

실용산란계의 산란연령이 계란의 품질에 미치는 영향

이민희 · 조은정 · 최은식 · 방민희 · 손시환[†]

경남과학기술대학교 동물생명과학과

The Effect of Hen Age on Egg Quality in Commercial Layer

Min Hee Lee, Eun Jung Cho, Eun Sik Choi, Min Hee Bang and Sea Hwan Sohn[†]

Department of Animal Science and Biotechnology, Gyeongsang National University of Science and Technology, Jinju 52725, Korea

ABSTRACT Egg quality is a very important factor for both consumers and producers. Factors affecting egg quality include strain and age of hens; egg storage temperature, time, and humidity; laying season; and feeding. This study aimed to determine the effect of hen age and egg storage time on egg quality. A total of 700 eggs obtained from Hyline Brown commercial layers were used for this experiment, and they were separated into two hen age groups (30 vs. 60 weeks) with eight treatments and four storage times (day 0, 10, 20, and 30). The egg weight; shell color, thickness, and density; albumen height; Haugh unit (HU); yolk color; and the yolk and albumen pH and viscosity were measured for the egg quality assessment. The results showed that the age of the hen and egg storage time significantly affected almost all parameters of the internal and external egg quality. The shell thickness, albumen height, HU, yolk color, pH of yolk and albumen, and yolk viscosity significantly decreased with increasing hen age. The egg shell color was significantly lighter in eggs from 60-week-old hens than in those from 30 weeks-old hens. The egg weight; shell weight, thickness, and density; albumen height, HU; and albumen viscosity significantly decreased, but the yolk color and pH of the yolk and albumen increased with increasing egg storage time. The interaction effects between the storage time and hen age were significant in shell thickness, albumen height, yolk color, and yolk and albumen pH and viscosity. The eggs obtained from 60-week-old hens showed significantly lower shell thickness, albumen height, and HU values, which are considered typical egg quality measurements, than values of eggs from 30-week-old hens. Therefore, increasing hen age and egg storage time caused the deterioration of egg quality. In conclusion, this study demonstrated that hen age is the major factor affecting the quality of fresh eggs, whereas the storage time is the determinant factor affecting the quality of stored eggs.

(Key words : egg quality, hen age, storage time, Haugh units, commercial layer)

서 론

현재 국내 계란 총 생산액은 농업 생산액의 4.0%, 축산물 생산액의 9.6%를 차지하고 있으며, 매년 증가추세에 있다(MAFRA, 2015). 계란은 양질의 동물성 단백질로서 가격이 저렴하고 생산과 공급이 용이하여 국민의 건강과 식생활에 없어서는 안 될 중요한 식품이다. 최근 계란의 수요 증대와 더불어 소비자들은 보다 위생적이고 안전한 고품질의 신선란을 요구함으로써 계란의 품질은 생산적 측면뿐만 아니라, 유통 관리적 측면에서 관심을 가져야 할 중요한 요소이다.

국내 계란의 품질은 외관관정과 활란관정으로 평가하는데, 외관관정은 전체적인 모양, 난각의 상태, 오염 여부 등을

평가하고, 활란관정은 난백의 높이와 계란의 무게 및 호우 유닛(Haugh Unit; HU)로 평가한다(MAF, 2007). 일반적으로 계란의 내부 품질은 난백의 질로 평가되는데, 이는 농후난백의 높이나 HU로 나타낸다(Haugh, 1937; Eisen et al., 1962; Hunton, 1987; Williams, 1992; Silversides and Villeneuve, 1994). 계란의 신선도 역시 난백의 질로 평가한다(Williams, 1992; Silversides, 1994; Bozkurt and Tekerli, 2009). 지금까지 난질의 대표적 표지로 HU를 가장 널리 이용하고 있으나, 최근 많은 연구자들이 HU 계산에 있어 난중 보정의 문제점을 제기하면서 HU 대신 난백의 높이나 난백의 pH가 보다 적합한 난질 표지임을 제시하고 있다(Nestor and Jaap, 1963; Kidwell et al., 1964; Silversides and Villeneuve, 1994; Sil-

[†] To whom correspondence should be addressed : shsohn@gntech.ac.kr

versides and Scott, 2001). 이러한 표지와 더불어 난중, 난각 두께, 난각밀도, 난각색, 난황색, 난황의 pH 및 난백점도 등도 난질의 평가요소로 고려되고 있다(Lee et al., 2016). 계란의 품질은 유전적 요인에 의해 영향을 받을 뿐만 아니라 계란의 보관 상태에 따른 여러 환경적 요인들에 의해서도 많은 영향을 받는다. 이러한 환경적 요인들 중 보관온도와 저장기간이 난질에 절대적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, 저장기간이 길어질수록, 보관온도가 높아질수록 난황막의 강도가 떨어지고, 난황 내 수분 함량이 높아져 급격한 난질의 저하가 일어난다(Silversides and Villeneuve, 1994; Walsh et al., 1995; Kirunda and McKee, 2000; Carraro and Antunes, 2001; Silversides and Scott, 2001; Jones et al., 2002; Jones and Musgrove, 2005; Samli et al., 2005; Jin et al., 2011; Shin et al., 2012; Lee et al., 2016). 한편, 계란의 품질에 영향을 미치는 유전적 요인으로서 품종이나 산란연령이 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Johnson and Merritt, 1955; Ahn et al., 1997; Hartmann et al., 2003; Zhang et al., 2005; Wolc et al., 2012). 특히 산란연령이 난질에 미치는 영향에 대해서 닭의 연령이 증가할수록 난중, 난각무게 등은 증가하나, 난백의 높이는 줄어들고, 난백의 pH는 상승하는 등 내부 난질은 뚜렷하게 저하되는 양상을 보인다고 하였다(Hill and Hall, 1980; Williams, 1992; Silversides, 1994; Silversides and Scott, 2001; Suk and Park, 2001; Akyurek and Okur, 2009; de Menezes et al., 2012; Padhi et al., 2013).

