



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

실용 산란계의 산란주령과 계란 세척
및 저장요인들이 난질에 미치는 영향

지도교수 손 시 환

이 논문을 농학박사학위
논문으로 제출함

2017년 2월

경남과학기술대학교 대학원

동물생명자원학과

이 민 희

실용 산란계의 산란주령과 계란 세척
및 저장요인들이 난질에 미치는 영향

지도교수 손 시 환

이 논문을 농학박사학위
논문으로 제출함

2017년 2월

경남과학기술대학교 대학원

동물생명자원학과

이 민 희

이민희 농학박사학위
논문을 인준함

2017년 2월

학위논문심사위원회

심사위원장 인

심사위원 인

심사위원 인

심사위원 인

심사위원 인

경남과학기술대학교 대학원

목 차

목차	I
List of Tables	III
List of Figures	V
 I. 서 론	 1
 II. 연구사	 3
1. 계란의 영양적 가치	3
2. 계란 품질에 영향을 주는 요인	4
3. 계란의 유통	6
 III. 재료 및 방법	 11
1.공시동물 및 사양관리	11
2.시험설계 및 실험방법	11
1) 공시재료 및 시험설계	11
2) 세척처리 및 보관방법.....	12
3. 조사항목 및 분석방법	12
1) 난질 분석	13
2) pH 및 점도분석	13
3) 난황 내 산패도 분석	13
4) 통계처리	14
 IV. 결과 및 고찰	 15

1. 닭의 산란연령이 난질에 미치는 영향	14
1) 산란연령 및 계란의 저장기간이 난중 및 난각질에 미치는 영향	15
2) 산란연령 및 계란의 저장기간이 내부 난질에 미치는 영향	19
2. 유통 전 계란 세척이 난질에 미치는 영향	25
3. 계란의 저장온도와 저장기간이 난질에 미치는 영향	31
V. 결론	41
VI. 참고문헌	43
한글초록	54
ABSTRACT	56

List of Tables

Table 1. National regulations of egg washing	8
Table 2. Egg grade classification in korea	8
Table 3. Eggs quality classification according to haugh unit in korea	8
Table 4. Egg weight classification in korea	9
Table 5. Classification of standard egg quality in korea	10
Table 6. Experimental design for the study of egg quality affecting factors	12
Table 7. Effects of the hen age and storage time on egg shell qualities	17
Table 8. Effects of the hen age and storage time on internal egg qualities	22
Table 9. Effects of egg washing on external egg quality	27
Table 10. Effects of egg washing on internal egg quality	27
Table 11. Effects of egg washing on physicochemical properties of egg	27
Table 12. Effects of the storage period and temperature on the egg shell qualities	34
Table 13. Effects of the storage period and temperature on internal egg qualities	35
Table 14. Effects of the storage period and temperature on physicochemical properties of eggs	36

Table 15. Correlation coefficients of the storage period and temperature on egg quality traits	37
--	----

List of Figures

Fig. 1. The interaction effect of hen age and storage time on egg weight	18
Fig. 2. The interaction effect of hen age and storage time on egg shell weight	18
Fig. 3. The interaction effect of hen age and storage time on egg shell thickness	19
Fig. 4. The interaction effect of hen age and storage time on albumen height	23
..	
Fig. 5. The interaction effect of hen age and storage time on Haugh Unit	23
Fig. 6. The interaction effect of hen age and storage time on yolk color	24
Fig. 7. The interaction effect of hen age and storage time on pH of yolk and albumen	25
.	
Fig. 8. Effects of egg washing on Haugh Unit	28
Fig. 9. Effects of egg washing on albumen height	28
Fig. 10. Effects of egg washing on albumen viscosity	29
Fig. 11. Effects of egg washing on pH of egg albumen	29
Fig. 12. Effects of egg washing on egg rancidity	30
Fig. 13. The interaction effect of storage period and temperature on egg weight	38
Fig. 14. The interaction effect of storage period and temperature on egg albumen height	38

Fig. 15. The interaction effect of storage period and temperature on the Haugh unit of eggs	39
Fig. 16. The interaction effect of storage period and temperature on egg albumen pH	39
Fig. 17. The interaction effect of storage period and temperature on egg yolk pH	40
Fig. 18. The interaction effect of storage period and temperature on the viscosity of the egg albumen	40

I. 서 론

계란은 단일식품으로 높은 영양가에 비해 에너지가 낮고 소화흡수가 잘되며 비교적 가격이 저렴해 우리 식생활에 많이 이용되고 있다. 현재 계란산물은 전체농업 생산액의 3.3%, 축산물 생산액의 9.8% 차지하고 있으며 계란생산액은 매년 증가 추세에 있어 산업적 측면에서도 중요한 위치를 차지하고 있다(MAFRA, 2015). 또한, 국가경제 성장과 더불어 소비자의 의식구조 및 식생활의 변화에 따라 소비자들의 식품 안전성에 대한 요구와 고품질 신선 축산물에 대한 수요가 증가되고 있다(한, 1996; 이, 1999; 농림부, 2001).

현재 국내 계란의 유통은 집하장 및 대형 GP센터를 중심으로 다양한 경로를 통해 소비자, 유통매장 및 단체급식소에 전달되고 있으며 유통비용 절감 및 신선란 공급을 위해 유통경로를 단순화시키고 있는 추세이다. 하지만, 현재의 유통 구조는 유통기한의 불명확한 표기와 상온에서의 유통이 문제점으로 대두되고 있다(정, 2000). 계란의 유통기한이 장기화되거나 상온으로 유통되는 경우에 식중독의 발생위험이 매우 증가할 수 있다. 특히 식중독의 원인균인 *Salmonella enteritidis*(SE)와 *Salmonella typhimurium*(ST) 등이 계란에 오염 되어 안전성에 문제가 되는 것으로 알려져 있다(Gast와 Beard, 1992). 계란의 품질은 생산적 측면뿐만 아니라 유통 관리적 측면에서 매우 중요한 요소이다. 이러한 계란의 품질은 닭의 품종, 산란주령, 사육농가의 사양관리, 유통과정 중 보관상태 및 유통기한 등에 많은 영향을 받는다. 국내 계란의 품질은 외관판정과 투광판정, 할란판정으로 평가 기준을 정하고 있다. 외관판정은 전체적인 계란의 형태, 난각의 상태, 오염 여부 등을 평가하며, 투광판정은 기실의 크기 등을 확인하고, 할란판정은 난백의 높이와 계란의 무게 및 호우유니트(Haugh Unit; HU)를 이용하여 평가하고 있다. 품질등급이 우수한 계란의 공급을 위해서는 저온 냉장체계 확립과 유통과정 중 계란의 품질 유지를 위한 방안 모색이 시급한 실정이다. 한편, 유통 전 계란 세척의 필요성에 대해서는 많은 논란이 있으며, 국가 간에도 다양한 이견을 제시하고 있다. 유럽의 경우, 난각 큐티클 층 손상을 막기 위해 세척을 금지하고 있다. 생란의 경우 소비자가 구매하기 이전까지 모든 유통과정에서 냉장보관을 금지하고 있는데 이는 소비자가 구매 후 이송과정 중 냉장 보관된 계란이 실온에 노출되면 온도차로 인해 난각이 젓게 되어 외피에 있는 박테리아의 증식과 침투가

유발될 수 있기 때문이다(EUR-Lex, 2015). 반면 미국은 시판란의 경우 난각에 붙은 박테리아 제거 및 세균번식을 방지하기 위해 최소 32℃ 이상의 세척제 등이 첨가된 미온수로 세척과 건조과정을 거쳐야 하고 모든 유통과정에서 7.2℃ 이하의 냉장보관을 의무화하고 있다(USDA-FSIS, 2015). 국내 계란 유통은 축산법시행규칙 및 축산물 위생관리법에서 계란의 등급과정과 관련하여 세척의 의무규정은 없고 단지 ‘식용란은 가능한 냉소(0~15℃)에 알가공품은 10℃이하(다만 액란제품은 5℃이하)에서 냉장 또는 냉동보관 유통하여야 한다’라고 명시하고 있다(축산물의 가공 기준 및 성분규격, 식약처고시 제2015-13호). 계란의 유통기한은 국내 법적 제한 규정이 없다. 다만 각 판매장에서 업체 자율로 명시하도록 권유하고 있으며 국내 대형 매장들은 대략 20-25일 정도의 유통기한을 설정하고 있다. 이러한 각국의 계란 유통관련 규정은 나름대로 자국의 실정에 따른 설정기준을 정하고 있으나 본질적으로 식품안전성 측면에서 최선의 방법을 선택한 것으로 사료된다.

