

高 DHA 含量营养保健鸡蛋的研究

冯晓梅¹, 韩玉谦¹, 李 钊², 管华诗¹

(1. 中国海洋大学 国家海洋药物工程技术研究中心, 山东 青岛 266101;

2. 青岛大学天然色素研究所, 山东 青岛 266101)

摘 要: 本文通过对产蛋鸡的日粮中添加不同 DHA、 α -亚麻酸组成和含量的强化多不饱和脂肪酸的饲料, 考察了对鸡蛋蛋黄、鸡肉、鸡肝及鸡心中多不饱和脂肪酸组成和含量的影响, 同时研究了不同饲料配方对产蛋鸡体重、产蛋率及采食量的影响。结果表明: 对产蛋鸡喂强化多不饱和脂肪酸的饲料 15 d 后, 鸡蛋蛋黄、鸡肉、鸡肝及鸡心中 DHA、 α -亚麻酸的含量达到稳定, 而且强化饲料对产蛋鸡的体重、产蛋率及采食量无不良影响。

关键词: 鸡蛋; 多不饱和脂肪酸; 二十二碳六烯酸; α -亚麻酸

Study on the Nutritional Healthy Egg of High Content DHA

FENG Xiao-mei¹, HAN Yu-qian¹, LI Shan², GUAN Hua-shi¹

(1. National Engineering Research Center for Marine Drugs, China Ocean University, Qingdao 266101, China

2. Institute of Natural Pigment, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: In this paper, the hen feed was supplemented with different composition and content polyunsaturated fatty acids. The effect of hen feed on the content of polyunsaturated fatty acid was studied in the different part of hen such as egg yolk, chicken, heart, liver, and the effect of different prescription on body weight, egg production, daily feed intake of hens was studied. The result showed that the content of DHA and α -linolenic acid in the different part of hen reached its climax after 15 days and the enriched polyunsaturated fatty acid feed had no disadvantage to body weight, egg production, daily feed intake of hens.

Key words: egg polyunsaturated fatty acid; DHA; α -linolenic acid

中图分类号: Q547

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)04-0167-04

营养学家认为多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acid, PUFA)对人体具有特殊的生理功能。特别是 ω -3与 ω -6系列多不饱和脂肪酸(PUFA), ω -3系列有 α -亚麻酸(ALA, C_{18:3})、EPA(C_{20:5})、DHA(C_{22:6})等, 主要来源于深海鱼油; ω -6系列有亚油酸(LA, C_{18:3}), 花生四烯酸(AA, C_{20:4})等, 主要来源于植物油脂。有研究表明 ω -6PUFA与 ω -3PUFA在代谢上存在竞争作用, 二者在膳食脂肪中必须保持合适的比例, 否则会造成营养失衡。目前许多国家用 ω -6/ ω -3比值表示PUFA的膳食推荐摄入量, 如WHO建议 ω -6/ ω -3=(5~10):1, 日本建议 ω -6/ ω -3=(2~4):1, 中国建议 ω -6/ ω -3=(4~6):1。可见合理的 ω -6/ ω -3 PUFA膳食比例对于人体健康具有重要意义^[1]。有调查数据显示, 目前人们膳食中 ω -6/ ω -3 PUFA比例极不平衡, 明显 ω -6PUFA偏高, 导致人体内脂肪过多, 胆固醇过高, 从而引起心血管疾病的发

生^[2]。

人们目前的日常饮食结构很难达到上述国家和组织建议的膳食脂肪酸推荐标准, 需要另外服用富含 ω -3 PUFA的食品或保健品加以补充, 鸡蛋是普通的日常食品, 食用富含DHA的鸡蛋能快速有效的补充 ω -3型不饱和脂肪酸^[3]。本文在产蛋鸡日粮中添加富含DHA、 α -亚麻酸的物质, 考察对鸡蛋蛋黄脂肪酸的影响, 从而开发出高DHA含量的营养保健鸡蛋。

1 材料与方法

1.1 材料

自制富含 ω -3PUFA的强化饲料;

QHDHA-1(DHA $\geq$ 0.3%);

QHDHA-2(α -亚麻酸 $\geq$ 0.5%);