국내 계란 유통과정에서 계란의 품질은 생산자 및 소비자 모두에게 매우 중요한 요소이다. 따라서 시중에 신선란 공급을 위하여 계란의 품질에 미치는 생산 개체의 영향과 유통과정 중 영향을 미치는 여러 환경적 요인에 대해 구명할 필요가 있다. 그러므로 본 연구에서는 실용산란계의 산란연령에 따른 계란의 품질 차이를 살펴보고자 산란 피크기 때 생산한 계란과 산란후기 때 생산한 계란 간의 난질을 비교하고, 이들의 저장기간이 난질에 미치는 영향과 더불어 산란연령과 저장기간 간의 상호 관계를 고찰하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 공시재료

본 연구는 산골농장(경남 산청군 소재)에서 사육 중인 30주령 및 60주령된 Hyline Brown 실용산란계가 생산한 총 700개의 계란을 공시하고, 이들의 난질을 비교 분석하였다. 모든 공시계들은 강제 환기 및 자동 온도 조절 시스템이 완비된 무

창계사에서 5단 철망 배터리형 케이지에 칸 당 5수씩(420 cm²/hen)사육하였다. 사료와 물은 자동 급이(체인피더) 및 급수(니플)장치로 공급하고, 생산된 계란은 와이어로 자동 집란하였다. 공시계의 사양관리는 Hyline Brown 실용산란계 사양관리지침에 따라 시행하고, 사료 급여는 시중 산란계 배합 사료로 무제한 급이를 실시하였다. 점등 관리는 15시간 고정 점등하였고, 백신 접종 및 기타 사양 관리는 산골농장 사양관리지침에 따라 수행하였다.

2. 시험설계 및 분석항목

시험에 공시된 계란은 30주령 및 60주령 실용산란계가 생산한 알로서 산란 직후 2시간 이내 수집한 계란 및 12℃ 저온 incubator에서 각 10일, 20일 및 30일 저장한 계란을 분석하였다. 따라서 총 시험구는 8처리구(산란연령 2 × 저장기간 4)로서 처리 당 각 50~120개의 계란을 공시하였다. 난질지표로는 난중, 난각무게, 난각두께, 난각밀도, 난각색, 난황색, 난백높이, Haugh Unit(HU), 난백 및 난황의 pH와 점도에 대해 측정하고 분석하였다. 공시한 각 계란은 난중을 측정하고, 깨뜨린 후 난백의 높이, 난각색 및 난황색을 QCM+ system(TSS Ltd. York, England)으로 측정하였다. HU는 측정한 난중과 난백높이를 이용하여 $HU=100 \log(H-1.7W^{0.37}+7.57)$ 의 공식에 따라 계산하였다(Haugh, 1937). 난각두께는 Micrometer(Series 293-IP65, Mitutoyo Corp. Kanagawa, Japan)로 측정하고, 난각밀도(mg/cm²)는 QCM Eggware software(TSS Ltd. York, England)를 이용하여 계산하였다. 난백 및 난황의 pH는 pH meter(Hanna HI99161, Woonsocket, RI, USA)로 처리 당 10개의 계란에 대해 조사하였다. 난황 및 난백의 점도는 Brookfield DV-E viscometer(Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 제조사의 사용 지침에 따라 측정하였다.

3. 통계분석

각 측정 항목에 대한 처리 간 평균값의 통계분석은 SAS 통계패키지(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 GLM procedure를 이용하였다. 분석은 산란연령과 계란의 저장기간에 대해 2×4 요인 시험으로 설계하고, two-way ANOVA로 통계적 유의성을 검정하였다. 처리 간 유의성이 인정된 평균값 간의 다중 비교는 Tukey's HSD procedure를 이용하여 유의성 유무를 제시하였다.

결과 및 고찰

1. 산란연령 및 계란의 저장기간이 난중 및 난각질에 미치는 영향

닭의 산란연령 및 계란의 저장기간이 난중, 난각무게, 난각두께, 난각밀도 및 난각색에 미치는 영향을 Table 1에 제시하였다. 분석 결과, 난각두께와 난각색은 닭의 산란연령에 영향을 받는 것으로 나타났고, 계란의 저장기간은 난각색을 제외한 모든 지표에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 난중의 경우, 산란연령에 따른 무게의 차이는 없었고, 계란의 저장기간이 증가함에 따라 산란연령과 관계없이 모든 공시란의 무게가 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 일반적으로 산란연령이 증가함에 따라 난중은 증가하는 것으로 알려져 있다(Hill and Hall, 1980; Silversides, 1994; Cunningham et al., 1996; Silversides and Scott, 2001). 그러나 본 연구에서 산란연령 간 난중뿐만 아니라, 난각중의 차이는 없었는데, 이는 유사한 크기의 계란을 공시하였을 때 저장기간에 따라 산란연령이 난중 감소에 미치는 영향을 알아보기 위하여 표본 선정 때 다소 비슷한 무게의 계란을 공시하였기 때문이다.