따라서 소비자에게 안전하고 고품질의 신선란 공급을 위해서는 계란의 품질에 영향을 미치는 여러 요인에 대한 구명이 필요하고, 이를 토대로 국내 계란 유통에 대한 보다 구체적이고 명확한 기준과 규정이 설정되어야 하겠다. 그러므로 본 연구에서는 실용산란계가 생산한 계란을 대상으로 닭의 산란연령, 유통 전 계란의 세척처리와 저장온도 및 저장기간이 계란의 품질에 미치는 영향을 살펴보고 이를 토대로 신선란을 유지할 수 있는 최적의 조건과 국내 계란 유통의 기준을 제시하고 자 하였다.

II. 연 구 사

1. 계란의 영양적 가치

계란은 아미노산 조성이 우수한 거의 완전식품으로 비타민 A, 리보플라빈, 비타민 B12, 엽산, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 칼슘, 철, 콜린, 셀레늄, β -카로틴, 루테인, 제아잔틴 등을 함유하고 있어 단일 식품으로서 인체에 필요한 필수적인 중요 영양소를 골고루 함유한 식품이다(Herron와 Fernandez, 2004). 계란, 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등 다른 축산물인 육류에 비해 에너지 및 지방 함량이 낮으면서 비타민 A, β -카로틴, 비타민 D, 비타민 E, 리보플라빈, 비타민 B12, 엽산, 칼슘의 함량이 높으며 난황은 지방, 콜레스테롤, 철, 아연, 셀레늄의 공급원의 식품이 될 수 있다(Herron와 Fernandez, 2004; Yang 등, 2014). 미국인의 경우 계란 1개를 섭취 하였을 때 단백질의 10%, 리보플라빈의 15%, 비타민 B12의 8%, 비타민 K의 31%, 셀레늄의 17%를 섭취할 수 있는 것으로 조사되어 있어 계란은 일반적으로 다른 식품에 비해 영양소 기여도가 훨씬 높음을 알 수 있다(Applegate, 2000). 단백질의 질을 비교한 보고에서도 계란, 육류, 우유 순이며, 계란의 단백질 함량은 인체에 필요한 필수아미노산 구성과 가장 비슷하여 세계보건기구는 계란 단백질을 완전단백질로 분류하였으며, 다른 식품의 단백질 질을 평가할 때 기준으로 이용되기도 한다. 계란 단백질의 소화흡수율은 97%로서 우유, 육류에 비해 소화흡수율이 높음을 알 수 있다(Kim 등, 2002). 계란 단백질은 항균, 항암, 항산화 작용에 관여하는 성분을 함유하고 있는 것으로 보고되고 있으며, 난백단백질의 주요 성분인 오브알부민은 난백단백질의 54%, 오보트랜스페린 12%, 오보뮤코이드 11%, 오보뮤신 3.5%, 라이소자임 3.5%로 구성되고, 난황단백질인 면역글로불린Y(IgY) 등은 항균작용 및 면역작용에 관여하는 것으로 보고되고 있다(Abeyrathne 등, 2013). 계란의 지방은 난백에 거의 존재하지 않고 난황에 31%정도 함유하고 있으며, 난황의 지방은 중성지방 62.3%, 인지질 32.8%, 스테롤 4.9% 등으로 구성되어 있고, 전체 지방산 중 60% 이상이 불포화지방산으로 구성되어 있다(Yang 등, 2014).

계란의 인지질은 주로 레시틴(phosphatidylcholine)과 세팔린(phosphatidylserine)으로 혈액 중에서 지단백의 구성성분으로 존재하며, 스테롤은 주로 콜레스테롤로 이루어져 있

다. 계란은 쇠고기나 돼지고기에 비해 포화지방산의 함량이 낮은 편이며 올레산(oleic acid), 리놀레산(linoleic acid), 리놀렌산(linolenic acid) 등과 같은 불포화지방산의 함량이 높다(Yang 등, 2014). 계란은 산화 안정성이 비교적 높은 축산물로서 이는 계란 자체에 포스비틴(phosvitin), 난백단백질(albumen protein)과 레시틴(lecithin), 알파-토코페롤(α -tocopherol) 및 크산토피일(xanthophyll)등의 성분이 산화를 방지해주는 역할을 하기 때문이다(Cuppert, 2001).

2. 계란 품질에 영향하는 요인

계란의 품질을 결정하는 주요 형질은 난각색, 난중, 난백높이, 난백 pH, 난백점성, 난각 두께, 난각무게, Haugh Unit(HU) 등이 있다. 계란의 품질의 특성은 난중, 난각색, 난각무게, 난각두께와 같은 외부난질과 난백높이, HU, 난황색 등과 같은 내부난질로 나눌 수 있다(Lee 등, 2016). 계란의 난질평가에 가장 널리 사용되는 기준측정의 호우단위는 Haugh에 의해 1937년 처음 제안된 것으로 난백높이를 측정하여 계란의 중량과의 관계를 20~100 범위에서 수치화한 것으로 이의 계산식은 $HU=100\log(H-1.7W^{0.37}+7.57)$ 이다. (Haugh, 1937; Eisen 등, 1962; Hunton, 1987; Williams, 1992). 그러나 HU 계산에 있어 난중 보정의 문제점이 제시되면서 HU 대신 난백의 높이와 난백의 pH가 보다 적합한 난질 표지임을 제시하고 있다(Nestor와 Jaap, 1963; Kidwell 등, 1964; Silversides와 Villeneuve, 1994; Silversides와 Scott, 2001).

계란의 품질은 유전적 요인에 의해 영향을 받지만(Walsh 등, 1995; Scott와 Silversides, 2000; Silversides와 Villeneuve, 1994; Samli 등, 2005) 이보다 환경적 요인에 더 크게 영향을 받는다. 특히, 계란의 저장조건 중 저장기간, 온도 및 습도, 이산화탄소의 영향 등은 계란의 품질에 주된 영향을 주는 요인으로 알려져 있다(Jeon, 1993; Johnson와 Merritt, 1955; Jeon, 1993; Ahn 등, 1997; Hartmann 등, 2003; Zhang 등, 2005; Wolc 등, 2012).

난백의 높이와 Haugh Unit는 보관기간이 증가함에 따라 감소하며, 저장온도가 증가함에 따라 난백의 질도 점차적으로 떨어진다. 계란을 25℃온도에서 보관하였을 때 7일후 Haugh Unit는 53.5% 감소하며, 난백의 높이는 47.5% 감소하며, 난황막의 강도는 서서히 약해진다고 한다(Kirunda와 Mckee, 2000; Carraro와 Antunes, 2001; Jones 등, 2002). 저

장기간 14일을 기준으로 할 때, 저장온도 3℃에서의 계란이 10℃의 계란들보다 평균 2.9 Haugh Unit가 높았다고 보고하였다(석와 권, 2004).

계란의 저장기간이 길어지고 저장온도가 증가함에 따라 난백의 pH도 증가한다(Kato 등, 1979; Scott와 Silversides, 2000). 난백의 pH는 14일 동안 3℃에서 0.20 정도, 10℃에서는 0.47 정도 증가되는 양상을 보여 저장 기간이 증가됨에 따라 난백의 pH 또한 증가하였다(석와 권, 2004). 저장기간이 증가함에 따라 난백막이 약해지고 pH는 증가함으로써 난황의 수분 함유율이 증가된다(Scott와 Silversides, 2000; Hammershoj 등, 2002; Silversides와 Budgell, 2004; Samli 등, 2005; Hidalgo 등, 2006; Karoui 등, 2006; Huang 등, 2012). 저장기간은 특히 난백 품질에 큰 변화를 일으킨다(Silversides와 Villeneuve, 1994). 난황의 pH도 저장시간이 증가함에 따라서 증가한다고 알려져 있다. 이러한 현상은 난백의 CO₂ 가스가 난각의 세공을 통해 외부로 방출되면서 pH가 증가하기 때문이다(이, 1999; 中, 1999). 또한 난백의 pH의 증가는 계란으로부터 CO₂ 가스의 방출을 동반하며(Voet와 Voet 1990), pH의 증가는 난백 단백질의 미생물변식억제를 제한 한다고 알려져 있다(Voet와 Voet, 1990). 더불어 초기 0~10일의 저장기간에 따른 난황 점도의 점성계수는 급격하게 감소한다고 보고하였다(Kim 등, 2013).

