

β -胡萝卜素和 V_E 对饲喂鱼油日粮鸡肉中脂肪酸组成及其氧化稳定性的影响

韩瑞丽¹, 李同树², 李建群¹, 康相涛¹

(1 河南农业大学 牧医工程学院, 河南 郑州 450002; 2 山东农业大学 动物科技学院, 山东 泰安 271018)

[摘要] 将180只21日龄AA肉鸡分为6组, I组饲喂豆油日粮, II~VI组饲喂鱼油日粮; 在II~VI组鱼油日粮中, III~V组分别添加15, 45, 75 mg/kg β -胡萝卜素, VI组则添加200 mg/kg 维生素E(V_E), 研究 β -胡萝卜素和 V_E 对饲喂鱼油日粮鸡肉中脂肪酸组成、肉色、滴水损失、SOD活性和丙二醛含量影响。结果表明, 与豆油日粮相比, 在肉鸡日粮中添加鱼油, 可增加鸡肉中饱和脂肪酸和 ω 3多不饱和脂肪酸的相对含量, 降低鸡肉的肉色; 在鱼油日粮中添加不同水平的 β -胡萝卜素和 V_E , 可增加鸡肉的SOD活性, 减少鸡肉的滴水损失和丙二醛含量。

[关键词] 鸡肉; 脂肪酸; 脂质过氧化; β -胡萝卜素; 维生素E

[中图分类号] S831.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)11-0047-04

二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)属于 ω 3多不饱和脂肪酸, 对人体有重要保健作用^[1-5], 因一般食品中EPA和DHA含量极低或缺乏, 近几年国内外均有采用在动物日粮添加富含EPA和DHA鱼油的方式来生产富含 ω 3多不饱和脂肪酸畜产品的报道^[1-3]。但饲喂鱼油日粮所生产的含 ω 3多不饱和脂肪酸禽肉, 往往因带有强烈鱼腥味或极易发生氧化酸败, 而引起产品质量降低。为了探索一种既能提高鸡肉中 ω 3多不饱和脂肪酸含量, 又能增强其抗氧化酸败能力的途径, 本试验研究了 β -胡萝卜素和维生素E(V_E)对饲喂鱼油日粮鸡肉中脂肪酸组成、肉色、滴水损失、SOD活性和脂质过氧化指标的影响, 以为营养保健鸡肉的生产及其肉品质的提高寻找科学方法。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验动物的分组与试验期 试验动物为21日龄AA肉鸡, 共180只, 分为6个处理, 每处理设3个重复, 每重复10只鸡。试验于2002-05~07在山东农业大学动物科技学院教学基地进行, 试验期为35d, 饲养至56日龄屠宰。

1.1.2 试验基础日粮组成及营养水平 试验日粮的组成及营养水平见表1。

1.2 试验设计

共设I~VI组6个处理, I组试验鸡日粮中添加的油脂为豆油, II~VI组试验鸡日粮中添加的油脂为鱼油。在II~VI5个鱼油日粮组中, III~V组试验鸡的日粮中又分别添加15, 45和75 mg/kg β -胡萝卜素, VI组添加200 mg/kg V_E 。

1.3 试验鸡日常饲养管理

各组试验鸡饲养条件一致, 采用平网饲养, 自由采食, 饲养管理和免疫按常规方法进行。

1.4 鸡肉样品的采集

试验结束时, 每个处理组取10只鸡屠宰, 分别采取胸、腿肌作为肉样进行各指标测定。

1.5 测定指标与方法

1.5.1 脂肪酸相对含量^[4] 用气相色谱法测定I, II和IV组脂肪酸相对含量, 分别包括二十碳五烯酸(EPA), 二十二碳六烯酸(DHA), 饱和脂肪酸(SFA, 包括C14:0, C16:0, C18:0), 单不饱和脂肪酸(MUFA, 包括C14:1, C16:1, C18:1), ω 6多不饱和脂肪酸(N6, 包括C18:2), ω 3多不饱和脂肪酸(N3, 包括C18:3; C20:5; C22:6), 多不饱和脂肪酸(PUFA, 包括N6和N3)和必须脂肪酸(EFA)。称取0.5g干肉样于10mL的试管中, 加入2mL苯-石油醚的混合液(V(苯):V(石油醚)=1:1)浸提, 然后加2mL 0.4mol/L氢氧化钠-甲