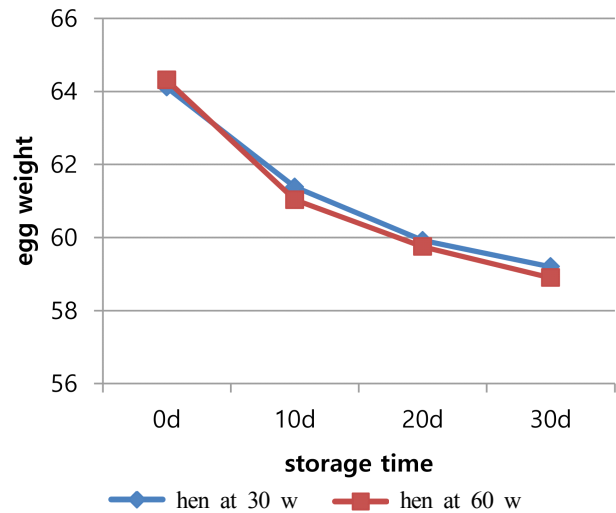


Fig. 1. The interaction effect of hen age and storage time on egg weight.

저장기간에 따른 산란연령별 난중 및 난각중 감소의 정도는

Table 1. Effects of the hen age and storage time on egg shell qualities

Hen age (wks)	Storage time (d)	Number of eggs	Egg weight (g)	Shell weight (g)	Shell thickness (mm)	Shell density (mg/cm ²)	Shell color
30	0	56	64.11±3.56 ^a	8.72±0.65 ^a	0.351±0.033 ^a	116.69±8.41 ^a	25.21±4.05 ^{bc}
	10	92	61.38±2.24 ^b	8.00±0.72 ^b	0.328±0.029 ^{bc}	110.07±9.82 ^c	24.93±4.39 ^{bc}
	20	91	59.92±2.77 ^{cd}	7.84±0.61 ^b	0.335±0.026 ^{bc}	109.65±8.08 ^c	24.55±3.95 ^c
	30	99	59.20±2.08 ^d	7.74±0.56 ^b	0.329±0.034 ^{bc}	109.10±7.32 ^c	24.23±4.24 ^c
60	0	50	64.31±3.40 ^a	8.62±0.74 ^a	0.331±0.030 ^{bc}	115.05±9.40 ^{ab}	27.00±4.14 ^{ab}
	10	118	61.03±2.00 ^{bc}	8.01±0.57 ^b	0.328±0.027 ^{bc}	110.66±7.44 ^c	27.55±4.61 ^a
	20	116	59.75±1.52 ^d	7.93±0.69 ^b	0.319±0.028 ^d	111.12±9.11 ^{bc}	27.78±4.67 ^a
	30	78	58.90±1.65 ^d	7.91±0.57 ^b	0.322±0.026 ^{cd}	111.91±7.87 ^{bc}	28.10±4.75 ^a
30		338	60.80±3.10	8.00±0.72	0.334±0.032 ^a	110.77±8.81	24.67±4.17 ^b
60		362	60.62±2.65	8.05±0.67	0.325±0.030 ^b	111.68±8.46	27.67±4.59 ^a
	0	106	64.20±3.47 ^a	8.67±0.69 ^a	0.341±0.035 ^a	115.92±8.89 ^a	26.06±4.17
	10	210	61.18±2.11 ^b	8.00±0.64 ^b	0.328±0.028 ^b	110.40±8.54 ^b	26.40±4.68
	20	207	59.82±2.16 ^c	7.89±0.66 ^{bc}	0.327±0.030 ^b	110.48±8.68 ^b	26.36±4.65
	30	177	59.07±1.91 ^d	7.81±0.57 ^c	0.325±0.031 ^b	110.34±7.67 ^b	25.94±4.85
Source of variation	Age (A)		N.S	N.S	0.0001	N.S	<0.0001
	Storage time (S)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	N.S
	A × S		N.S	N.S	<0.0001	N.S	N.S

^{a-d} The values (mean±standard deviation) with different letter within column significantly differ (*p*<0.05).

거의 비슷하게 나타나, 난중 감소율과 산란연령간의 상호작용은 없는 것으로 보여진다. 저장기간에 따른 난중의 감소는 계란 내 수분 유실에 기인된 양상으로 계란 자체의 유전적 소인보다는 보관 온도와 같은 외부환경이 절대적 영향을 미치는 것으로 사료된다(Samli et al., 2005; Akyurek and Okur, 2009; Jin et al., 2011; Lee et al., 2016). 반면, 난각두께와 난각색은 닭의 산란연령에 따라 영향을 받는 요인으로 산란연령이 증가함에 따라 난각의 두께는 감소하고, 난각색은 열어지는 결과를 보였다. 난각의 두께는 난각질을 평가하는 주된 요소로서 많은 연구에서 동일 중량의 계란일지라도 품종에 관계없이 닭의 산란연령이 증가함에 따라 난각두께는 얇아진다고 하였다(Roland, 1979; Peebles and Brake, 1987; Suk and Park, 2001; Akyurek and Okur, 2009). 따라서 난각두께의 감소는 산란연령이 증가함에 따라 난각질을 저하하게 하는 가장 주된 요인으로 보여진다. 한편, 계란의 저장기간이 난각질에 미치는 영향으로 산란연령과 상관없이 저장기간이 길어질수록 난중뿐만 아니라, 난각무게, 난각두께, 난각밀도 모두가 감소하는 것으로 나타나, 계란의 장기 보존이 난각질 저하에 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 2, Fig. 3).