산란 연령이 난질에 미치는 영향에 대해서는 닭의 주령이 증가할수록 난중, 난각 무게 등은 증가하나 난백의 높이는 줄어들고 난백의 pH는 상승하는 등 내부 난질이 저하되는 양상을 보인다(Hill와 Hall, 1980; Williams, 1992; Silversides, 1994; Silversides와 Scott, 2001; Park, 2001; Akyurek와 Okur, 2009; Menezes 등, 2012; Padhi 등, 2013). 닭의 연령이 증가할수록 계란 내 난백의 비율은 감소하는 반면, 난황 비율은 증가하였다(Olsson, 1936; Cunningham 등, 1996). 18주령에 산란한 계란에 비해 63주령에 산란한 계란을 비교하였을 때 난중은 25.54% 증가하였고, 난각중량은 30.75%, 난황중량은 55.59%, 난백중량은 7.83%가 증가하며($p < 0.05$), 난백높이와 호우유닛트는 28.11%와 18.14% 감소($p < 0.05$)되는 양상을 보였다. 또한 산란주령과 난각, 난황, 난백 및 전체 계란 중량과는 정의 상관관계를 난백높이와 호우유닛트와는 부의 상관관계를 보이는 것으로 보고하였다(Lee 등, 2013).

계란의 세척유무에 대해서는 30℃에서 저장한 세척란이 비 세척란 보다도 저장 기간 동안 난중 감소를 보였다고 보고하고 있으며, HU는 4℃와 30℃ 저장온도에서 세척란이 10

일 이후에는 비 세척란 보다는 HU가 감소하는 경향을 보이며 난백의 pH 또한 고온에서 장기간 저장한 경우 세척란의 pH가 더욱 증가되는 양상을 보였다(박, 1992). 그러나 4℃에서 난황 및 난백의 pH는 세척란과 비 세척란 간에 차이가 없었으며, Haugh Unit에서도 계란의 세척여부에 따른 영향이 없었다(박, 1992; Song, 등, 2013). 계란의 세척은 계란 자체의 품질에는 거의 영향을 미치지 않는다(Miller와 Mellor, 1971, 손, 2015). 그러나 비 세척란의 내용물에서 세균 검출 빈도가 여름철과 겨울철 모두 상대적으로 높게 나타났다는 결과도 있다(Song 등, 2013). 계란은 산란 직후 무균상태이나 주위환경, 미생물이나 계분으로 인하여 오염될 수 있으며 오염된 계란은 쉽게 부패되어 다른 계란에 부패취가 이행 될 수 있어서 사전에 세척이 필요하다고 알려져 있다(Jeon 등, 1993). 계란을 세척하는 경우에는 계란 자체의 온도보다 세척수의 온도가 낮으면 세척수에 함유되어 있는 미생물이 난각 투과가 용이하게 되어 쉽게 계란 내부로 침입하게 된다(Hains와 Moran, 1940). 또한 유통이 장기화 되면 난각에 있는 세균이 기공을 통해 내용물을 오염시킬 가능성이 있는 것으로 알려져 있다(Henzler 등, 1994; Jang 등, 1999).

3. 계란의 유통

계란의 신선도지표는 식품 안전, 법률 및 규정에 근거하여 나라별로 다양하게 제시하고 있다. Table 1은 세계 각국의 계란 세척 유무에 대한 규정으로 미국은 시판란의 경우 난각에 붙은 박테리아 제거 및 세균 번식을 방지하기 위해 최소 32℃ 이상의 세척제 등이 첨가된 미온수로 세척과 건조과정을 거쳐야 하고 모든 유통과정에서 7.2℃ 이하의 냉장보관을 의무화 하고 있다(USDA-FSIS, 2015). 유럽은 계란 세척을 엄격하게 금지하고 있으며 소비자가 구매하기 이전까지 냉장보관을 금지하고 있는데 이는 소비자가 구매 후 이송과정 중 냉장 보관된 계란이 실온에 노출되면 온도 차로 인해 난각이 젖게 되어 표면에 있는 박테리아의 증식과 침투가 유발될 수 있기 때문이다(EUR-Lex, 2015). 국내 계란 유통은 축산법 시행규칙 및 축산물 위생관리법에서 계란의 등급판정과 관련하여 세척의 의무 규정은 없고, 단지 식용란은 가능한한 냉소(0℃~15℃)에서, 알 가공품은 10℃ 이하 (다만, 액란제품은 5℃이하)에서 냉장 또는 냉동 보관 유통하여야 한다고 제시하고 있다. 또한, 계란의 유통기한은 법적 제한 규정 없이 판매장에서 업체 자율로 약 25일로 설

정하고 있다. 미국은 살모넬라로 인한 세균성 질환의 60%가 가금류 제품으로부터 기인하고 있다고 추정하고 있으며(USDA-FSIS, 2015), 실제 영국에서 1990년대 후반 계란 섭취로 인한 수천 명의 사람들이 식중독에 노출된 사례가 있었다. 이후 영국에서는 *Salmonella* 대한 암탉의 예방 접종을 의무화하였고 놀랍게도 1997년에 *Salmonella* 감염 사례가 14,771건이던 것이 접종 이후 2009년에는 581건으로 낮아졌다고 보고되고 있다(Britain, 1997).

국내의 계란 품질 등급은 세척한 계란에 대해 외관, 투광 및 할란 판정을 거쳐 1+, 1, 2, 3 등급으로 구분하여 실시하고 있다. Table 2에서는 국내 계란 품질의 등급기준을 제시하고 있고, Table 3은 HU 기준에 따른 국내의 난질 등급 기준을 나타내고 있다. Table 4는 국내 계란의 중량별 분류 기준을, Table 5는 외관판정, 투광판정 및 할란 판정에 따른 국내 계란의 등급 분류 기준표를 제시하고 있다(농림축산식품부고시 제2014-4호, 2014). 국내 계란의 등급 분류 기준표에 제시된 바와 같이 외관판정은 전체적인 모양, 난각의 상태, 오염 여부 등 계란 외부의 상태를 평가하며, 투광판정은 기실의 크기, 난황의 위치와 퍼짐 정도, 이물질 유, 무 등을 평가하여 판정하며 할란 판정은 난백의 높이와 계란의 무게, 이물질의 유무 등을 평가하여 등급 판정한다. 국내 대형유통업체에서 판매되는 3곳(E, L, H)의 실제 계란 진열장의 온도는 7℃ 미만 10.0%, 10℃ 미만 47.7%, 15℃ 미만 91.8%로 나타났으며 15℃ 이상에서 판매되는 계란은 8.2%로 것으로 확인되었으며, 판매되고 있는 일수는 7일 이하가 57.7%, 10일 이하가 78.9%, 14일 이하는 92.1%인 것으로 조사되었으며 20일 이상 판매되고 있는 계란도 1.4%인 것으로 보고되었다(이, 2013).

Table 1. National regulations of egg washing

Classification	Washing	Disease control and management
US	Yes	Minimize the contamination of microbe by applying the HACCP obligations and legal regulation of transportation and storage (45°F or below, 7.2°C)
Europe	No	Prevent the microbe contamination from the original source by preventive vaccination of Salmonella on the layer chicken (Obligation to each for moving between countries)
Korea	Yes/No	Define the obligation to wash on egg determined for grade under the Enforcement Rules of the Livestock Industry Act and there is no provision on egg washing regarding the edible eggs under the Livestock Product Sanitation Control Act. The processed egg is required to wash.

