

萃取方法及維生素E之添加對卵黃油貯存期間

膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物生成之影響⁽¹⁾

黃加成⁽³⁾ 林榮新⁽²⁾⁽⁵⁾ 黃振芳⁽²⁾ 李建和⁽⁴⁾ 詹士賢⁽²⁾

收件日期：92 年 8 月 15 日；接受日期：92 年 12 月 18 日

摘 要

本試驗旨在探討鴨蛋卵黃油萃取後添加維生素 E 對膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物生成之影響，以改善卵黃油品質，提高鴨蛋加工之附加價值，且能開發健康性之食品供消費需求。本試驗以餵飼含 0 及 4% 魚油之飼糧餵鴨所生產之鴨蛋為卵黃油萃製之原料，分別以乙醚及高溫熬煉方法 (250°C) 萃取卵黃油，並添加不同濃度 (0、100、200、300 ppm) 維生素 E 於卵黃油中，於 4°C 貯存期間之第 0、4、8、12 週分析卵黃油中二十碳五烯酸 (EPA)、二十二碳六烯酸 (DHA)、膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量之變化以及其氧化安定性。試驗結果顯示：在卵黃油之 EPA、DHA 含量方面，含 4% 魚油之飼糧餵鴨所產蛋黃乙醚處理組顯著較其他各處理組高 ($P < 0.05$)。高溫熬煉處理組其膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量方面顯著較乙醚處理組高 ($P < 0.05$)。在 2-硫巴比妥酸 (TBA) 方面，各處理組間則無顯著差異；但膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量及 TBA 值，則皆隨著貯存時間增加而顯著增加 ($P < 0.05$)。乙醚處理組其感官評級顯著較高溫熬煉處理組佳。

關鍵詞：脂肪酸、卵黃油、維生素 E、膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物。

緒 言

近年來，本省蛋鴨年飼養數達 300 萬多隻，年產鴨蛋數達 5 億 3 千萬個以上，然因其主要供作為鹹蛋與皮蛋之原料，往往生產過剩，形成滯銷，影響農民收益甚鉅。卵黃油在日本早已於醫療院所與坊間廣為流行，目前國內亦出現許多標榜富含卵磷脂及具滋補營養功能的卵黃油，然在國內對於鴨蛋卵黃油的萃製及成分資料尚欠闕如，有待進一步之探討。如能開發含高多元不飽和脂肪酸之鴨蛋卵黃油製品，除可供為保健產品，提高鴨蛋利用性，亦可拓展養鴨另一願景，提高農民收益。但在卵黃油萃取過程中，恐形成膽固醇氧化物，其中 5 α , 6 α -環氧化物對人體有害。有鑑於此，本試驗探討鴨蛋卵黃油萃取後添加維生素 E 對卵黃油貯存期間膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物生成之影響。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1222 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所。

(3) 台南女子技術學院。

(4) 高雄市立壽山動物園。

(5) 通訊作者。

膽固醇在有氧氣、熱、光線及輻射線等存在下，易進行氧化反應，產生許多不同氧化產物如 7 β -hydroxycholesterol、20-hydroxycholesterol、25-hydroxycholesterol、cholesterol- α -epoxide、7-ketocholesterol 等（高，1996；陳及顏，1993；陳等，1993），其中某些氧化產物對人體有害（Gray and Lawrie, 1971；Jacobson *et al.*, 1985；Kandutch and Chen, 1978；Parson and Goss, 1978；Peng *et al.*, 1978）；Bischoff（1969）報告中指出，其中的膽固醇二級氧化物 5 α 、6 α -環氧化物會導致老鼠腫瘤形成。前人亦發現此 5 α 、6 α -環氧化物與癌症及冠狀動脈粥樣硬化的形成有關（Black and Lo, 1971；Benditt, 1977）。林（1995）亦指出，雞蛋卵黃中富含膽固醇，當卵黃受熱、延長貯存時間或添加助氧化劑等，會進行氧化作用，形成膽固醇氧化物；而卵黃經直接加熱，較間接加熱處理者產生較高的膽固醇氧化物。Li *et al.*（1996）研究指出，當飼糧中添加不同油脂（如魚油、亞麻仁油、棕櫚油及葵花油）飼養所得之冷凍乾燥雞肉，膽固醇氧化物含量隨貯存時間增加而增加，其中以餵食魚油及葵花油者較高。雞肉中脂肪酸組成、貯存時間及添加生育酚均會影響膽固醇氧化物之安定性。且抗氧化劑之添加可降低膽固醇氧化物之生成。

