

산란계 품종별에 따른 계란의 주요 성분과 품질 비교[†]

김병기¹ · 하재정² · 이준구³ · 오동엽⁴ · 정대진⁵ · 최성복⁶ · 황은경⁷ · 김수정⁸ · 이제영⁹

¹²³⁴⁵ 경상북도 축산기술연구소 · ⁶ 국립축산과학원 가축유전자원센터 ·

⁷ 경북전문대학교 호텔조리제빵과 · ⁸ 한국생명공학과학원 · ⁹ 영남대학교 통계학과

접수 2016년 7월 18일, 수정 2016년 9월 13일, 게재확정 2016년 9월 19일

요약

본 논문은 계란에 대한 소비자들의 인식을 향상시키기 위해 산란계 종류에 따른 계란품질과 성분 조성을 실험 및 분석하였다. 산란개시 32주령에 있는 4개 품종의 청색란실용계 (BC), 연산오골계 (YS), 재래닭 (KN), 백색레그혼 (WL) 총 120수 (각 처리구당 10수 × 3반복 × 4처리구)를 임의 배 치하여 생산된 계란의 성분을 분석하였다. 계란의 품질 평가의 경우, BC가 다른 품종에 비하여 호우 닷 계수 (82.82), 난각강도 (0.37mm) 및 난각두께 (40.58kg/cm²)가 유의적으로 높게 나왔으며, 계란의 콜레스테롤 함량은 BC가 317.58mg/100g로 가장 낮았지만, YS는 381.30mg/100g으로 매우 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 그리고 계란의 지방산 조성에서 oleic acid (C18:1n9) 함량은 BC가 다른 품종보다 매우 낮았으며, 아미노산의 경우에는 Threonine과 Proline을 제외한 모든 성분에서 대체로 WL종이 다른 품종보다 더 높게 나타났다 ($p < 0.05$).

주요용어: 계란성분, 산란계, 아미노산 조성, 지방산 조성.

1. 서론

일반적으로 계란은 우유와 더불어 완전식품으로서 양질의 단백질을 포함하여 불포화 지방산, 철분, 비 타민 A, D, E, K 및 B 등의 풍부한 영양소를 함유한 식품이다 (Forsythe, 1970). 계란은 난각, 난백, 난황으로 각각 구성되어 있다. 이 중 난백은 수양난백과 농후난백으로 구분되고, 난황은 난황막으로 둘러 싸여 있다. 평균 중량을 60g으로 가정 했을 때, 난각이 전체중량의 1.5%를 차지하고 나머지가 가식부 분으로 이 중 난황이 31.0%, 난백이 58.5%를 차지하고, 가식부분 중 75%는 수분이며, 인간이 영양소로 이용할 수 있는 계란의 고형물은 계란 한 개당 약 25% 정도다 (Na, 2010). 오늘날 국민소득의 향상으로 식생활이 건강 지향적으로 변화됨에 따라 소비자들의 계란구매 형태도 변하고 있는데, 최근 유정란 뿐만 아니라 셀레늄 계란, 고칼슘 계란 등의 기능성 계란에 대한 관심이 높아져 이와 관련된 연구가 많이 진

[†] 본 연구는 농촌진흥청농업과학기술 공동연구개발사업 (과제번호: PJ011639052016, 과제명: 국가 주요 종축 및 가축유전자원의 분산보존을 통한 경북지역 지속적 축산발전 기반 구축)의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

¹ (36052) 경북 영주시 안정면 대룡산로 186, 경상북도 축산기술연구소, 연구실장.

² (36052) 경북 영주시 안정면 대룡산로 186, 경상북도 축산기술연구소, 농업연구사.

³ (36052) 경북 영주시 안정면 대룡산로 186, 경상북도 축산기술연구소, 농업연구사.

⁴ (36052) 경북 영주시 안정면 대룡산로 186, 경상북도 축산기술연구소, 농업연구사.

⁵ (36052) 경북 영주시 안정면 대룡산로 186, 경상북도 축산기술연구소, 농업연구사.

⁶ (55717) 전북 남원시 운봉읍 용산리 531, 국립축산과학원 가축유전자원센터, 농업연구관.

⁷ (36133) 경북 영주시 휴천동 대학로 77, 경북전문대학교 호텔조리제빵과, 교수.

⁸ (36133) 대전광역시 유성구 과학로 124, 한국생명공학연구원, 연구원.

⁹ 교신저자: (38541) 경북 경산시 대동 214-1, 영남대학교 통계학과, 교수. E-mail: jlee@yu.ac.kr

행되고 있다 (Kim과 Wang, 1997; Bae 등, 2003). 또한 계란은 다량의 콜레스테롤을 함유하고 있어 콜레스테롤 섭취와 심혈관계 질환과의 연관성 (Suk, 2001; Cannon, 1990)에 대한 관심이 보도되어 양계업자들은 계란가격 폭락 등으로 어려움을 겪기도 하였다. 따라서 계란을 생산하는 양계농가들은 소비자들의 기호를 충족시키기 위하여 지속적으로 품종개량 등에 많은 관심과 노력을 기울이고 있지만 아직도 미흡한 상태다 (Lee 등, 2013).

최근 고객들은 다양한 칼라와 이미지를 선호하여 계란 껍데기가 푸른빛을 띠는 청색란을 비롯하여 옛날부터 임금님의 진상품으로 알려진 오골계란과 우리 것인 토종란을 많이 구매하는 추세인데, 소비자들은 실질적으로 이러한 계란들 간의 성분차이를 거의 알 수 없고, 이에 대한 연구결과도 전무한 실정이다.

