

방사 사육과 배터리 사육 산란계에서 난질 : 난가와 산란계 주령에 따른 난질의 비교*

김대우** · 강석민*** · 양영록**** · 김지민**** · 윤형숙**** · 전중환***** · 최양호*****

Egg Quality in Battery Cage and Free-Range Systems : with Reference to Comparison of Eggs Based on Price and Hens' Age

Kim, Dae-Woo · Kang, Seok-Min · Yang, Young-Rok · Kim, Ji-Min ·
Yoon, Hyung-Sook · Jeon, Jung-Hwan · Choi, Yang-Ho

The main purpose of the current study was to compare quality of eggs 1) produced from hens housed in battery cages vs. free range, 2) from young vs. old hens, and 3) tagged with the lowest vs. the highest price in a local franchised mart. The ages of hens, at which their eggs were used for the analysis of quality, were 70 weeks old in the experiment 1, 22 and 47 weeks old in the experiment 2, and were unknown in the experiment 3. Eggs were analyzed for weight, albumen height, Haugh unit, shell color, shell strength, shell thickness, shell weight, yolk color, yolk weight, and egg white weight. In the experiment 1, significant differences were detected between two housing systems in shell color, shell weight, yolk color, and yolk weight ($P<0.05$), but not in egg weight, albumen height, Haugh unit, shell strength, shell thickness, and egg white weight ($P>0.05$). Although egg weight was slightly but not significantly higher in battery cages by 2.2 g than in free range, yolk weight was significantly higher in battery cage ($P<0.05$). On the contrary, shell color was greatly increased in free range system by 68.5% compared with battery cage. In the experiment 2, there were significant differences between young and old hens in egg weight, albumen height, Haugh unit, shell strength, shell weight, yolk color and yolk weight ($P<0.05$). Egg weight, shell weight, yolk color and yolk weight were increased in old hens than young hens

* 본 연구는 부분적으로 IPET연구과제(315022-03-1-SB020)의 지원으로 수행되었다.

** 경상대학교 축산학과

*** 경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21 Plus Program)

**** 경상대학교 축산학과, 농업생명과학연구원

***** 농촌진흥청 축산과학원

***** Corresponding author, 경상대학교 축산학과, 농업생명과학연구원(yhchoi@gnu.ac.kr)

while albumen height, Haugh unit, and shell strength were decreased. In the experiment 3, egg weight, albumen height, Haugh unit, shell weight, and egg white weight were significantly higher in the highest priced eggs than the lowest ones ($P<0.05$), whereas shell strength and yolk color were lower ($P<0.05$) but shell color, shell thickness and yolk weight were not different ($P>0.05$). So, egg freshness was clearly higher in the highest priced ones than in the lowest ($P<0.05$). Due to the limited information on raising and husbandry of laying hens whose eggs were tested for egg quality in the current study, the present results should be cautiously interpreted while contributing to the future study as a basis in this field.

Key words : *battery cage, egg price, free-range, hens' age, housing systems*

I. 서 론

계란은 일상에서 쉽게 접할 수 있는 단일 식품으로 높은 영양가와 저렴한 가격으로 우리 식생활에 널리 이용되고 있다. 2013년도 기준 국내 연간 1인당 계란 소비량은 약 242개에 육박한다(Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs, 2014). 계란 소비량이 늘어나면서 계란 품질에 대한 소비자의 관심도 높아가고 있다.

사육시설의 형태는 계란품질에 상당한 영향을 미친다(Van, 1996; Vits et al., 2005; Blokhuis et al., 2007; Singh et al., 2009). 산란계의 사육형태는 생산과 효율적인 측면에서 유리한 케이지 사육을 선호하고 있다. 그러나 높은 사육밀도는 닭의 스트레스를 유발하고 (Van Horn, 1996; Singh et al., 2009), 산란계의 복지적, 행동적 및 건강적 측면에서 배터리 케이지 사육에 대한 문제점들이 지적되어 왔다(Albentosa and Cooper, 2004; Blokhuis et al., 2007). 이러한 기존의 배터리 케이지 사육의 문제점을 보완하기 위해서 개량된 사육방법으로 enriched cage, aviary system, furnished cage, floor pen 및 방사 등의 다양한 사육형태가 소개되고 있다(Pohle and Cheng, 2009).

