

RESEARCH NOTE

## 사육방식에 따른 계란의 지방산 조성: 현장연구를 중심으로

최인학\*

충부대학교 애완동물자원학과

### Fatty Acid Profile of Egg in Laying Hens with Different Rearing System: A Field Study

In-Hag Choi\*

Department of Companion Animal & Animal Resources Sciences, Joongbu University, Geumsan-gun 312-702, Korea

#### Abstract

This study examined the effects of cage rearing system and backyard raising system on fatty acid profile of egg in laying hens during 9 weeks. Two hundred hens, 70-wk-old, Hy-line Brown, were used in this study and fed basal diets. 100 hens, randomly collected from facility, were transferred to cage rearing system and 100 remaining hens were moved to backyard raising system. For overall period, higher unsaturated fatty acid percentages in two different rearing systems than did saturated fatty acid (SFA) were observed. In unsaturated fatty acid compositions, both rearing system showed a higher mono unsaturated fatty acid (MUFA) contents than poly unsaturated fatty acid (PUFA) contents. Egg quality traits of laying hens reared in backyard system had considerably lower contents of SFA and higher contents of MUFA compared with eggs from cage rearing system ( $P<0.05$ ). In addition, eggs from cage rearing system resulted in a significantly lower n-3 contents and higher n-6:n-3 ratios and CLA contents in comparison with backyard raising system ( $P<0.05$ ). However, no significant effects of two different rearing systems on PUFA, PUFA:SFA ratio, and n-6 contents were observed during the experimental period. In conclusion, this result suggests that cage rearing system and backyard raising system will play an important role in improving egg production as functional foods.

**Key words** : Cage rearing system, Backyard raising system, Fatty acid profile

#### 1. 서론

최근 먹거리에 대한 관심이 높아짐에 따라 기능성 식품이나 축산물 안전성 등에 대한 소비자들의 관심이 커지고 있다. 이러한 소비자들의 기호 변화는 삶의 질 향상에 따라 양보다는 질적인 면을 추구하고 있다는 것을 반영하고 있다. 특히 계란은 다양한 음식 재료로 널리 이용되고 있고, 비타민, 고단백질, 탄수화물,

소화지방 및 무기물 등이 풍부한 식품이다(Huopalahti 등, 2007). 이러한 특성 때문에 제약 및 화장품 산업의 좋은 원료로도 재인식되고 있다. 그러므로 계란은 현 소비자들의 추세로 볼 때, 소비자들의 기호에 맞는 기능성식품으로 인식할 수 있도록 생산하는 것이 양계 산업의 중요과제 중 하나로 볼 수 있다. 2007년 기준으로 전 세계 계란은 약 6300만톤(ton) 정도가 생산되고 있으며, 이중 유럽연합(EU)은 990만톤(1700억 개)

Received 27 February, 2013; Revised 25 March, 2013;

Accepted 18 April, 2013

\*Corresponding author : In-Hag Choi, Department of Companion Animal & Animal Resources Sciences, Joongbu University, Geumsangun, 312-702, Korea  
Phone: +82-19-527-7422  
E-mail:

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

을 차지하고 있다(FAO, 2009). 그런데 우리나라의 양계산업은 산란노계 비중증가로 인하여 계란생산이 감소되는 추세에 있다. 대한양계협회(Korean Poultry Association, 2012)에 따르면, 2009년 579천 톤, 2010년 577천톤 그리고 2011년에는 573천 톤으로 점차적으로 감소하고 있다. 이런 추세는 양계산업의 경쟁력을 약화시키고 계란가를 상승시켜 소비자의 불만을 유발시킬 수 있다. 이런 맥락으로 양계산업 현장에서는 기능성 계란의 생산성을 높이기 방안 중 한가지로써 생리활성, 항암효과 그리고 항산화 효과 등이 입증된 기능성 물질인 conjugated linoleic acid(CLA)를 사료 첨가제 또는 식품 첨가제 형태로 이용하는 연구가 진행되고 있다(Kim 등, 2008). 그런데 이러한 산란계 사료에 CLA 첨가 시 난황 내 CLA 성분이 증가된다(Jones 등, 2000)고 하였으나 다른 보고에서는 계란 CLA 함량이 증가함에 따라 불포화지방산 함량보다 포화지방산 함량이 증가된다고 지적하였다(Lee 등, 1995).