QHDHA-3(α -亚麻酸 $\geq$ 0.5%, DHA $\geq$ 0.15%);

收稿日期: 2005-11-11

作者简介: 冯晓梅(1972-), 女, 工程师, 主要从事海洋天然产物的研究。

DHA 标准品 Sigma 公司;
普通鸡饲料 青岛正大集团;
产蛋鸡 40 只(鸡龄为 12 个月)。

1.2 方法

1.2.1 产蛋鸡的分组与喂养

随机选取健康、体重相近(2kg 左右)、鸡龄为 12 个月的本地蛋鸡 40 只, 随机分为 4 个组, 每组 10 只。实验组 I 作为对照组, 喂食普通蛋鸡饲料, 不另外添加任何富含多不饱和脂肪酸的物质, 实验组 II、III、IV 分别喂养自制的 QHDHA-1、QHDHA-2、QHDHA-3 强化 ω -3 PUFA 蛋鸡饲料。从喂养的第一天起, 记录每组每天产蛋的个数, 蛋重, 耗料量。鸡蛋每 5 d 取样测蛋黄中多不饱和脂肪酸的含量, 喂养 30 d 结束后, 每只鸡称重, 宰杀后, 取其鸡胸肉、肝脏、心脏并测其脂肪酸的组成及含量。

1.2.2 鸡蛋蛋黄、鸡肉、鸡心、肝脏中脂肪酸的分析

1.2.2.1 鸡蛋蛋黄中样品的处理方法及脂肪酸的分析

每组中随机取三个鸡蛋, 取蛋黄, 称重, 将三个蛋黄混匀, 取 10g, 蛋黄中总酯的提取按照 Folch 等的方法处理^[4]。总酯经甲酯化处理, 用气相色谱仪 CP-3800 型气相色谱仪(瓦里安)分析其脂肪酸的组成, 色谱柱: VARIAN WCOT FUSED SILICA 30m $\times$ 0.32 mm, 进样口: 220℃, 检测器: FID, 300℃, 柱温: 160~230℃(程序升温 5℃/min), 进样量: 1 μ l, 载气为氮气, 燃气为氢气。DHA 绝对含量的测定采用外标法。

1.2.2.2 鸡肉、鸡心、肝脏样品的处理方法及脂肪酸的分析

胸肉、肝脏、心脏中样品的处理方法及脂肪酸的测定方法同上。

2 结果与分析

2.1 喂养强化饲料的时间对鸡蛋蛋黄中脂肪酸组成的影响

实验结果表明, 与空白对照组相比, 各组鸡蛋中 DHA C_{22:6}(ω -3) 含量有明显提高, EPA C_{20:5}(ω -3) 含量稍有提高。在添加了 α - 亚麻酸的组 III 与组 IV 中, 在喂养第 5 d 后, 与对照组相比, 棕榈酸(C_{16:0})与硬脂酸(C_{18:0})都有不同程度的降低, 花生四烯酸 C_{20:4}(ω -6) 含量也显著降低。 α - 亚麻酸 C_{18:3}(ω -3) 含量显著增加。

表 1 为鸡蛋蛋黄中脂肪酸组成及 ω -6/ ω -3 比值随喂养强化饲料的时间变化的情况。从表 1 中可以看出, 与空白对照组相比, 三组喂养强化饲料的产蛋鸡的鸡蛋黄中 DHA 的含量随喂养天数的增加有明显提高, 喂养强化饲料 5 d 时, 蛋黄中 DHA 的含量已达空白对照组的 3 倍以上, 喂养强化饲料 15 d 时, 蛋黄中 DHA 的含量是空白对照组的 5~10 倍并达到稳定值。其中在组 II 中, 由于单独强化了 DHA, 得到的鸡蛋蛋黄中 DHA 含量明显高于其它组。在组 III 中, 则单独强化了 α - 亚麻酸, 蛋黄中 DHA 含量虽然比单独强化了 DHA 的组 II 低, 但 α - 亚麻酸含量却非常高, 是组 II α - 亚麻酸含量的 25 倍以上。 α - 亚麻酸不但是 EPA、DHA 的前体, 在生物体内可转化为 EPA、DHA, 而且 α - 亚麻酸本身具有降血脂、降胆固醇和促进脂肪代谢、肝细胞再生等作用。另外, 单独强化 α - 亚麻酸后, 产蛋鸡的鸡蛋黄中 ω -6/ ω -3 比值降低幅度比组 II 大, 更加符合人们的营养需求。组 IV 中, 由于同时强化 DHA 和 α - 亚麻酸, 所以得到的鸡蛋蛋黄中 DHA 和 α - 亚麻酸含量都比较高的鸡蛋, 而且 ω -6/ ω -3 比值较低, 总体结果更加理想。

