

# 不同饲养类型鸡蛋中脂类的含量测定

邓泽元, 范亚苇

(教育部食品科学重点实验室 南昌大学食品科学与工程系, 江西 南昌 330047)

**摘 要:** 用甲醇和氯仿, 使蛋黄溶液从一相系统转变成二相系统来提取脂类, 通过三方向 TLC 来分离脂类中的组成成分; 并将脂肪甲基化, 用  $100\text{m} \times 0.25\text{mm}$  的 GC 毛细管柱来测定脂类中脂肪酸的组成。TLC 结果表明, 蛋黄脂类中由 C、TG、CE、FFA、PE、PC、SM 等组成, 而且 TG、CE 和 PC 含量最高, 其次为 C 和 PE, 含量最低的为 FFA 和 SM。GC 测定结果显示, 蛋黄脂肪酸中 16:0、18:0、9c18:1、18:2n6 含量最高; 与笼养鸡蛋相比, 放养鸡蛋中 18:1t、18:1c、饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸所占的比率都显著下降, 分别为 1.34% 对 0.69%, 42.38% 对 39.06%, 39.74% 对 37.90%, 47.09% 对 43.30%。但多不饱和脂肪酸却有极显著增加, 为 12.09% 对 17.39%, 这主要体现在 18:2n6 和  $\omega_3$  脂肪酸的显著增加, 分别为 9.91% 对 14.64%, 0.23% 对 0.44%。 $\omega_3$  Egg2 组饱和脂肪酸比率(30.40%)比笼养鸡蛋和放养鸡蛋都极显著降低; 多不饱和脂肪酸比率(25.56%)则极显著升高, 且这种升高主要是 18:3n3(7.55%)和  $\omega_3$  (1.67%)脂肪酸的显著升高所致。表明不同的饲养类型, 影响鸡蛋中某些脂肪酸的比例。

**关键词:** 饲养类型; 鸡蛋; 脂类; 提取; 测定

## Determination of Egg Lipids with Different Feed Types

DENG Ze-yuan, FAN Ya-wei

(Key Lab of Food Science, Ministry of Education; Department of Food Science and Engineering, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

收稿日期: 2004-02-13

基金项目: 国家留学基金委资助项目(2002018)

作者简介: 邓泽元(1963-), 男, 教授, 博士, 研究方向为保健与功能食品。

液体培养基, 10% 接种量, 亚硒酸钠添加量为  $18\mu\text{g/ml}$ , pH6.6,  $37^\circ\text{C}$ , 培养 24h, LA 硒富硒效果较好, 残留无机硒含量  $6.8\mu\text{g/ml}$ , 有机硒含量  $11.2\mu\text{g/ml}$ , 富硒能力为 62.22%。

### 3 结 论

综上所述, 嗜酸乳杆菌耐硒富硒能力最强, 番茄汁固休平皿培养基中,  $37^\circ\text{C}$ , pH6.6, 培养 48h, LA 有效富硒所需  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  浓度  $\leq 6\mu\text{g/ml}$  在番茄汁液体培养基中, pH6.6,  $37^\circ\text{C}$ , 24h 培养, LA 有效富硒所需  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  浓度为  $18\mu\text{g/ml}$ , 富硒能力达 62.22%。

### 参考文献:

- [1] 黄伟昆. 食品检验与分析[M]. 中国轻工业出版社, 1989.
- [2] 周德庆. 微生物学教程[M]. 高等教育出版社, 1993.
- [3] 诸葛健. 工业微生物学实验技术手册[M]. 中国轻工业出

版社, 1997, (5).

- [4] 沈萍. 微生物学实验[M]. 高等教育出版社, 1999.
- [5] 张惟杰, 侯燕芝, 陈阅增, 等. 含硒酵母的研究: 硒对酵母细胞生长的影响[J]. 北京大学学报, 1986, (2): 53-61.
- [6] 谢丽琪, 欧阳政, 等. 酵母同化无机硒作用的研究[J]. 微生物学报, 1990, (1): 36-40.
- [7] 郑建仙. 硒的微生物转化及调味料中的应用[J]. 中国食品工业, 1995, (7): 24-25.
- [8] 丁文靖, 刘力, 祝晓蕾. 硒酵母的研制及分析[J]. 食品与发酵工业, 1992, (5): 73-74.
- [9] 张立伟. 硒的营养功能与富硒食品开发[J]. 武汉食品工业学院学报, 1991, (3): 8-13.
- [10] 江澜. 富硒调味料的研究[J]. 食品科学, 2001, (12).
- [11] 贾建波. 富硒酸奶[J]. 食品工业, 2003, 21.
- [12] 杨淑云. 富硒姬松茸液体培养条件的研究[J]. 微生物学通报, 2003, (1).