또 다른 방법으로는 케이지 사육, 유기농 사육 및 전통적 사육방법 등의 다양한 사육 시스템에 따라 계란의 기능적 특성을 평가하는 방법이다. 이러한 다양한 사육시스템들은 계란의 화학적 조성과 관능 특성에 영향을 준다고 보고하였다(Ternes과 Leitsch, 1997). 예를 들면, 유기농 사육 시스템에서는 화학적 조성을 포함하여 계란 중량은 가볍고 난각 강도는 약하다고 보고하였다(Minelilli 등, 2007). 이와는 반대로, Hidalgo 등(2008)의 연구는 전통적 사육시스템보다 유기농 사육시스템에서 생산된 계란이 무겁고 난각 강도가 높다고 하였다. 따라서 다양한 사육시스템에서 생산된 계란의 영양학적 가치는 논란의 여지가 많으므로 반증가능성이 매우 크다. 더욱이 산란계의 경우, 서로 다른 사육시스템에서 생산된 계란의 영양학적 특성을 비교 연구된 사례는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 케이지사육과 방사사육의 산란계에서 생산된 계란의 지방산 조성에 미치는 영향을 조사해봄으로써 축산경영자들에게 이에 대한 기초자료와 경영 정보를 제공하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험 동물, 설계 및 사양관리

본 시험에 이용된 동물은 70주령 Hy-line Brown 갈색계 200수였으며, 사양시험은 총 9주간 실시하였다. 홍생양계(경북 의성) 농장에서 제공되는 프로그램에 준하여 모든 사양관리 프로그램이 실시되었다. 사양 관리는 사료, 물 및 점등이 컴퓨터로 자동조절 될 수 있는 시설을 갖춘 케이지 사육(무창계사)의 경우, 산란노계 100수를 9주간 실시하였다. 나머지 산란노계 100수는 방사사육(올타리 시설에 일정한 공간 확보) 시설로 옮겨 9주 동안 실시되었다. 그리고 방사사육에서는 사료와 물은 자유 급식시켰다.

### 2.2. 샘플채취 및 계란의 지방산 분석

실험 마지막 날, 케이지 사육과 방사사육으로부터 무작위로 채취한 계란샘플은 각각 5개를 표본으로 하여 지방산 분석을 실시하였다. 계란의 지방산 분석은 Folch 등(1957)의 방법을 약간 변형하여 실시하였다. 먼저 지질 추출은 시료 10 g에 chloroform과 methanol을 2:1의 비율 혼합용액 50 mL를 첨가하여 균질기로 10분 동안 2,500 rpm에서 교반하였다. 혼합된 용액은 여과지를 이용하여 지질을 추출하였으며, glass tube를 이용하여 지질 80 mg과 tricosanoic acid methyl esters 0.4 mg을 넣은 후 질소가스로 30°C에서 용매 및 추출 물질을 휘발시켰다. 이 때 glass tube에 0.5 N NaOH (in methanol) 1 mL를 넣고 90°C에서 15분 동안 열을 가한 다음 실온에서 냉각하였다. 냉각 후 유리지방산은 90°C에서 10분 동안 4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 1 mL를 가열하여 methylation하였다. 다시 30분 동안 실온에서 냉각 후, 2 mL의 hexane과 4 mL의 증류수를 시료 샘플에 넣고 혼합하였다. 샘플의 상층부위 0.5 µL를 취하여 GC(GA-17A, Shi madzu, Tokyo, Japan)에 주입하여 지방산을 분석하였다. 분석에 사용된 column(30 m × 0.25 mm I.D., 0.25 µm film thickness)은 처음 온도를 180°C에서 1.5°C/min 속도로 230°C로 될 때까지 온도를 상승시킨 후 이 상태를 2분간 유지하였다. Injector 온도는 240°C, detector의 경우는 260°C이며, 측정된 지방산 함량은 상대적 retention time을 비교하여 백분율로 계산하였다.

