

< Original Article >

인천지역 유통 계란의 신선도 및 영양성분 함량 조사

홍성희* · 라도경 · 윤가리 · 정윤정 · 남지현 · 정은하 · 이정구 · 이성모

인천광역시 보건환경연구원

Investigation for freshness and nutritive components of the eggs sold in Incheon

Seong-Hee Hong*, Do-Kyung Ra, Ga-Ri Yun, Yun-Joung Joung, Ji-Hyeon Nam,
Eun-Ha Cheong, Jung-Goo Lee, Sung-Mo Lee

Incheon Metropolitan City Institute of Health & Environment, Incheon 404-250, Korea

(Received 13 March 2012; revised 10 April 2012; accepted 30 May 2012)

Abstract

This study was performed to investigate the freshness and nutritive components of eggs from Incheon area. The eggs of 64 brands collected from 7 hypermarkets and 6 brands collected from farms were examined to test the Haugh unit (HU), egg yolk index and specific gravity. HU and specific gravity were higher in farm eggs than in hypermarket eggs ($P < 0.05$), and there was no difference in the egg yolk index. Among hypermarket eggs, HU and egg yolk index were higher in the graded eggs than in non-graded eggs ($P < 0.05$), and specific gravity was not different between them. HU and egg yolk index of the eggs collected in March were higher than those in August ($P < 0.05$). To monitor the bacterial contamination, total coliforms, total bacterial counts (TBC) and *Salmonella enteritidis* were examined. *Salmonella enteritidis* and total coliforms were not detected from all eggs. TBC of farm eggs were less than 10^1 CFU/mL in all samples and TBC of hypermarket eggs were less than 10^1 CFU/mL in 187 samples, $10^1 \sim 10^2$ CFU/mL in 3 samples and $10^3 \sim 10^4$ CFU/mL in 2 samples, respectively. Antimicrobial residues were not detected from all eggs tested. The vitamin E contents in the vitamin E enriched eggs from 6 brands hypermarket were 1.98 ~ 22.96 mg/yolk100 g (14.04 ± 8.81 mg/yolk100g), and those of 5 brands among them were higher than the average of ordinary eggs. In one brand egg, vitamin E content was lower than the average of ordinary eggs. The vitamin E contents of ordinary eggs were 1.75 ~ 16.36 mg/yolk100 g (average 5.57 ± 2.76 mg/yolk100 g) and there were no price differences between vitamin E enriched eggs and ordinary eggs. In the contents of vitamin E, docosahexaenoic acid (DHA) and cholesterol, there were no significant differences according to the price. These results suggests that egg production, distribution, and management system should be improved for supplying fresh eggs to consumers at reasonable prices.

Key words : Egg, Freshness, Vitamin E, Docosahexaenoic acid, Cholesterol

서 론

계란은 인체가 필요로 하는 모든 영양소를 갖춘 완전식품으로 단백질, 지방뿐 아니라 비타민, 무기질 등도 다양하게 함유하고 있다. 에너지가 낮고 소화

흡수가 잘 되며 가격이 저렴해 우리 식생활에 많이 소비되며, 국민 1인당 1990년 9.2 kg, 2000년 10.3 kg 및 2010년 11.9 kg으로 꾸준히 증가하고 있다(이, 1999; 한, 1996; 농협중앙회 축산유통부, 2011).

농가에서 생산된 계란은 최종 소비자에게 이르기까지 여러 유통과정을 거치게 되는데 최근에는 복잡한 유통

*Corresponding author: Seong-Hee Hong, Tel. +82-32-440-5574,
Fax. +82-32-440-5582, E-mail. cong99@korea.kr

통과정이 단순화되고 있는 추세이다. 농가가 생산한 계란을 수집하여 선별·포장 후 판매하는 생산자단체(한국양계농협)는 유통경로 축소를 위해 도매상에의 판매를 중단하고 직접 대형유통업체와 대량수요처에 공급하고 있으며 농가도 전업화 또는 규모화 형태로 발전하면서 대형유통업체에 직접 출하하는 물량이 증가하고 있다(농수산물유통공사, 2008). 이와 같은 유통경로의 축소를 통해 유통비용을 절감하고 소비자에게 신선한 계란을 공급하고자 하나, 아직 저온유통체계(Cold chain system)가 확립되지 않아 많은 계란이 여전히 도매상, 소매상을 거쳐 소비자에게 판매되기 때문에 유통 중 계란의 품질을 일정하게 유지하기가 어려운 실정이다.

소비자들은 계란 선택 시 신선도를 눈으로 확인할 수 없으므로 가격, 산란일자, 친환경 농산물 인증제품 등 여러 항목을 고려하여 기호에 맞는 제품을 선택하며 소득수준, 연령 등에 따라 다른 구매양상을 보인다. 가구 소득이 높을수록, 연령이 낮을수록 가격보다는 친환경 인증제품에 더 중점을 두며 반대의 경우 가격에 중점을 둔다(농수산물유통공사, 2011). 이러한 소비자의 구매욕구에 맞추어 각 업체에서는 가격이나 상표, 특정 영양성분 등의 상품 차별화를 내세우며 치열한 경쟁을 벌이고 있으며 그에 따라 가격도 천차만별이지만 실제로 어떤 면에서 우수한지에 대한 표시는 잘 이루어지지 않고 있다. 2009년 한 시민단체의 연구결과를 살펴보면 시장유통 계란의 40.6%가 품질등급이 3등급이고, 영양성분 강화 표시 계란 중 일부가 표시와 달리 일반 계란에 비해 별 차이가 없거나 표시에 미치지 못하는 등 계란의 신선도 및 영양성분 표기에 문제가 있음이 제기되었다(소비자시민모임, 2009). 또한, 위 연구 외에 계란 제품별 품질에 관한 연구결과도 많이 찾아볼 수 없는 실정으로 사실상 소비자들은 다양한 계란 제품의 품질에 대하여 알 권리를 충족시키지 못하고 있다고 여겨진다.

이에 인천지역에서 유통되는 계란의 신선도와 영양성분 함량을 조사·분석하여 소비자들의 알 권리를 도모하고 나아가 계란의 품질향상 및 위생적인 공급에 기여하고자 이번 연구를 하였다.