난각의 질은 많은 연구자들의 중요한 연구 관심의 대상인데, 이는 계란 산업에서 파란으로 인한 경제적 손실이 매우 크기 때문이다. 난각질을 좌우하는 절대적 요소는 난각두께로써 난각강도나 계란의 비중과 같은 지표도 부수적 난각질의 척도로 이용된다. 난각질은 산란연령이 증가함에 따라

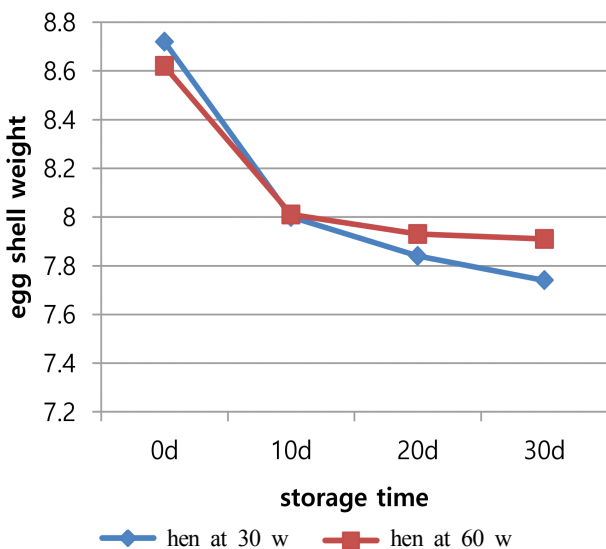


Fig. 2. The interaction effect of hen age and storage time on egg shell weight.

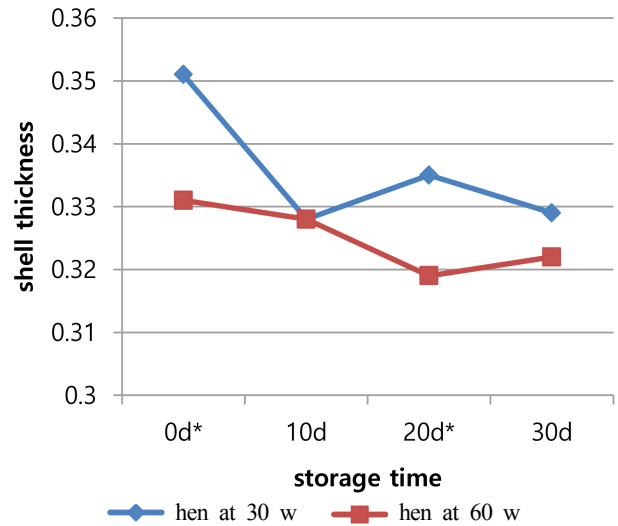


Fig. 3. The interaction effect of hen age and storage time on egg shell thickness.

The storage time with asterisk(*) means significant difference between 30 w and 60 w ($p < 0.05$).

점진적 저하를 보이는데, 이에 대한 이유는 아직까지 명료하게 밝혀지지 않고 있다. 많은 연구들에서 산란연령에 따른 난각질의 비교로 산란피크기 때와 노계 때의 난중, 난각중 및 난각두께를 분석한 결과, 난중은 연령이 증가함에 따라 상승하고, 반면 난각두께는 감소하였으며, 난각중은 거의 차이를 보이지 않는다고 하였으며, 종란에 있어서 난각두께의 감소는 난각의 수증기 전도성(water vapor conductance)을 감소시켜 부화율의 저하를 초래한다고 하였다(Potts and Washburn, 1974; Britton, 1977; Roland, 1979; Peebles and Brake, 1987). 한편, 난각성분에 있어서 산란연령이 증가함에 따라 Mg 함유율은 높아지나, 회분함유율과 Ca 함유율은 차이가 없는 것으로 나타났고(Britton, 1977), 난각 큐티클 층의 질적 변화에도 거의 차이가 없는 것으로 나타나, 식품 안정성에는 영향이 없다고 하였다(Roberts et al., 2013).

2. 산란연령 및 계란의 저장기간이 내부 난질에 미치는 영향

닭의 산란연령 및 계란의 저장기간이 내부 난질에 미치는 영향을 Table 2에 제시하였다. 내부 난질 지표로 난백의 높이, 호우유니트(HU), 난황색, 난황과 난백의 pH 및 점도를 측정하였다. 분석 결과, 계란의 점도를 제외한 모든 측정 지표에서 닭의 산란연령과 계란의 저장기간이 이에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 난백의 높이, HU, 난황색 및 난황과 난백의 pH 모두에서 산란피크기 때의 계란이 노계

Table 2. Effects of the hen age and storage time on internal egg qualities

Hen age (wks)	Storage time (d)	Number of eggs	Albumen height (mm)	HU	Yolk color	pH		Viscosity	
						Yolk	Albumen	Yolk	Albumen
30	0	56	9.82±1.46 ^a	97.06± 6.84 ^a	5.66±1.10 ^e	5.24±0.07 ^d	7.17±0.17 ^d	12.68±4.33 ^a	20.68±6.20 ^a
	10	92	6.75±1.10 ^c	80.77± 7.44 ^c	7.08±0.68 ^c	5.86±0.08 ^a	9.01±0.08 ^a	13.55±1.91 ^a	7.15±4.23 ^c
	20	91	6.53±1.18 ^c	79.62± 8.29 ^c	7.70±0.85 ^a	5.92±0.09 ^a	9.03±0.12 ^a	12.93±3.25 ^a	6.47±2.64 ^c
	30	99	5.36±0.92 ^e	71.18± 8.00 ^e	7.63±0.55 ^{ab}	5.89±0.11 ^a	8.89±0.21 ^{ab}	12.85±2.48 ^a	6.93±3.47 ^c
60	0	50	8.81±1.57 ^b	91.75± 9.42 ^b	6.68±0.82 ^d	5.29±0.07 ^d	7.17±0.16 ^d	10.47±4.06 ^{ab}	13.78±5.79 ^b
	10	118	6.48±1.06 ^{cd}	78.99± 7.76 ^{cd}	6.64±0.83 ^d	5.47±0.11 ^c	8.54±0.03 ^c	6.07±1.15 ^c	8.31±4.50 ^c
	20	116	5.92±1.13 ^d	75.22± 8.70 ^d	7.29±0.65 ^{bc}	5.72±0.07 ^b	8.74±0.08 ^b	6.72±2.74 ^c	4.18±1.61 ^c
	30	78	5.06±1.12 ^e	68.28±10.22 ^e	7.50±0.66 ^{ab}	5.66±0.13 ^b	8.77±0.08 ^b	7.71±2.91 ^{bc}	3.53±1.19 ^c
30		338	6.79±1.85 ^a	80.35±11.44 ^a	7.17±1.06 ^a	5.70±0.31 ^a	8.43±0.85 ^a	12.97±3.18 ^a	10.62±7.61
60		362	6.32±1.62 ^b	77.24±11.26 ^b	7.04±0.82 ^b	5.41±0.19 ^b	7.69±0.74 ^b	9.13±3.94 ^b	10.77±6.51
Source of variation	Age (A)		<0.0001	<0.0001	0.0209	<0.0001	<0.0001	<0.0001	N.S
	Storage time (S)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	N.S	<0.0001
	A × S		0.0339	N.S	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0004	0.0006