材料與方法

I. 供試鴨蛋

依陳等（2000）之飼料配方餵飼菜鴨，在褐色產蛋菜鴨達 30 週齡產蛋高峰後，以玉米、大豆粕為主飼糧中，分別添加 0%及 4%市售鱈魚油（cod oil）餵飼所生產之鴨蛋供為試驗用。

II. 卵黃油的製備

將生鮮蛋黃以冷凍乾燥機（Labconco, Model 77530, U.S.A.）乾燥後研磨成蛋黃粉，分別以乙醚（Nihon Shiyaku Industries, Ltd. 試藥壹級，90%（v/v））（Soxhlet 裝置，68°C，12 hr）及高溫熬煉方法（250°C，4min）（Phermolyne, HPA2240M）萃取卵黃油，並添加不同濃度（0、100、200、300 ppm）維生素 E 於卵黃油中，進行感官評級，然後放置於褐色瓶中 4°C 保存，並於貯存期間之第 0、4、8、12 週分析卵黃油中 EPA、DHA、膽固醇 5 α 、6 α -環氧化物含量之變化及其氧化安定性。

III. 分析方法

- (i) 2-硫巴比妥酸值（2-thiobarbituric acid value, TBA 值）測定：參考 Tarladgis *et al.*（1960）之方法測定之。取樣品 1 g 置於含有 25 ml 的 20% 三氯醋酸溶液及 20 ml 的逆滲透水中，以高速均質（Polytron®, Pt 3000, 10000 rpm, 30 sec）後離心，取濾液 2 ml 測定之。TBA 值 = OD 值 \times k 值，而 k 值為 7.14。使用單位為 mg malonaldehyde/kg yolk oil。
- (ii) 脂肪酸組成：參考 A.O.A.C.（1984）之方法。取卵黃油 0.35 g 加 0.5 N NaOH 的甲醇溶液 6 ml，進行 90°C 水浴 10 分鐘皂化；再加 BF₃ · CH₃OH 試劑 7 ml，90°C 水浴 2 分鐘，之後加入含 0.05%（w/w）BHA 之 n-Hexane 2 ml 以防止脂肪酸於甲基酯化過程中發生進一步的氧化作用，再經 90°C 水浴 1 分鐘，促進脂肪酸甲基酯化作用。水浴後再加 80 ml 飽和食鹽水以分離雜質（皂化物），並促進油水兩相分離；分離上澄液，加無水硫酸鈉脫除殘留水分，所得甲基酯化油脂以氣相層析儀分析（陳等，2000）。分析結果藉由套裝軟體（Scientific Information Service Corporation, SISC 層析數據處理系統，訊華公司，台北）之圖譜波峰面積比計算各脂肪酸組成。
- (iii) 膽固醇 5 α 、6 α -環氧化物之萃取：參照（林，1995）之方法。將 0.2 g 卵黃油溶解於 5 ml 之己烷，

取上述已烷抽出物，注入預先以 5 ml 已烷濕潤過之 Sep-pak silica cartridge (Waters Associates, Milford, MA) 後，再分別注入 10 ml 之己烷/乙醚 (95:5, v/v)，25 ml 之己烷/乙醚 (90:10, v/v)，15 ml 之己烷/乙醚 (80:20, v/v)，流出液棄之，最後以 10 ml 丙酮注入 Sep-pak silica cartridge，將含有膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物之丙酮萃取液，以氮氣吹乾後，溶解於 50 μ l 之 BSTFA (bis(trimethylsilyl) trifluoroacetamide) (Macherey-Nagel, 701 220. 201) 中，並於 60°C 加熱 1 小時，使形成 trimethylsilyl ether 之衍生物，以作 GC 分析。