(USDA-FSIS, 2015; EUR-Lex, 2015)

Table 2. Egg grade classification in Korea

Quality grade	Result of grade determination
1+ grade	Grade A should be 70% or higher, Grade B or higher should be 90% or more and Grade D should be 3% or less. (Grade C for others)
1 grade	Grade B or higher should be 80% or more and Grade D should be 5% or less. (Grade C for others)
2 grade	Grade C or higher for 90% or more (Grade D for others)
3 grade	Grade C or higher for less than 90% (Grade D for others)

(농림축산식품부고시 제2014-4호, 「축산물등급판정 세부기준」, 2014. 2. 3)

Table 3. Eggs quality classification according to haugh unit in Korea

Classification	Grade A	Grade B	Grade C	Grade D
Haugh unit	72 or more	60 or more~ 72 less than	30 or more~ 60 less than	40 less than

(농림축산식품부고시 제2014-4호, 「축산물등급판정 세부기준」, 2014. 2. 3)

Table 4. Egg weight classification in Korea

Size	Jumbo	Extra large	Large	Medium	Small
Weight class	68g or more	68g less than ~ 60g or more	60g less than ~ 52g or more	52g less than ~ 44g or more	44g less than

(농림축산식품부고시 제2014-4호, 「축산물등급판정 세부기준」, 2014. 2. 3)

Table 5. Classification of standard egg quality in Korea

Classification		Quality Criteria			
		Grade A	Grade B	Grade C	Grade D
Appearance	Shell	An egg clean without damage and has no problem in the egg shape and tissue of egg shell.	An egg clean without damage and has no problem in the egg shape and tissue has slight damage of egg shell.	An egg has slight contamination or damage and has a problem in the egg shape and tissue of egg shell.	An egg has contamination or damage and has clear problem in the egg shape and tissue of egg shell.
Light transmittance	Air cell	Depth is within 4mm	Depth is within 8mm	Depth is within 12mm	Depth is 12mm or more
	Yolk	It is located in the middle with the outline not smeared or invisible.	It is located in the middle with the outline clear and slightly smeared.	It is clearly deviated from the center and conspicuously smeared.	It is clearly deviated from the center and completely smeared.
	Albumen	Clear with strong binding strength	Clear with slightly less binding strength	Clear with almost no binding strength	Clear without binding strength
Cleavage	Yolk	Erected above	Slightly even	Even	Deviated completely from the center
	Thick albumen	A lot of white is surrounding the yolk.	Small amount of white is surrounding around the yolk.	Almost not shown	No odor or discoloration
	Thin Albumen	Slightly shown	Shown a lot	Shown significantly	
	Impure substance	The size is less than 3mm.	The size is less than 5mm.	The size is less than 7mm	The size is 7mm or more.
	Haugh unit	72 or more	60 or more ~ less than 72	40 or more ~ less than 60	Less than 40

(농림축산식품부고시 제2014-4호, 「축산물등급판정 세부기준」, 2014. 2. 3)

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 공시동물 및 사양관리

본 시험에 공시된 동물은 경남 산청군 소재 산골농장에서 사육 중인 하이라인 브라운 상업용 실용 산란계 30주령 및 60주령의 5만수계군을 대상으로 실시하였으며 산란계 사양관리는 하이라인 브라운 실용산란계 사양관리지침에 따라 실시하였다. 자동 무창 계사 내 군사 케이지(독일 찰멧케이지)에 케이지당 5수씩(420 cm²/hen), 직립식 6단 케이지에 배치 사육하였다. 사료와 물은 자동 급여(Hopper식) 및 급수(Nipple)장치로 공급하고 사료급여는 시중 산란계 배합사료로 무제한 급여를 실시하였다. 환기는 크로스 환기 방식이며 온도는 21℃내외로 설정 하였으며, 점등관리는 오전 6시부터 오후 9시까지 15시간 실시하였다. 백신접종 및 기타 사양관리는 산골농장 사양관리지침에 따라 수행하였다.

2. 시험설계 및 실험방법

1) 공시 재료 및 시험설계

본 시험에 공시된 계란은 30주령 및 60주령의 계군에서 산란된 계란으로 당일 집란한 특란(60 이상 68g 미만)을 대상으로 본 시험에 이용하였다. 본 시험의 시험설계는 Table 6에 나타낸 바와 같다. 실험1은 30주령으로 세척 비세척 으로 구분하였으며 2℃, 12℃, 25℃ 온도로 설정하여 저장기간은 10일 20일 30일로 설정 구분하였다. 각처리당 50개의 알을 이용하여 총 900개의 알을 시험에 이용하였다. 실험2은 60주령으로 세척 비세척 으로 구분하였으며 2℃, 12℃, 25℃, 32℃ 온도로 설정하여 저장기간은 30일까지 2일마다 꺼내어 시험에 이용하였다. 각처리당 20개의 알을 이용하여 총 2400개의 알을 시험에 이용하였다.

Table 6. Experimental design for the study of egg quality affecting factors

	Experiment 1	Experiment 2
Hen age (weeks)	30	60
Egg washing treatment	Washing and Non-washing	Washing and Non-washing
Storage temperature (°C)	2, 12, 25	2, 12, 25, 32
Storage period (days)	10, 20, 30	from 2d to 30d (two day interval)
Number of analyzed eggs in each treatment	50	20
Total number of eggs	2(washing or non-washing)×3 (temperature)×3(period)×50(n)=900	2(washing or non-washing)×4 (temperature)×15(period)×20(n)=2400

2) 세척처리 및 보관방법

시험에 사용한 공시란의 세척 및 살균 시스템은 회전 솔을 이용한 기계적 세척 방법으로 세척수의 온도는 43℃~54℃의 순수음용 지하수를 이용하여 위에서 아래로 분무하는 방식이며 세척된 란은 곧바로 온풍기와 솔로 건조시킨 다음 UV등을 쬌어 살균하는 방식으로 하였다. 반면 비 세척란은 회전솔로 오물만 제거하고 공시하였다. 공시된 계란의 저장온도는 2℃, 12℃, 25℃ 및 32℃로서 냉장고 및 저온 incubator를 이용하여 보관하였고, 저장기간은 10일, 20일, 30일(실험1) 및 2일부터 30일간 각 이틀 단위(실험2)로 하였다. 상대습도는 각 처리 당 50~60%로 유지하였다.

3. 조사항목 및 분석방법

1) 난질 분석

난질지표로는 난중, 난각무게, 난각두께, 난각색, 난황색, 난백높이, Haugh Unit(HU)에 대해 측정하고 분석하였다. 공시한 각 계란은 난중을 측정하고 깨뜨린 후 난백높이, 난각색, 난황색을 QCM+system(TSS Ltd. York, England)으로 측정하였다. Haugh Unit는 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/cm^2)는 QCM Eggware software(TSS Ltd. York, England)를 이용하여 계산하였다

2) pH 및 점도 분석

난백 및 난황의 pH는 pH meter(Hanna HI99161, Woonsocket, RI, USA)를 이용하였으며 난백과 난황을 분리하여 난황(filter paper#2 난백제거)은 Polytron을 이용하여 15초 동안 혼합하고 speed 7-8 속도로 처리하여 5초 후 측정 하였으며, 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) 난황 내 산패도 분석

난황 내 산패도 분석을 위한 방법은 TBA assay를 이용하였다. TCA/TBA stock solution(15% TCA (w/v) and 20mM TBA in DW)은 100ml DW에 TBA 0.288g과 TCA 15g을 용해하여 제작하였다. Stocking solution은 90% ethanol 용액에 10% BHT를 녹여 제조하였다. TEP standard(1mM 1,1,3,3,-tetra-ethoxypropane)를 냉장고에 1주일 보관 후 0.5ml TEP를 499.5ml 증류수에 희석하고 이를 1(TEP 용액) : 3.0418(증류수)로 혼합하여 Malonaldehyde standard curves 작성($\text{CHO}-\text{CH}_2-\text{CHO}$, MW72.0)하고, $1.1 \times 10^{-3}\text{M}$ (1mM) TEP standard solution을 준비하였다. $1.1 \times 10^{-3}\text{M}$ TEP standard solution로서 0, 5, 10, 20, 30, 40 및 $50\mu\text{g}$ (0.36, 0.72, 1.44, 2.16, 2.77와 3.6 ppm)씩 각 튜브에 넣고 증류수로서

1ml을 채웠다. 2ml TBA/TCA를 각각의 표준용액에 넣고 잘 혼합하여 15분 동안 끓는 물에 저장하고 상층액을 531nm파장에서 읽었다.