^{a~e} The values (mean±standard deviation) with different letter within column significantly differ ($p<0.05$).

에서 생산된 계란에 비해 유의하게 높은 지수를 보여 산란 연령이 증가할수록 지표들이 저하하는 것으로 나타났다. 더불어 계란의 저장기간이 길어질수록 난백고와 HU가 비례적으로 감소하고, 반면 난황색 및 pH는 증가하는 것으로 나타났다. 또한 HU를 제외한 모든 난질 지표에서 닭의 산란연령과 계란의 저장기간 간 상호작용의 효과가 존재하는 것으로 나타났다. 난백의 높이는 난질의 대표적 측도로서 신선도의 지표로도 널리 이용되는데, 산란연령이 증가할수록 지표가 감소하고, 저장기간이 길어질수록 저하되는데, 12℃의 저온 보관 상태에서 산란연령과 관계없이 공히 산란 후 10일의 저장기간 동안 급속한 난백높이의 감소를 보였다(Fig. 4). HU 또한 난백높이의 결과와 거의 동일한 양상을 보이는데, 이는 HU의 지표값이 절대적으로 난백의 높이에 의해 결정되기 때문이다(Fig. 5). 난황의 색은 산란후기의 계란이 다소 더 짙은 경향이 있으나, 저장기간이 경과할수록 공히 옅어진다 (Fig. 6). 난황 및 난백의 pH는 공히 피크기 때의 계란이 노계 때 산란한 계란에 비해 높은 경향을 보였는데, 산란 직후

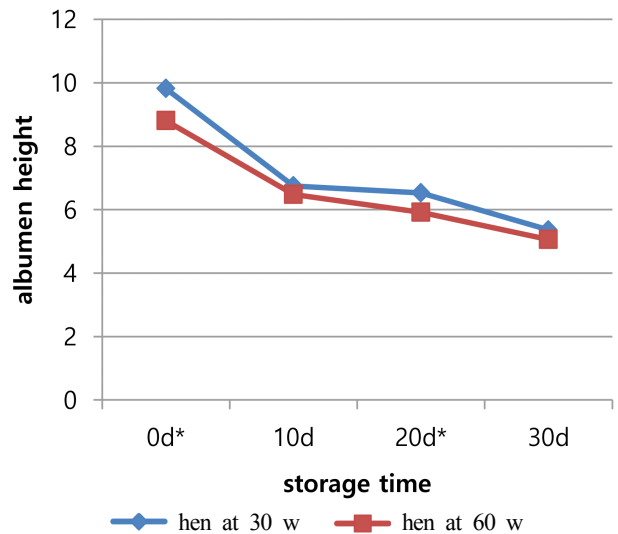


Fig. 4. The interaction effect of hen age and storage time on albumen height. The storage time with asterisk (*) means significant difference between 30 w and 60 w ($p<0.05$).

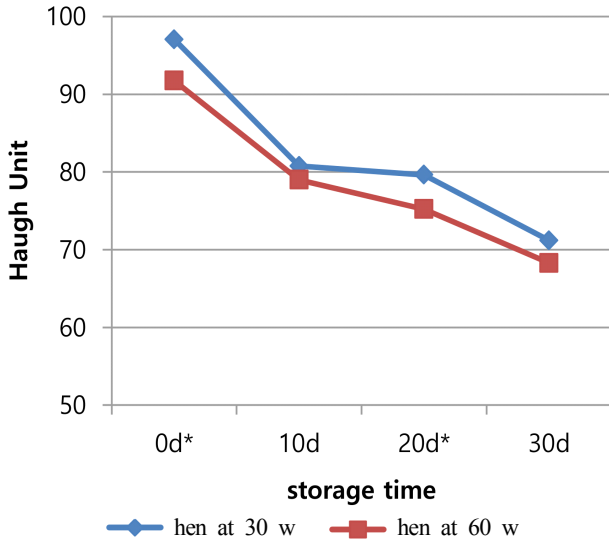


Fig. 5. The interaction effect of hen age and storage time on Haugh Unit. The storage time with asterisk (*) means significant difference between 30 w and 60 w ($p < 0.05$).