(iv) 統計分析

試驗所得資料依統計模式利用統計分析系統 (Statistical Analysis System, 1988) 進行統計分析，使用一般線性模式程序 (General linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再以鄧肯氏新多變域測定法 (Duncan's new multiple range test) 比較處理間差異之顯著性。

結果與討論

眾多報告指出飼料含有 ω 3 多元不飽和脂肪酸的魚油，可提高卵黃中 ω 3 多元不飽和脂肪酸含量 (Reiser, 1951; Navarro *et al.*, 1972; Couch and Saloma, 1973)；本試驗也有類似之結果，飼糧中含 4% 魚油之乙醚處理組其卵黃油中 EPA 及 DHA 含量顯著較其他各處理組高 (表 1、表 2)。而以乙醚及高溫熬煉萃取後，添加不同濃度維生素 E (0、100、200、300 ppm) 於卵黃油中，並置於 4°C 冰箱貯存，結果顯示：飼糧中含 4% 魚油之高溫熬煉處理組其 EPA 及 DHA 含量顯著較飼糧中含 4% 魚油之乙醚處理組低，其因可能是卵黃油中多元不飽和脂肪酸遇高溫而被分解所致；添加不同濃度維生素 E 於乙醚萃取得之卵黃油中其各處理組間 EPA 及 DHA 含量並無顯著差異；而含 4% 魚油之乙醚處理組，貯存期間 EPA 及 DHA 含量則有稍微減少之趨勢。

不同處理條件下於 4°C 貯存時卵黃油中膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量之變化 (如表 3)，試驗結果顯示：經高溫熬煉萃取得之卵黃油其膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量顯著較乙醚萃取得之卵黃油高 ($P < 0.05$)；而添加不同濃度維生素 E (0、100、200、300 ppm) 於卵黃油中，並置於 4°C 冰箱貯存三個月，膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物隨著貯存時間延長而顯著增加，但各處理組間並無顯著差異。高 (1996) 指出添加維生素 E (α -tocopherol) 者，於反應初期由於維生素 E 抑制油脂氧化，故所形成之自由基較少，進而延緩膽固醇之氧化，而於反應末期，可能由於維生素 E 耗盡，無法抑制油脂氧化之自由基連鎖反應，因此油脂氧化加速，進而導致膽固醇之氧化速度增加，產生較多量之膽固醇氧化物。Dziezak (1986) 指出生育酚的抗氧化活性與濃度有很大關係，有效濃度一般認為是在 0.01~0.02%，但某些在高溫或高濃度的條件下却有助氧化效應。林及孫 (1993) 指出添加不同濃度的 dl- α -tocopherol 於魷魚內臟油中，發現造成不同程度的助氧化作用，添加濃度越高，作用越明顯，若同時添加抗壞血酸棕櫚酸酯則可抑制此效應。而本試驗添加不同濃度維生素 E (0、100、200、300 ppm) 於卵黃油中並無顯著抗氧化作用；究其因，可能是生育酚在各種產品應有不同的添加量或需配合其他抗氧化劑使用才有顯著效果之故。

Kim and Nawar (1993) 將膽固醇以不同溫度進行加熱，發現加熱溫度不同，膽固醇呈現不同的氧化速率。當加熱 110°C 及 120°C 時膽固醇隨加熱時間延長而慢慢氧化，膽固醇氧化物則緩慢增加；溫度提高至 140°C 時，短時間內膽固醇氧化速度非常快，膽固醇氧化物含量則隨時間延長而增加。呂 (1997) 指出膽固醇之狀態對其受熱氧化有很大影響，膽固醇之熔點約 140°C 左右，因此加熱 140°C 以內時膽固醇為固體狀態，氧化較緩慢，但加熱 140°C 以上時呈液體狀態氧化速率開始加快，且加熱 140°C 一段時間，比較膽固醇減少量與膽固醇氧化物之生成量，發現膽固醇氧化物含量明顯低於膽固醇減少量。Missler *et al.* (1985) 發現間接加熱處理的全蛋粉較直接加熱處理的全蛋粉，其膽固醇