산란계는 육성 기간에 에너지 또는 단백질의 제한, 제한 강도, 제한 기간, 제한 시기 등 다양한 제한급여로 인해 조직과 기관의 성장 기간, 영양소 분배 변화, 기별 성장 패턴 변화, 발달 과정에서 내분비적 변화 등의 생리적 변화가 일어나고, 산란 개시, 산란율, 난질 및 난중 등의 산란능력에 영향을 받는다(Kwakkel, 1993). 따라서 산란계의 일령은 생산된 계란의 난질에도 영향을 미친다(Albentosa and Cooper, 2004; Vits et al., 2005; Phole and Cheng, 2009).

최근 식품 안전성 및 환경보전에 대한 관심이 늘면서 소비자들은 좋은 환경에서 사육된 가축으로부터 얻어진 축산물이 건강에도 더 좋을 것이라는 믿음과 함께 프리미엄 가격에도 불구하고 비싼 축산물을 소비하는 경향이 있다(Jeon et al., 2005). 하지만 소비자는 제품 품질에 관한 정보부족으로 어려움을 겪고 있으며, 품질판단에 필요한 지식과 능력이 부족

해 제품품질평가에 있어 가격과 같은 대리적 지표를 이용한다. 그러므로 일반적으로 가격은 소비자에게 품질인식의 지표가 된다(Kim et al., 1999).

따라서 본 실험의 주요 목적은 산란계의 사육방법(배터리 사육과 방사 사육)에 따라 계란 품질을 비교하는 것이다. 이에 더하여, 산란계의 연령 및 난가(최저가 및 최고가)에 따른 계란의 품질을 분석함으로써 각 계란에 대한 상대적인 품질을 평가하는 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 계란 시료

육성 기간 동안 같은 사양조건에서 사육된 동일 연령의 하이라인 갈색 레그혼 산란계 가운데 일군은 상용 산란계 농장(Battery, BT)에, 일부는 인근의 소규모 방사사육 농장(Free Range, FR)에서 사육되고 있었으며, 실험 1에서 분석 당시 이들 산란계가 70주령이었다. 각각의 농장주로부터 제공받은 30개의 계란 가운데 임의로 선정된 10개를 난질분석에 이용하였다.

또한 산란계의 연령의 차이가 계란의 품질에 미치는 영향을 평가하기 위한, 실험 2에서는 같은 농장에 사육되고 있지만 나이가 다른 하이라인 갈색 레그혼 산란계(22 및 47주령)로부터 산란된 계란 가운데 임의로 선정된 11개를 난질분석에 이용하였다.

실험 3은 계란 가격과 난질과의 관계를 평가하기 위하여 수행되었다. 따라서 인근의 대형할인점에서 판매되고 있는 계란 가운데 최저(30개용 난좌 당 3,980원; 1개당 약 132원 Mart Cheap, MC) 및 최고(10개용 난좌 당 4,500원; 1개당 450원; Mart Expensive, ME) 가격의 계란을 구매한 후, 그 중에서 임의로 선정된 11개를 분석에 이용하였다.

2. 분석방법

각각의 계란은 본 실험실에 도착된 후 분석 시까지 냉장 보관되었고 모든 시료는 산란 및 구매 3일 이내에 분석되었다. 난질 분석은 난중, 난각색, 난각 강도, 난각 무게, 난각 두께, 난황색, 난백 높이, 호유니트 순서로 수행되었다. 난각색을 측정하기 위해 QCM+ (TSS Co. Ltd., England)를 이용하였다. 또한 난각 강도는 FHK (Fujihara Co. Ltd., Japan)를 이용하여 분석되었으며, 난각 두께는 난황 및 난백 분리한 난각의 중앙부를 micrometer (NSK Co. Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다. 난황색, 난중, 난백 높이와 호유니트는 EMT-5200 (Egg MultiTester, Robotmation Co. Ltd., Japan)을 이용하여 총 8개의 항목을 측정하였다. 그 후 난황과 난백을 분리하여 각각 난백 무게와 난황 무게를 측정하였다.