从表 1 中还可以看出, 与空白对照组相比, 三组喂养强化饲料的产蛋鸡的鸡蛋黄中, 随喂养天数的增

表 1 实验各组脂肪酸组成随喂养天数的变化
Table 1 Changes of the fatty acid with days of feeding in experiment group

脂肪酸	喂养天数(d)									对照 组 I
	5			15			25			
	组 II	组III	组IV	组 II	组III	组IV	组 II	组III	组IV	
C _{16:0}	21.83	23.64	17.92	24.36	18.79	18.44	26.27	18.41	17.67	25.66
C _{18:0}	7.16	6.68	6.98	7.56	6.95	8.50	9.27	6.46	6.46	7.76
C _{18:1} (ω-9)	39.89	44.86	29.78	51.97	39.53	31.50	41.57	48.29	30.20	43.31
C _{18:2} (ω-6)	11.46	14.12	10.66	12.23	16.16	11.00	11.27	12.89	13.06	13.55
C _{18:3} (ω-3)	0.21	1.18	3.21	0.38	10.34	2.56	0.33	10.07	2.90	0.14
C _{20:3} (ω-6)	0.26	0.20	0.08	0.22	0.14	0.09	0.21	0.14	0.10	0.15
C _{20:4} (ω-6)	1.66	1.53	0.54	0.94	0.79	0.60	0.71	0.49	0.61	1.81
C _{20:5} (ω-3)	0.02	0.04	0.28	0.19	0.12	0.29	0.22	0.17	0.19	-
C _{22:6} (ω-3)	0.83	0.93	2.07	3.48	1.12	2.36	3.07	0.95	2.46	0.28
总 ω-6	13.38	15.85	11.28	13.39	17.09	11.69	12.19	13.52	13.77	15.51
总 ω-3	1.06	2.15	5.56	4.05	11.58	5.21	3.62	11.19	5.55	0.42
ω-6/ω-3	12.5	7.14	2.03	3.33	1.47	2.24	3.33	1.20	2.50	33.3

注: 表中的百分含量为脂肪酸占总脂肪的质量分数。

表2 鸡体不同部位饱和脂肪酸组成及含量情况
Table 2 Fatty acid composition and content of different part of hen

脂肪酸	I (对照组)			II			III			IV		
	鸡肉	肝脏	鸡心	鸡肉	肝脏	鸡心	鸡肉	肝脏	鸡心	鸡肉	肝脏	鸡心
C _{18:1} (ω-9)	38.27	40.71	41.91	23.07	23.42	23.23	18.57	23.04	30.28	26.49	24.69	23.83
C _{18:2} (ω-6)	20.89	18.07	21.40	20.17	14.29	19.86	10.24	14.03	22.61	21.80	12.34	21.01
C _{18:3} (ω-3)	0.32	0.17	0.42	0.33	0.39	0.51	0.49	1.21	1.09	3.15	1.05	5.47
C _{20:3} (ω-6)	0.49	0.51	0.55	0.23	0.35	0.32	0.18	0.36	0.51	0.27	0.26	0.35
C _{20:4} (ω-6)	2.17	2.30	3.12	7.32	8.32	8.90	6.79	3.49	6.65	5.48	5.43	8.65
C _{20:5} (ω-3)	0.30	0.21	0.16	0.30	0.69	0.26	0.31	0.22	0.27	0.30	0.52	0.44
C _{22:6} (ω-3)	0.33	0.58	0.66	5.36	5.57	0.93	5.08	3.07	0.56	3.38	3.06	1.13