**Abstract:** The lipids were extracted by using methanol and chloroform to make egg yolk solution from one phase into two phases; different components of yolk lipids were separated with three-dimensional thin layer chromatogram (TLC). Lipids were methylated and determined by GC equipped with 100m×0.25mm capillary column. The results of TLC indicated that yolk lipids contained cholesterol, triglyceride, cholesterol ester, free fatty acids, phosphatidylethanolamine, phosphatidylcholine and sphingomyelin. From the results of GC, the concentrations of fatty acids 16:0, 18:0, 9c18:1, 18:2n6 were highest. The rates of trans and cis 18:1, and the rates of saturated fatty acids (SFA) and monounsaturated fatty acids (MUFA) in the eggs hatched by free run hens were significantly decreased compared with those of caged hens (1.34% vs 0.69%, 42.38% vs 39.06%, 39.74% vs 37.90% and 47.09% vs 43.30% respectively), but the rate of total of polyunsaturated fatty acids (PUFA) was very significantly increased (12.09% vs 17.39%). It was resulted from the increment of 18:2n6 and  $\omega_3$  (9.91% vs 14.64% and 0.23% vs 0.44%). The concentration of SFA (30.40%) was very significantly decreased in  $\omega_3$  Egg2 compared with that of eggs from caged and free run hens, but the rate of total of polyunsaturated fatty acids (PUFA) was very significantly increased to 25.56%. It was caused by the increment of 18:3n3 and  $\omega_3$  (7.55% and 1.67%). Different feed types for hens could affect the proportion of some fatty acids in egg yolk.

**Key words:** feed type; egg lipids; extraction; determination

中图分类号 R151.1

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2004)09-0140-05

鸡蛋由于含较高的磷脂、蛋白质、多肽,且氨基酸组成比较适合人体的需要,所以一直是我国人民重要的膳食营养补充来源。但由于鸡蛋黄含较高的脂肪和胆固醇,使得有些人不敢食用。事实上蛋黄中含丰富的各类脂肪酸,特别是含有较高的多不饱和脂肪酸,对人体健康不仅无害,而且对心血管系统有益。因此许多研究者通过增加鸡蛋黄中多不饱和脂肪酸如DHA和EPA等,研究出有一定功能作用的鸡蛋。由于条件和分析手段的限制,国内对鸡蛋黄脂肪酸的具体组成研究得不多。蛋鸡有不同的饲养方式和饲养类型,对其脂肪酸变化的影响报道不多;不同饲养方式的鸡蛋风味也有一定的差异,这可能与鸡蛋中脂肪酸的组成和含量有一定的关系。本研究通过GC测定不同饲养类型鸡蛋黄中的脂肪酸组成,以期为饲养者选择饲养类型、生产功能保健蛋,为了解鸡蛋脂肪酸的合成和沉积规律以及人们选择鸡蛋提供科学数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试剂与标准

TLC18:4A和463+C21:0+C23:0+4种CLA(9c,11t-CLA,8t,10c-CLA,11c13t-CLA,10t,12c-CLA)的标准购自NuChek-Prep公司;氯仿、甲醇为色谱纯(Fisher);三甲基硅重氮甲烷( $(\text{CH}_3)_3\text{SiCHN}_2$ )购自TCI(加拿大);正己烷购自Caledon公司;乙醚和乙酸为Fisher产品。待测样品A和B为国外每公司合成的CLA产品。

### 1.2 鸡蛋脂类的提取

蛋鸡有不同的饲养类型,常见的有正常的笼养(Normal)、放养(Free Run)、也有添加亚麻子生产高含

量DHA的笼养方式( $\omega_3$ )。随机选取不同饲养类型鸡蛋3个,破壳除去蛋清,将蛋黄调匀后,称取1g左右的蛋黄,加入1.2ml的水、5ml甲醇、2.5ml的氯仿,振荡2min后,再加入2.5ml的水和2.5ml的氯仿,振荡2~3min,使溶液从一相系统转变成二相系统。离心分离出氯仿层,用氮气吹去氯仿,称重,可得出提取的脂肪量。经计算蛋黄脂类含量达 $28.20\% \pm 1.94\%$ 。