따라서 본 시험은 일반 소비자들이 가장 선호하는 토종계란을 비롯하여 연산오골계, 실용청색계 및 백색레그혼이 생산하는 계란 간의 이화학적 성분차이와 계란품질을 비교 분석하고자 실시되었다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시축 사양관리 및 실험재료

공시축은 경상북도축산기술연구소에서 국가가축유전자원축으로 사육보유 중인 산란계 4품종 BC (Blue Arakana Commercial Fowl, 청색란 실용계), YS (Yensan Silky Fowl, 연산오골계), KN (Korean native Fowl, 재래닭), WL (White Leghorn Fowl, 백색레그혼)을 대상으로 실시하였다. 시험은 부화후 32주령으로 동일 부화일령에 생산된 것으로 총 120수 (4처리 × 3반복 × 10수씩)를 임의 배치하여 실시하였다. 시험 장소는 경상북도 축산기술연구소 가축유전자원 사육계사에서 4주간 산란된 계란을 수거하여 분석에 이용하였다. 급여사료는 H사료 공장에서 생산된 산란초기용 배합사료를 급여하였고, 이 때 배합비와 성분 분석은 AOAC (2004)법에 따라 분석하였다 (Table 2.1).

Table 2.1 Formula and chemical compositions of the basal diets for laying hens

Ingredients	%	Chemical composition	%
Yellow corn	59.55	ME (Kcal/kg)	2,650
Soybean meal (44%)	8.50	Crude Protein	16.50
Wheat bran	6.87	Ca	3.38
DCP	1.75	Avail. Protein	0.45
Limestone	7.65	Lysine	0.87
DL-Methionine (50%)	8.57	Methionine	0.29
L-Lysine (78%)	0.04	Met + Cys	0.57
Salt	0.30	-	-
DL-Methionine ¹⁾	8.57	-	-
Vitamin Premix ²⁾	0.10	-	-
Total	100.00	-	-

¹⁾Supplied per kg diet : Fe 56mg, Co 0.7mg, Cu 56mg, Mn 84mg, Zn 70mg, I 1.4mg, Se 0.2mg

²⁾Vitamin premix per kg diet : Vit A 9,000IU, Vit D 1800IU, Vit E 30IU, Vit K 1mg, Vit B1 1mg, Vit B3 1mg, Vit B2 4mg, Vit B6 4mg, Vit B12 0.02mg, Pantothenic acid 12mg, Niacin 30mg, Biotin 0.2mg, Folic acid 0.5mg

2.2. 계란의 일반성분과 계란품질 측정

일반성분 분석은 AOAC (2004)방법에 따라 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량을 측정하였다. 계란의 품질을 조사하기 위하여 난황색과 호우 유닛 측정은 Egg Multi Tester EMT-5200 (Co, Technox INC, Korea)를 이용하였다. 첫 번째, 호우 유닛 (HU) 측정은 TTS의 QCM+ (기능을 통합 관리

하는 장치)를 이용하여 농후난백 높이와 난중을 측정하면 TTS와 연결된 PC의 프로그램 (QCM+ Eggware, ver 1.06)에서 난중과 난백 높이의 자료를 받아, 호우산식 (Haugh Unit)에 의해 자동적으로 계산하였다.

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

H : 난백의 높이 (mm), W : 난중 (g)

두 번째, 난황색 측정은 호우 유니트를 측정한 후 난황을 TTS의 QCM+와 연결된 Color meter (QCC)로 측정하는데 1~15까지 수치화하여 표시한다. (1은 밝은 노랑, 15는 짙은 노랑). 끝으로 난각 두께는 두께 측정기 (Miyutoyo 0~25mm, Japan)를 이용하여 측정하는데, 계란의 둔단부와 예단부를 배제한 부분에서 난각 내막을 제거한 후 3부분을 측정하여 평균치로 계산하였다.

2.3. 계란의 콜레스테롤 함량 측정

계란의 난황 중 콜레스테롤 분석은 난황시료 2g을 50mL 튜브에 넣고 saponification 시약 10mL와 internal standard (5-cholestane)를 0.5mL씩 넣어준 후 약 14초간 9,500xg에서 균질화 시켰다. 뚜껑을 완전밀봉 후 60°C에서 1시간 동안 가열한 후 상온까지 완전히 식힌 다음 층이 분리되면 상층 1mL를 회수하여 완전히 건조시켰다. 건조시킨 후에 pyridine 200 μ L와 sylon BFT (Bistrifluoro - actamide + Trimethyl chloro silane, 99 : 1, Supleco) 100 μ L을 넣고 지방을 완전히 녹인 다음 Gas chromatography (HP-6890, Agilent Technologies, USA)를 이용하여 분석하였다. 이때 GC 분석조건은 Oven temperature 180°C, Injection temperature : 280°C, split ratio : 19.1 : 1, Column : capillary column, 30m \times 0.32mm I. D., 0.25 μ m film thickness (HP-5 MS, J & W. Scientific, USA), maximum oven temperature : 325°C, flame ionization detector temperature : 350°C, H₂ flow : 33.0mL/min이다.

2.4. 계란의 지방산 분석

각 품종별 무작위로 20개 계란의 난황을 잘 혼합하여 완전 균질화 하여 지방을 추출하였다. 추출용매 (Chloroform : methanol = 2 : 1)로 추출한 지방 8~20mg을 정확히 취한 후 0.5N NaOH 2mL을 가하여 sand bath에서 15분간 가열한 후 완전히 냉각시켰다. 냉각 후 BF₃-methanol 용액 4mL을 가한 후 sand bath에서 가열하였다. 가열 후 완전히 냉각시키고 이 용액에 heptan 2mL, NaCl 포화용액 4mL을 가하여 vortex 에서 1분간 혼합하였다. 혼합 후 30분간 실온에서 정치하고 주사기, acro disk를 사용하여 heptan 층을 filtering 한 후 상등액 0.5 μ L를 취하여 Gas Chromatography (Shimadzu GA-17A)에 injection하였다.