氧化物的含量約高三倍。此外，Nourooz-Zadeh and Appelqvist (1988) 指出新鮮或經 4°C 貯存二個月的蛋黃中並無發現膽固醇氧化產物，但經一年貯藏後則可測得膽固醇氧化物。

不同處理條件下於 4°C 貯存時卵黃油中 TBA 值之變化 (如表 4)，試驗結果顯示:高溫熬煉處理組之 TBA 值稍微較乙醚處理組高，但各處理組間並無顯著差異；而高溫熬煉處理組之 TBA 值較高，其因可能是卵黃油中不飽和脂肪酸遇高溫而被分解所致。邱 (2002) 指出在 260°C 至 280°C 製得之卵黃油，其 TBA 值介於 0.65~0.75 mg malonaldehyde /kg Oil 之間，而本試驗高溫熬煉處理組之結果與之相似。

不同處理條件下對卵黃油感官評級之評價 (如表 5)，在氣味、味道、總體接受性方面，以乙醚處理組顯著地較高溫熬煉處理組佳，且其外觀較佳。

表 1. 不同處理條件下於 4°C 貯存時卵黃油中 EPA 含量之變化

Table 1. Change of EPA contents in yolk oils of the different treatments during storage at 4°C

| Diet | Extraction method | Vit. E (ppm) | Storage time (weeks) | | | |
|-------------|------------------------------------|--------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | 0 | 4 | 8 | 12 |
| Control | Ethyl ether | 0 | 0.02 ^b | 0.01 ^b | 0.01 ^b | ND |
| | | 100 | 0.02 ^b | 0.01 ^b | 0.01 ^b | ND |
| | | 200 | 0.01 ^b | ND | 0.01 ^b | ND |
| | | 300 | 0.03 ^b | 0.01 ^b | 0.02 ^b | ND |
| | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | ND | ND | ND | ND |
| | | 100 | ND | ND | ND | ND |
| | | 200 | ND | ND | ND | ND |
| | | 300 | ND | ND | ND | ND |
| | Ethyl ether | 0 | 0.34 ^a | 0.33 ^a | 0.28 ^a | 0.28 ^a |
| | | 100 | 0.38 ^a | 0.35 ^a | 0.29 ^a | 0.27 ^a |
| | | 200 | 0.35 ^a | 0.33 ^a | 0.30 ^a | 0.30 ^a |
| | | 300 | 0.36 ^a | 0.35 ^a | 0.31 ^a | 0.32 ^a |
| 4% Fish oil | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | 0.01 ^b | ND | ND | ND |
| | | 100 | 0.04 ^b | 0.01 ^b | 0.01 ^b | ND |
| | | 200 | 0.03 ^b | 0.01 ^b | ND | ND |
| | | 300 | 0.04 ^b | 0.01 ^b | ND | ND |

^AAll values are percent EPA in total fatty acids of egg yolk (n=3).

^{a,b} Means within the same column with different superscripts are significantly different (P < 0.05).

ND: Not detectable.

表 2. 不同處理條件下於 4°C 貯存時卵黃油中 DHA 含量之變化

Table 2. Change of DHA contents in yolk oils of the different treatments during storage at 4°C