4) 통계처리

각 측정 항목에 대한 처리 간 평균값의 통계분석은 SAS 통계패키지(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 GLM procedure를 이용하였다. 분석은 two-way ANOVA로 통계적 유의성을 검정하였다. 처리 간 유의성이 인정된 평균값 간의 다중 비교는 Tukey's HSD procedure를 이용하여 유의성 유무를 검정하고, 난질 측정치와 환경요인 간 상관계수는 Pearson's correlation coefficient procedure로 분석 제시하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 닭의 산란연령이 난질에 미치는 영향(이 등, 2016)

1) 산란연령 및 계란의 저장기간이 난중 및 난각질에 미치는 영향

닭의 산란연령 및 계란의 저장기간이 난중, 난각무게, 난각두께, 난각밀도 및 난각색에 미치는 영향을 Table 7에 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 와 Hall, 1980; Silversides, 1994; Cunningham 등, 1996; Silversides 와 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. 저장기간에 따른 산란연령별 난중 및 난각중 감소의 정도는 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 등, 2005; Akyurek 와 Okur, 2009; Jin 등, 2011; Lee 등, 2016). 반면 난각두께와 난각색은 닭의 산란연령에 따라 영향을 받는 요인으로 산란연령이 증가함에 따라 난각의 두께는 감소하고 난각색은 옅어지는 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 와 Brake, 1987; Suk 와 Park, 2001; Akyurek 와 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 영향하는 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 난각두께로서 난각강도나 계란의 비중과 같은 지표도 부수적 난각질의 척도로 이용된다. 난각질은 산란연령이 증가함에 따라 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 수증기전도성(water vapor conductance)을 감소시켜 부화율의 저하를 초래한다고 하였다(Potts 와 Washburn, 1974; Britton, 1977; Roland, 1979; Peebles 와 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 등, 2013).

Table 7. 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 x 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)

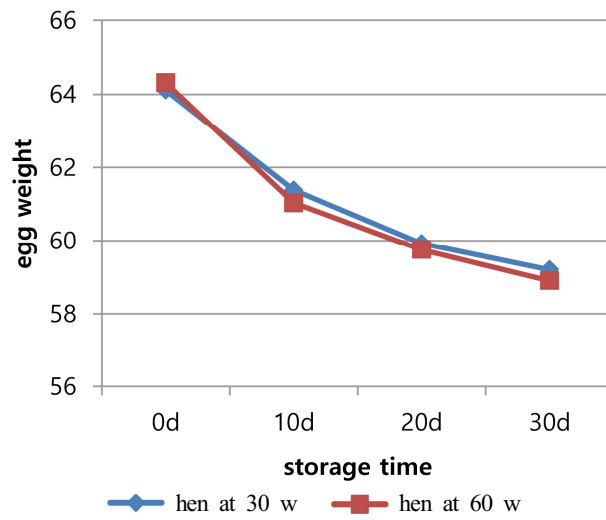


Fig. 1. The interaction effect of hen age and storage time on egg weight

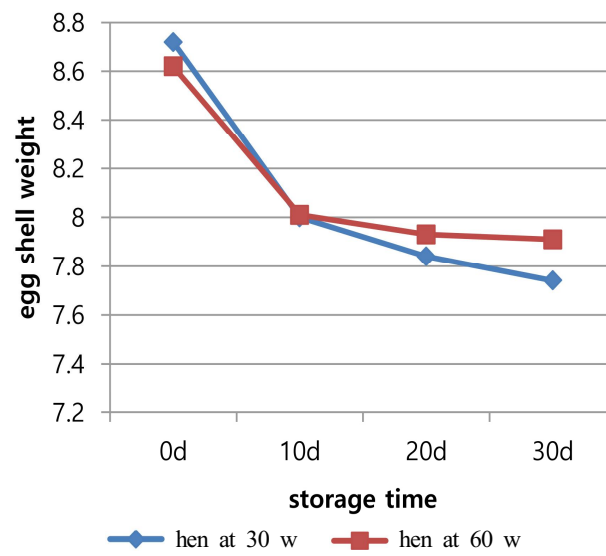


Fig. 2. The interaction effect of hen age and storage time on egg shell weight

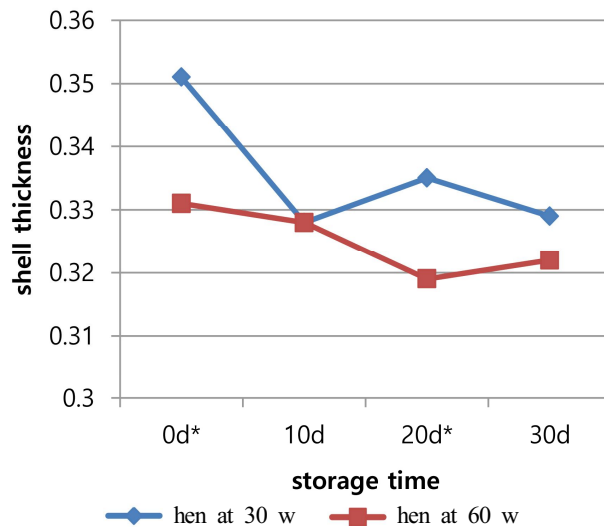


Fig. 3. The interaction effect of hen age and storage time on egg shell thickness

2) 산란연령 및 계란의 저장기간이 내부 난질에 미치는 영향

닭의 산란연령 및 계란의 저장기간이 내부 난질에 미치는 영향을 Table 8에 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 노계에서 생산된 계란에 비해 유의하게 높은 지수를 보여 산란연령이 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 열린다(Fig. 6). 난황 및 난백의 pH는 공히 피크기 때의 계란이 노게 때 산란한 계란에 비해 높은 경향을 보였는데 산란 직후에는 거의 차이가 없으나 산란연령이 이를수록 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 저장기간이 증가할수록 유의하게 낮아지는 양상을 보였다.

산란연령에 따른 난질의 차이에 대해 지금까지 많은 연구들이 진행되어왔고 거의 모든 연구에서 일치된 결과들을 제시하고 있다. 공통적으로 실용산란계든 육용종계든 닭의 품종과 관계없이, 또한 평사 사육이나 케이지 사육이나 사육방식과 상관없이 닭의 산란연령이 증가할수록 계란의 질은 저하하는데 특히 난백의 높이 및 HU가 낮아진다고 하였다(Cunningham 등, 1996; Silversides와 Scott, 2001; Silversides와 Budgell, 2004; Silversides 등, 2006; Bozkurt와 Tekerli, 2009; Samiullah 등, 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; Peebles와 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(Silversides와 Scott, 2001). 그러나 계란의 pH, 특히 난백의 pH에 대한 여러 연구에서 계란의 저장기간이 길어질수록 pH는 점진적으로 상승한다는 데에는 일치된 결과를 보이고 있으나, 산란연령에 따른 차이에 있어서는 산란연령이 늦어질수록 생산한 계란의 pH가 낮다는 보고(Siyar 등, 2007; Akyurek와 Okur, 2009)와 산란연령에 따른 pH의 차이는 없다는 보고(Benton와 Brake, 1996; Silversides와 Scott, 2001; Chung와 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(Scott와 Silversides, 2000; Tona 등, 2004;

Jones와 Musgrove, 2005; Akyurek와 Okur, 2009; Jin 등, 2011; Shin 등, 2012; Lee 등, 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 등, 2007; Bozkurt와 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 열리는 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 등, 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 떨어지게 되는 것으로 보여진다. 결론적으로 계란의 품질에 영향하는 요인으로서 산란연령 및 품종(Proudfoot, 1962; Kidwell 등, 1964; Fry 등, 1965; Hill 등., 1980; Williams, 1992)은 신선란의 난질에 주된 영향을 미치는 것으로 판단되고, 반면 저장란의 경우 보관온도 및 저장기간이 난질에 영향하는 절대적 요인으로 사료된다.