### 1.3 三方向的薄层层析鉴定脂类的种类

将少量提取的已溶于正己烷的脂类用通过点样器点到已活化的硅胶H层析板离一端约1cm处;用氯仿:甲醇:氨水=65:25:5为第一方向的展开剂,然后用氯仿:乙醇:甲醇:乙酸:水=50:20:10:15:5为第二方向的展开剂,最后用正己烷:乙酸乙酯:乙酸=85:15:1作为第三方向的展开剂,每个方向展开约30min;每次展开后,取出后用氮气吹干,在254nm波长紫外灯下观察脂类的分离情况;最后一次展开后喷上50%的硫酸,并置于电热板(180℃)中炭化,得到层析分离图1。

### 1.4 蛋黄总脂类的甲基化

取2mg提取的脂类,加入1.5ml的正己烷和40 $\mu\text{l}$ 乙酸甲酯,再加入100 $\mu\text{l}$ 的 $\text{NaOCH}_3/\text{CH}_3\text{OH}$ 在室温下甲基化20min,然后置于冷冻箱10min,取出后迅速加入60 $\mu\text{l}$ 的草酸,离心弃去沉淀,并将溶液通过无水 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 层以吸附其中的水分<sup>[1]</sup>。

### 1.5 甲基酯的纯化

将已甲基化的脂,氮气吹干后,再用正己烷:乙酸乙酯:乙酸=85:15:1为展开剂,在已活化的硅胶G层析板上展开约30min。取出后用氮气吹干,在其表面喷上2,7-二氯荧光素,氮气吹干后在254nm波长紫外灯下

观察分离的斑带。刮下斑带用氯仿洗脱甲基酯，氮气吹干后，用1.5 ml的正己烷溶解，待测。

### 1.6 GC 测定

用配备了火焰-离子检测器的5890型GC(Agilent, Hewlett-Packard)测定，气相柱为CP-Sil 88熔融石英毛细管柱(100m×0.25mm, Chrompack, Bridgewater, NJ)，H<sub>2</sub>为载气，燃烧气体为H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>和空气。升温程序为：45℃/4min-(13℃/min)-175℃/27min-(4℃/min)-215℃/35min，测定时间为86min<sup>[2]</sup>。

### 1.7 统计分析

选取含量较高或对机体健康有较大意义的脂肪酸，用SPSS 11.0 for windows进行统计分析。如 $p < 0.05$ ，不同饲养类型组间差异达显著水平， $p < 0.01$ ，组间差异达极显著水平。

## 2 结果

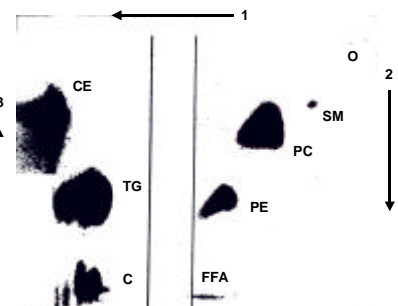
### 2.1 三方向薄层层析分离鉴定脂类

各饲养类型鸡蛋三方向的薄层层析结果相近，其分离鉴定脂类图谱见图1。

通过与标准图谱比较可知，蛋黄脂类中含有C、TG、CE、FFA、PE、PC、SM等脂类组成，而且TG、CE和PC含量最高，其次为C和PE，含量最低的为FFA和SM。