이 때 분석조건은 column의 초기온도 경우 180°C에서 시작하여 1.5°C/min의 속도로 230°C까지 온도를 상승시켜 2분간 유지하였다. 이때 injector와 detector (FID)의 온도는 각각 240°C, 260°C로 하였고, 지방산은 표준 품과 retention time을 비교하였으며, 함량은 백분율 (%)로 환산하였다.

2.5. 계란의 아미노산 분석

아미노산 분석을 위하여 계란 (흰자와 노른자 믹서) 시료 2g와 6 N HCl 40mL를 등근 플라스크에 넣고 혼합한 다음 110°C에서 24시간 동안 질소가스를 주입하여 가수분해하였다. 염산을 50°C에서 증발 농축시킨 다음 농축시료는 0.2N Sodium citrate buffer (pH 2.2) 50mL를 넣어 희석시키고 여과지 (0.45 μ m)로 여과하였다. 여과한 시료 (30 μ L)는 아미노산 분석기 (Model 835, Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였다.

2.6. 통계분석

본 연구에서는 산란계 종류에 따른 계란품질과 성분조성의 차이를 알아보기 위해 SAS Program (2004)를 이용하여 분산분석 (analysis of variance)을 실시하였고 (Kim과 Lee, 2015; Jang, 2016; Lee 등, 2015), 사후검정으로 처리구 간의 평균 유의성 검정은 던칸의 다중범위 검정 (Duncan's multiple range test)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 계란의 품질

계란의 품질은 Table 3.1에 나타난 바와 같다. 계란의 일반성분은 난황과 난백을 혼합한 전란을 분석하였다. 품종별로 성분의 평균을 살펴보면 수분함량은 70.59~73.50%, 조단백질은 12.39~12.76%였다. 그러나 조지방의 평균은 BC가 7.68%이었으나 YS는 9.14%, KN는 9.31%, WL는 8.54%로서 전반적으로 청색란 실용계가 연산오골계, 재래닭 및 백색레그혼보다는 더 낮았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p<0.05$). 조회분의 경우에 BC가 0.86%, YS는 1.09%, KN는 1.00% 및 WL는 0.87%로서 청색란 실용계가 연산오골계와 재래닭 보다는 크게 낮았고, 통계적으로도 유의한 차이가 있었으나 ($p<0.05$), 백색레그혼과는 통계적으로 유의한 차이가 없다.

Table 3.1 Comparison of quality of egg by laying hen breeds

Items	BC ¹⁾	YS ²⁾	KN ³⁾	WL ⁴⁾	F-Value	P-Value
Moisture, %	73.50 ^a ±0.09 ⁵⁾	71.66 ^b ±0.93	70.59 ^b ±1.40	73.20 ^a ±0.42	9.64	0.0005
Crude Fat, %	7.68 ^c ±0.68	9.14 ^{ab} ±0.42	9.31 ^a ±0.40	8.54 ^b ±0.26	7.03	0.0021
Crude Protein, %	12.76±0.12	12.60±0.15	12.39±0.29	12.43±0.48	0.44	0.7806
Crude Ash, %	0.86 ^c ±0.01	1.09 ^a ±0.08	1.00 ^{ab} ±0.09	0.87 ^c ±0.06	7.98	0.0012
Haugh unit	82.82 ^a ±6.06	71.32 ^{cd} ±3.79	68.66 ^d ±4.49	73.87 ^{bc} ±5.47	15.25	<.0001
Yolk color	5.34 ^b ±0.60	7.09 ^a ±0.23	6.96 ^a ±0.36	6.84 ^a ±0.50	9.66	0.0005
Eggshell thickness, mm	0.37 ^{ab} ±0.02	0.34 ^{bc} ±0.02	0.33 ^c ±0.01	0.38 ^a ±0.02	3.70	0.0275
Eggshell breaking strength, kg/cm ²	40.58 ^a ±1.79	34.20 ^b ±1.03	33.37 ^c ±2.59	38.38 ^a ±2.25	21.81	<.0001
Cholesterol in yolk, mg/100g	317.55 ^d ±10.48	381.30 ^a ±8.89	344.75 ^b ±7.77	333.41 ^c ±11.02	54.87	<.0001

¹⁾ Blue (Arakana) commercial Fowl

²⁾ Yeonsan Silky Fowl

³⁾ Korean native Fowl

⁴⁾ White Leghorn Fowl

⁵⁾ Means±SD

^{a-d}: Means with the different superscripts in the same row are significantly different ($p<0.05$)

계란의 품질은 계란 소비를 결정하는 데 중요한 요소이며, 특히 최근의 소비자 기호도와 관련하여 식품적 가치를 높이려면 내부와 외부의 품질이 우수해야 한다 (Leeson과 Summers, 1991). 계란 품질을 평가하는 항목의 하나로 레이몬드 호우가 제안한 호우닛 계수를 이용하는데 이것은 계란의 중량과 농후 난백의 높이를 측정하여 계란의 신선도를 산식에 의해 수치화 한 것이다. 계란의 저장기간이 길어지면 농후난백의 수분이 노른자나 수양난백으로 이동하는데 이 때 농후난백의 노른자로 접촉 부분 높이를 측정하여 신선도 값을 측정한다. 현재 우리나라에서는 계란 노른자로부터 농후난백이 넓게 확산되는 방향으로 1cm되는 지점의 흰자 높이를 측정하여 신선도 측정값으로 이용하고 있다. 만약 계란의 품질이 저하되면 중량 감소, 흰자의 수양화, CO₂ 방출, PH 상승, 미생물 증가 현상이 일어나게 된다. 본 시험에서는 BC가 82.82 이었고 그 다음으로 WL은 73.87, YS는 71.32, KN은 68.66으로 대체로 청색란 실용계가 더 높게 나타나 다른 계란보다 더욱 신선도가 좋게 나타났다. 이같은 결과는 대형 할인점에서 시판중인 계란의 호우유닛은 70.26±8.96이었으나 농장에서 생산된 계란은 78.43±7.66으로 생산