Table 8. 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 ^c	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 ^c	71.18±8.00 ^c	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 ^c	68.28±10.22 ^c	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
	0	106	9.34±1.59 ^a	94.55±8.55 ^a	6.14±1.10 ^c	5.27±0.08 ^c	7.17±0.17 ^c	11.51±4.32	16.84±6.91 ^a
	10	210	6.60±1.08 ^b	79.77±7.66 ^b	6.83±0.80 ^b	5.79±0.17 ^b	8.93±0.19 ^{ab}	12.28±3.36	7.37±4.25 ^b
	20	207	6.19±1.19 ^c	77.16±8.78 ^c	7.47±0.77 ^a	5.88±0.12 ^a	8.97±0.17 ^a	11.66±4.02	5.98±2.61 ^b
	30	177	5.23±1.03 ^d	69.90±9.13 ^d	7.57±0.60 ^a	5.84±0.14 ^a	8.86±0.20 ^b	11.82±3.28	6.19±3.41 ^b
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 x 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)

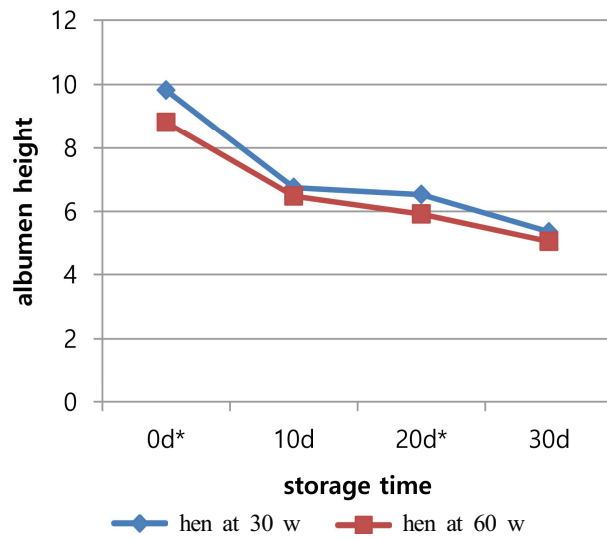


Fig. 4. The interaction effect of hen age and storage time on albumen height

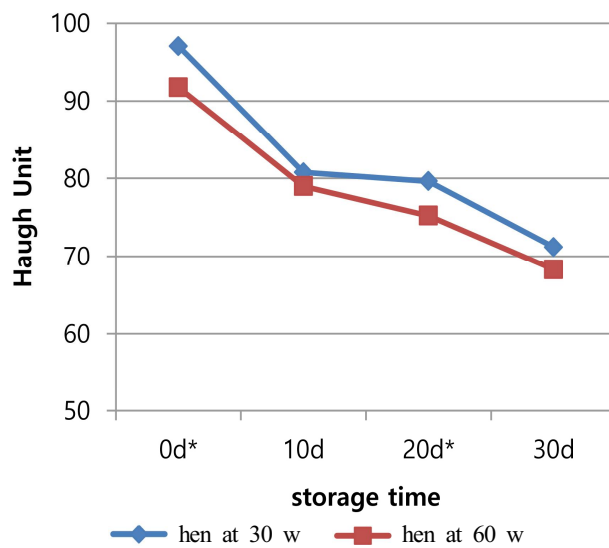


Fig. 5. The interaction effect of hen age and storage time on Haugh Unit

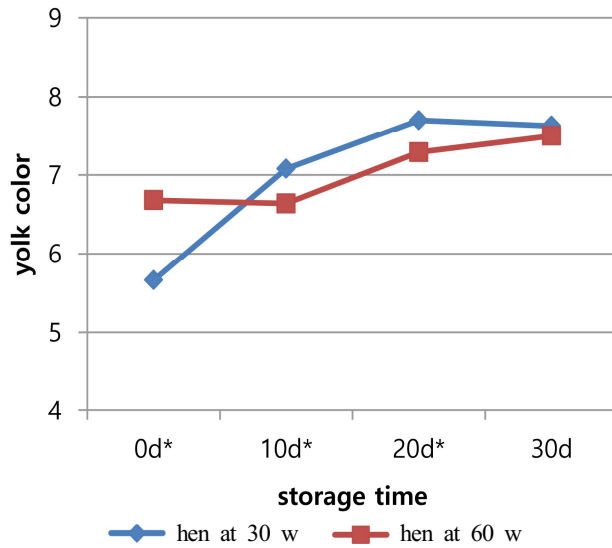


Fig. 6. The interaction effect of hen age and storage time on yolk color

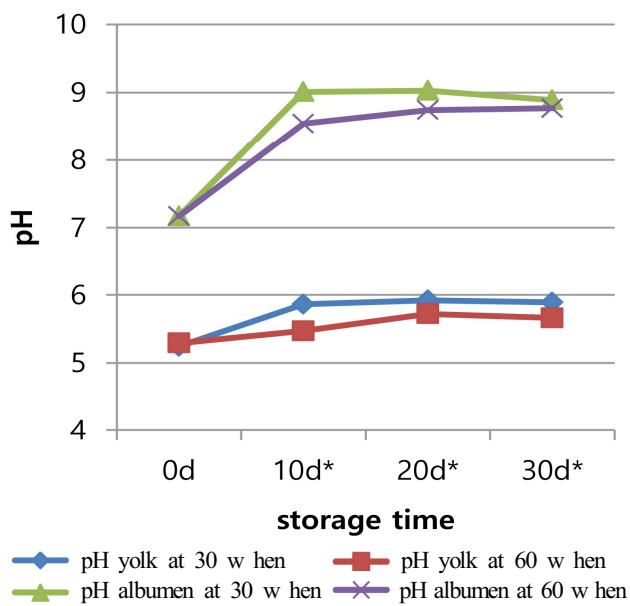


Fig. 7. The interaction effect of hen age and storage time on pH of yolk and albumen

2. 유통 전 계란 세척이 난질에 미치는 영향

계란의 세척유무에 따른 계란 품질의 차이를 비교 분석하고 자 30주령에 생산한 계란 900여 개를 대상으로 세척 처리구와 비 세척 처리구로 나누고 처리란을 2℃, 12℃, 25℃의 온도에서 10일, 20일, 30일 보관 후 각 처리 별로 난각색, 난각두께, 난각밀도, 난각무게, 난중, 난백높이, 호우유니트, 난황색, 난황과 난백의 pH, 난황과 난백의 점도 및 산패도 등 총 13개의 난질 항목과 난각 껍질의 세균 증식도 등 식품 안전성을 조사 분석하고 이의 결과를 Table 9, 10, 11에 제시하였다.

세척 유무에 따른 계란의 외부 품질에서 난각밀도가 세척란의 경우 비 세척란에 비해 다소 높기는 하나 이를 제외하고는 모든 항목에서 처리 간 차이가 없었다. 난중, 난백높이, Haugh Unit, 난황색 모든 내부 난질에서도 처리 간 차이는 없는 것을 관찰되었다(Table 10). 세척유무에 따른 계란의 이화학적 특성 비교에서 세척란이 비 세척란에 비해 난황과 난백의 pH 및 점도가 다소 높았고, 반면 산패도는 낮게 관찰되었다(Table 11). 이러한 분석 결과에 따라서 세척 유무가 계란 품질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료되며 계란의 세척 여부가 Haugh Unit에 영향을 미치지 않는다는 다른 보고와도 일치하였다(Kim 등, 2013). 이화학적 특성지표에서 난황 pH, 난백 pH 및 난황 점도는 세척란이 비 세척란보다 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 난황 pH 및 난백 pH가 세척유무에 따른 차이가 없다는 다른 연구 결과와는 다소의 차이를 보이고 있다(Kim 등, 2013; Lee, 2005), 본 연구에서 세척란의 경우 난황 및 난백의 pH가 비세척란에 비해 높게 나타남에도 불구하고 난황점도와 산패도에서는 오히려 세척란이 좋은 결과를 나타내어 세척 유무가 계란의 신선도에 미치는 영향에 대해서는 정확한 결론을 내릴 수가 없었다. 일반 유통 저장온도인 12℃ 기준으로 저장 기간별 세척 유무에 따른 난질 지표들을 분석하였다. 저장 기간별 계란 품질의 변화 양상에서 난백높이와 Haugh Unit는 세척유무에 관계없이 저장기간에 따른 저하 양상을 보이고 세척과 비세척간 저하 양상은 동일하게 나타났다(Fig. 8, Fig. 9). 세척 유무에 따른 난백점도의 변화 양상에서 세척유무와 관계없이 저장 기간에 따라 저하 양상을 보이는 데 저장 10일 이후 난백점도는 급격하게 저하되었지만, 세척과 비세척간 영향은 없는 것으로 나타났다(Fig. 10). 계란 저장기간에 따른 pH의 변화 양상에서도 세척 유무와 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 세척과 비