재료 및 방법

공시재료

2010년 3월과 8월에 인천광역시에 있는 대형할인

점 7개소에서 64개 제품, 농장 6개소에서 6개 제품을 수거하여 사용하였다(이하 각각 대형할인점 계란, 농장 계란). 대상 농장은 일일 계란 생산량이 최소 9,000개, 최대 24,000개로 평균 15,500개를 생산하는 규모였다. 수거 직후 계란의 신선도 측정, 미생물검사 및 항생물질 간이시험을 실시하였으며, 시료를 균질화한 후 동결(-20°C) 보관하며 영양성분 함량 분석에 사용하였다.

계란의 판매 및 표기 실태 조사

시료 수거 시 계란 보관 장소의 온도, 난각 표면의 표기사항, 세척유무 그리고 성분강화 표기유무 등을 조사하였다. 또한, 대형할인점 수거 64개 제품과 농장수거 6개 제품의 합계 70개 제품을 상표 당 5개 시료를 채취하여 총 350개 계란의 혈반 및 육반 등 이물질 출현 정도를 조사하였다.

계란의 신선도 측정

1개 상표 당 5개의 시료를 채취하여 총 350개의 호우단위(Haugh unit), 난황계수, 비중을 측정하였다.

호우단위(Haugh unit)는 Egg Multi Tester EMT-5200 (Robotmation Co. Ltd., Japan)을 이용하여 농후난백의 높이와 중량을 측정, 수치화하였다.

$$\text{Haugh unit} = 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.57).$$

[H : albumin height (mm), W : weight of egg(g)].

난황계수는 vernier caliper (Mitutoyo, Japan)를 이용하여 난황의 높이(mm)를 난황의 직경(mm)으로 나누어 계산하였다.

비중은 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림수산검역검사본부, 2011a)의 원료란의 시험법 중 비중에 의한 검사법을 준용하여 실험하였다.

계란 내용물의 미생물 검사 및 항생·항균물질 분석

1개 상표 당 3개의 시료를 채취, 총 210개의 계란을 대상으로 미생물 검사 및 항생·항균물질을 분석하였다. 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림수산검역검사본부, 2011a)의 미생물시험법에 따라 세균수, 대장균군수 및 살모넬라균을 검사하였고, 살모넬라균은 최종적으로 VITEK 2 Compact (bioMérieux, France)를 이용하여 동정하였다. 항생·항균물질은 축산물 중 유해물질 분석법 편람(국립수의과학검역원, 2009)

의 ‘식용란 중 항생·항균물질 간이검사법’ 중 Four-plate법에 따라 실험하였다.

영양성분 함량 조사

1개 상표 당 3개의 시료를 채취하여 균질화한 후 비타민 E, docosahexaenoic acid (DHA), 콜레스테롤을 측정하였다. 비타민 E 성분은 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림수산검역검사본부, 2011a)에 등재된 시험법에 따라 시료 전처리 후 Dionex HPLC system (GP50 UVD170U, Dionex)으로 분석하였다. 기기분석 조건은 Table 1과 같다.

DHA와 콜레스테롤은 건강기능식품공전(식품의약품안전청, 2010)에 의하여 시험하고 Varian CP-3800 Gas chromatograph (CP-3800, Varaian, USA)로 각각 분석하였다. 기기분석조건 및 내부표준물질(C_{11:0} triundecanoic acid methyl ether, 5 α -cholestane) 농도에 따른 함량 계산식을 Table 2에 나타내었다.

Table 1. HPLC condition for determination of vitamin E in egg

Parameters	Value
Eluent	70% acetonitrile
Column	Shiseido-Capcell Pak C ₈ (4.6×150 mm, 5 μ m)
Detector	UV/VIS 292nm
Injection Vol.	20 μ L
Folw rate	0.9 mL/min

Table 2. The conditions of GC and formula for calculation of DHA and cholesterol

Parameters	Value	
	DHA	Cholesterol
Carrier gas	Helium 1.0 mL/min	Nitrogen gas 1.0 mL/min
Column	Fused silica capillary column (100 m×0.25 mm×0.2 μ m)	HP-5 crosslinked 5% PH ME siloxane (30 m×0.32 mm×0.25 μ m)
Detector	FID	FID
Temperature	Injector: 230°C Oven: 50°C (2 min)→100°C (12 min, rate 5°C/min)→150°C (12 min, rate 5°C/min)→230°C (34 min, rate 30°C/min) Detector: 280°C	Injector: 270°C Oven: 260°C (4 min)→300°C (11 min, rate 4°C/min) Detector: 290°C
Split ratio	50 : 1	10 : 1
Formula (mg/100 g)	STc×(SAfa/STfa)×(STis/SAis)×(V/S)×(1/10)	(2×K×P1)/(S×P2)×100

STc: concentration of standard solution (μ g/mL), SAfa: peak area of standard in test solution, STfa: peak area of standard substance, STis: peak area of internal standard in standard substance solution, SAis: peak area of internal standard in test solution, V: volume of dilute solution (mL), S: sample weight (g), 1/10: unit conversion factor, K: conversion factor (peak area of internal standard×peak area of standard/concentration of internal standard mg/mL/concentration of standard mg/mL), P1: peak area of standard in test solution, P2: peak area of internal standard in test solution, S: sample weight (g), 100: unit conversion factor, Standard: DHA, Internal standard: C_{11:0} triundecanoic acid methyl ether, Standard: cholesterol, Internal standard: 5 α -cholestane.

HPLC의 표준곡선

비타민 E에 대한 표준용액을 각각 3~50 mg/kg의 농도범위에서 HPLC에 주입하여 자외선 검출기로 측정하였을 때 상관계수 0.999 이상의 양호한 직선성을 나타내었다(Fig. 1).

통계분석

SPSS system 12.0을 이용하여 독립표본 t-검정 및 일원배치분산분석을 하였고 Scheffe 방법으로 사후분석하여 그룹간의 유의성을 검정하였다(P<0.05).