축의 품종 및 연령, 산란후 경과일수, 보관온도 등에 크게 달라질 수있다고 하였던 바 (Hong 등, 2012), 본 시험결과와 다소 차이를 보인 것은 품종차이 및 보관일수와 보관온도에 기인한 것으로 사료된다. 난황색은 BC가 5.34~7.09으로 다른 품종 보다 상대적으로 더 낮게 나타남으로써 통계적으로 유의한 차이가 있었고 ($p<0.05$), 난각 두께는 0.33~0.38mm였고, 난각 강도는 33.37~40.58kg/cm² 범위였으며, 대체로 BC가 KN이나 YS보다 보다 난각 두께가 더 두껍거나 난각 강도가 더 높게 나타났다. 이는 의외의 결과로서 우리 고유의 재래축종인 오골계와 재래종에 대한 개량연구가 부족하거나 미흡하였던 반면 산란계의 대표 축종인 백색레그혼 같은 외국종들은 지속적인 개량 연구가 진행되었던 결과로 유추된다. 그리고 난황, 난백을 혼합한 계란의 콜레스테롤 함량을 조사한 결과, BC가 317.55mg/100g이었고, 그 다음으로 WL은 333.41mg/100g, KN은 344.75mg/100g, YS는 381.30mg/100g으로 가장 높게 나타났다. 특히 인체에 유익하다고 우리 선조들은 약용으로 사용해진 연산오골계가 타 품종보다 콜레스테롤 함량이 더 높게 나타난 것은 추후에 연구가 필요한 것으로 판단된다. 따라서 닭의 품종에 의해 계란의 품질과 콜레스테롤 함량은 다소 차이가 있는 것으로 판단된다. 이 같은 결과는 닭의 품종 또는 계통 등과 같은 유전자 조성의 차이에 따라 난황 콜레스테롤 수준이 차이가 있다고 한 연구 보고와 거의 일치하는 결과를 나타내었다 (Mahapatra 등, 1987). 최근 계란의 콜레스테롤에 대한 연구결과 발표에서 (Kang 등, 2013) 계란의 콜레스테롤 함량은 심장질환과 무관하다고 하였던 바, 이것은 오해에서 시작되었으며, 혈중 콜레스테롤 함량과 사망율과도 관계가 없고, 노인들이 1일 2개의 계란을 섭취하면 오히려 혈중 HDL (High density lipoprotein)-콜레스테롤 함량이 증가하여 심장질환의 예방에 매우 효과적이라고 발표되었다. 그리고 Manzoni와 Rollini (2002)는 콜레스테롤의 생합성 기작 설명에서 Acetyl CoA가 HMG CoA를 합성할 때 HMG CoA reductase 합성이 이루어져 몇 단계를 거쳐 최종 산물인 콜레스테롤이 합성되고, Qureshi와 Peterson (2001)은 Lovastatin의 생합성 과정에 대한 연구에서 닭에게 HMG-CoA (Hydroxy- methylglutaryl coenzyme A) reductase inhibitor (활성저해)하는 물질을 급여 시 콜레스테롤 수준이 최대 87.5% 까지 감소하였다고 보고하였다. 이외에도 계란의 품질과 콜레스테롤 수준변화에 대한 사료성분 조절 및 첨가제를 혼합 이용하는 연구가 상당히 이루어져 왔다 (Beyer와 Jersen, 1992). Hong 등 (2001)의 연구결과에서도 한약재 부산물 각각 1.0%와 2.0% 첨가 급여 시에 난각 강도, 난각 두께, 난황색에 있어 유의적인 차이가 없었다고 하였으나 계란의 신선도를 판단할 수 있는 Haugh unit는 시험 2주차부터 종료 시까지 전 기간 동안 대조구에 비해 모든 약용식물 처리구에서 높은 경향을 나타냈다고 하였다 ($p<0.05$). 또한 Kim 등 (2011)은 58주령의 산란계에게 고령토를 0.4% 수준으로 첨가 급여한 결과, 난각 강도와 난각 두께가 더 향상되었으나 통계적인 유의차는 없었다고 하였다. 그러나 Abrahams (1997)의 경우에 고령토는 구리, 칼슘, 인, 나트륨 및 아연과 같은 광물질의 우수한 급여원으로 사용할 수 있어 난각 품질의 개선효과가 있다고 하였고, Oliver (1997)는 점토 광물인 제오라이트 (zelite)를 사료에 첨가하면 혈중 알루미늄과 아연의 농도가 높아져 난각의 품질과 골격의 발달을 개선시킨다고 (Rabon 등, 1995)하였다. 이밖에도 Kim (2007)은 산란계에게 옥수수수유, 아미노유, 어유 등을 각각 5%씩 10주간 급여한 결과, 계란의 콜레스테롤을 변화시켰으며, 난황 콜레스테롤 (mg/100g)함량은 15.98~18.37mg/100g 범위라고 보고하였다.