| Diet | Extraction method | Vit. E (ppm) | Storage time (weeks) | | | |
|-------------|------------------------------------|--------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | 0 | 4 | 8 | 12 |
| | | | % ^A | | | |
| Control | Ethyl ether | 0 | 0.03 ^b | ND | ND | ND |
| | | 100 | ND | ND | ND | ND |
| | | 200 | 0.02 ^b | ND | ND | ND |
| | | 300 | 0.01 ^b | ND | ND | ND |
| | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | ND | ND | ND | ND |
| | | 100 | ND | ND | ND | ND |
| | | 200 | ND | ND | ND | ND |
| | | 300 | ND | ND | ND | ND |
| 4% Fish oil | Ethyl ether | 0 | 1.36 ^a | 1.33 ^a | 1.36 ^a | 1.30 ^a |
| | | 100 | 1.58 ^a | 1.40 ^a | 1.39 ^a | 1.33 ^a |
| | | 200 | 1.38 ^a | 1.39 ^a | 1.38 ^a | 1.31 ^a |
| | | 300 | 1.63 ^a | 1.56 ^a | 1.55 ^a | 1.33 ^a |
| | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | ND | ND | ND | ND |
| | | 100 | ND | ND | ND | ND |
| | | 200 | ND | ND | ND | ND |
| | | 300 | ND | ND | ND | ND |

^AAll values are percent DHA in total fatty acids of egg yolk (n=3).^{a,b} Means within the same column with different superscripts are significantly different (P < 0.05).

ND: Not detectable.

表 3. 不同處理條件下於 4°C 貯存時卵黃油中膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量之變化Table 3. Change of Cholesterol-5 α , 6 α -epoxide contents in yolk oils of the different treatments during storage at 4°C

| Diet | Extraction method | Vit. E (ppm) | Storage time (weeks) | | | | |
|-------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 0 | 4 | 8 | 12 | |
| Control | Ethyl ether | | ppm/yolk | | | | |
| | | 0 | 0.4 ^{b,A} | 2.3 ^{b,B} | 5.7 ^{b,C} | 6.3 ^{b,C} | |
| | | 100 | ND | 2.4 ^{b,A} | 4.9 ^{b,B} | 8.2 ^{b,C} | |
| | | 200 | 0.5 ^{b,A} | 3.5 ^{b,B} | 5.3 ^{b,C} | 5.1 ^{b,C} | |
| | | 300 | ND | 2.1 ^{b,A} | 4.5 ^{b,B} | 4.2 ^{b,B} | |
| | | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | 21.8 ^{a,A} | 35.2 ^{a,B} | 43.6 ^{a,C} | 79.6 ^{a,D} |
| | | | 100 | 20.8 ^{a,A} | 34.8 ^{a,B} | 42.3 ^{a,C} | 75.6 ^{a,D} |
| | | | 200 | 25.9 ^{a,A} | 36.2 ^{a,B} | 44.1 ^{a,C} | 78.2 ^{a,D} |
| | 300 | | 23.2 ^{a,A} | 34.6 ^{a,B} | 45.6 ^{a,C} | 76.8 ^{a,D} | |
| | Ethyl ether | 0 | ND | 2.9 ^{b,A} | 5.8 ^{b,B} | 9.2 ^{b,C} | |
| | | 100 | 0.4 ^{b,A} | 3.1 ^{b,B} | 6.2 ^{b,C} | 7.3 ^{b,C} | |
| | | 200 | 0.3 ^{b,A} | 2.8 ^{b,B} | 5.4 ^{b,C} | 6.1 ^{b,C} | |
| 300 | | ND | 2.5 ^{b,A} | 5.1 ^{b,B} | 7.1 ^{b,B} | | |
| 4% Fish oil | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | 23.1 ^{a,A} | 35.8 ^{a,B} | 44.3 ^{a,C} | 80.0 ^{a,D} | |
| | | 100 | 24.1 ^{a,A} | 34.5 ^{a,B} | 44.5 ^{a,C} | 78.1 ^{a,D} | |
| | | 200 | 25.1 ^{a,A} | 36.1 ^{a,B} | 45.1 ^{a,C} | 76.9 ^{a,D} | |
| | | 300 | 22.2 ^{a,A} | 33.4 ^{a,B} | 44.9 ^{a,C} | 77.2 ^{a,D} | |

^{a,b} Means within the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$) ($n=3$).^{A,B,C,D} Means within the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

ND: Not detectable.