3. 통계 분석

본 연구에서 얻은 모든 데이터가 정규분포를 따르는 것으로 확인되었으며, 따라서 처리 구간 유의성 검정은 t-test를 이용하여 95% 신뢰수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 방사 사육과 케이지 사육에 따른 난질 차이

난중, 난백고, 호유니트, 난백무게, 난각 강도 및 난각 두께에서는 사육환경에 따라 유의적인 차이는 보이지 않았으나($P>0.05$), 난각 색, 난황 색, 난각 무게 및 난황 무게에는 유의적인 차이를 보였다($P\leq 0.05$) (Table 1). 난각색에서 가장 현저한 차이를 보였다. 즉, 배터리 케이지에 사육된 산란계의 계란(26.7 ± 0.86)에 비해 방사 사육된 산란계의 계란(45.0 ± 2.18)에서 68.5% (또는 18.3 unit) 더 높게 나타나($P<0.0001$), 난각색은 방사 사육된 산란계에서 케이지 사육된 산란계 보다 훨씬 밝은 색을 보였다. 난각 무게는 방사 사육보다 배터리 사육에서 유의적으로 높았지만 난각 강도와 난각 두께에서는 차이가 없었다. 이는 Anderson 등(2004)의 연구에서 난각의 강도와 무게와 두께 사이에는 유의적 차이가 없다고 밝혀진 바와 상충한다.

Table 1. Comparison of quality in eggs produced from hens housed in battery cage and free range

Housing systems	Egg weight (g)	Albumen height (mm)	Haugh Unit (HU)	Shell color (unit)	Shell strength (kg/cm^2)	Shell thickness (mm)	Shell weight (g)	Yolk color (unit)	Yolk weight (g)	Egg white weight (g)
Battery cage	65.0 ± 1.44	6.61 ± 0.46	77.6 ± 3.98	26.7 ± 0.86	4.05 ± 0.23	0.36 ± 0.01	9.57 ± 0.24	10.1 ± 0.15	16.4 ± 0.46	38.3 ± 0.95
Free-range	62.8 ± 0.92	7.28 ± 0.38	82.5 ± 2.73	45.0 ± 2.18	4.17 ± 0.19	0.37 ± 0.01	9.04 ± 0.20	11.4 ± 0.24	14.9 ± 0.19	36.9 ± 1.32
P-value	0.103	0.138	0.163	0.0001	0.336	0.139	0.050	0.0001	0.004	0.207

* Eggs, which were produced by hens with the same age (70 weeks old) of hens between two groups, were analyzed for quality.

* Data show mean \pm SEM (n=10).

본 연구에서는 케이지 사육된 산란계에 비해 방사 사육된 산란계의 계란에서 난황색과 난각색은 유의적으로 밝았으며($P < 0.05$), 반면에 난각무게와 난황무게는 유의적으로 낮아($P < 0.05$), 사육조건(케이지 vs. 방사 사육)의 차이가 계란품질에 영향을 미치는 요인이라는 것을 나타낸다. 이러한 결과는 케이지 사육된 산란계의 계란에 비해 평사 사육된 산란계의 계란에서 난중, 난백고, 난황색이 유의적으로 높았다(Singh et al., 2009)는 보고와 일치한다. 특히 이러한 사육조건(케이지 vs. 방사 사육)의 차이는 수당 사육면적의 차이를 의미하며, 따라서 사육밀도가 계란의 품질에 영향을 미치는 주요한 요인이라는 것을 나타낸다. 실제로 방사사육($2.2 \text{ m}^2/\text{수}$)에서 생산된 계란과 케이지 사육과 방사($1.1 \text{ m}^2/\text{수}$) 사육된 계란의 난질을 비교한 결과 방사 2.2 m^2 사육에서 생산된 계란이 난황색 지수가 유의적으로 높게 나타난 것으로 보아 사육밀도가 계란의 품질에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다 (Kim et al., 2013).

2. 일령에 따른 난질 차이

사육형태에 따른 난질의 차이를 분석하기 위하여 실험 1에서 이용된 산란계 보다 나이가 어린 두 산란계군(22주령 및 47주령)으로부터 생산된 계란이 분석에 이용되었다. 22주령의 산란계와 비교했을 때 47주령의 산란계에서 난중, 난각 무게, 난황색 및 난황 무게는 유의적으로 높았고, 난백고, 호유니트 및 난각 강도는 유의적으로 낮았으나, 난각색, 난각 두께 및 난백무게에서는 통계적인 차이가 없었다(Table 2). 본 연구결과는 산란계의 일령이 증가할수록 난중은 증가하고(Skrbic et al., 2011; Silversides and Scott, 2001; Van et al., 2004; Johnston and Gous, 2007), 농후 난백의 높이가 감소하며 따라서 호유니트는 감소한다(Silversides and Scott, 2001; Ledvinka et al., 2012)는 기존의 연구 결과와 일치한다. 따라서 이러한 결과와 기존의 연구결과를 종합하면, 산란계의 일령이 증가할수록 난중이 증가하지만 난각의 강도와 계란의 신선도는 감소한다는 것을 시사한다.