결 과

계란의 판매 및 표기실태

인천지역 농장 및 대형할인점 계란의 판매 및 표기 실태는 Table 3과 같다. 판매장소별 보관온도를 조사한 결과 농장은 모두 실온보관이었고, 대형할인점은 모두 냉장판매를 하고 있었다. 대형할인점 계란 64개 제품 중 46개 제품은 난각 표면에 등급판정, 생산일 및 포장일, 농장명 또는 제품명을 표기하였고 18개 제품은 미표기 제품이었다. 46개의 표기제품 중 등급판정 표기는 12개 제품, 생산일 및 포장일 표기는 6

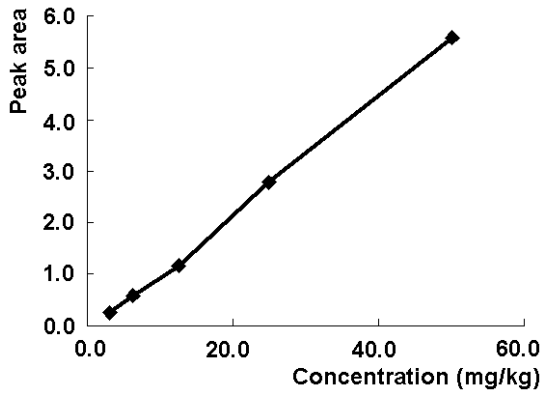


Fig. 1. The standard calibration curves for vitamin E ($r^2 > 0.999$).

개 제품, 농장명 또는 제품명 표기는 28개 제품이였다. 12개의 등급표기 제품 중 1+등급은 1개 제품이였고 1등급은 11개 제품이였다. 대형할인점 계란 64개 제품 중 세척란은 17개 제품이였고 미세척란은 47개 제품이였다. 세척란 17개 제품 중 14개 제품은 살균 제품이였고 1개 제품은 코팅제품, 2개 제품은 살균과 코팅 처리를 동시에 한 제품이였고 미세척란 중 살균 처리 제품이 한 개 있었다. 포장재에 특정 성분을 강화했다고 표기한 제품은 64개 제품 중 10개 제품이였고 그 중 6개 제품은 비타민 E, 4개 제품은 각각 비타민 C, 엽산, 오메가3, 종류가 표시되지 않은 비타민

Table 3. General characteristics of eggs in the farm and hypermarket

Items	Farm*		Hypermarket										Total		Grand total							
			A		B		C		D		E						F		G			
	N [†]	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%				
Storage																						
Room temperature	6	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	6	8.6
Refrigerator	0	0.0	17	100.0	8	100.0	9	100.0	9	100.0	2	100.0	5	100.0	14	100.0	64	100.0	64	91.4		
Total	6	100.0	17	100.0	8	100.0	9	100.0	9	100.0	2	100.0	5	100.0	14	100.0	64	100.0	70	100.0		
Shell labelling																						
Grade of eggs	0	0.0	6	35.3	1	12.5	3	33.3	1	11.1	0	0.0	1	20.0	0	0.0	12	18.8	12	17.1		
Production or packing date	0	0.0	0	0.0	1	12.5	0	0.0	3	33.3	2	100.0	0	0.0	0	0.0	6	9.4	6	8.6		
Farm or product name	0	0.0	10	58.8	5	62.5	5	55.6	1	11.1	0	0.0	1	20.0	6	42.9	28	43.7	28	40.0		
Non-labelling	6	100.0	1	5.9	1	12.5	1	11.1	4	44.5	0	0.0	3	60.0	8	57.1	18	28.1	24	34.3		
Total	6	100.0	17	100.0	8	100.0	9	100.0	9	100.0	2	100.0	5	100.0	14	100.0	64	100.0	70	100.0		
Grade of egg																						
1+ Grade	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	11.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.6	1	1.6		
1 Grade	0	0.0	6	35.3	1	12.5	2	22.2	1	11.1	0	0.0	1	20.0	0	0.0	11	17.2	11	17.2		
Non graded eggs	0	0.0	11	64.7	7	87.5	6	66.7	8	88.9	2	100.0	4	80.0	14	100.0	52	81.2	52	81.2		
Total	0	0.0	17	100.0	8	100.0	9	100.0	9	100.0	2	100.0	5	100.0	14	100.0	64	100.0	64	100.0		
Shell treatment																						
Wash & Sterilization	0	0.0	12	70.6	1	12.5	0	0.0	0	0.0	1	50.0	0	0.0	0	0.0	14	21.9	14	20.0		
Wash & Coating	0	0.0	0	0.0	1	12.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.6	1	1.4		
Wash, Sterilization & Coating	0	0.0	1	5.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	7.1	2	3.1	2	2.9		
Sterilization	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	11.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.6	1	1.4		
No treatment	6	100.0	4	23.5	6	75.0	9	100.0	8	88.9	1	50.0	5	100.0	13	92.9	46	71.8	52	74.3		
Total	6	100.0	17	100.0	8	100.0	9	100.0	9	100.0	2	100.0	5	100.0	14	100.0	64	100.0	70	100.0		
Classification of egg																						
Special egg [†]	0	0.0	7	41.2	1	12.5	1	11.1	0	0.0	0	0.0	1	20.0	0	0.0	10	15.6	10	14.3		
Ordinary egg	6	100.0	10	58.8	7	87.5	8	88.9	9	100.0	2	100.0	4	80.0	14	100.0	54	84.4	60	85.7		
Total	6	100.0	17	100.0	8	100.0	9	100.0	9	100.0	2	100.0	5	100.0	14	100.0	64	100.0	70	100.0		
Foreign body in contents [§]																						
Blood & meat spots	12	40.0	13	15.3	3	7.5	6	13.3	15	33.3	5	50.0	9	36.0	21	30.0	72	22.5	84	24.0		
Not detected	18	60.0	72	84.7	37	92.5	39	86.7	30	66.7	5	50.0	16	64.0	49	70.0	248	77.5	266	76.0		
Total	30	100.0	85	100.0	40	100.0	45	100.0	45	100.0	10	100.0	25	100.0	70	100.0	320	100.0	350	100.0		

*A daily production of egg from farm: average 15,500 (9,000~24,000), [†]Number of brand, [‡]Vitamin E 6, vitamin C 1, folic acid 1, omega-3 1, no type of vitamin 1, [§]Number of inspected eggs: 5 per brand.