表 4. 不同處理條件下於 4°C 貯存時卵黃油中 TBA 值之變化

Table 4. Change of TBA value in yolk oils of the different treatments during storage at 4°C

| Diet | Extraction method | Vit. E (ppm) | Storage time (weeks) | | | | |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | 0 | 4 | 8 | 12 | |
| Control | Ethyl ether | | mg malonaldehyde/kg yolk oil | | | | |
| | | 0 | 0.65 ^A | 0.89 ^{b,B} | 1.65 ^{b,C} | 2.35 ^{b,D} | |
| | | 100 | 0.67 ^A | 0.85 ^{b,B} | 1.56 ^{b,C} | 2.22 ^{b,D} | |
| | | 200 | 0.61 ^A | 0.80 ^{b,B} | 1.67 ^{b,C} | 2.19 ^{b,D} | |
| | | 300 | 0.65 ^A | 0.84 ^{b,B} | 1.55 ^{b,C} | 2.08 ^{b,D} | |
| | | High temperature (250°C , 4 min) | 0 | 0.77 ^A | 1.02 ^{ab,B} | 1.78 ^{ab,C} | 2.78 ^{ab,D} |
| | | | 100 | 0.79 ^A | 0.99 ^{ab,B} | 1.80 ^{ab,C} | 2.84 ^{ab,D} |
| | | | 200 | 0.78 ^A | 1.12 ^{ab,B} | 1.78 ^{ab,C} | 2.90 ^{ab,D} |
| | 300 | | 0.75 ^A | 0.98 ^{ab,B} | 1.90 ^{ab,C} | 2.98 ^{ab,D} | |
| | Ethyl ether | 0 | 0.65 ^A | 1.03 ^{ab,B} | 1.80 ^{ab,C} | 2.78 ^{ab,D} | |
| | | 100 | 0.69 ^A | 1.15 ^{ab,B} | 1.85 ^{ab,C} | 2.89 ^{ab,D} | |
| | | 200 | 0.65 ^A | 1.04 ^{ab,B} | 1.76 ^{ab,C} | 2.75 ^{ab,D} | |
| 300 | | 0.66 ^A | 1.09 ^{ab,B} | 1.88 ^{ab,C} | 2.71 ^{ab,D} | | |
| 4% Fish oil | High temperature (250°C , 4 min) | 0 | 0.79 ^A | 1.29 ^{a,B} | 2.21 ^{a,C} | 3.28 ^{a,D} | |
| | | 100 | 0.80 ^A | 1.30 ^{a,B} | 2.10 ^{a,C} | 3.11 ^{a,D} | |
| | | 200 | 0.75 ^A | 1.32 ^{a,B} | 2.13 ^{a,C} | 3.19 ^{a,D} | |
| | | 300 | 0.77 ^A | 1.25 ^{a,B} | 2.09 ^{a,C} | 3.02 ^{a,D} | |

^{a,b} Means within the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$) ($n=3$).^{A,B,C,D} Means within the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

表 5. 不同處理條件下對卵黃油感官評級之評價
Table 5. Sensory evaluation of yolk oil in the different treatments

| Diet | Extraction method | Vit. E (ppm) | Sensory evaluation ^A | | |
|-------------|------------------------------------|--------------|---------------------------------|------|--------------------|
| | | | Flavor | Odor | Overall acceptance |
| Control | Ethyl ether | 0 | 7.2 | 7.3 | 7.3 |
| | | 100 | 7.1 | 7.3 | 7.2 |
| | | 200 | 6.9 | 7.4 | 7.2 |
| | | 300 | 7.2 | 7.5 | 7.4 |
| | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | 6.4 | 6.6 | 6.5 |
| | | 100 | 6.3 | 6.7 | 6.5 |
| | | 200 | 6.5 | 6.4 | 6.4 |
| | | 300 | 6.5 | 6.6 | 6.6 |
| | Ethyl ether | 0 | 7.1 | 7.2 | 7.2 |
| | | 100 | 7.3 | 7.2 | 7.3 |
| | | 200 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | | 300 | 7.0 | 7.1 | 7.1 |
| 4% Fish oil | High temperature (250°C, 4 min) | 0 | 6.2 | 6.5 | 6.3 |
| | | 100 | 6.1 | 6.4 | 6.3 |
| | | 200 | 6.3 | 6.5 | 6.4 |
| | | 300 | 6.2 | 6.6 | 6.4 |

^AValues are means of evaluation by 12 panelists. Hedonic scale (1 to 9) was used, in which the highest value indicates the highest degree of preference (n=3).