注：表中的百分含量为脂肪酸占总脂肪的质量分数。

加，总 ω-6 脂肪酸变化不大，但是总 ω-3 脂肪酸却增加 20 倍以上，结果使 ω-6/ω-3 比值显著降低到 1~4，完全达到了中国推荐 ω-6/ω-3PUFA 的比例，并且在 15d 后维持在这一理想水平上。而普通鸡蛋中 ω-6/ω-3 比值为 33.3 (组 I)，远远超出了 WHO 所推荐脂肪酸 ω-6/ω-3 比值摄入标准。

由实验结果看，与对照组 I 相比，EPA 含量略有增加，但含量很低，这与其它相关文献报道相同。这可能与鸡体内存在 EPA 血卵屏障有关^[5]。

2.2 鸡体其它可食部位：鸡肉、肝脏、心脏中饱和脂肪酸的组成及含量情况

鸡肉、鸡肝、鸡心是人们经常食用的肉食品，表 2 为喂养强化饲料 25d 后的产蛋鸡不同可食部位饱和脂肪酸的组成及含量检测的结果。

从表 2 中可以看出，与空白对照组相比，喂养强化 ω-3 型饱和脂肪酸对鸡肉和肝脏中的饱和脂肪酸组成及含量有很大影响，其中变化最大的是 C_{18:3} (ω-3)，C_{20:4} (ω-6)，C_{22:6} (ω-3)。鸡心中脂肪酸的组成及含量变化不大，说明心脏不是脂质代谢的主要器官。

喂养强化 ω-3 型多饱和脂肪酸 25d 后，DHA 在鸡肉和肝脏中都有很大程度的富集，DHA 的含量是空白对照组的 6~10 倍。另外，在肝脏、心脏组织中 EPA 的含量与空白对照组相比有所提高，这说明 EPA 可在肝脏、心脏组织中富集。从喂养强化 ω-3 型多饱和脂肪酸后鸡肉和肝脏中的饱和脂肪酸组成及含量来看，食用高 DHA 含量的鸡肉和肝脏也可作为人们日常强化 ω-3 型多饱和脂肪酸营养的良好来源。

从表 2 中还可以看出，组 III、组 IV 由于在饲料中强化了 α-亚麻酸，所以这两组中 α-亚麻酸 (18:3) 在鸡肉、肝脏和鸡心中得到了显著的富集，尤其在肝脏和鸡心中 α-亚麻酸是空白对照组相的 6 倍以上。

表 2 的结果中 C_{20:4} (ω-6) 与空白对照组相比有 2~3 倍的提高，这一结果令人意外。因为强化的是 ω-3 型饱和脂肪酸，不应该会提高 ω-6 型饱和脂肪酸在鸡肉、肝脏和鸡心中的含量，这一现象产生的原因有待进一步

的研究。

2.3 不同饲料配方对产蛋鸡体重、产蛋率、采食量的影响

有研究表明：喂养强化 ω-3 型多饱和脂肪酸的饲料时，如果饲料的配方不合理，在饲养过程中会造成产蛋鸡采食量、产蛋量、及体重的下降，产蛋期缩短、死亡率提高等负面影响。所以在实验过程中对产蛋鸡每天的产蛋量、采食量、初始体重和实验末体重都进行了研究，结果见表 3。由表 3 的结果可以看出：实验各组与对照组相比，体重、采食量等不但未见下降，反而都有一定的增加；产蛋率虽然组 II、组 IV 有所下降，但平均蛋重却有所增加，总体平衡。这说明自制的强化 ω-3PUFA 产蛋鸡饲料组方合理、有效，不但可以得到高 ω-3 型多饱和脂肪酸含量的营养强化鸡蛋，而且还增加了产蛋鸡的生产性能。

表3 不同饲料配方对母鸡体重、产蛋率、采食量的影响
Table 3 Effect of different prescription on body weight, egg production, daily feed intake of hens

项目	实验组			
	I (对照组)	II	III	IV
初始体重(g)	2057	2163	2107	2098
实验末体重(g)	1995	3000	2879	2685
产蛋率(%)	87.5	75.0	93.7	81.3
采食量(g/只/d)	90.0	112.8	111.5	114.0
蛋重	58.8	61.9	62.5	64.0