세척간의 거의 비슷한 경향으로 증가됨을 나타냈다(Fig. 11). 세척유무에 따른 저장 기간별 산패도의 변화 양상에서 세척 유무와 관계없이 저장 기간에 따라 점진적 상승 양상을 보이며 보관 20일 이후 비 세척란의 산패도 증가가 세척란에 비해 다소 높음을 확인하였다(Fig. 12). 이상 유통 보관 온도인 12℃를 기준으로 세척 유무에 따른 계란의 품질 변화를 비교해 보았을 때 세척과 비 세척란 간 난질의 차이는 없는 것으로 사료되고, 신선도 또한 차이가 없는 것으로 보여지며, 두 처리 공히 저장 일수가 증가함에 따라 계란의 품질은 저하된다.

한편, 계란의 식품 안정성 측면에서 유통 전 계란의 세척과 비 세척 간 차이를 살펴보고자 보관 온도 및 저장 기간별 각 처리당 10 개씩의 계란을 공시하고 이들 난각 껍질을 포집 배양한 후 세균 증식 유무를 조사하였다. 배양 결과 모든 처리구의 계란에서 세균 증식 양상은 없었으나 단지 25℃, 30 일간 저장한 비 세척구 중 1 개의 계란에서 그람양성구균의 증식이 발견되었습니다. 이상의 결과에서 계란의 저장기간 중 신선도 및 내부 품질변화에 세척유무에 따른 차이는 없는 것으로 보여지나 국내 계란 유통 과정상 식품안전성 측면에서 유통 전 계란의 세척 처리가 보다 바람직한 것으로 사료되어 진다(손, 2015).

Table 9. Effects of egg washing on external egg quality

Egg treatment	Egg shell color	Egg shell thickness(mm)	Egg shell weight(g)	Egg shell density
Washing	25.24±4.58	0.330±0.005	7.90±0.66	111.26±11.00 ^a
Non-washing	25.12±4.31	0.330±0.001	7.80±0.72	109.89±9.47 ^b

^{a,b}Values (Means±SD) with different superscripts within column significantly differ (p<0.05).

Table 10. Effects of egg washing on internal egg quality

Egg treatment	Egg weight(g)	Albumen height(mm)	Haugh unit	York color
Washing	59.79±4.86	5.81±2.41	71.06±20.34	7.26±1.05
Non-washing	59.37±4.13	5.79±2.35	71.13±20.02	7.28±1.10

^{a,b}Values (Means±SD) with different superscripts within column significantly differ (p<0.05).

Table 11. Effects of egg washing on physicochemical properties of egg

Egg treatment	Yolk pH	Albumen pH	Yolk viscosity	Albumen viscosity	Rancidity
Washing	5.88±0.19 ^a	8.71±0.35 ^a	15.59±7.27 ^a	7.54±4.90	1.23±0.71 ^b
Non-washing	5.84±0.18 ^b	8.67±0.32 ^b	14.69±5.72 ^b	6.95±5.52	1.36±0.78 ^a

^{a,b}Values (Means±SD) with different superscripts within column significantly differ (p<0.05).