3.2. 계란의 지방산 조성

계란의 전란 내 지방산 조성은 Table 3.2와 같다. 지방산은 전체적으로 불포화지방산 함유율이 65.13~66.12%였으나 포화지방산 함유율은 33.27~34.87%로서 불포화지방산 비율이 유의적으로 크게 높았다 ($p<0.05$). 그리고 지방산 비율에서는 품종에 관계없이 C18:1n9 (oleic acid)는 44.87~49.08% 정도, C16:0 (palmitic acid)은 22.91~25.12%, C18:0 (stearic acid)은 8.38~10.41% 범위, C18:2n6 (linoleic acid)은 9.54~13.03% 정도로 많은 비율을 차지하고 있었다. 그러나 특히 C18:1n9 (oleic

acid)는 BC가 44.87%였으나 KN과 WL가 49.08~49.01%로서 유의적으로 크게 높았으나 ($p < 0.05$), C:18:2n6 (linoleic acid)의 경우에는 BC가 13.03%, KN (재래닭)과 WL (백색레그혼)가 9.64~9.54%로서 오히려 더 낮게 나타났다 ($p < 0.05$). 또한 C18:3n3 (linolenic acid)과 C20:4n6 (arachidonic acid)은 C:18:2n6 (linoleic acid)과 비슷한 양상으로 BC가 KN과 WL 보다 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 포화지방산 함량은 BC (33.27%)가 다른 품종구 (33.88~34.87%)보다 더 낮았으며 통계적으로 유의한 차가 있었고 ($p < 0.05$), 불포화지방산에서는 KN이 66.12%로 다른 품종구보다 다소 높은 경향이 있었다. 또한 불포화지방산 중에서 단가의 경우는 BC가 YS, KN 및 WL 보다 낮고, 다가는 BC가 YS, KN 및 WL보다 높게 나타났다.

Table 3.2 Comparison of fatty acid composition of egg by laying hen breeds

Items	BC ¹⁾	YS ²⁾	KN ³⁾	WL ⁴⁾	F-Value	P-Value
C14:0	0.39±0.02 ¹⁰⁾	0.36±0.02	0.38±0.03	0.37±0.03	1.24	0.3373
C16:0	22.91 ^c ±0.59	23.76 ^b ±1.46	25.12 ^a ±0.27	24.99 ^a ±0.59	14.48	0.0003
C16:1n7	3.29 ^b ±0.29	2.95 ^b ±0.11	3.92 ^a ±0.34	3.26 ^b ±0.41	6.97	0.0057
C18:0	9.98 ^{ab} ±0.37	10.41 ^a ±0.50	8.38 ^c ±0.38	9.51 ^b ±0.50	15.58	0.0002
C18:1n9	44.87 ^c ±0.74	47.88 ^b ±1.86	49.08 ^a ±0.16	49.01 ^a ±0.99	30.75	<.0001
C18:2n6	13.03 ^a ±0.36	11.08 ^b ±0.58	9.64 ^c ±0.34	9.54 ^c ±0.33	41.19	<.0001
C18:3n6	0.13±0.02	0.12±0.05	0.09±0.02	0.09±0.02	1.77	0.2061
C18:3n3	1.54 ^a ±0.43	0.17 ^b ±0.01	0.18 ^b ±0.02	0.16 ^b ±0.02	39.62	<.0001
C20:1n9	0.39 ^a ±0.01	0.33 ^c ±0.03	0.36 ^b ±0.01	0.37 ^{ab} ±0.02	7.69	0.0039
C20:4n6	2.37 ^a ±0.25	2.15 ^{ab} ±0.16	1.96 ^b ±0.14	1.98 ^b ±0.03	5.31	0.0147
C22:4n6	0.17 ^b ±0.02	0.19 ^b ±0.03	0.27 ^a ±0.10	0.15 ^b ±0.03	11.54	0.0008
C22:6n3	0.95 ^a ±0.02	0.59 ^b ±0.11	0.63 ^b ±0.10	0.57 ^b ±0.07	18.61	<.0001
Total	100.00	100.00	100.00	100.00		
SFA ⁵⁾	33.27 ^c ±0.84	34.53 ^{ab} ±0.63	33.88 ^{bc} ±0.43	34.87 ^a ±0.49	5.77	0.0111
UFA ⁶⁾	65.98±0.23	65.47±0.60	66.12±0.43	65.13±0.49	1.99	0.1690
MUFA ⁷⁾	48.55 ^c ±0.87	51.16 ^b ±0.77	53.36 ^a ±0.47	52.64 ^a ±0.61	43.68	<.0001
PUFA ⁸⁾	17.93 ^a ±0.57	14.31 ^b ±0.71	12.77 ^c ±0.49	12.49 ^c ±0.36	78.19	<.0001
UFA/SFA ⁹⁾	1.98 ^a ±0.06	1.90 ^{bc} ±0.05	1.95 ^{ab} ±0.04	1.87 ^c ±0.04	5.19	0.0158

¹⁾ Blue (Arakana) commercial Fowl

²⁾ Yeonsan Silky Fowl

³⁾ Korean native Fowl

⁴⁾ White Leghorn Fowl

⁵⁾ SFA : Saturated fatty acids (C14+C16+C18)

⁶⁾ UFA : Unsaturated fatty acids (C14:1+C16:1+C17:1+C18:1+C18:2 +C18:3+ C20:1+C20:4)

⁷⁾ MUFA : Monounsaturated fatty acids

⁸⁾ PUFA : Polyunsaturated fatty acids

⁹⁾ UFA/SFA: Unsaturated fatty acids / Saturated fatty acids

¹⁰⁾ Means±SD

^{a-c}: Means with the different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$)

Kim (2007)은 산란계에게 옥수수유, 아마인유, 어유 등을 각각 5%씩 10주간 급여한 결과, 불포화 지방산 함량을 변화시켰다. 난황의 n-6지방산 함량은 옥수수유 첨가구가 31.61%로써 가장 높았으며, 난황의 n-3지방산 함량은 아마인유와 어유 첨가구가 각각 9.74%, 5.16%로써 유의적 증가를 나타냈다 ($p < 0.05$). 특히 지방산 조성의 n-3지방산 증가는 계란 콜레스테롤 함량 감소를 초래하였다. Kraemer 등 (1982)는 포화지방산에 비하여 다가 불포화지방산의 섭취를 증진시킴으로서 혈장의 지질농도를 감소시킬 수 있어 동맥경화증, 고혈압 등의 성인병 예방에 효과적이라고 하였다. Cameron과 Enser (1991)은 포화지방산과 다가 불포화지방산은 풍미와 정 (+)의 상관관계가 있다고 하였고, 포화지방산 함량이 높은 육은 지방의 산화 및 육색 안정성이 좋은 것으로 보고하였다. 또한 최근 다가 불포화 지방산 (monounsaturated fatty acid)이 고밀도 지단백 콜레스테롤 (high density lipoprotein cholesterol) 함량을 일정 수준으로 유지해 주면서 유해 콜레스테롤 함량을 낮출 수 있음이 보고되었다 (Matt-

