质氧化的稳定性;其二是日粮中 CLA 诱导 GSH 合成量增加,淬灭了更多的自由基。

〔参考文献〕

- [1] Joo S T, Lee J I, Ha Y L, et al. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin [J]. *J Anim Sci*, 2002, 80: 108-112.
- [2] Bolukbasi S C. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on broiler performance, serum lipoprotein content, muscle fatty acid composition and meat quality during refrigerated storage [J]. *Brit Poult Sci*, 2006, 47: 470-476.
- [3] Suksombat W, Boonmee T, Lounglawan P. Effects of various levels of conjugated linoleic acid supplementation of fatty acid content and carcass composition of broilers [J]. *Poult Sci*, 2007, 86: 318-324.
- [4] Du M, Ahn D U, Nam K C, et al. Volatile profiles and lipid oxidation of irradiated cooked chicken meat from laying hens fed diets containing conjugated linoleic acid [J]. *Poult Sci*, 2001, 80: 235-241.
- [5] Kawahara S, Takenoyama S, Takuma K, et al. Effects of dietary supplementation with conjugated linoleic acid on fatty acid composition and lipid oxidation in chicken breast meat [J]. *Anim Sci J*, 2009, 80: 468-474.
- [6] Narciso-Gaytán C, Shin D, Sams A R, et al. Lipid oxidation stability of omega-3- and conjugated linoleic acid-enriched sous vide chicken meat [J]. *Poult Sci*, 2011, 90: 473-480.
- [7] Wiegand B R, Sparks J C, Jr F C, et al. Duration of feeding conjugated linoleic acid influences growth performance, carcass traits, and meat quality of finishing barrows [J]. *J Anim Sci*, 2002, 80: 637-643.
- [8] Van den Berg, Cook J J, Tribble D L, et al. Reinvestigation of the antioxidant properties of conjugated linoleic acid [J]. *Lipids*, 1995, 30: 599-605.
- [9] Yu L L. Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acids [J]. *J Agric Food Chem*, 2001, 49(7): 3452-3456.
- [10] Palacios A, Piergiacomini V, Catata A. Antioxidant effect of conjugated linoleic acid and vitamin A during nonenzymatic lipid peroxidation of rat liver microsomes and mitochondria [J]. *Mole Cell Biochem*, 2003, 250: 107-113.
- [11] Noguchi T, Cantor A H, Scott M L. Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks [J]. *J Nutr*, 1973, 103: 1502-1511.
- [12] Cao Y L, Guo P, Xu Y C, et al. Simultaneous detection of NO and ROS by ESR biological systems [J]. *Meth Enzymol*, 2005, 396: 77-83.
- [13] Sukhija P S, Palmquist D L. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of the feedstuffs and feces [J]. *J Agri Food Chem*, 1988, 36: 1202-1206.
- [14] Pirozhkov S V, Eskelson C D, Watson R R, et al. Effect of chronic consumption of ethanol and vitamin E on fatty acid composition and lipid peroxidation in rat heart tissue [J]. *Alcohol*, 1992, 9: 329-334.
- [15] Arab K, Rossary A, Soule're L, et al. Conjugated linoleic acid, unlike other unsaturated fatty acids, strongly induces glutathione synthesis without any lipoperoxidation [J]. *Brit J Nutr*, 2006, 96: 811-819.
- [16] Klaus W J, Heys S D, Rotondo D. Conjugated linoleic acid: are they beneficial or detrimental to health? [J]. *Prog Lipid Res*, 2004, 43: 553-587.
- [17] Ko Y H, Yang H Y, Jang I S. Effect of conjugated linoleic acid on intestinal and hepatic antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in broiler chickens [J]. *Asian-Australasian J Anim Sci*, 2004, 17: 1162-1167.
- [18] Zhang H J, Guo Y M, Tian Y D. Dietary conjugated linoleic acid improves antioxidant capacity in broiler chicks [J]. *Brit Poult Sci*, 2008, 49: 213-221.
- [19] Kim H K, Kim S R, Ahn J Y, et al. Dietary conjugated linoleic acid reduces lipid peroxidation by increasing oxidative stability in rats [J]. *J Nutr Sci Vitaminol*, 2005, 51: 8-15.
- [20] Siddhartha S S, Mahua G. Antioxidant effect of vegetable oils containing conjugated linolenic acid isomers against induced tissue lipid peroxidation and inflammation in rat model [J]. *Chemico-Biological Interactions*, 2011, 190: 109-120.
- [21] Aletor V A, Eder K, Becker K, et al. The effects of conjugated linoleic acids or an alpha-glucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and fatty acid composition of broiler chicks fed a low-protein diet [J]. *Poult Sci*, 2003, 82: 796-804.
- [22] Sirri F N, Tallarico A M, Franchini A. Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid [J]. *Poult Sci*, 2003, 82: 1356-1361.
- [23] Choi Y, Park Y, Pariza M W, et al. Regulation of stearyl-CoA desaturase activity by the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid in hepG2 cells [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2001, 284: 689-697.