Table 4. Freshness of eggs using Haugh unit, egg yolk index and specific gravity

Item	Farm N*=30 (6)	Hypermarket						Total N=320 (64)	Grand total N=350 (70)	
		A N=85 (17)	B N=40 (8)	C N=45 (9)	D N=45 (9)	E N=10 (2)	F N=25 (5)			G N=70 (14)
Haugh unit										
Graded eggs	-	76.32±5.68	86.98±0.00	76.70±4.62	66.22±0.00	-	57.38±0.00	-	74.88±8.28 [†]	74.88±8.28
Non graded eggs	78.43±7.66	69.79±8.75	73.74±11.76	73.86±8.36	69.84±8.99	68.22±11.09	62.80±7.54	66.03±6.80	69.19±9.12	70.15±9.12
Mean SD	78.43±7.66 [†]	72.10±8.26	75.39±11.85	74.81±7.14	69.44±8.50	68.22±11.09	61.71±6.96	66.03±6.80	70.26±8.96	70.96±9.11
Egg yolk index										
Graded eggs	-	0.48±0.02	0.50±0.00	0.48±0.04	0.45±0.00	-	0.52±0.00	-	0.48±0.03 [†]	0.48±0.03
Non graded eggs	0.44±0.05	0.47±0.03	0.48±0.03	0.49±0.01	0.43±0.03	0.47±0.03	0.44±0.05	0.44±0.04	0.46±0.04	0.45±0.04
Mean SD	0.44±0.05	0.47±0.03	0.48±0.03	0.48±0.02	0.44±0.02	0.47±0.03	0.46±0.06	0.44±0.04	0.46±0.04	0.46±0.04
Specific gravity										
Graded eggs	-	1.07±0.00	1.08±0.00	1.07±0.01	1.08±0.00	-	1.08±0.00	-	1.07±0.00	1.07±0.00
Non graded eggs	1.08±0.00	1.07±0.01	1.07±0.00	1.07±0.01	1.07±0.00	1.08±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00
Mean SD	1.08±0.00 [†]	1.07±0.01	1.07±0.00	1.07±0.01	1.07±0.00	1.08±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00

*Number of inspected eggs: 5 per brand (number of brand), [†]Haugh unit and specific gravity of eggs from farm are significantly different from the total value of eggs from hypermarket ($P<0.05$), [‡]In the comparison of hypermarket eggs, Haugh unit and egg yolk index of grading eggs have a significantly different value ($P<0.05$). Data are expressed as the mean±SD.

Table 5. Freshness of eggs by collection time from the hypermarkets

Item	March				August				
	A N*=85 (17)	B N=40 (8)	C N=45 (9)	Total N=170 (34)	D N=45 (9)	E N=10 (2)	F N=25 (5)	G N=70 (14)	Total N=150 (30)
Haugh unit	72.10±8.26	75.39±11.85	74.81±7.14	73.59±8.81 [†]	69.44±8.50	68.22±11.09	61.71±6.96	66.03±6.80	66.48±7.65
Egg yolk index	0.47±0.03	0.48±0.03	0.48±0.02	0.48±0.03 [†]	0.44±0.02	0.47±0.03	0.46±0.06	0.44±0.04	0.44±0.04
Specific gravity	1.07±0.01	1.07±0.00	1.07±0.01	1.07±0.01	1.07±0.00	1.08±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00	1.07±0.00

*Number of inspected eggs: 5 per brand (number of brand), [†]Haugh unit and egg yolk index of collected eggs in March are significantly different from the value of collected eggs in August ($P<0.05$). Data are expressed as the mean±SD.

등이었다. 혈반이나 육반 등의 이물질 출현율을 관찰하기 위하여 제품마다 5개씩 총 350개의 시료를 검사한 결과 농장 계란 30개 중 12개(40.0%), 대형할인점 계란 320개 중 72개(22.5%)의 계란에서 이물질이 관찰되었다.

계란의 신선도

수거장소별 등급별 계란의 신선도를 알아보기 위해 호우단위, 난황계수 그리고 비중을 측정하였다. 농장계란의 호우단위평균, 난황계수, 비중은 각각 78.43±7.66, 0.44±0.05, 1.08±0.00이었고 대형할인점 계란의 결과는 각각 70.26±8.96, 0.46±0.04, 1.07±0.00으로 농장계란의 호우단위 평균과 비중이 대형할인점 계란에 비하여 높은 결과를 보였다. 대형할인점 계란

중 등급란과 비등급란을 비교해보면 등급란의 호우단위평균, 난황계수, 비중은 각각 74.88±8.28, 0.48±0.03, 1.07±0.00으로 비등급란의 결과값인 69.19±9.12, 0.46±0.04, 1.07±0.00과 비교하였을 때 등급란의 호우단위 평균과 난황계수가 높은 결과를 보였다(Table 4).

수거 시기별로 신선도를 비교해본 결과 3월에 수거한 계란의 호우단위 평균과 난황계수는 각각 73.59±8.81, 0.48±0.03으로 8월 수거 계란의 결과인 66.48±7.65, 0.44±0.04와 비교하여 높았고($P<0.05$) 비중은 차이를 보이지 않았다(Table 5).

계란의 가격대별로 신선도를 조사한 결과는 Table 6과 같으며 대형할인점의 호우단위와 난황계수, 비중은 가격대별 차이를 보이지 않았다.

Table 6. Freshness of hypermarket eggs by price

Price (won)	N*	Haugh unit	Egg yolk index	Specific gravity
<200	75 (15)	70.32±6.99	0.45±0.04	1.08±0.00
<250	120 (24)	67.57±9.54	0.47±0.04	1.07±0.00
<300	65 (13)	71.52±9.24	0.45±0.03	1.07±0.01
<400	60 (12)	74.20±8.95	0.47±0.02	1.07±0.00
Total	64	70.26±8.96	0.46±0.04	1.07±0.00

*Number of inspected eggs: 5 per brand (number of brand). Data are expressed as the mean±SD.

Table 7. Variation of microbial contamination from egg contents from the farm and hypermarket

Bacteria	Farm	Total	Hypermarket						
			A	B	C	D	E	F	G
	N*=18 (6)	N=192 (64)	N=51 (17)	N=24 (8)	N=27 (9)	N=27 (9)	N=6 (2)	N=15 (5)	N=42 (14)
Total bacterial count (CFU/ml)									
Less than 10 ¹	18	187	51	24	25	26	6	15	40
≥10 ¹ ~>10 ²	- [†]	3	-	-	-	1	-	-	2
≥10 ² ~>10 ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥10 ³ ~>10 ⁴	-	2	-	-	2	-	-	-	-
Total	18	192	51	24	27	27	6	15	42
Total coliforms	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonella</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Number of inspected eggs: 3 per brand (number of brand), [†]Not detected.