### 2.3. 통계처리

본 자료의 통계분석은 SAS(2000)를 이용한 t-test에 의하여 평균 간의 유의성을 5% 수준에서 검정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

산란계를 케이지사육과 방사사육을 통해 생산된 계란의 지방산조성에 대한 결과는 Table 1, 2 그리고 3과 같다. Table 1에서 분석된 포화지방산에 대한 결과는 두 사육방식 간에 myristic acid, palmitic acid, stearic acid 그리고 총 합계인 saturated fatty acid(SFA)함량은 통계적 유의성을 나타내었다( $P < 0.05$ ). 불포화지방산에

대한 Table 2의 결과는 두 사육방식 간에 myristoleic acid, palmitoleic acid, trans-vaccenic acid, oleic acid, alpha-linolenic acid, conjugated linoleic acid trans-10, cis-12, arachidonic acid, eicosapentaenoic acid(EPA), docosatetraenoic acid, docosapentaenoic acid(DPA), docosahexaenoic acid(DHA) 그리고 mono unsaturated fatty acid(MUFA) 함량은 통계적 유의성이 인정되었다( $P > 0.05$ ). 그러나 두 사육방식은 linoleic acid, conjugated linoleic acid cis-9, trans-11 그리고 poly unsaturated fatty acid(PUFA) 함량에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다( $P > 0.05$ ). 두 사육방식 모두 계란의 지방산 분포도는 포화지방산보다 불포화지방산함량이 높은 것

**Table 1.** Saturated fatty acid profiles of egg in laying hens with cage rearing and backyard raising system

Fatty acids (%)	Cage rearing system	Backyard raising system	Significance <sup>1</sup>
Myristic acid (C14:0)	0.46±0.01	0.33±0.03	*
Palmitic acid (C16:0)	26.20±0.39	24.00±0.35	*
Stearic acid (C18:0)	0.31±0.02	0.13±0.02	*
Saturated fatty acid (SFA)	26.97±0.38	24.47±0.36	*

<sup>1</sup>T-test

<sup>2</sup>NS: not significant.

\* $P < 0.05$ .

**Table 2.** Unsaturated fatty acid profiles of egg in laying hens with cage rearing and backyard raising system

Fatty acids (%)	Cage rearing system	Backyard raising system	Significance <sup>1</sup>
Myristoleic acid (C14:1)	0.14±0.01	0.06±0.01	*
Palmitoleic acid (C16:1)	5.00±0.27	3.60±0.10	*
Trans-vaccenic acid (C18:1t-11)	7.50±0.25	9.62±0.29	*
Oleic acid (C18:1n-9)	46.65±0.58	49.05±0.60	*
Linoleic acid (C18:2n-6)	10.39±0.44	8.72±0.58	NS <sup>2</sup>
Alpha-linolenic acid (C18:3n-3)	0.47±0.03	0.52±0.03	*
Conjugated linoleic acid (CLA) cis-9,trans-11	0.02±0.002	0.01±0.002	NS
Conjugated linoleic acid (CLA) trans-10, cis-12	0.10±0.005	0.05±0.002	*
Arachidonic acid (C20:4n-6)	1.97±0.03	2.37±0.07	*
Eicosapentaenoic acid (EPA n-3)	0.01±0.001	0.04±0.004	*
Docosatetraenoic acid (adrenic acid, 22:4n-6)	0.16±0.01	0.31±0.03	*
Docosapentaenoic acid (DPA n-3)	0.07±0.01	0.20±0.01	*
Docosahexaenoic acid (DHA n-3)	0.55±0.03	0.98±0.05	*
Mono unsaturated fatty acid (MUFA)	59.29±0.52	62.33±0.78	*
Poly unsaturated fatty acid (PUFA)	13.74±0.52	13.20±0.65	NS

<sup>1</sup>T-test

<sup>2</sup>NS: not significant.

\* $P < 0.05$ .