· [收稿日期] 2005-11-14

[作者简介] 韩瑞丽(1976-), 女, 河南新乡人, 助教, 主要从事优质鸡选育及肉质分析研究。E-mail: rlihan@126.com

醇溶液甲酯化,充分摇匀,加蒸馏水使甲醇溶液层上升,取1 μL 上清液用于气相色谱分析。所用色谱仪为SQ-206型气相色谱仪,测定条件为:色谱柱,担体为chromosorb, WAW, AW-DMCS,固定液为10%聚二乙二酸丁二酸酯(DEGS),3 mm $\times$ 2.1 m的金属柱;FID检测器;汽化室的温度为290 $^{\circ}\text{C}$,色谱柱的温度为190 $^{\circ}\text{C}$ 。按脂肪酸标样保留时间定性,用不带校正因子的面积归一法定量。

1.5.2 肉色和滴水损失(DL)^[5] 肉色用标准比色板比色法测定,滴水损失用装袋贮存法测定。

表1 基础日粮组成及其营养水平

Table 1 Composition and nutrient level of basic diet					
原料成分/(g $\cdot$ kg ⁻¹) Ingredient	4~6周龄 4~6 week age	7~8周龄 7~8 week age	营养水平 Nutrient level	4~6周龄 4~6 week age	7~8周龄 7~8 week age
玉米 Corn	612	665	代谢能/(kcal $\cdot$ kg ⁻¹) ME	3 100	3 150
豆粕 Soybean meal	320	265	粗蛋白质/(g $\cdot$ kg ⁻¹) CP	190	180
鱼粉 Fish meal	105	10	钙/(g $\cdot$ kg ⁻¹) Ca	9	8
油脂 Soybean oil*	20	25	有效磷/(g $\cdot$ kg ⁻¹) Available P	4.5	1.5
磷酸氢钙 Biofos	20	16	赖氨酸/(g $\cdot$ kg ⁻¹) Lys	10.5	9.1
贝壳粉 Conch meal		6	蛋氨酸/(g $\cdot$ kg ⁻¹) Met	4.5	4.0
食盐 Salt	3.0	3.0			
预混料 Premix feed**	10	10			

注:*.添加豆油为豆油日粮,添加鱼油为鱼油日粮;*.0~3,4~6和7~8周试验日粮中随预混料加入的V_E含量分别为19,17和13.9 mg/kg;
Note:*.The soybean oil diet was fed on soybean oil, the fish oil diet was fed fish oil; **.Content of V_E in the basic diet: 0~3 weeks 19 mg/kg, 4~6 weeks 17 mg/kg, 7~8 weeks 13.9 mg/kg

1.5.3 SOD活性和丙二醛(MDA)含量 从右侧胸肌剪取2 g左右肉样放袋中封口。然后放入液氮中,0.5 h后,取出放入-70 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱中。用南京建成生物工程研究所的试剂盒测定SOD活性和MDA含量。

1.6 数据处理

使用SPSS 10.0统计软件中的一般线性模型进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理组鸡肉中各类脂肪酸及其相对含量