### 2.2 GC 测定结果

GC测定的图谱见图2。根据标准图谱的保留时间，可鉴别各峰所代表的脂肪酸。根据各峰面积，可以计算出各脂肪酸所占总脂肪酸的比例，见表1。



图中C为类固醇，CE为类固醇酯、TG甘油三酯、FFA为游离脂肪酸、PC为磷脂酰胆碱(卵磷脂)、PE为磷脂酰乙醇胺、SM为神经磷脂、O为原点。

图1 3方向TLC分离蛋黄脂类的图谱

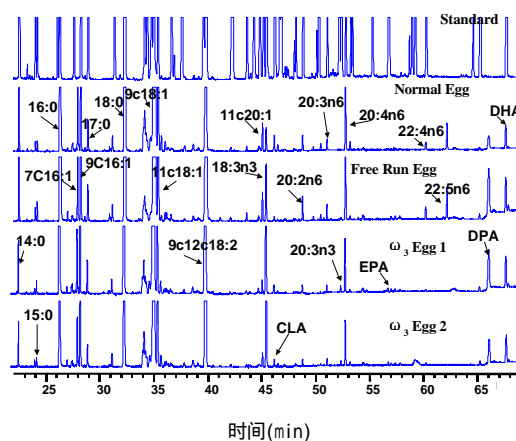


图2 GC测定的蛋黄脂肪酸图谱

表1 不同饲养类型蛋鸡所产蛋黄中各脂肪酸所占总脂肪酸的比例

FA(%)	Normal	Free Run	ω <sub>3</sub> Egg1	ω <sub>3</sub> Egg2
14:0	0.42±0.03 <sup>c</sup>	0.36±0.00 <sup>c</sup>	0.30±0.02 <sup>bc</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>
15:0	0.06±0.00	0.08±0.00	0.07±0.01	0.08±0.01
16:0	27.99±1.71 <sup>b</sup>	27.86±0.75 <sup>b</sup>	28.08±0.47 <sup>b</sup>	20.90±0.65 <sup>a</sup>
7c16:1	0.52±0.17	0.78±0.01	0.50±0.08	0.57±0.01
9c16:1	2.57±0.94	2.57±0.09	2.63±0.64	2.21±0.01
17:0	0.22±0.03	0.20±0.00	0.24±0.06	0.23±0.03
9c17:1	0.13±0.00	0.11±0.00	0.15±0.00	0.17±0.01
18:0	10.99±0.58 <sup>b</sup>	9.32±0.28 <sup>a</sup>	10.01±0.70 <sup>ab</sup>	8.92±0.74 <sup>a</sup>
9c18:1	39.99±1.68	36.92±0.56	37.36±1.15	37.17±1.28
11c18:1	1.92±0.13	1.87±0.01	1.57±0.17	1.66±0.04
12c18:1	0.15±0.02	0.04±0.00	0.15±0.01	0.10±0.02
13c18:1	0.08±0.00	0.05±0.01	0.06±0.01	0.05±0.00
T 18:1t	1.34±0.01 <sup>c</sup>	0.69±0.09 <sup>a</sup>	1.31±0.05 <sup>c</sup>	0.90±0.03 <sup>b</sup>
T 18:1c	42.38±1.55 <sup>b</sup>	39.06±0.51 <sup>a</sup>	39.30±1.32 <sup>a</sup>	39.14±1.31 <sup>a</sup>
18:2n6	9.91±0.04 <sup>a</sup>	14.64±0.22 <sup>c</sup>	10.88±0.93 <sup>a</sup>	14.82±1.04 <sup>c</sup>
20:0	0.04±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00

(接上表)