으로 분석되었고, 전체 지방산의 2/3를 차지하는 것으로 확인되었다(Table 1과 2). 또한, 불포화지방산 함량에서도 두 사육방식 모두 PUFA보다는 MUFA 함량이 높게 나타났다(Table 2). 두 사육방식을 비교하면 방사 사육에서 분석된 계란이 포화지방산의 함량은 낮고, MUFA 함량이 높은 특징을 보여주었다. Lopez-Bote 등(1998)은 일반배합 사료를 급여한 산란계의 경우, 자유방사 사육 산란계에서 생산된 계란이  $\alpha$ -linolenic acid 지방산 함량이 높다고 보고하였으며 본 연구 결과에서도 비슷한 결과를 보여주었다. 그러나 Hidalgo 등(2008)은 전통사육, 자유방사, 평사사육 및 유기사육 방식들 간에 계란의 지방산 조성에는 아무런 차이가 없다고 보고하였다. 또한 Matt 등(2009)의 연구에서도 사육시스템은 계란 지방산 함량에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 본 연구 결과에서 두 사육방식으로부터 생산된 계란에 함유된 불포화지방산 함량이 높은 이유는 환경적인 요인과 급여된 사료 중에 함유된 불포화지방산이 함량이 높았기 때문이라 사료된다. 영양학적으로 가축사료는 가축생산물(고기과 계란)에 나타나는 지질구성 성분에 직접적인 영향을 준다. 예를 들면, 가금의 산란계는 사료에 불포화지방산을 급여하게 되면 섭취된 지방산이 체내에 전이되어 지방산의 사슬(fatty acid chain) 확장과 탈포화 반응경로를 거치게 된다. 이때 효소체계에 영향을 주게 되어서 서로 경쟁적인 관계를 갖게 된다(Kim과 Park, 2006). 결과적으로 급여된 사료 중에 함유된 불포화지방산이 계란 내 불포화지방산 함량을 높이게 되는 것이다.

Table 3은 두 사육방식으로부터 계산된 포화지방산

과 불포화지방산의 비율 및 오메가 지방산에 대한 결과를 나타내고 있다. n-3, n-6:n-3 비율 그리고 conjugated linoleic acid(CLA) 지방산 함량은 두 가지 사육방식 간에 영향을 주는 것으로 나타났다( $P < 0.05$ ). 그러나 PUFA:SFA 비율과 n-6 함량은 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다( $P > 0.05$ ). 일반적으로 계란의 영양적 가치는 총 고형물(total solids), 회분, 조지방 및 단백질 등을 포함한 구성성분의 양을 기준으로 평가된다. 따라서 소비자의 식탁에 계란의 지방산은 콜레스테롤 및 다른 지질의 중요한 영양소원이라는 것을 의미한다. 특히 CLA, n-6 및 n-3 계열 지방산 함량을 높이는 것은 콜레스테롤 함량을 낮추는 것으로 계란의 영양적 가치를 향상시키는 방법 중의 하나로 연구되고 있다. 본 연구에서 n-6 계열은 linoleic acid, arachidonic acid 및 docosatetraenoic acid이며, n-3 계열은  $\alpha$ -linolenic acid, EPA, DPA 및 DHA를 포함한다. 케이지사육과 비교할 때, 방사사육이 n-3 계열 지방산 함량이 높았지만, n-6대 n-3 비율과 CLA 함량에서는 낮게 나타났다(Table 3). Cherian 등(2002)의 연구에 따르면, 유기농 사육방식에서 생산된 계란의 n-6와 n-3 계열 지방산 함량을 비교했을 때, 전통적인 사육방식에서 생산된 계란의 지방산 함량은 비슷하다고 보고하였다. 본 연구와 보고된 다른 연구를 종합해 보면, n-6와 n-3 계열 지방산 함량은 사육방식보다는 사료급여 및 생산 환경에 따라 차이가 있기 때문에 어느 사육방식이 효과적이라고 정확하게 판단하기 어렵다. 따라서 두 사육방식 이외에 산란계로부터 생산되는 계란의 지방산의 조성변화와 환경적 영향을 정확히

**Table 3.** Omega fatty acid and conjugated linoleic acid profiles of egg calculated from laying hens with cage rearing and backyard raising system

Fatty acids (%)	Cage rearing system	Backyard raising system	Significance <sup>1</sup>
PUFA:SFA	0.51±0.02	0.54±0.03	NS
n-6	12.52±0.45	11.40±0.63	NS
n-3	1.10±0.06	1.74±0.04	*
n-6 : n-3 ratio	11.38±0.42	6.55±0.29	*
Conjugated linoleic acid (CLA)	0.12±0.007	0.06±0.004	*

<sup>1</sup>T-test

<sup>2</sup>NS: not significant.

\* $P < 0.05$ .