son과 Grundy, 1985). 단가 불포화지방산인 올레인산은 채종유 및 해바라기씨유에 다량 함유되어 있는 n-9 계열의 지방산으로서, 쇠고기를 비롯한 대부분 식육의 주요 지방산으로서 알려져 있으며, 고기의 맛과 관련된 소비자 기호성에 영향을 줄 수 있음이 보고되었다 (Lun와 Smith, 1991). 한편 사람에게 의한 올레인산의 섭취는 혈중 유해 콜레스테롤로써 알려진 저밀도 지질단백질 콜레스테롤 (low density lipoprotein cholesterol) 함량을 떨어뜨리거나 증가시키지 않는 것으로 보고되었고, 이러한 이유 때문에 건강을 위해 팔미트산과 같은 포화지방산을 올레인산으로 대체한 쇠고기를 섭취할 것을 권장한 보고도 있다 (Sturdivant 등, 1992).

3.3. 계란의 아미노산 함량

계란의 전란 내 아미노산 함량은 Table 3.3과 같다. 아미노산 함량은 glutamic acid 1.50~1.57%, aspartic acid 1.22~1.28%, leucine 1.12~1.09%, lysine 0.89~0.86%, arginine 0.74~0.78%, valine 0.73~0.75%, threonine 0.60~0.62% 순으로 낮았다. 또한 품종별에 따른 아미노산 함량 변화는 Leucine, Isoleucine을 제외하고는 대부분 WL종이 다른 품종보다 더 높게 나타났다 ($p < 0.05$). Nishimura 등 (1988)은 고기의 맛에 영향을 미치는 요소로 아미노산뿐 만 아니라 핵산물질, 유기산, 당, 젖산 농도가 관여하게 되며 특히 단맛에 관여하는 아미노산은 methionine과 glutamic acid로 알려져 있고, 필수 아미노산으로 분류되는 glutamic acid가 1.50~1.57%이었고, methionine의 함량은 0.37~0.39%으로 백색레그혼이 다소 높은 경향을 보였지만 품종별에 따른 통계적인 유의차는 거의 없었다고 보고했다. 또한 장을 자극하여 cholecystokinin이라는 물질을 분비하여 만복 증추를 자극하여 만복감으로 식사량을 줄이는 기능이 있는 phenylalanine의 함량도 0.65~0.67로서 품종간의 차이가 없었다 (Chae 등, 2012). 그 다음으로 palmitic acid 26.41~28.86%, stearic acid 10.12~14.10%, palmitoleic acid 2.96~4.82%, myristic acid 2.57~4.06%의 순으로 많이 함유되어 있었다.

Table 3.3 Comparison of Amino acid composition of egg by laying hen breeds

Items	BC ¹⁾	YS ²⁾	KN ³⁾	WL ⁴⁾	F-Value	P-Value
Cysteine	0.34 ^a ±0.01 ⁵⁾	0.32 ^b ±0.00	0.32 ^b ±0.00	0.35 ^a ±0.01	20.08	<.0001
Methionine	0.39 ^a ±0.01	0.37 ^b ±0.01	0.37 ^b ±0.01	0.39 ^{ab} ±0.02	4.49	0.0248
Aspartic acid	1.22 ^b ±0.02	1.23 ^b ±0.02	1.21 ^b ±0.03	1.28 ^a ±0.04	3.45	0.0516
Threonine	0.60±0.01	0.61±0.01	0.60±0.01	0.62±0.02	2.07	0.1579
Serine	0.93±0.02	0.95±0.02	0.95±0.01	0.96±0.02	2.03	0.1633
Glutamic acid	1.50±0.04	1.53±0.05	1.52±0.06	1.57±0.04	1.61	0.2395
Glycine	0.41 ^b ±0.01	0.40 ^b ±0.01	0.40 ^b ±0.01	0.43 ^a ±0.01	5.17	0.0160
Alanine	0.69 ^b ±0.01	0.69 ^b ±0.02	0.68 ^b ±0.01	0.72 ^a ±0.02	3.73	0.0418
Valine	0.75 ^a ±0.00	0.74 ^{ab} ±0.02	0.73 ^b ±0.01	0.75 ^a ±0.02	3.16	0.0644
Isoleucine	0.56±0.01	0.57±0.00	0.56±0.01	0.56±0.00	0.63	0.6069
Leucine	1.09 ^{ab} ±0.02	1.12 ^a ±0.01	1.09 ^{ab} ±0.02	1.09 ^b ±0.02	2.17	0.1451
Tyrosine	0.51 ^b ±0.01	0.52 ^b ±0.01	0.51 ^b ±0.04	0.54 ^a ±0.01	6.27	0.0083
Phenylalanine	0.66 ^{ab} ±0.01	0.65 ^a ±0.01	0.65 ^b ±0.01	0.67 ^a ±0.02	2.99	0.0735
Lysine	0.86 ^b ±0.01	0.87 ^{ab} ±0.01	0.86 ^b ±0.11	0.89 ^a ±0.02	2.78	0.0864
Histidine	0.27 ^b ±0.00	0.28 ^{ab} ±0.00	0.28 ^{ab} ±0.00	0.28 ^a ±0.01	4.15	0.0311
Arginine	0.74 ^b ±0.01	0.77 ^a ±0.01	0.76 ^{ab} ±0.01	0.78 ^a ±0.02	4.83	0.0198
Proline	0.40±0.01	0.41±0.01	0.40±0.01	0.42±0.02	1.63	0.2345