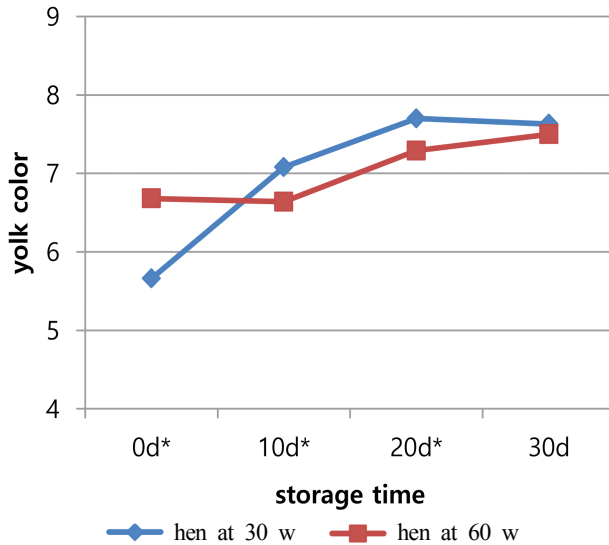


Fig. 6. The interaction effect of hen age and storage time on yolk color. The storage time with asterisk (*) means significant difference between 30 w and 60 w ($p < 0.05$).

에는 거의 차이가 없으나, 산란연령이 이룰수록 저장기간 경과에 따른 계란의 pH 상승도가 더욱 높아지는 양상을 나타내었다(Fig. 7). 계란의 점도에 있어서 난황점도는 산란연령이 증가할수록 점도가 낮아지나, 저장기간에 따른 차이는 없었고, 난백점도는 산란연령에 따른 점도의 차이는 없었지만,

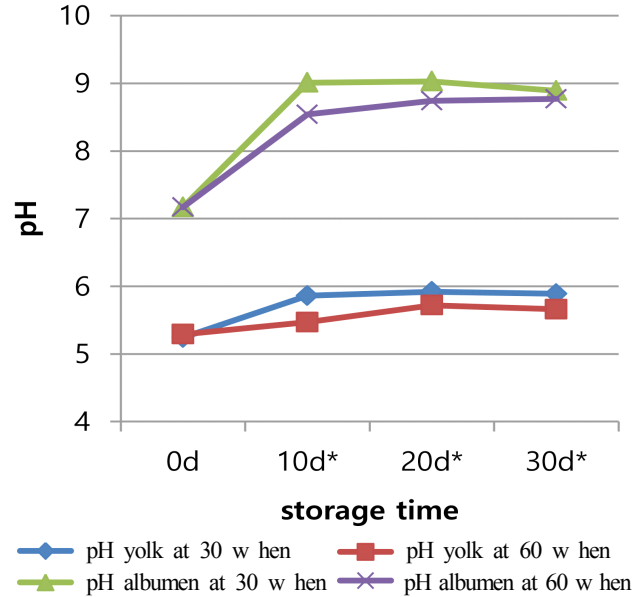


Fig. 7. The interaction effect of hen age and storage time on pH of yolk and albumen. The storage time with asterisk (*) means significant difference between 30 w and 60 w ($p < 0.05$).

저장기간이 증가할수록 유의하게 낮아지는 양상을 보였다.

산란연령에 따른 난질의 차이에 대해 지금까지 많은 연구들이 진행되어 왔고, 거의 모든 연구에서 일치된 결과들을 제시하고 있다. 공통적으로 실용산란계든 육용종계든 닭의 품종과 관계없이, 또한 평사 사육이나 케이지 사육이나 사육 방식과 상관없이 닭의 산란연령이 증가할수록 계란의 질은 저하하는데, 특히 난백의 높이 및 HU가 낮아진다고 하였다(Cunningham et al., 1996; Silversides and Scott, 2001; Silversides and Budgell, 2004; Silversides et al., 2006; Bozkurt and Tekerli, 2009; Samiullah et al., 2016). 이러한 원인은 개체의 노화에 따른 생리적 변화에 기인된 현상으로 우선 산란연령이 증가함에 따라 생산하는 계란의 난각두께와 난각막이 얇아지게 되고, 이로 인한 난백 내 수분 유실이 증가됨으로 내부 난질의 저하를 초래하게 된다(Britton, 1997; Peebles and Brake, 1987). 난백 높이에 대한 기능적 중요성은 명확하지는 않지만, 계란의 신선도 측도로서 매우 중요한데, 이는 저장기간에 따라 비례적으로 감소되기 때문이다. 또한 난백의 pH는 품종이나 산란연령에 상관없이 저장기간에 따라 상승함을 보여 계란의 신선도 측도로 또 다른 유용 지표로 이용할 수 있음을 제시하고 있다(Silversides and Scott, 2001). 그러나 계란의 pH, 특히 난백의 pH에 대한 여러 연구에서 계란의 저장기간이 길어질수록 pH는 점진적으로 상

승한다는 데에는 일치된 결과를 보이고 있으나, 산란연령에 따른 차이에 있어서는 산란연령이 늦어질수록 생산한 계란의 pH가 낮다는 보고(Siyar et al., 2007; Akyurek and Okur, 2009)와 산란연령에 따른 pH의 차이는 없다는 보고(Benton and Brake, 1996; Silversides and Scott, 2001; Chung and Lee, 2014)로 다소 일치하지 않는 결과들을 제시하고 있다. 이는 본 연구 결과를 토대로 신선란의 경우, 산란연령에 따른 pH의 차이는 없으나, 저장기간이 경과함에 따라 산란연령에 따른 계란의 pH 상승도의 차이는 있는 것으로 사료된다. 한편, 계란의 저장기간이 난질에 미치는 영향에 대해 거의 모든 연구에서 저장기간이 길어질수록 현격한 난질의 저하를 보고하고 있다(Scott and Silversides, 2000; Tona et al., 2004; Jones and Musgrove, 2005; Akyurek and Okur, 2009; Jin et al., 2011; Shin et al., 2012; Lee et al., 2016). 산란연령과 계란의 저장기간 간 난질에 미치는 상호작용에 대한 연구에서 산란피크기에 산란한 계란들이 노계 때 산란한 계란에 비해 저장기간이 증가함에 따라 급격한 난질의 저하가 나타난다고 하였는데(Siyar et al., 2007; Bozkurt and Tekerli, 2009), 이는 본 연구에서도 비슷한 양상을 보였다. 또한 본 연구에서 난황색은 신선란의 경우 30주령 산란 계란이 60주령 산란 계란에 비해 짙게 나타나고, 저장기간이 길어질수록 얼어지는 양상을 보였는데, 이러한 결과는 사육방식과 산란연령이 다른 갈색산란계를 대상으로 계란의 난질을 비교한 시험에서 성계의 계란들이 노계의 계란에 비해 난황색이 짙고, 방사계들이 케이지 사육계에 비해 짙은 난황색을 보였다는 결과와 잘 일치되는 양상이다(Samiullah et al., 2016). 난황색의 색도는 사료내 크산토피의 섭취에 따라 나타나는 양상인데 상기 결과들은 산란연령이 증가할수록 크산토피의 이용효율이 감소됨을 시사하고, 또한 계란의 저장기간이 증가함에 따라 난황 내 색소 유실이 증가되어 색도가 얼어지게 되는 것으로 보여진다. 결론적으로 계란의 품질에 영향을 미치는 요인으로서 산란연령 및 품종(Proudfoot, 1962; Kidwell et al., 1964; Fry et al., 1965; Hill et al., 1980; Williams, 1992)은 신선란의 난질에 주된 영향을 미치는 것으로 판단되고, 반면 저장란의 경우 보관온도 및 저장기간이 난질에 영향을 미치는 절대적 요인으로 사료된다.