계란 내용물의 미생물

수거장소에 따른 계란 내용물의 미생물 출현을 비교해 본 결과, 살모넬라균과 대장균수는 전 건수 음성이었다. 세균수는 농장계란 6개 제품 18개 모두 0~10¹ CFU/mL 미만이었으며, 대형할인점 계란에서는 64개 제품 192개 중 0~10¹ CFU/mL 미만이 187개, 10¹ CFU/mL 이상 10² CFU/mL 미만이 3개, 10³ CFU/mL 이상 10⁴ CFU/mL 미만이 2개 검출되었다 (Table 7).

항생 · 항균물질 분석

수거 계란 전체에서 항생물질 및 합성항균제가 검출되지 않았다.

영양성분 분석

크로마토그램 및 표준곡선 작성: 비타민 E, DHA 및 cholesterol 표준물질의 크로마토그램은 Fig. 2과 같으며 각 5분대, 51분대, 9분대에 피크가 나타났다. 내부

표준물질인 5 α -cholestane과 C_{11:0} triundecanoic acid methyl ether는 각 29분대, 6분대에 나타났다.

영양성분 함량

난황 내 비타민 E를 측정된 결과 대형할인점 계란 중 비타민 E 강화 표기제품 6개의 비타민 E의 함량은 난황 100 g당 1.98~22.96 mg (14.04±8.81 mg)이었고 1개 제품을 제외한 5개 제품은 일반계란의 평균에 비하여 높았다. 대형할인점의 일반계란 58개 제품의 비타민 E의 함량은 난황 100 g당 1.75~16.36 mg (5.57±2.76 mg)이었고 강화미표기 제품 중 일부 제품은 비타민 E 강화 표기제품의 평균에 비하여 높은 함량을 보였다. 비타민 E 표기제품과 미표기 제품의 가격은 큰 차이가 없었다 (Table 8).

계란 내 비타민 E, DHA, 콜레스테롤의 가격대별 함량은 Table 9과 같다. 농장 수거 계란의 비타민 E는 난황 100 g당 8.05±3.04 mg, DHA는 전란 100 g당 259.09±143.38 mg, 콜레스테롤은 난황 100 g당 1,106.86±173.84 mg이었다. 대형할인점 수거 계란의 비타민 E (6.36±4.39 mg/난황 100 g), DHA (193.71±140.39 mg/

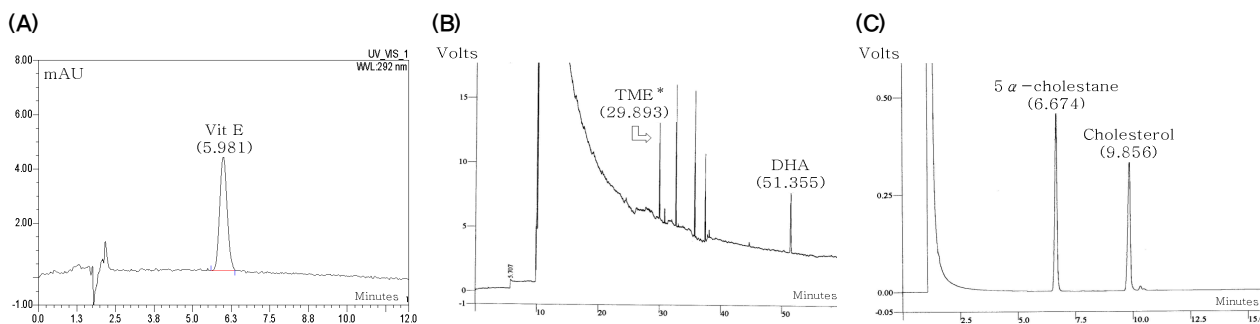


Fig. 2. Chromatograms of nutritive components. (A) Vitamin E. (B) Docosahexaenoic acid (DHA). (C) Cholesterol, C_{11:0} triundecanoic acid methyl ether (TME).

Table 8. Vitamin E contents in egg yolk from farm and hypermarket

Vitamin E	Brands of vitamin E enriched eggs			Brands of ordinary eggs		
	N*	Vitamin E content (mg/100 g yolk)	Price (won)	N	Vitamin E content (mg/100 g yolk)	Price (won)
Farm	0	-	-	6	8.05±3.04 (5.01 ~ 13.23)	-
Hypermarket	6	14.04±8.81 (1.98 ~ 22.96)	256.7±88.2 (156.0 ~ 370.0)	58	5.57±2.76 (1.75 ~ 16.36)	243.9±58.4 (132.7 ~ 388.0)

*Number of brand, 1 brand=3 eggs. Data are expressed as the mean±SD (range).

Table 9. Nutrient contents (vitamin E, DHA and cholesterol) of eggs by price

Price (won)	N	Vitamin E (mg/100g yolk)	DHA (mg/100 g egg)	Cholesterol (mg/100 g yolk)
Farm	6	8.05±3.04 (5.01 ~ 13.23)	259.09±143.38 (110.49 ~ 524.59)	1,106.86±173.84 (900.50 ~ 1,320.86)
Hypermarket				
Total	64	6.36±4.39 (1.75 ~ 22.96)	193.71±140.39 (36.42 ~ 714.41)	920.87±194.57 (629.35 ~ 1,407.72)
<200	15	4.99±1.46 (2.94 ~ 7.20)	190.38±138.75 (46.63 ~ 547.48)	1,009.82±245.07 (645.70 ~ 1,407.72)
<250	24	6.15±3.98 (1.98 ~ 20.91)	216.36±125.01 (36.42 ~ 521.37)	949.15±141.57 (679.02 ~ 1,203.44)
<300	13	5.67±3.70 (1.75 ~ 16.22)	160.57±173.96 (42.48 ~ 714.41)	833.31±227.13 (629.35 ~ 1,348.28)
<400	12	9.25±6.87 (2.85 ~ 22.96)	188.46±142.23 (45.95 ~ 510.14)	848.00±121.66 (681.48 ~ 1,017.77)

Data are expressed as the mean±SD (range).