結論與建議

綜合言之，由試驗結果發現飼糧中魚油添加量與卵黃油萃取方法會顯著影響卵黃油中 EPA 及 DHA 含量，而以不同方法萃取得之卵黃油中添加不同濃度維生素 E 則各組間皆無顯著差異；飼糧中魚油添加量與卵黃油中維生素 E 添加量對各組間膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量並無顯著影響，而經高溫熬煉萃取得之卵黃油其膽固醇 5 α , 6 α -環氧化物含量則顯著較乙醚萃取得之卵黃油高。且高溫熬煉處理會減少蛋黃中 EPA 及 DHA 含量，並使卵黃油外觀不佳，因此建議不使用高溫熬煉方式萃取卵黃油。

參考文獻

呂瑞梅。1997。pH 及脂質對膽固醇氧化之研究。碩士論文。台灣大學食品科技研究所。
邱梅芳。2002。高溫熱度處理製得蛋黃油之品質及其對倉鼠之血脂、肝脂之影響。碩士論文。實踐大學食品營養研究所。

- 林志城、孫璐西。1993。生育醇、 β -胡蘿蔔素和抗壞血酸棕櫚酸酯對魷魚內臟油氧化安定性之影響。中國農業化學會誌 31(3)：365~377。
- 林棟雍。1995。不同熱處理對雞蛋蛋黃之膽固醇 5 α ,6 α -環氧化物形成之影響。(新)中農學會報 172：109~118。
- 高雅敏。1996。模式系統中膽固醇與膽固醇酯氧化之研究。碩士論文。台灣大學食品科技研究所。
- 陳昭雄、顏國欽。1993。膽固醇氧化產物簡易製備方法之探討。中國農業化學會誌 31(4)：539~546。
- 陳貴凰、楊勝欽、蘇正德。1993。市售雞肉及其製品中膽固醇與膽固醇氧化物含量之調查。食品科學 20(3)：277~290。
- 陳怡任、黃加成、潘金木、林誠一、黃振芳、林榮新。2000。飼糧中添加魚油對鴨蛋中 ω -3 多元不飽和脂肪酸含量之影響。中畜會誌 29(3)：243~253。
- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C., 14ed., p513~514. Washington, D.C.
- Benditt, E. P. 1977. Implications of the monoclonal character of human atherosclerotic plaques. American J. Pathol. 86：693~697.
- Bischoff, F. 1969. Carcinogenic effect of steroids. In: Advance in lipid research. (Ed.) R. Paoletti and D. Kritchevsky, Academic Press, New York. pp.165.
- Black, H. S. and W. B. Lo. 1971. Formations of a carcinogen in human skin irradiated with ultraviolet light. Nature 234：306~308.
- Couch, J. R. and A. E. Saloma. 1973. Effect of diet on triglyceride structure and composition of egg yolk lipids. Lipids 8：385~392.
- Dziezak, J. D. 1986. Preservatives：antioxidants. The ultimate answer to oxidation. Food Technol. 40：94~102.
- Gray, M. F. and R. D. V. Lawrie. 1971. Isolation and identification of cholesterol α -oxide and other minor sterols in human serum. Lipids 6：836~839.
- Jacobson, M. S., M. G. Price, A. E. Shamoo and F. P. Heald. 1985. Atherogenesis in white Carneau pigeons: Effects of low-level cholestanetriol feeding. Atherosclerosis 57：209~212.
- Kandutch, A. A. and H. W. Chen. 1978. Inhibition of cholesterol synthesis by oxygenated sterols. Lipids 13：704~708.
- Kim, S. K. and W. W. Nawar. 1993. Parameters influencing cholesterol oxidation. Lipids 28：917~922.
- Li, S. X., G. Cherian, J. S. Sim, D. V. Ahn and T. Y. Chung. 1996. Dietary oils and tocopherol supplementation on cholesterol oxide formation in freeze-dried chicken meat during storage. J. Foods Lipids 3：27~42.
- Missler, S. R., B. A. Wasilchuk, and Jr. C. Merritt, 1985. Separation and identification of cholesterol oxidation products in dried egg preparations. J. Food Sci. 50：595~598.
- Navarro, J. G., J. C. Saavedra, F. B. Borie and M. M. Caiozzi. 1972. Influence of dietary fish meal on egg fatty acid composition. J. Sci. food and Agriculture 23：1287~1292.
- Nourooz-Zadeh, J. and L. A. Appelqvist, 1988. Cholesterol oxides in Swedish foods and food ingredient: Milk powder products. J. Food Sci. 53：74.
- Parson, P. G. and P. Goss. 1978. Chromosome damage and DNA repair synthesis induced in human fibroblasts by UV and cholesterol oxide. Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci. 56：287~294.
- Peng, S. K., C. B. Taylor, P. Tham, N. T. Werthessen and B. Mikkelsen. 1978. Effect of autoxidation products from cholesterol on aortic smooth muscle cells. Arch. Pathol. Lab. Med. 102：57~59.
- Reiser, R. 1951. The synthesis and interconversions of polyunsaturated fatty acids by the laying hen. J.