¹⁾ Blue (Arakana) commercial Fowl

²⁾ Yeosan Silky Fowl

³⁾ Korean native Fowl

⁴⁾ White Leghorn Fowl

⁵⁾ Means±SD

^{a-b}: Means with the different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$)

4. 결론 및 제언

본 시험은 산란계 종류에 따른 계란품질과 성분조성을 알아보기 위하여 산란개시 32주령에 있는 4개 청색란실용계 (BC), 연산오골계 (YS), 재래닭 (KN), 백색레그혼 (WL) 품종 총 120수 (각 처리구당 10수 × 3반복 × 4처리구)를 임의 배치하여 4주간 생산된 계란의 주요성분과 품질을 비교 분석하였다.

그 결과, 계란의 품질을 평가에서 BC가 다른 품종에 비하여 신선도와 난각두께와 난각 강도가 유의적으로 우수하게 나타났다 ($p < 0.05$). 다시 말해서 호우닛 계수는 82.82로서 가장 높은 신선도를 나타내었고, 난황색은 5.34, 난각 두께는 0.37mm, 난각 강도는 40.58kg/cm²으로 더 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 또한 계란의 콜레스테롤 함량에서는 BC가 317.58mg/100g으로 유의적으로 가장 낮았으나, YS는 381.30mg/100g으로 유의적으로 가장 높게 나타났다 ($p < 0.05$).

그리고 계란의 지방산 조성 비율에서는 불포화지방산 (65.13~66.12%)이 포화지방산 (33.27~34.87%)보다 더 높은 비율을 나타내었고, 특히 oleic acid 함량이 유의적으로 가장 높은 비율을 차지하고 있었다 ($p < 0.05$). 그리고 각 성분별 비교에서 oleic acid은 BC가 다른 품종보다 유의적으로 크게 낮았던 ($p < 0.05$) 반면에 linoleic acid과 linolenic acid 함량은 오히려 유의적으로 더 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 그리고 아미노산 함량은 Threonine과 Proline을 제외한 모든 성분에서 WL종이 다른 품종보다 대체로 유의적으로 더 높게 나타났고 ($p < 0.05$), 전 성분에서 glutamic acid과 aspartic acid 함량이 가장 높은 비율을 차지하고 있었다.

위의 결과를 종합해볼 때, 계란의 품질, 콜레스테롤 함량 및 지방산 조성은 닭의 품종에 따라 다소 차이가 있으며, 특히 BC (청색란 실용계)는 난각 두께와 난각 강도가 상대적으로 더 두껍고 강하며, 콜레스테롤 함량은 YS (연산오골계)가 가장 높았고, 포화지방산은 WL (백색레그혼)이 가장 높게 나타났다.

References

- Abrahams, P. W. (1997). Geophagy (soil consumption) and iron supplementation in Uganda Trop Med. *International Health*, **2**, 617-623.
- AOAC. (2004). *Official methods of analysis (15th Ed. Association of Official Analytical Chemists*, Washington. D. C.
- Bae, M. J., Kim, S. J., Kim, B. K., Park, C. H., Suh, J. I., Kim, W. N., Jang, T. J. and Kweon, S. H. (2003). Study on the effect of chicken containing IgY against Helicobacter Pylori. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, **32**, 1357-1363.
- Beyer, R. S. and Jersen, L. S. (1992). Cholesterol concentration of egg yolk and blood plasma and performance of laying hens as influenced by dietary α -ketoisocaproic acid. *Poultry Science*, **71**, 120-127.
- Cannon, G. (1990). *Healthy eating : The experts agree*, HMSO, London.
- Cameron, N. D. and Enser, M. (1991). Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsal muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Science*, **29**, 295-307.
- Chae, H. S., Choi, H. C., Na, J. C., Kim, M. J., Kang, H. K., Kim, D. W., Kim, J. H., Jo, S. H., Kang, G. H. and Seo, O. S. (2012). Effect of raising periods on amino acids and fatty acids properties of chicken meat. *Korean Journal of Poultry Science*, **39**, 77-85.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11**, 1-6.
- Forsythe, R. H., (1970). Eggs and egg products as functional ingredients. *The Bakers Digest*, **8**, 4-46.
- Hong, J. W., Kim, I. H., Kwon, O. S., Lee, S. H., Lee, J. M., Kim, Y. C., Min, B. J. and Lee, W. B. (2001). Effects of Korean medical herb residue supplementation on the egg quality and serum cholesterol of laying hens and heat stress. *Korean Journal of Poultry Science*, **28**, 259-265.
- Hong, S. H., Ra, D. K., Yun, G. R., Joung, Y. J., Nam, J. H., Cheong, E. H., Lee, J. G., Lee, S. M. (2012). Investigation for freshness and nutritive components of the eggs sold in Incheon. *Korean Journal of Veterinary Service*, **35**, 119-128.
- Jang, I. S. (2016). The effects of emotional regulation between clinical practice stress and nursing professionalism in nursing students. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **27**, 749-761.