전란 100 g), 콜레스테롤(920.87±194.57 mg/난황 100 g)과 비교하였을 때 세 영양성분 모두 농장계란의 함유량이 높은 경향을 보였다. 대형할인점 판매 계란의 영양성분 함량을 가격대별로 비교해 본 결과 가격이 높을수록 비타민 E 함량이 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었고 DHA와 콜레스테롤 또한, 가격대별 차이를 보이지 않았다.

고찰

계란은 산란 직후부터 이화학적 성분의 변화로 품

질이 저하되기 시작하며 이는 산란 후 저장기간 동안 온도, 상대 습도, 취급 방법에 따라 달라지기 때문에 유통과정에서 계란의 품질 유지가 매우 중요하다(이, 1999). 낮은 온도에서 저장되었던 계란들이 높은 온도에서 저장된 계란들에 비하여 호우단위가 더 높게 나타난 과거의 여러 연구에서 볼 수 있듯이 보관온도는 계란의 신선도에 직접적인 영향을 미친다(석과권, 2004; 이 등, 2002; 하 등, 2002; Keener 등, 2006).

이번 연구에서 조사한 대형할인점 7곳은 모두 계란을 냉장보관 하였으나 농장계란에 비하여 호우단위가 낮았고 3월에 대형할인점에서 수거한 계란의 호우단위와 난황계수는 8월에 수거한 대형할인점의

계란에 비하여 높았는데 이는 판매장소 온도뿐만 아니라 유통온도 및 유통기간이 중요함을 나타낸다. 운송 시 냉장을 유지하며 수송거리가 짧은 계란이 실온 장기 수송 계란에 비하여 호우단위의 변화가 적었다는 축산과학원(2008)의 자료에서 볼 수 있듯이 계절별 기온차이가 30°C 이상인 우리나라의 여름철에 상온 유통된 계란은 품질 및 위생도가 심하게 떨어질 수 있으며 소비자의 건강에 악영향을 미칠 수 있다.

농림수산물식품부(2010)는 '계란 위생관리 종합대책'을 발표하여 식용란의 보관·유통 시 직사광선을 피하여 온도를 일정하게 유지(30°C 초과 금지)할 수 있도록 하고, 냉장(0~10°C) 계란은 건조 처리되지 않고서는 상온 보관·유통을 금지하며 식용란에 대한 권장 유통기간을 보관 온도별로 설정하는 등 유통 식용란을 신선하게 유지하기 위한 방법을 강구하고 있다. 또한, 농림수산물검역검사본부는 식용란의 유통 관리를 개선하기 위하여 식용란을 의무적으로 포장하고 포장지에 유통기한, 생산자명, 판매자명 및 소재지, 제품명, 내용량 등을 의무적으로 표시하도록 하며 계란의 난각에 생산자명을 의무적으로 표시하도록 축산물의 표시기준을 개정하였고 식용란의 보존 및 유통 기준에 대하여 온도를 명시(0~15°C)하여 축산물의 가공기준 및 성분규격을 개정하였다(농림수산물검역검사본부, 2011a). 이처럼 정부차원에서 식용란의 신선도를 유지하기 위한 대책을 내놓고 있으나 현실적으로 완전한 저온유통체계를 확립하기는 어려운 실정이다. 국가적 차원의 점진적 제도 개선을 통하여 향후에는 농장에서 판매장까지 모든 단계에서 완전한 저온유통체계를 확립함으로써 계란의 신선도 및 품질을 유지하여 소비자가 안심하고 구매할 수 있는 기반을 마련해야 할 것이다.

계란은 유통기간이 장기화되거나 상온으로 유통되는 경우, 난각에 오염된 미생물들이 난각의 기공이나 미세한 틈을 통하여 내부로 이동함으로써 식중독의 발생 위험이 매우 증가할 수 있다(장 등, 1999). 이번 연구에서 식중독을 일으킬 수 있는 원인균 중 살모넬라균과 대장균에 오염된 계란은 없었고 일반세균이 10² CFU/mL를 초과하여 검출된 계란은 70개 제품 210개 계란 중 5개였으며 미세척 계란이었다. 세척란 17개 제품은 모두 자외선 살균 또는 코팅 처리되었는데 이것은 세척 시 큐티클 층 제거에 의해 미생물이 침투함으로써 일어나는 품질저하를 보완하기 위함이다(김 등, 2008; 이와 흥, 2005; 전 등, 1993). 살균, 코팅이 세척란의 품질 유지에 도움이 되지만 세척 자체

가 계란의 품질저하의 원인이 되므로 가급적 세란을 금하고 채집·보관 및 유통 시 위생적인 관리를 통하여 미생물 오염의 가능성을 낮춤으로써 계란의 품질을 유지해야 하겠다(이와 흥, 2005).

식용란 중 항생·항균물질 잔여검사법으로 이번 연구에 사용된 모든 식용란에서 항생물질 및 합성항균제가 검출되지 않아 인천 내 대형할인점 판매 계란이 항생·항균물질로부터 안전함을 알 수 있었으며 향후에도 농가의 체계적인 질병 관리, 휴약기간 준수, 검사기관의 지속적인 감시 등을 통하여 잔류물질로부터 안전한 식용란 공급에 힘써야 할 것이다.

소비자의 건강에 관한 관심 상승과 소득수준의 향상에 발맞추어 채란업계에서는 특정 영양성분을 강화한 특수란을 생산함으로써 소비자의 구매 욕구를 충족시키고 있다. 이번 연구에서 대형할인점 계란 64개 제품 중 10개 제품이 특정 성분을 강화한 강화란이었으며 그 중 지용성비타민인 비타민 E 강화란이 6개 제품으로 가장 많았다. 비타민 E의 대표적인 기능은 항산화 작용으로 일반계란에도 난황 100 g당 4.2 mg이 존재한다(이, 1999; 조, 2010). 계란 내 비타민 E의 함량은 사료 내 비타민 E 함량을 높임으로써 증가시킬 수 있다는 연구 및 시판되고 있는 비타민 E 강화란과 일반란의 함량이 큰 차이를 보이지 않았다는 연구 등이 있으나 최근 시판되고 있는 계란의 비타민 E 함량에 대한 연구는 많지 않다(강 등, 1995; 박과 장, 2000). 이번 연구에서 비타민 E 강화표기 제품의 비타민 E 함량을 조사한 결과 6개 제품 1개 제품은 일반계란의 평균 함량에 비하여 낮게 나타났는데 과거에는 식용란의 영양강조표시에 대한 확실한 기준 및 근거가 없어 강화영양성분 함량이 표시에 미치지 못해도 법의 적용이 어려웠으나 최근 축산물의 표시기준이 개정되어 식용란의 영양소 함량에 대하여 '강화', '저', '함유' 등의 영양강조표시 기준과 허용 범위를 적용할 수 있게 되었다(농림수산물검역검사본부, 2011b). 이로 인하여 식용란의 영양성분에 대한 과대 및 허위표시를 지양하여 소비자의 합리적 소비와 영양섭취에 긍정적 작용을 하게 될 것으로 생각한다.