I, II和IV组鸡肉中的各种脂肪酸及其相对含量见表2。

表2 I, II和IV组鸡肉中各类脂肪酸及其相对含量

Table 2 Relative content of fatty acid in meat of chicken meat of I, II and IV %				
部位 Location	脂肪酸 FA	脂肪酸含量 Content of fatty acid		
		I组 Group I	II组 Group II	IV组 Group IV
腿肌 Leg muscle	二十碳五烯酸 EPA	ND	1.09 $\pm$ 0.37	1.23 $\pm$ 0.15
	二十二碳六烯酸 DHA	ND	0.98 $\pm$ 0.45	0.65 $\pm$ 0.00
	饱和脂肪酸 SFA	29.80 $\pm$ 1.67 a	33.11 $\pm$ 1.35 b	32.14 $\pm$ 1.06 b
	单不饱和脂肪酸 MUFA	44.10 $\pm$ 3.20	46.36 $\pm$ 1.14	47.57 $\pm$ 2.16
	必须脂肪酸 EFA	26.10 $\pm$ 4.38 b	18.80 $\pm$ 1.70 a	19.52 $\pm$ 1.28 a
	ω 6多不饱和脂肪酸 N6	23.76 $\pm$ 3.91 b	16.86 $\pm$ 1.70 a	17.75 $\pm$ 1.28 a
	ω 3多不饱和脂肪酸 N3	2.33 $\pm$ 0.53 a	4.01 $\pm$ 0.66 b	3.65 $\pm$ 0.33 b
	N6/N3	10.42 $\pm$ 1.42 b	4.21 $\pm$ 0.19 a	4.95 $\pm$ 0.04 a
	多不饱和脂肪酸 PUFA	26.10 $\pm$ 4.38 b	20.87 $\pm$ 1.84 a	21.40 $\pm$ 1.69 a
胸肌 Breast muscle	二十碳五烯酸 EPA	ND	ND	ND
	二十二碳六烯酸 DHA	ND	ND	ND
	饱和脂肪酸 SFA	33.22 $\pm$ 2.18 a	39.53 $\pm$ 3.27 b	36.53 $\pm$ 1.65 b
	单不饱和脂肪酸 MUFA	42.80 $\pm$ 3.55	43.55 $\pm$ 2.69	42.54 $\pm$ 1.66
	必须脂肪酸 EFA	23.99 $\pm$ 4.01 c	16.52 $\pm$ 1.73 a	19.32 $\pm$ 9.12 b
	ω 6多不饱和脂肪酸 N6	23.69 $\pm$ 3.64 b	15.19 $\pm$ 2.03 a	17.69 $\pm$ 2.25 a
	ω 3多不饱和脂肪酸 N3	0.30 $\pm$ 0.00 a	1.34 $\pm$ 0.40 b	1.63 $\pm$ 0.10 c
	N6/N3	14.74 $\pm$ 0.00	11.56 $\pm$ 0.23	10.98 $\pm$ 0.15
	多不饱和脂肪酸 PUFA	23.99 $\pm$ 1.04 c	16.52 $\pm$ 1.89 a	19.32 $\pm$ 9.12 b

注:同行数据后标相同字母者表示差异不显著($P > 0.05$),不同小写字母者表示差异显著($P < 0.05$),下同。ND表示未检测出。
Note: The same capital letter at the same line is not significant ($P > 0.05$), different capital letter at the same line is significant ($P < 0.05$). The same follows ND means no detection.

由表 2 可以看出, II 组(鱼油组)和 IV 组的腿肌中均检测到了一定含量的 EPA 和 DHA, 而胸肌中未检出 EPA 和 DHA。腿肌和胸肌中, II 组和 IV 组的 SFA 和 N3 相对含量显著高于 I 组(豆油组) ($P < 0.05$), 而 EPA、N6 和 PUFA 相对含量均显著低于 I 组 ($P < 0.05$); I 组、II 组和 IV 组的 MUFA 相对含量差异不显著 ($P > 0.05$)。在鱼油日粮中再添加 45

mg/kg β 胡萝卜素, 即 IV 组胸肌中的 EPA、N3 及 PUFA 相对含量均显著高于 II 组 ($P < 0.05$)。

2.2 不同处理组鸡胸肌的肉色、滴水损失、SOD 活性和 MDA 含量

不同处理组鸡胸肌的肉色、滴水损失、SOD 活性和 MDA 含量如表 3 所示。

表 3 不同处理组鸡胸肌的肉色、滴水损失、SOD 活性和 MDA 含量

Table 3 Meat color and DL and the enzyme of SOD and the content of MDA of different groups' chicken meat