난황색은 일령뿐만 아니라(Pistekova et al., 2006; Singh et al. 2009), 사료에도 영향을 받는다. Singh 등(2009)는 주령이 증가할수록 난황색도가 높아진다고 했는데, 본 분석에서도 일령이 증가할수록 난황색도가 높아졌다($P < 0.05$).

3. 판매가격에 따른 난질 차이

실험 1 및 2에서의 난질 분석 결과가, 실제 시장에서 판매되고 계란의 가격과 품질에 어떠한 관계에 있는지 비교하기 위하여 실험 3이 수행되었다. 상대적으로 값싼 계란에 비해 값비싼 계란에서 난중, 난백고, 호유니트, 난백무게, 난각 무게는 유의적으로 높았으며, 난황색은 유의적으로 낮았고, 난각 두께, 난각 강도, 난각색 난황무게는 차이가 없었다. 본 연

구결과는 값싼 계란에 비해 비싼 계란이 선도가 더 높았다는 것을 보인다($P<0.05$). 이들을 난중과 난백고로 비교했을 때 47주령의 산란계에서 생산된 계란과 유사하거나 낮으며 (Tables 2 및 3), 따라서 호유니트값만을 고려하면 비싼 계란의 선도는 47주령의 산란계에서 생산된 계란과 가장 유사하게 나타났다.

Table 2. Comparison of quality in eggs produced from hens housed in battery cages but different in age (22 vs. 47 weeks old)

Hens' age	Egg weight (g)	Albumen height (mm)	Haugh Unit (HU)	Shell color (unit)	Shell strength (kg/cm ²)	Shell thickness (mm)	Shell weight (g)	Yolk color (unit)	Yolk weight (g)	Egg white weight (g)
Young hens (22 weeks old)	56.0± 0.63	9.44± 0.37	97.5± 2.01	27.3± 1.44	5.35± 0.18	0.43± 0.01	7.19± 0.10	12.5± 0.16	11.2± 0.15	34.7± 0.65
Old hens (47 weeks old)	63.5± 0.49	7.93± 0.33	87.8± 1.49	29.1± 1.04	4.61± 0.18	0.43± 0.00	8.16± 0.17	13.1± 0.21	15.9± 0.40	35.8± 0.93
P-value	0.0001	0.003	0.000	0.167	0.004	0.312	0.0001	0.026	0.0001	0.190

Eggs, produced by hens with 22 and 47 weeks of age, were obtained from a local egg farm.

Data show mean ± SEM (n=11).

Table 3. Comparison of quality in eggs tagged with the lowest vs. highest price in a local mart

Prices	Egg weight (g)	Albumen height (mm)	Haugh Unit (HU)	Shell color (unit)	Shell strength (kg/cm ²)	Shell thickness (mm)	Shell weight (g)	Yolk color (unit)	Yolk weight (g)	Egg white weight (g)
Lowest price	60.9± 0.44	5.83± 0.23	75.0± 1.88	28.2± 1.34	5.35± 0.18	0.43± 0.01	7.19± 0.10	9.90± 0.18	16.9± 0.53	33.3± 0.45
Highest price	64.1± 0.57	7.22± 0.36	85.4± 1.49	27.9± 0.88	4.61± 0.18	0.43± 0.00	8.16± 0.17	7.90± 0.31	16.1± 0.36	37.0± 0.38
P-value	0.0001	0.002	0.0001	0.427	0.004	0.312	0.0001	0.0001	0.107	0.0001

The eggs tagged with the lowest vs. highest price were purchased in a local franchised mart.

Data show mean ± SEM (n=11).

본 연구에서 이용된 계란을 생산한 산란계에 관해서는 그들의 사육조건이 전혀 알려져 있지 않거나 생산자에 의해 제공된 제한된 정보를 바탕으로 하고 있다. 본 연구에서 사용

된 계란은 산란계의 사육조건, 일령 및 품종, 생산일자, 유통경로 등이 불명하기 때문에 결과를 일반화하는 데에는 한계가 있다. 또한 계란의 구매 정보(구매처, 구매일자, 가격 등) 이외 전반적인 계란의 유통경로 등에 대해서도 불명이다. 그러한 정보의 진위나 유통경로는 본 연구 목적의 범위 밖에 있다. 따라서 전체적으로 본 연구의 결과는 제한된 정보만을 제공하기 때문에 그 해석에 신중을 요하며, 향후 이 분야에 기초자료로서 기여할 것으로 사료된다.