Nutr. 44 : 159~175.

SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT User's guide. Release 6.03 ed. (NC, USA, SAS Institute, Inc.)

Tarladgis, B. G., B. M. Watts and M. T. Younathan. 1960. A distillation method for the quantitative determination of melonaldehyde in rancid foods. J. America Oil Chem. Soc. 37 : 44~48.

Effects of extraction method and vitamin E addition on the formation of cholesterol-5 α , 6 α -epoxide in yolk oil⁽¹⁾

Chia-Cherng Huang⁽³⁾, Jung-Hsin Lin^{(2) (5)}, Andrew Jeng-Fang Huang⁽²⁾, Chien-Ho Lee⁽⁴⁾ and Shyh-Shyan Jan⁽²⁾

Received : Aug. 15, 2003 ; Accepted : Dec. 18, 2003

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of dietary fish oil supplement, extraction method and vitamin E addition on the formation of cholesterol-5 α , 6 α -epoxide in yolk oil of duck egg. Egg oil was extracted from duck eggs fed with diets containing 0% or 4% fish oil. The amount of cholesterol-5 α , 6 α -epoxide in egg yolk oil extracted by ethyl ether method and high temperature (250°C) were analyzed. Four levels of vitamin E i.e., 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm or 300ppm, were added into egg yolk oil. The EPA, DHA, cholesterol-5 α , 6 α -epoxide and TBA values in egg yolk oil were analyzed after 0, 4, 8 and 12 weeks of storage at 4°C. The results showed that EPA and DHA contents in the ethyl ether-extracted yolk oil of ducks fed the diet with 4% fish oil. The cholesterol-5 α , 6 α -epoxide content in high temperature method was significantly higher than the ethyl ether group ($P < 0.05$). No differences were observed in TBA values among treatments. The values of cholesterol-5 α , 6 α -epoxide and TBA increased significantly with storage time. The egg yolk oil extracted by ethyl ether had higher sensory evaluation scores than extracted by high temperature method.

Key words : Fatty acid, Duck egg yolk oil, Vitamin E, Cholesterol-5 α , 6 α -epoxide.

(1) Contribution no. 1222 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Ilan Branch, COA-LRI, Ilan, Taiwan, R.O.C.

(3) Tainan Woman's College of Arts & Technology, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(4) Shou-Shan Zoo, Kao-Hsiung, Taiwan.

(5) Corresponding author.