指标 Index	I 组 Group I	II 组 Group II	III 组 Group III	IV 组 Group IV	V 组 Group V	VI 组 Group VI
肉色 Meat color	2.28 ± 0.09 b	2.03 ± 0.05 a	2.13 ± 0.13 ab	2.13 ± 0.15 ab	2.15 ± 0.11 ab	2.28 ± 0.17 b
滴水损失/% DL	2.29 ± 0.62 b	2.28 ± 0.18 b	2.02 ± 1.07 ab	1.99 ± 0.46 ab	1.33 ± 0.39 a	1.33 ± 0.34 a
SOD/($NU \cdot mg^{-1}$)	73.23 ± 8.17	54.80 ± 3.46	60.01 ± 5.38	59.37 ± 2.32	65.48 ± 8.81	60.41 ± 4.10
MDA/($nmol \cdot mg^{-1}$)	0.29 ± 0.08 a	0.53 ± 0.24 b	0.34 ± 0.12 a	0.26 ± 0.03 a	0.25 ± 0.04 a	0.25 ± 0.15 a

由表 3 可知, 除 II 组肉色显著低于 I 和 VI 组外 ($P < 0.05$), 其余各组的肉色差异均不显著 ($P > 0.05$), 可见日粮中单纯添加鱼油影响了色素在胸肌中的着色。但在鱼油日粮基础上再添加 V_E 组 (VI 组) 的肉色值明显升高。V 和 VI 组的滴水损失均较低, 与 I、II 组相比差异显著 ($P < 0.05$), 表明鱼油日粮中添加 β 胡萝卜素和 V_E 有降低滴水损失的效果。II~VI 组的 SOD 活性均低于 I 组, 但差异不显著 ($P > 0.05$); 与 II 组相比, 添加不同水平的 β 胡萝卜素和 V_E 后, 其肉品中脂质过氧化主要产物 MDA 含量显著降低 ($P < 0.05$)。

3 讨 论

3.1 日粮中添加不同油脂对鸡肉脂肪酸种类及其相对含量的影响

本研究日粮中添加鱼油显著增加了腿肌中 EPA、DHA 和 $\omega 3$ 多不饱和脂肪酸相对含量, 而且腿肌中 N6/N3 由对照组的 10.42 ± 1.42 降到 4.21 ± 0.19 , 达到了人类膳食中的理想比例, 这与 William^[6]、张丽英等^[7]和 Hargis 等^[8]的研究结果一致。腿肌中 EPA 的相对含量较 DHA 高, 而且 EPA、DHA 多沉积于腿肌中而胸肌中未检测出, 作者认为这与腿肌的脂肪含量高有关。至于腿肌中是否比胸肌优先沉积 EPA、DHA 及胸肌中检不出 EPA、DHA 的原因, 还有待于进一步探讨。

齐广海^[11]认为, 在富含 $\omega 3$ 多不饱和脂肪酸的蛋鸡日粮中添加不同水平的 V_E , 鸡体组织中 $\omega 3$ 多不饱和脂肪酸有增加的趋势。本试验结果显示, 在鱼油日粮中添加 45 mg/kg β 胡萝卜素, 腿肌中脂肪酸

相对含量无显著变化, 但胸肌中的 EPA、 $\omega 3$ 多不饱和脂肪酸及 PUFA 的相对含量显著升高, 这可能是由于腿肌中脂肪多, 易氧化, 胡萝卜素受到破坏等所致。

3.2 鱼油日粮中添加 β 胡萝卜素和 V_E 对鸡肉肉色和滴水损失的影响

本研究日粮中加入鱼油使鸡肉肉色降低, 原因可能是鱼油破坏了色素的沉着。Morrissey 等^[9]报道, 鱼油中含有多不饱和脂肪酸, 其氧化可降低生物膜流动性, 胞液大量外流, 从而降低肌肉的系水力, 增加肉品的滴水损失。而本试验结果表明, 鱼油日粮中添加 V_E , β 胡萝卜素则降低了滴水损失, 尤其是以鱼油日粮中添加 200 mg/kg V_E 组的效果较明显。