DHA는 오메가-3 지방산(ω -3 또는 n-3)의 일종으로서 뇌 또는 신경조직의 발육이나 기능유지에 필요하며 심혈관계 질환 예방, 혈중 콜레스테롤 농도 저하 등 많은 기능을 가지고 있다(Connor, 2000; Simopoulos, 2000; 정, 1999). 계란의 DHA 함유량은 문헌마다 차이를 보이는데 박과 장(2000)에 따르면 일반란은 전란 100 g당 15.66~27.17 mg, 지방산 강화란은

46.16~289.03 mg을 함유하고 있고 Simopoulos 등 (2000)에 따르면 일반란은 난황 1 g당 1.1 mg, 산란계에 어분을 급여한 계란은 6.5 mg을 함유하고 있다고 발표하였다. 또한, 일반란에서 DHA가 전혀 검출되지 않은 보고도 있다(왕과 구, 2001). 이는 계란 내 DHA 함량이 산란계에 급여하는 사료에 따라 달라지기 때문이라 생각되며 실제로 어분, 어유 첨가사료를 급여함으로써 계란 내 DHA 함량이 크게 증가했다는 여러 문헌에서 확인할 수 있다(강 등, 2006; 박 등, 1997). 이번 연구에서 계란의 DHA 함량은 전란 100 g당 36.42~714.41 mg으로 제품 간 차이를 보였다. 사료에 의한 계란 내 지방산 증가가 가능하기 때문에 지속적인 연구를 통한 양질의 불포화지방산을 강화한 강화란의 개발이 계속되고 있으며 소비자의 건강 증진에 도움을 줄 것으로 기대된다(박과 장, 2000).

계란의 콜레스테롤은 약 1,280 mg/난황 100 g 정도이며 이 콜레스테롤이 혈중 콜레스테롤 수치에 미치는 영향은 문헌마다 다른 결과를 보이고 있다(박과 장, 2000, 장 등, 2011; O'Brien과 Reiser, 1980). 계란의 콜레스테롤이 실험용 쥐의 혈중 콜레스테롤을 증가시켰다는 연구와 사람의 혈중 콜레스테롤에 영향을 미치지 않았다는 연구 등 상반된 의견이 대립하고 있으며 이것은 소비자들에게 혼란을 주고 콜레스테롤에 대한 부정적인 인식을 쉽게 불식시키지 못하고 있다. 따라서 소비자의 불안감 해소를 위해 계란 내 콜레스테롤을 감소시키거나 생산된 계란으로부터 콜레스테롤을 제거하는 많은 연구가 진행되고 있다(박, 2004; 이 등, 1993; 지, 2004). 이번 연구에서는 콜레스테롤 함량에 대한 기능성 계란은 없었지만 시판되는 전체 계란의 콜레스테롤 함량을 조사하여 가격대별로 비교·분석함으로써 가격과의 연관성을 조사하고자 하였다. 그 결과 가격대별로는 콜레스테롤의 함량 차이가 없었고 수거장소별로는 농장계란의 콜레스테롤이 대형할인점 계란에 비하여 높은 경향을 보였는데 원인 분석을 위해서는 산란계의 사료, 연령, 환경 차이 그리고 보관 기간 등의 조사가 필요할 것으로 생각한다.

계란은 소비자의 식생활 및 건강에 밀접하게 관련되는 만큼 정부 및 모든 국민이 양질의 계란이 공급되도록 관심을 가져야 한다. 특히 신선도 유지에 대한 끊임없는 노력이 필요하며 기능성 계란의 특정 영양성분 표기 및 실제 함량에 대한 지속적인 감시를 통하여 소비자의 합리적인 소비를 추구하며 나아가 축산농가의 소득증대에도 긍정적 영향이 미치도록

해야 할 것이다.

결론

인천지역 대형할인점 7개소의 유통 계란 64개 제품과 농장계란 6개 제품의 신선도와 영양성분 함량을 조사하였다. 계란의 신선도를 알아보기 위한 호우단위, 난황계수, 비중을 측정한 결과 농장 계란의 호우단위와 비중이 대형할인점 계란에 비하여 높은 결과를 보였고($P<0.05$) 난황계수는 차이가 없었다. 대형할인점 계란 중 등급판정란은 비등급란에 비하여 호우단위와 난황계수가 높았고($P<0.05$) 비중은 차이가 없었으며 3월 수거 계란은 8월 수거 계란에 비하여 호우단위와 난황계수가 높았다($P<0.05$). 70개 제품 210개 계란의 미생물 검사결과 살모넬라균은 농장과 대형할인점 210개 계란에서 전 건수 음성이었고 대장균군은 210개 계란에서 0~ 10^1 CFU/mL 이하로 검출되었다. 세균수는 농장계란 6개 제품 18개 계란 모두 10^1 CFU/mL 미만이었으며, 대형할인점 계란에서는 64개 제품 192개 계란 중 0~ 10^1 CFU/mL 이하가 187개, 10^1 초과 10^2 CFU/mL이하가 3개, 10^3 CFU/mL 초과 10^4 CFU/mL 이하가 2개 검출되었다. 잔류항생물질 검사는 모두 음성이었다. 대형할인점 계란 중 비타민 E 강화 표기제품 6개의 함량은 난황 100 g 당 1.98~22.96 mg (평균 14.04±8.81 mg)이었고 6개 중 5개 제품은 일반계란의 평균에 비하여 함량이 높았으며 1개 제품은 낮았다. 대형할인점의 일반계란 58개 제품의 비타민 E의 함량은 난황 100 g 당 1.75~16.36 mg (평균 5.57±2.76 mg)이었고 비타민 E 표기제품과 미표기 제품의 가격은 큰 차이가 없었다. 비타민 E와 DHA, 콜레스테롤의 함량은 가격대별 차이가 없었다. 이러한 결과를 토대로 신선한 계란이 합리적인 가격으로 소비자들에게 공급되도록 생산 및 유통, 관리 구조가 개선되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 강창원, 강경래, 남기택. 1995. 사료 비타민 A와 비타민 E의 계란 내 이행에 관한 연구. 한국가금학회지 22: 117-128.
- 강환구, 김경현, 박병성, 장애라. 2006. 난황 콜레스테롤과 지방산 조성에 관한 서로 다른 지방의 첨가. 한국축산식품학회지 26: 517-524.