적 요

계란의 품질은 소비자 및 생산자 모두에게 매우 중요한 요소이다. 계란의 품질에 영향을 미치는 요소로 닭의 품종, 산

란연령, 계란의 보관 온도와 저장기간, 보관 습도, 산란 계절 및 사료 등이 있다. 본 연구는 닭의 산란연령과 계란의 저장기간이 난질에 미치는 영향을 알아보기 위해 시행되었다. 본 시험은 하이라인 브라운 실용산란계가 생산한 총 700개의 계란을 대상으로 2개의 산란연령(30주령 및 60주령)과 4개의 저장기간(0, 10, 20, 30일), 총 8처리에 대해 분석하였다. 계란의 품질 평가기준으로 난중, 난각색, 난각두께, 난각밀도, 난백높이, 호우유니트(HU), 난황색, 난황 및 난백의 pH와 점도를 측정하였다. 실험결과, 산란연령 및 계란의 저장기간은 거의 모든 계란의 내·외부 난질지표에 유의한 영향을 미쳤다. 산란연령이 증가함에 따라 생산된 계란의 난각두께, 난백높이, HU, 난황색, 난황과 난백의 pH 및 난황점도는 유의하게 감소하였다. 한편, 난각색에 있어서는 60주령에 생산된 계란이 30주령에 생산된 계란보다 옅은 난각색을 나타내었다. 또한, 계란의 저장기간이 증가함에 따라 난중, 난각중, 난각두께, 난각밀도, 난백높이, HU 및 난백점도는 감소하였고, 반면 난황색과 난황과 난백의 pH는 증가하였다. 더불어 난각두께, 난백높이, 난황색, 난황 및 난백의 pH와 점도는 계란의 저장기간과 산란연령 간 상호작용의 효과가 있는 것으로 나타났다. 대표적 난질의 지표로 볼 수 있는 난각두께, 난백높이 및 HU가 60주령에 생산된 계란이 30주령에 산란한 알에 비해 유의하게 낮게 나타났다. 따라서 산란연령이 증가하고 계란의 저장기간이 길어짐에 따라 난질 저하가 일어나게 된다. 결론적으로, 본 연구에서 신선란의 경우, 산란연령이 계란의 품질에 영향을 미치는 주된 요인인 반면, 보관란의 경우 저장기간이 난질에 영향을 미치는 결정적 요인임을 시사하고 있다.

(색인어: 난질, 산란연령, 저장기간, 호우유니트, 실용산란계)

사 사

본 논문은 경남과학기술대학교 2016년도 대학회계 연구비 지원으로 수행되었음.

REFERENCES

- Ahn DU, Kim SK, Shu H 1997 Effect of egg size and strain and age of hen on the solids content of chicken eggs. *Poult Sci* 76:914-919.
- Akyurek H, Okur AA 2009 Effect of storage time, tempe-