3.3 日粮中添加 β 胡萝卜素和 V_E 对富含 $\omega 3$ 不饱和脂肪酸鸡肉氧化稳定性的影响

超氧化物歧化酶(SOD)是生物体自由基清除系统中的一个重要的酶, 其活性变化反映动物机体内部自由基产生与清除的平衡状态。人们往往也把丙二醛作为衡量脂质过氧化的程度的主要指标。因鱼油中含有大量的 EPA 和 DHA 等多不饱和脂肪酸, 加入肉鸡饲料中势必会发生脂质氧化, 使 SOD 活性降低, 导致脂质过氧化主要产物 MDA 大量增加, 从而影响肉的外观, 降低肉品质。本研究在鱼油日粮中添加 200 mg/kg V_E 能改善富含 $\omega 3$ 不饱和脂肪酸鸡肉的氧化稳定性, 这与 Ajuah 等^[10]的试验结果一致。同时鱼油日粮中添加不同水平的 β 胡萝卜素均不同程度地改善了富含 $\omega 3$ 不饱和脂肪酸鸡肉的氧化稳定性, 其中以添加 75 mg/kg β 胡萝卜素组的效果较好。

[参考文献]

- [1] 齐广海. 多不饱和脂肪酸在家禽营养上的意义及其进展[M]. //许振英, 张子仪. 动物营养研究进展. 北京: 中国农业科技出版社, 1994: 49-60
- [2] 王述柏, 张丽英. 不同添加剂对肉鸡鸡肉中高级多不饱和脂肪酸影响的研究[J]. 饲料研究, 1998(3): 3-4
- [3] 文杰. V_E 与肉品质量(上)[J]. 国外畜牧科技, 1998, 25(5): 41-43
- [4] 程霜, 王勇, 沈蓓英. 绿豆芽中脂肪酸和 V_E 的分析[J]. 中国油脂, 1999, 24(2): 44-45
- [5] 孙玉民, 罗明. 畜禽肉品学[M]. 山东济南: 山东科技出版社, 1993
- [6] William A. Dudlegcash. research exam ines ways to enrich chicken with omega-3 fatty acids[J]. Feedstuffs, 1999, 4: 10-23
- [7] 张丽英, 王宝维, 单虎, 等. 含红花籽油日粮中添加不同比例鱼油对蛋黄中多聚不饱和脂肪酸及胆固醇含量的影响[J]. 中国畜牧杂志, 1997, 33(6): 35-37
- [8] Hargis P S, Van Elswyk M E, Hargis B M. Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil[J]. Poultry Sci, 1991, 70(4): 874-883
- [9] Morrissey P A, Brandon S, Buckley D J, et al. Tissue content of α -Tocopherol and oxidative stability of broilers receiving dietary α -Tocopherol acetate supplement for various periods pre-slaughter[J]. British Poul Sci, 1997, 38: 84-88
- [10] A juyah A O, Hardin R T, Sim J S. Effect of dietary full-fat flax seed with and without antioxidant on the fatty acid composition of major lipid classes of chicken meats[J]. Poultry Sci, 1993, 72(1): 125-136

The effect of B-carotene and V_E on the composition of fatty acids and their peroxidation stability in chicken meat

HAN Rui-li¹, L I Tong-shu², L I Jian-qun¹, KANG Xiang-tao¹

(1 Department of Animal Science & Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2 Department of Animal Science & Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

Abstract: 180 3 week-old AA broilers were averaged in six treatments. Treatment I was fed on soybean oil diet, treatment II- VI was fed on fish oil diet, treatment III, IV, V and VI were formulated by supplementing 15, 45, 75 mg/kg β -carotene, 200 mg/kg V_E into the fish oil diet. The objective of this trial is to study the effect of the content of ω 3 fatty acid and the efficacy of V_E or β -carotene on the composition of fatty acid, meat color, drip loss, activity of SOD enzyme and the content of MDA in chicken meat. The main results are: the supplementing fish oil into broilers diet can increase the content of ω 3 PUFA and SFA, and can decrease meat color in meat. When fish oil diet is supplemented with different levels of V_E or β -carotene, activity of SOD enzyme can increase markedly, but meat drip loss and concentration of MDA can be reduced.

Key words: chicken meat; fatty acid; lipid peroxidation; β -carotene; vitamin E