FA (%)	Normal	Free Run	$\omega_3$ Egg1	$\omega_3$ Egg2
18:3n6	0.05±0.00	0.08±0.01	0.04±0.00	0.05±0.02
11c20:1	0.24±0.02	0.18±0.03	0.17±0.01	0.16±0.02
18:3n3	0.19±0.04 <sup>a</sup>	0.43±0.02 <sup>a</sup>	3.05±0.36 <sup>c</sup>	7.55±0.08 <sup>e</sup>
9c11tCLA	0.15±0.01 <sup>e</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>c</sup>	0.13±0.01 <sup>e</sup>
20:2n6	0.12±0.01	0.14±0.01	0.07±0.00	0.10±0.00
20:3n6	0.09±0.01	0.09±0.01	0.07±0.01	0.13±0.04
20:3n3	0.00±0.00	0.01±0.01	0.05±0.01	0.14±0.01
20:4n6	0.97±0.20	1.10±0.02	0.49±0.03	0.78±0.07
20:5n3(EPA)	0.01±0.00	0.00±0.00	0.04±0.00	0.12±0.01
22:4n6	0.06±0.01	0.10±0.01	0.02±0.01	0.02±0.00
22:5n6	0.23±0.05	0.28±0.04	0.00±0.00	0.01±0.01
22:5n3(DPA)	0.02±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01	0.20±0.01
22:6n3(DHA)	0.20±0.10 <sup>a</sup>	0.39±0.08 <sup>bc</sup>	0.46±0.05 <sup>c</sup>	1.36±0.02 <sup>e</sup>
T C22-n3-PUFA	0.23±0.10 <sup>a</sup>	0.44±0.09 <sup>bc</sup>	0.56±0.06 <sup>c</sup>	1.67±0.00 <sup>e</sup>
Ratio of C22n3	100.00	190.12±40.14	239.18±25.18	720.49±0.81
T CLA	0.24±0.01 <sup>e</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>	0.27±0.01 <sup>g</sup>
T n6 PUFA	11.31±0.28 <sup>a</sup>	16.29±0.27 <sup>c</sup>	11.50±0.97 <sup>a</sup>	15.82±1.18 <sup>e</sup>
T n3 PUFA	0.42±0.14 <sup>a</sup>	0.88±0.11 <sup>a</sup>	3.65±0.42 <sup>c</sup>	9.36±0.08 <sup>f</sup>
T SFA	39.74±1.13 <sup>b</sup>	37.90±1.05 <sup>b</sup>	38.80±0.64 <sup>b</sup>	30.40±0.08 <sup>a</sup>
T PUFA	12.09±0.42 <sup>a</sup>	17.39±0.37 <sup>c</sup>	15.40±1.37 <sup>abc</sup>	25.56±1.27 <sup>e</sup>
T MUFA	47.09±0.79 <sup>b</sup>	43.30±0.73 <sup>a</sup>	44.06±1.85 <sup>ab</sup>	43.12±1.32 <sup>a</sup>
T FAME	98.87	98.40±0.04	97.97±0.30	98.80±0.13

注：同一行间，数字后的不同字母间差异为显著水平。没有标字母的，没有进行统计分析。

CLA 为共轭亚油酸，PUFA 为多不饱和脂肪酸，SFA 为饱和脂肪酸，MUFA 为单不饱和脂肪酸，FAME 为甲基化脂肪酸，FA 为脂肪酸。此外脂肪酸前的 T 表示“总计”。

从表 1 中可知，蛋黄脂肪酸中 16:0、18:0、9c18:1、18:2n6 含量最高，正常的笼养鸡蛋黄分别含：27.99、10.99、39.99、9.91(合计 88.91)；放养鸡蛋黄分别含：27.86、9.32、36.92、14.64(合计 88.74)； $\omega_3$ -1 蛋黄分别含 28.08、10.01、37.36、10.88(合计 86.33)； $\omega_3$ -2 蛋黄分别为 20.90、8.92、37.17、14.87(合计 81.81)。

### 3 讨论

#### 3.1 三方向的薄层层析可以较好地分离蛋黄中各组成脂类

从层析图 1 中可以看出，通过三方向的薄层层析可以将蛋黄中的脂类较好地分离为 C、CE、TG、FFA、PC、PE、SM 等 7 个部分，这些部分可以通过氯仿洗脱来定量，并进一步通过甲基化后用 GC 来准确定量测定各部分脂肪酸组成。这种方法可以应用于通过不同的饲养方式生产各种功能性脂肪酸蛋的组成测定。

#### 3.2 不同的饲养类型鸡蛋中脂肪酸组成有较大的差异

从表 1 和图 2 可知，和笼养鸡蛋相比，放养鸡蛋中 18:1t、18:1c、饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸所占的比率都有显著水平下降，分别为 1.34 对 0.69，42.38 对 39.06，39.74 对 37.90，47.09 对 43.30。但多不饱和脂肪酸却有显著增加，为 12.09 对 17.39，这主要体现在 18:2n6 和  $\omega_3$  (C22-n3) 脂肪酸的增加，分别为 9.91 对 14.64，0.23 对 0.44。添加亚麻子量较大的  $\omega_3$  Egg2 组饱和脂肪酸比率(30.40)比笼养鸡蛋和放养鸡蛋都极显著降低；多不饱和脂肪酸比率(25.56)则极显著升高，而这种升高主要是 18:3n3(7.55)和  $\omega_3$  (1.67)脂肪酸的极显著升高所致。一般认为饱和脂肪酸易引起心血管系统如高血脂、动脉粥样硬化等疾病，而多不饱和脂肪酸则起预防的作用，特别是  $\omega_3$  脂肪酸<sup>[3]</sup>，因此放养鸡蛋和饲料中添加亚麻子的鸡蛋更有益健康。消费者认为笼养鸡蛋和放养鸡蛋在风味上有一定的差异，饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸的上述差异是否是造成风味上的不同值得研究。