- ature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *J Anim Vet Adv* 8:1953-1958.
- Benton CE Jr, Brake J 1996 The effect of broiler breeder flock age and length of egg storage on egg albumen during early incubation. *Poult Sci* 75(9):1069-1075.
- Bozkurt Z, Tekerli M 2009 The effects of hen age, genotype, period and temperature of storage on egg quality. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 15(4):517-524.
- Britton WM 1977 Shell membranes of eggs differing in shell quality from young and old hens. *Poult Sci* 56:647-653.
- Carraro AC, Antunes AJ 2001 Haugh unit as a measure of the quality of hen eggs stored under refrigeration. *Sci Agric* 58: 681-685.
- Chung SH, Lee KW 2014 Effect of hen age, storage duration and temperature on egg quality in laying hens. *Int J Poult Sci* 13(11):634-636.
- Cunningham FE, Cotterill DJ, Funk EM 1996 The effect of season and age of bird. 1. On egg size, quality and yield. *Poult Sci* 39:289-299.
- de Menezes PC, de Lima ER, de Medeiros JP, de Oliveira WNK, Evêncio-Neto J 2012 Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *R Bras Zootec* 41(9):2064-2069.
- Eisen EJ, Bohren BB, McKean HE 1962 The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poult Sci* 41:1461-1468.
- Fry JL, Moore JS, Osteen AW 1965 Strain difference and initial quality relationships to rate of interior egg quality decline. *Poult Sci* 44:649-652.
- Hartmann C, Johanson K, Strandberg E, Rydhmer L 2003 Genetic correlations between the maternal genetic effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in a White Leghorn line. *Poult Sci* 82:1-8.
- Haugh RR 1937 The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult Mag* 43:522-555, 572-573.
- Hill AT, Eissinger RC, Hamilton DM, Patko J 1980 Sample sizes required for predicting albumen quality in stored eggs from eight commercial stocks. *Can J Anim Sci* 60:979-989.
- Hill AT, Hall W 1980 Effects of various combinations of oil spraying, washing, sanitizing, storage time, strain, and age of layer upon albumen quality changes in storage and minimum sample sizes required for their measurement. *Poult Sci* 59:2237-2242.
- Hunton P 1987 Laboratory evaluations of egg quality. In: *Egg Quality-Current Problems and Recent Advances*. R. G. Wells and C. G. Belyavin, ed. Butterworths, London. pp. 87-102.
- Jin YH, Lee KT, Lee WI, Han YK 2011 Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Aust J Anim Sci* 24:279-284.
- Johnson AS, Merritt ES 1955 Heritability of albumen height and specific gravity of eggs from White Leghorns and Barred Rocks and the correlations of these traits with egg production. *Poult Sci* 34:578-587.
- Jones DR, Musgrove MT 2005 Effects of extended storage on egg quality factor. *Poult Sci* 84:1774-1777.
- Jones DR, Tharrington JB, Curtis PA, Anderson KE, Keener KM, Jones FT 2002 Effects of cryogenic cooling of shell eggs on egg quality. *Poult Sci* 81:727-733.
- Kidwell MG, Nordskog AW, Forsythe RH 1964 On the problem of correcting albumen quality measures for egg weight. *Poult Sci* 43:42-49.
- Kirunda DFK, McKee SR 2000 Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poult Sci* 79: 1189-1193.
- Lee MH, Cho EJ, Choi ES, Sohn SH 2016 The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. *Kor J Poult Sci* 43(1):31-38.
- MAF Notification No. 2007-40 2007 Livestock Grading Standards Details. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Republic of Korea.
- MAFRA 2015 The Statistics of Agriculture, Livestock and Food in Korea. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Republic of Korea. Issues 11-1543000-000128-10.
- Nestor KE, Jaap RG 1963 Egg weight may influence albumen height. *Poult Sci* 42:1249-1250.
- Padhi MK, Chatterjee RN, Haunshi S, Rajkumar U 2013 Effect of age on egg quality in chicken. *Ind J Poult Sci* 48(1): 122-125.
- Peebles ED, Brake J 1987 Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. *Poult Sci* 66:596-604.

- Potts PL, Washburn KW 1974 Shell evaluation of white and brown egg strains by deformation, breaking strength, shell thickness and specific gravity. 1. Relationship to egg characteristics. *Poult Sci* 53:1123-1128.
- Proudfoot FG 1962 The decline of internal egg quality during storage at 30°F and 70°F among six strains of Leghorns reared in confinement and on range. *Poult Sci* 41:98-103.
- Roberts JR, Chousalkar K, Samiullah S 2013 Egg quality and age of laying hens: Implications for product safety. *Anim Prod Sci* 53:1291-1297.
- Roland DA Sr 1979 Factors influencing shell quality of aging hens. *Poult Sci* 58:774-777.
- Samiullah S, Omar AS, Roberts J, Chousalkar K 2016 Effect of production system and flock age on eggshell and egg internal quality measurements. *Poult Sci* doi. 10.3382
- Samli HE, Agha A, Senkoylu N 2005 Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *J Appl Poult Res* 14:548-553.
- Scott TA, Silversides FG 2000 The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult Sci* 79:1725-1729.
- Shin D, Narciso-Gaytán C, Regenstein JM, Sánchez-Plata MX 2012 Effect of various refrigeration temperatures on quality of shell eggs. *J Sci Food Agric* 92(7):1341-1345.
- Silversides FG 1994 The Haugh Unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *J Appl Poult Res* 3(2):120-126.
- Silversides FG, Budgell K 2004 The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poult Sci* 83:1619-1623.
- Silversides FG, Korver DR, Budgell KL 2006 Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poult Sci* 85:1136-1144.
- Silversides FG, Scott TA 2001 Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poult Sci* 80:1240-1245.
- Silversides FG, Villeneuve P 1994 Is the Haugh Unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? *Poult Sci* 73:50-55.
- Siyar SAH, Aliarabi H, Ahmadi A, Ashori N 2007 Effect of different storage conditions and hen age on egg quality parameters. *Proceedings of the 19th Australian Poultry Science Symposium*, pp.106-109.
- Suk YO, Park C 2001 Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. *Poult Sci* 80(7):855-858.
- Tona K, Onagbesan O, De Ketelaere B, Decuyper E, Bruggeman V 2004 Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability chick quality, chick weight and chick post hatch growth to 42 days. *J Appl Poult Res* 13:10-18.
- Walsh TJ, Rizk RE, Brake J 1995 Effects of temperature and carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss, and early embryonic mortality of long stored hatching eggs. *Poult Sci* 74:1403-1410.
- Williams KC 1992 Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *World's Poult Sci J* 48:5-16.
- Wolc A, Arango J, Settar P, O'Sullivan NP, Olori VE, White IMS, Hill WG, Dekkers JCM 2012 Genetic parameters of egg defects and egg quality in layer chickens. *Poult Sci* 91:1292-1298.
- Zhang LC, Ning ZH, Xu GY, Hou ZC, Yang N 2005 Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. *Poult Sci* 84: 1209-1213.

Received Nov. 28, 2016, Revised Dec. 16, 2016, Accepted Dec. 18, 2016