- 국립수의과학검역원. 2009. 축산물 중 유해물질 분석법 편람: 동물용의약품편. pp. 20-25.
- 김동호, 윤혜정, 송현파, 임병락, 조철후. 2008. 계란 오염 세균의 분리 및 분리 균주의 감마선 감수성 평가. 한국식품저장유통학회지 15: 774-781.
- 농림수산물검역검사본부. 2011a. 축산물의 가공기준 및 성분규격. 농림수산물검역검사본부 고시 제 2011-105호.
- 농림수산물검역검사본부. 2011b. 축산물의 표시기준. 농림수산물검역검사본부 고시 제 2011-110호.
- 농림수산물식품부. 2010. 계란제품 위생관리 종합대책.
- 농수산물유통공사. 2008. 주요 농산물 유통실태. pp. 795-808. 현대문화인쇄, 서울.
- 농수산물유통공사. 2011. 주요농산물소비패턴. pp. 305.
- 농협중앙회 축산유통부. 2011. 축산물수급동향. pp. 105. 축산물가격 및 수급자료. 대양문화인쇄사, 서울.
- 박구부, 김진형, 김진성, 진상근, 신택순, 이정일, 박태선, 성필남. 1997. 올리브기름, 카놀라기름 및 정어리기름의 급여가 계란의 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량에 미치는 영향. 한국가금학회지 24: 145-151.
- 박병성, 장애라. 2000. 항혈전작용 및 콜레스테롤 대사에 관한 흰쥐 식이내 삶은 계란 급여 효과. 한국축산식품학회지 20: 1-7.
- 박병성. 2004. 난황콜레스테롤 및 계란 품질에 관한 식이내 베타-사이클로덱스트린의 효과. 한국식품영양과학회지 33: 614-620.
- 박우문. 이희애, 전기홍, 유익중. 2000. 지방산, 비타민 및 특정 성분 강화란의 성분함량에 관한 연구. 한국축산식품학회지. 20: 207-213.
- 석윤오, 권정택. 2004. 계란의 저장기간, 저장온도 및 암탉의 수정이 계란의 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지 31: 203-212.
- 소비자시민모임. 2009. 계란 품질 · 영양 · 가격 비교 검사 결과. pp. 1-26.
- 식품의약품안전청. 2010. 건강기능식품공전. 식품의약품안전청 고시 제 2010-7호.
- 왕수경, 구난숙. 2001. 일반란 및 기능란의 난황 속의 지방산 조성 및 함량 비교. 한국영양학회지 31: 14-19.
- 이복희, 유익중, 강통삼. 1993. 계란의 콜레스테롤 함량 조절 기술에 관한 고찰. 한국가금학회지 20: 217-231
- 이성기. 1999. 계란의 영양과 콜레스테롤-계란의 품질, 미생물 및 보존. pp. 27-63. 계란과 닭고기의 과학. 유한문화사, 서울.
- 이성모, 김경호, 홍종해. 2002. 계란의 보관방법에 따른 품질 변화. 한국가축위생학회지 25: 15-22.
- 이성모, 홍종해. 2005. 계란의 난각 처리와 보관 방법에 따른 품질 변화. 한국가축위생학회지 28: 225-234.
- 장금일, 박종현, 김광엽. 1999. Confocal Scanning Laser Microscopy를 이용한 계란에서의 *Salmonella enteritidis* 오염 연구. 한국식품과학회지 31: 771-777.
- 장애라, 김동욱, 박정은, 최주희, 강근호, 함준상, 오미화, 설국환, 이승규, 김동훈, 김현욱, 황경아, 황유진, 김혜경. 2011. 계란 급여가 일반식이와 고콜레스테롤 식이를 급여한 C57BL/6 마우스의 혈중지질과 분변 담즙산에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 31: 250-256.
- 전기홍, 박영신, 유익중. 1993. 세척란의 저장성에 영향을 미치는 요인. 한국가금학회지 20: 33-41.
- 정운길. 1999. 식품영양학사전. pp. 262. 한국사건연구원, 서울.
- 조성희. 2010. 비타민 E: α -토코페롤 대 그 외 비타민 E. 한국영양학회지 43: 304-314.
- 지규만. 2004. 계란의 콜레스테롤 함량과 지방산의 조절: 현재와 전망. 한국가금학회지 31: 61-71.
- 축산과학원. 2008. 계란품질 그때그때 달라요. 대한양계협회 월간양계 40: 168-170.
- 하정기, 김태호, 나재천, 강보석, 하광수, 김동혁, 이상진. 2002. 계란 농후난백의 높이 측정부위에 따른 albumen index와 haugh unit의 변화. 한국가금학회지 29: 157-170.
- 한석현. 1996. 계란의 영양학적 가치. pp. 111-124. 계란의 과학과 그 이용. 선진문화사, 서울.
- Connor WE. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. Am J Clin Nutr 71: 171-175.
- Keener KM, McAvoy KC, Foegeding JB, Curtis PA, Anderson KE, Osborne JA. 2006. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. Poultry Sci 85: 550-555.
- O'Brien BC, Reiser R. 1980. Human plasma lipid responses to red meat, poultry, fish and eggs. Am J Clin Nutr 33: 2573-2580.
- Simopoulos AP. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Poultry Sci 79: 961-970.