[Submitted, December. 8, 2015 ; Revised, December. 17, 2015 ; Accepted, December. 24, 2015]

References

1. Albentosa, M. J. and J. J. Cooper. 2004. Effects of cage height and stocking density on the frequency of comfort behaviours performed by laying hens housed in furnished cages. *Anim. Welfare* 13(4): 419-424.
2. Anderson, K. E., J. B. Tharrington, P. A. Curtis and F. T. Jones. 2004. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. *Int. J. Poult. Sci.* 3(1): 17-19.
3. Blokhuis, H. J., T. Fiks van Niekerk, W. Bessei, A. Elson, D. Guemene, J. B. Kjaerand and H. A. Van De Weerd. 2007. The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. *World's Poult. Sci. J.* 63(01): 101-114.
4. Johnstona, S. A. and R. M. Gousa. 2007. Modelling the changes in the proportions of the egg components during a laying cycle. *Br. Poult. Sci.* 48(3): 347-353.
5. Kang, H.K., J. H. Cho, J. H. Kim, H. G. Kang, D. J. Yu, J. C. Na, D. W. Kim, S. J. Lee, I. S. Kim, and S. H. Kim. 2008. Effects of Restricted Feeding during Growing Period on Laying Performance and Egg Quality in Layers. *Korean J. Poult. Sci.* 35(1): 63-69.
6. Kim I. S. and E. J. Kim. 1999. A study on relationship between price premium and perceived quality. *Rev. Bus. Econom.* 12(6): 13-30. 12.
7. Kim, K. S., S. K. Lee, Y. S. Choi, C. H. Ha and W. H. Kim. 2013. Effects of production performance, immunity and egg quality by raising on exercise yard in laying hens. *Korean J. Poult. Sci.* 40(2): 97-103.
8. Kwakkel, R. P., B. J. Ducro and W. J. Koops. 1993. Multiphasic analysis of growth of the body and its chemical components in White Leghorn pullets. *Poult. Sci.* 72(8): 1421-1432.

9. Ledvinka, Z., E. Tůmová, M. Englmaierová and M. Podsedníček. 2012. Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. *Archiv für Geflügelkunde* 76(1): 38-43.
10. Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs. 2014. Vital Statistics in 2014 of Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs.
http://www.mafra.go.kr/list.jsp?id=30155&pageNo=1&NOW_YEAR=2014&group_id=4&menu_id=72&link_menu_id=&division=B&board_kind=C&board_skin_id=C1&parent_code=71&link_url=&depth=2 (Released on September 12, 2014) (Access December 01, 2015).
11. Pištěková, V., M. Hovorka, V. Večerek, E. Straková and P. Suchý. 2006. The quality comparison of eggs laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system. *Czech J. Anim. Sci.* (7): 318-325.
12. Pohle, K. and H. W. Cheng. 2009. Comparative effects of furnished and battery cages on egg production and physiological parameters in White Leghorn hens. *Poult. Sci.* 88(10): 2042-2051.
13. Silversides, F. G. and T. A. Scott. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poult. Sci.* 80(8): 1240-1245.
14. Singh, R., K. M. Cheng, and F. G. Silversides. 2009. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poult. Sci.* 88(2): 256-264.
15. Škrbić, Z., Z. Pavlovski, M. Lukić, D. Vitorović, V. Petričević and L. Stojanović. 2011. Changes of egg quality properties with the age of layer hens in traditional and conventional production. *Biotechnol. Anim. Husb.* 27(3): 659-667.
16. Türkyilmaz, M. K. 2006. The effect of stocking density on stress reaction in broiler chickens during summer. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 32(1): 31-36.
17. Van Den Brand, H., H. K. Parmentier and B. Kemp. 2004. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *Br. Poult. Sci.* 45(6): 745-752.
18. Van Horne, P. L. M. 1996. Production and economic results of commercial flocks with white layers in aviary systems and battery cages. *Br. Poult. Sci.* 37(2): 255-261.
19. Vits, A., D. Weitzenbürger, H. Hamann, and O. Distl. 2005. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poult. Sci.* 84(10): 1511-1519.