#### 3.3 鸡蛋中含有少量的共轭亚油酸

一般认为只有反刍动物可以合成 CLA。从表 1 和图 2 中可知，鸡蛋中含有少量的共轭亚油酸(CLA)，笼养鸡蛋、放养鸡蛋、 $\omega_3$  Egg1 和  $\omega_3$  Egg2 鸡蛋中 9c11tCLA 比率分别为 0.15、0.03、0.10 和 0.13，而总 CLA 比率

# 出血性大肠杆菌 H<sub>7</sub> 鞭毛抗原的诱导恢复及鉴定

王志强, 许龙岩, 李志勇, 凌 莉  
(广州出入境检验检疫局, 广东 广州 510623)

摘 要: 从进口冻鸡翅中分离获得一株发酵山梨醇、缺失 H<sub>7</sub> 鞭毛抗原的出血性大肠杆菌 O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub> 变异株, 采用 0.4% 强营养琼脂对该菌进行连续 5 代诱导培养, 使其 H<sub>7</sub> 鞭毛抗原成功恢复。综合该菌的生物学特性、血清学及毒理实验结果确证为大肠杆菌 O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub>。该菌的检出为大肠杆菌 O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub> 变异株的鉴定提供了有益参考。

关键词: 出血性大肠杆菌; 鞭毛抗原诱导; 鉴定

## Induction Variation of H<sub>7</sub> Flagellum Antigen and Identification of EHEC O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub> from Imported Frozen Chicken Wing

WANG Zhi-qiang, XU Long-yan, LI Zhi-yong, LING Li  
(Guangzhou Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Guangzhou 510623, China)

Abstract: A variation EHEC O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub> strain was isolated from imported frozen chicken wing, while fermented sorbitol and lacked H<sub>7</sub> flagellum antigen, was identified as EHEC O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub> by the combination of biological characters, serological result and toxicological test. And the lost H<sub>7</sub> flagellum antigen of EHEC O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub> was successfully induced after continuous 5-generation induction via 0.4% high-nutrition soft agar. Our study was a useful reference for the identification of other variation EHEC O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub> strain.

Key words: EHEC O<sub>157</sub>:H<sub>7</sub>; induction of flagellum antigen; identification

中图分类号 Q93-331

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2004)09-0144-03

收稿日期: 2003-09-09

作者简介: 王志强(1962-), 男, 工程师, 主要从事进出口食物病原微生物检测。

分别为 0.24、0.08、0.17 和 0.27, 这表明母鸡可以合成或富集少量 CLA 于鸡蛋。据近几年研究表明 CLA 可以预防癌症<sup>[4]</sup>、糖尿病<sup>[5]</sup>、动脉粥样硬化<sup>[6]</sup>, 可以减少机体脂肪和增加蛋白含量等功能作用<sup>[7]</sup>, 因此有必要研究鸡蛋中 CLA 的合成或富集机理, 以指导生产保健鸡蛋。

### 参考文献:

- [1] N Sehat, M P Yurawecz, J A G Roach, et al. Silver-ion high performance liquid chromatographic separation and identification of conjugated linoleic acid isomers[J]. Lipids, 1998, 33: 217-221.
- [2] John A G Roach, Magdi M Mossoba, M Peter Yurawecz, et al. Chromatographic separation and identification of conjugated linoleic acid isomers[J]. Analytica Chimica Acta, 2002, 465: 207-226.
- [3] A P Simopoulos. Omega 3 fatty acids in health and disease and in growth and development[J]. Am J Clin Nutr, 1991, 54: 458-463.
- [4] C Liew, H A J Schut, S F Chin, et al. Protection of conjugated linoleic acids against 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline-induced colon carcinogenesis in the F344 rat: A study of inhibitory mechanisms[J]. Carcinogenesis, 1995, 16: 3037-3043.
- [5] K L Houseknecht, J P Vanden Heuvel, S Y Moya-Camarena, et al. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat[J]. Biochem Biophys Res Commun, 1998, 244: 678-682.
- [6] K N Lee, D Kritchevsky, M W Pariza. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits[J]. Atherosclerosis, 1994, 108: 19-25.
- [7] Y Park, K J Albright, J M Storkson, 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.