규명하기 위해서 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구는 현장연구로서 케이지사육과 방사사육에서 생산된 계란의 지방산 조성 변화를 조사해봄으로써 산란계에 대한 기초자료와 경영정보를 제공하여 축산환경경영에 도움을 주고자 수행하였다. 두 사육방식에서 계란의 지방산 분포도는 포화지방산보다 불포화지방산 함량이 높게 나타났다. 불포화지방산의 경우, PUFA보다는 MUFA 함량이 두 사육방식에서 높게 나타났다. 방사사육은 케이지사육과 비교했을 때, 계란에 함유된 포화지방산이 함량은 낮고 MUFA 지방산 함량은 높은 특징을 보여주었다( $P < 0.05$ ). 또한 케이지사육은 방사사육보다 n-3 계열 지방산 함량이 낮고, n-6 대 n-3 비율과 CLA 함량에서는 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 그러나 PUFA 지방산, PUFA:SFA 비율과 n-6 계열 지방산 함량은 두 사육방식 간에 유의적인 차이는 없었다( $P > 0.05$ ).

결론적으로 케이지사육과 방사사육의 두 사육방식에 따라 생산되는 계란은 기능성 식품으로서 모두 활용 가능하다는 것을 의미하였다. 본 연구의 결과는 축산경영자에게 계란생산을 위한 최소 공간 및 생산의 효율적인 시스템구성 등의 기본적인 정보를 축산경영자에게 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

- Cherian, G., Holsonbake, T. B., Goeger, M. P., 2002, Fatty acid content and egg components of specialty eggs, *Poult. Sci.*, 81, 30-33.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanletys, G. H., 1957, A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Bio. Chem.*, 226, 497-507.
- Food and Agriculture Organisation of United States, 2009, FAO, FaoStat, Livestock primary, Available on the Internet, Cited 01.03.2009, <http://www.fao.org>.
- Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F., Ratti, S., 2008, A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems, *Food Chem.*, 106, 1031-1038.
- Huopalahti, R., López-F, R., Anton, M., Schade, R., 2007, *Bioactive egg compounds*, Springer-Verlag, Heidelberg, 298.
- Jones, S. D., Ma, W., Robinson, F. E., Field, C. J., Clandinin, M. T., 2000, Isomer of conjugated linoleic acid (CLA) are incorporated into egg yolk lipids by CLA-fed laying hens, *J. Nutr.*, 130, 2002-2005.
- Kim, G. H., Park, B. S., 2006, Effects of dietary fats on the changes of egg lipid composition in laying hens, *Ann. Anim. Resour. Sci.*, 17, 1-9.
- Kim, H. J., Yoo, J. S., Shin, S. O., Cho, J. H., Chen, Y. J., Huang, Y., Kim, Y. J., Whang, K. Y., Yang, M. S., Kim, D. J., Kim, I. H., 2008, Effects of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and oil containing unsaturated fatty acid supplementation on egg production rate and quality in laying hens, *Korean J. Poult. Sci.*, 35, 131-136.
- Korean Poultry Association, 2012, Supply and demand statistics for livestock products, <http://www.poultry.or.kr>.
- Lee, K. N., Storkson, J. M., Pariza, M. W., 1995, Dietary conjugated linoleic acid changes fatty acid composition in different tissues by decreasing monounsaturated fatty acids, p.183, In: IFT Annual Meeting Book of Abstracts, Anaheim, CA.
- Lopez-Bote, C. J. R., Sanz Arias, R., Rey, A. I., Castano, A., Isabel, B., Thos, J., 1998, Effect of free-range feeding on omega-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol content and oxidative stability of eggs, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 72, 33-40.
- Matt, D., Veromann, E., Luik, A., 2009, Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs, *Agro Res (Special issue II)*, 7, 662-667.
- Minelli, G., Sirri, F., Folegatti, E., Meluzzi, A., Franchini, A., 2007, Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems, *Ital. J. Anim. Sci.*, 6, 728-730.
- SAS Institute, 2000, SAS User's guide: Statistics, Version 8 edition SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Ternes, W., Leitsch, S., 1997, Chemistry of egg yolk. In: *Proceedings of the VII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. Poznan, Poland. WPSA Polish branch, Poznan, Poland, 127-144.