注：体重以每组平均体重计算；

产蛋率(%)=(产蛋总数/鸡的个数)×100%；

采食量(g/只/d)=(投料量-剩料量)/该组鸡的个数/天；

蛋重(g)=鸡蛋总重/个数。

3 结 论

产蛋鸡饲料中添加富含 ω-3 型多饱和脂肪酸的物质不但能够显著提高鸡蛋蛋黄中 ω-3 型多饱和脂肪酸的含量，而且可以使 ω-6 型和 ω-3 型多饱和脂肪酸的比例更趋合理，产蛋鸡的生产性能(产蛋量、采食量、蛋重)均不受喂养强化 ω-3 型多饱和脂肪酸的饲料的影

不同屠宰工艺(剥皮和烫毛)对猪胴体表面微生物的多样性影响及关键点的控制研究

李苗云, 周光宏*, 徐幸莲, 王晓宁

(南京农业大学 农业部农畜产品加工与质量控制重点实验室, 江苏 南京 210095)

摘 要 应用变性梯度凝胶电泳(Denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE))和经典微生物培养相结合的方法研究了剥皮和烫毛工艺中猪胴体表面污染的微生物数量和细菌多样性的变化以及3.5%乳酸处理后细菌总数和大肠菌群的变化。结果显示:不同猪胴体屠宰工艺中的微生物种类并不完全一致,微生物的污染多是由于前期的屠宰工艺引入;与剥皮工艺相比,烫毛后污染的微生物种类多,初始污染程度也较为严重;乳酸处理显著降低了剥皮工艺中的细菌总数,使出库猪胴体表面细菌总数降低到 $2.95 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$,完全达到HACCP微生物的控制要求,但是没有降低烫毛工艺出库时的细菌总数,因此对不同的屠宰工艺应采取不同的关键点控制措施。

关键词: 猪胴体表面; 剥皮; 烫毛; 变性梯度凝胶电泳; 细菌总数; 多样性

Effects of Different Slaughtering Processes (Skinning and Scalding) on Microbial Diversity of Pork Carcasses Surface and Control of Critical Points

LI Miao-yun, ZHOU Guang-hong*, XU Xing-lian, WANG Xiao-ning

(Key Lab of Agricultural and Animal Food Processing and Quality Control, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The aerobic plate count (APC) and the diversity of microbial communities on pork carcasses surface of skinning and scalding processes were studied by using denaturing gradient gel electrophoresis and traditional culture-dependent and the changes of APC and coliform (Coli) after lactic acid sprayed were investigated in this paper. The result showed that the microbial species of scalded process after scalding are more than skinning process after being skinned and the level of original contaminated is higher too. The microbial contamination of carcasses surface was mostly due to the initial stages of slaughter. In addition, after spraying 3.5% lactic acid, the APC and Coli of skinning process was significantly decreased to $2.95 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$, but it has no effect on scalding process at the end of the slaughter line, therefore different slaughter process should have different control points and HACCP system.

收稿日期 2005-07-28

*通讯作者

作者简介: 李苗云(1976-), 女, 博士研究生, 主要从事肉品质量控制的研究。

响, 这说明自制的强化 ω -3 PUFA产蛋鸡饲料组方合理、有效。同时, DHA和 α -亚麻酸在鸡肉、鸡肝和鸡心中也得到了较大程度的富集, 因而, 该强化饲料配方也可用于肉食鸡的喂养。

参考文献:

[1] 郑建仙. 功能性食品第二卷(第一版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999. 142-143.

[2] 朱祖强. 蛋鸡日粮中添加鱼油生产高营养鸡蛋[J]. 湖南农业科学, 1993, (3): 41-42.

[3] 武政正明, 程伶, 摘译. 营养强化鸡蛋的最新研究进展[M]. Animal Science Abroad, Feb, 1998, 25(1).

[4] FOLCH J, LEES M, STANLEY G H S. A sample method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues[J]. J Biol Chem, 1957, 226: 479-509.

[5] 刘荣逵, 潘明. 低二十碳五烯酸高二十二碳六烯酸鸡蛋及生产方法和用途[P]. 95106332.4, CN1119905A.