- Kang, G. H., Kim, D. H., Kim, H. K., Jang, A. R., Cho, S. H. and Seong, P. N. (2013). Egg cholesterol is not related with heart disease : A review. *Korean Journal of Poultry Science*, **40**, 337-349.
- Kim, E. H. and Lee, E. J. (2015). Nursing outcomes of impatient on level of nursing staffing in long term care hospitals. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **26**, 715-727.
- Kim, G. H. (2007). *Effect of dietary fats on the cholesterol content and fatty acid composition of egg yolk*, Master Thesis, Kangwon National University, Chuncheon.
- Kim, J. H. and Wang, S. G. (1997). Effects of mugwort, dried orange peel and duchung on lipid metabolism in hyperlipidemia rats. *Korean Journal of Nutrition*, **30**, 895-903.
- Kim, H. S., Jo, J. K., Yoon, S. Y., Yun, K., Kwon, I. K. and Cga, B. J. (2011). Effects of Kaolin(Natural Ligneous Clay) supplementation on performance and egg quality in laying hans. *Journal of animal and Technlogy*, **53**, 133-138.
- Kraemer, F. B., Greenfield, M., Tobey, T. A. and Reaven, G. M. (1982). Effect of moderate increase on dietary polyunsaturated, saturate fat on plasma triglyceride and cholesterol levels in man. *British Journal of Nutrition*, **47**, 259-265.
- Lee, J. C., Kim, S. H., Son, C. W., Kim, C. H., Jung, Samooel. and Lee, J. H. (2013). Comparison of principle components and internal quality of eggs by age of laying hens and weight standard. *Korean Journal of Poultry Science*, **40**, 49-55.
- Lee, J. E., Lee, S. Y., Noh, H. K. and Lee, E. J. (2015). The influence of functional health literacy on health promotion behavior. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **26**, 1427-1438.
- Leeson, S. T. and Summers, J.D. (1991). *Commercial poultry nutrition*, Canada NIH **6N8**, 77-148.
- Lunt, D. K. and Smith, S.B. (1991). Wagyu beef holds profit potential for US feedlots. *Feedstuffs*, **19**, 18-24.
- Manzoni, M. and Rollini, M. (2002). Biosynthesis and bio technological production of statins by filamentous fungi and application of these choleterol lowering drugs. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **58**, 555-564.
- Mattson, F. H. and Grundy, S. M. (1985). Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipid and lipoproteins in man. *The Journal of Lipid Research*, **26**, 194-198.
- Mahapatra, C. M., Pandey, N. K., Verma, S., Singh, H. (1987). A comparison of physical quality, composition, cholesterol, vitamin and fatty acid contents of guinea fowl and chicken eggs. *Food Science and Techonology*, **24**, 168-171.
- Na, J. C. (2010). Method to improve egg quality. *Hyun Dai Yang ge*, **49**, 56-59.
- Nishimura, T., Rhue, M., Okitani, A. and Kato, H. (1988). Componets contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agricultural and Biological Chemistry*, **52**, 2323-2326.
- Oliver, M. D. (1997). Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of three strains of laying hens. *British Poultry Science*, **38**, 220-222.
- Qureshi, A. A. and Peterson, D. M. (2001). The combined effects novel tocotrienols and lovastatin on lipid metablism in chickens. *Atherosclerosis*, **156**, 39-47.
- Rabon, H. W., Roland, Jr, D. A., Bryant, S. R., Smith, M. M., Barnes, R. C. and Laurent, S. M. (1995). Absorption of silicon and aluminum by hens fed sodium zeolite A with various levels of dietary cholesterol. *Poultry Science*, **74**, 352-359.
- SAS. SAS/STAT. (2004). *Users guide : Statistics*, SAS Institute., Inc., Cary, NC, USA.
- Sturdivant, C. A., Lunt, D. K., Smith, G. C. and Smith, S. B. (1992). Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and M. longissimus dorsi of Wagyu Cattle. *Meat Science*, **32**, 449-453.
- Suk, Y. O. (2001). Establishment of lines based on the yolk to albumen ratio in layers. *Korean Journal of Poultry Science*, **28**, 187-192.

Comparison of principle components and quality of eggs by laying hen breeds[†]

Byung Ki Kim¹ · Jae Jung Ha² · Jun Koo Yi³ · Dong Yep Oh⁴ ·
Dae Jin Jung⁵ · Seong Bok Choi⁶ · Eun Gyoung Hwang⁷ · Soo Jung Kim⁸ · Jea Young Lee⁹

¹²³⁴⁵Gyungsangbuk-Do Livestock Research Institute

⁶National Institute of Animal Science

⁷Department of Hotel Cooking & Baking, Kyungbuk College

⁸Industrial Bio-materials Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and
Biotechnology.

⁹Department of Statistics, Yeungnam University

Received 18 July 2016, revised 13 September 2016, accepted 19 September 2016

Abstract

This study was to execute the random arrangement of total 120 heads (10 heads per treatment plot × 3 repeats × 4 treatment plots) for four breeds [Blue arakana commercial Fowl (BC), Yeonsan silky fowl (YS), Korean native fowl (KN), White leghorn fowl (WL)] with the initiation of laying hens at 32 weeks old in order to comparatively analyze egg quality and composition by sorts of laying hens. In case of evaluation of the quality of eggs, this study has shown that BC had higher degree of Haugh unit coefficient (82.82) and in case cholesterol content of eggs, BC had significantly low content as 317.55mg/100g, but YS had rather higher content as 381.30mg/100g. Furthermore, this study has found out that BC had significantly low Oleic acid (C18:1n9) and WL had higher Amino acid content by breeds than those of other breeds ($p < 0.05$).

Keywords: Breeds, egg components, egg quality, laying hen.

[†] This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. J011639052016 : Expansion of ex-situ conservation on national major breeding stocks and animal genetic resources)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

¹ Chief of research, Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea.

² Agriculture Researcher, Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea.

³ Agriculture Researcher, Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea.

⁴ Agriculture Researcher, Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea.

⁵ Agriculture Researcher, Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea.

⁶ Researcher, National Institute of Animal Science, R.D.A, Namwon, Jeollabuk-Do 56717, Korea.

⁷ Professor, Department of Hotel Cooking & Baking, Kyungbuk College, Yeongju, 36133, Korea.

⁸ Researcher, Industrial Bio-materials Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Daejeon 34141, Korea

⁹ Corresponding author: Professor, Department of Statistics, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea. E-mail: jlee@yu.ac.kr