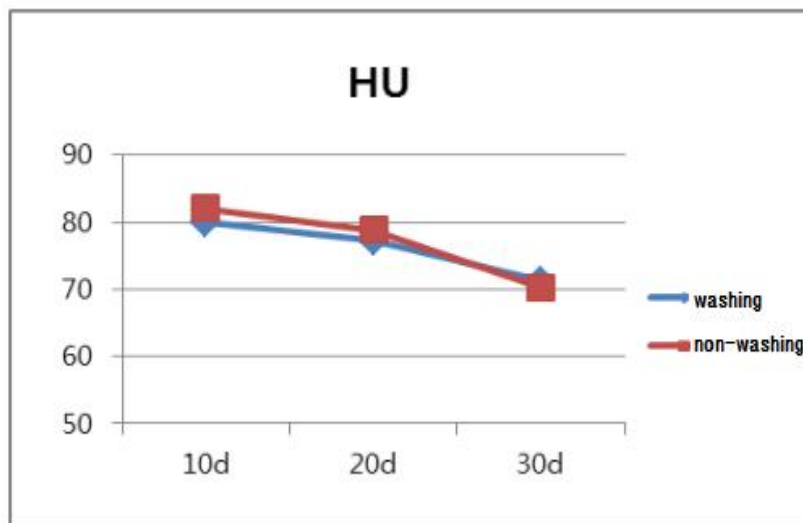


Fig. 8. Effects of egg washing on Haugh Unit

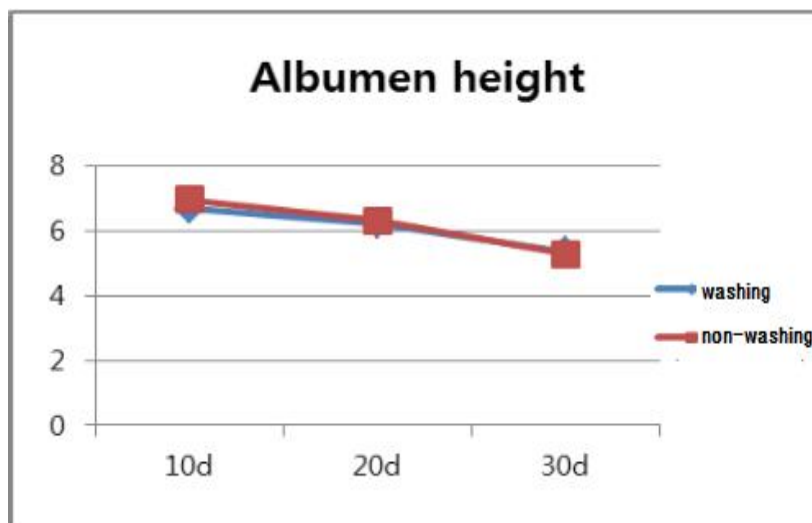


Fig 9. Effects of egg washing on albumen height

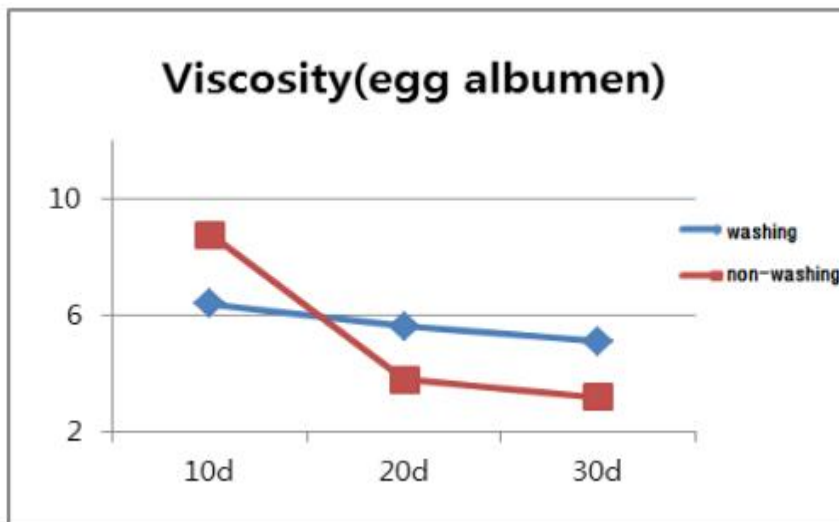


Fig 10. Effects of egg washing on albumen viscosity

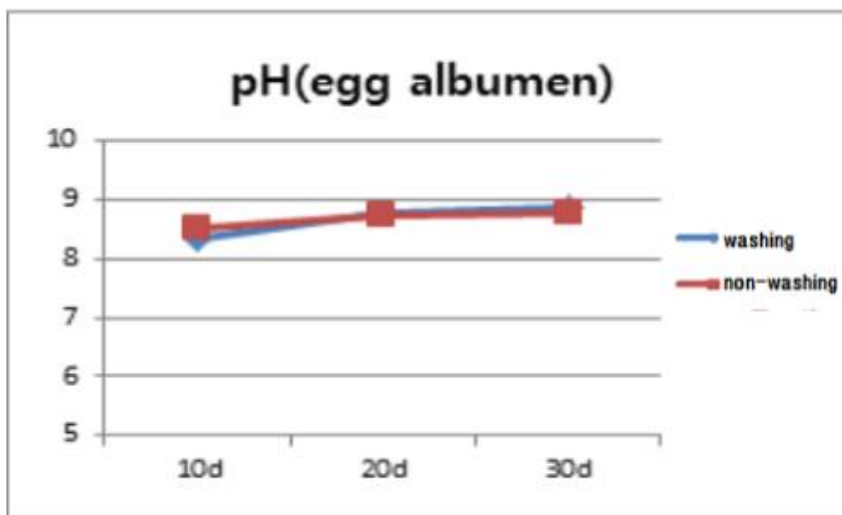


Fig 11. Effects of egg washing on pH of egg albumen

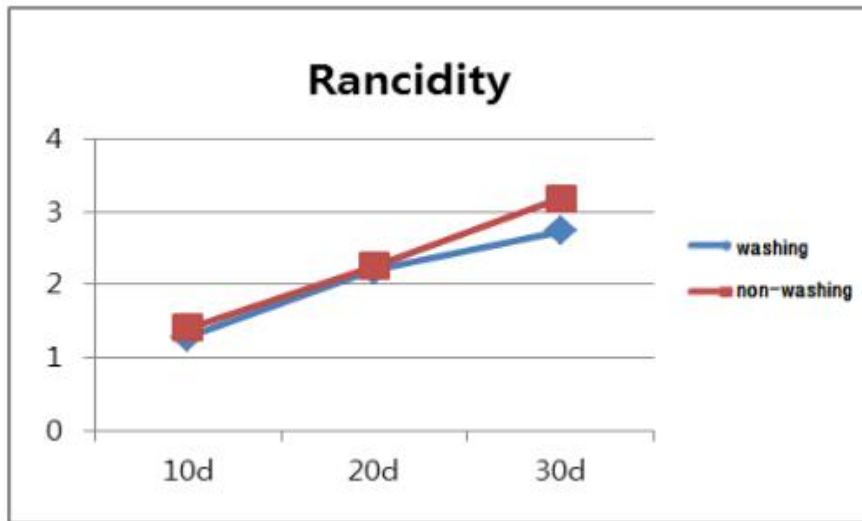


Fig 12. Effects of egg washing on egg rancidity

3. 계란의 저장온도와 저장기간이 난질에 미치는 영향(Lee 등, 2016)

계란의 저장 온도 및 저장 기간에 따른 난질의 변화를 비교 분석하기 위하여 저장온도를 2℃, 12℃ 및 25℃로 하고, 저장기간을 2일부터 30일까지 이틀단위로 나누어 처리당 40개씩 총 1,800개에 대하여 난각색, 난각두께, 난각밀도, 난각무게, 난중, 난백높이, 호우유니트, 난황색, 난황과 난백의 pH 및 점도를 비교 분석 하였다. 이들의 분석 결과를 Table 12, 13 및 14에 제시하였다.

계란의 저장온도 및 저장 기간은 계란 외부 난질뿐만 아니라 내부난질 거의 모든 지표에 유의한 영향을 미쳤다. 난중, 난각중, 난백높이, Haugh Unit 및 난백점도는 저장기간이 길어질수록, 저장온도가 높아질수록 유의하게 낮아지고, 난황과 난백의 pH는 저장기간과 저장온도에 비례하여 증가하였다($p < 0.05$). 또한 난각중, 난각밀도, 난중, 난백고, HU, 난황색, 난황과 난백의 pH 및 난백점도는 저장기간과 저장온도 간 상호작용의 효과가 나타났다. 난중의 경우 10일까지의 저장기간 동안 2℃ 및 12℃의 저장온도에서는 거의 난중의 감소가 없었으나 25℃의 저장온도에서는 2일 보관 때 62.9g이던 것이 30일 때는 52.6g으로 급격히 감소하는 결과를 보였다(Fig. 13). 이러한 결과는 29℃의 보관온도에서 10일 이내 난중의 약 3%가 감소하였다는 연구보고와 잘 일치되는 결과로서 저장 온도에 따른 난중의 감소는 여러 연구들에서 유사한 결과를 제시하고 있다(Samli 등, 2005; Akyurek와 Okur, 2009; Jin 등, 2011). 본 연구에서 계란의 저장기간과 저장온도가 난백고와 HU에 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났는데 난백고의 경우 30일의 저장기간 동안 2℃의 보관온도에서는 8.5에서 7.3mm로 저하하였고, 12℃에서는 8.5에서 5.4mm로 낮아진 반면 25℃의 경우 2mm이하로 급격하게 저하됨을 보였다(Fig. 14). 이러한 양상은 HU에서도 거의 동일한 결과를 보이는데 12℃이상의 보관온도에서 특히 품질의 저하 양상이 두드러져 25℃에서 30일간 보관할 경우 91.5에서 32로 낮아졌다. 25℃의 보관온도에서는 4일 이후부터 신선란의 기준이라 할 수 있는 HU 70 이하로 낮아지는 결과를 보였다(Fig. 15). 이러한 양상은 많은 연구들에서 일치된 결과를 제시하고 있다(Tona 등, 2004; Jones와 Musgrove, 2005; Akyurek와 Okur, 2009; Shin 등, 2012). Scott과 Silversides(2000)는 실온보관에서 10일간 저장할 경우 난백고가 9.16에서 4.75mm로 감소하였다고 하고, Samli 등(2005)은 동일 기간 동안 5℃에서는 8.6에서 6.2로 감소하였으나

21℃는 3.8로, 29℃에서는 2.8로 저하되어 본 연구 결과와 거의 일치 하는 결과를 보였다. HU에 있어서도 Jin 등(2011)은 10일간 저장기간 동안 21℃에서는 91.3에서 72.63으로 29℃의 경우 87.62에서 60.92로 감소되나 5℃의 보관온도에서는 거의 감소 양상이 나타나지 않았다고 하였다. 이상의 결과들은 계란의 저장온도와 저장기간이 난질에 영향하는 절대적 요인임을 제시하는 것이다. 미국의 경우 A등급 계란을 HU값 72 이상으로 규정(USDA-AMS, 2015)하고 있는 점을 감안하면 본 연구 결과 2℃의 저장온도에서는 30일 이상까지 저장하여도 계란의 신선도를 유지할 수 있음을 의미한다. 이러한 결론은 Jones 등 (2002)과 Jones와 Musgrove (2005)가 HU값을 기준으로 냉장보관의 경우 6주 보관하여도 A등급을 유지할 수 있다는 보고와 잘 일치하는 결과이다.

계란의 저장기간과 저장온도가 계란의 이화학적 특성에 미치는 영향에 대하여 살펴본바 저장기간과 저장온도가 증가할수록 난백의 pH는 유의하게 상승하였다(Fig. 16). 그러나 2℃의 저장온도에서는 저장기간에 따른 난백의 pH에 영향이 없는 것으로 나타났다. 이는 계란의 저장기간과 저장온도가 증가할수록 알부민의 알카리화가 가속화됨을 의미한다. 난황의 pH는 저장기간에 따라 유의하게 증가하나 저장온도는 20일 이상의 저장기간에서 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 17). 난백 및 난황의 pH 모두가 저장온도 및 저장기간에 따라 영향을 받는 것으로 나타나나 난황의 pH 변화는 난백의 pH 변화만큼 크지 않는 것으로 보여진다. 이전 연구에서도 난황의 pH는 저장기간에 의해 영향을 받지 저장온도에 따른 영향은 크지 않다고 하였다(Samli 등, 2005; Akyurel와 Okur, 2009; Jin 등, 2011). 난백점도는 저장온도 및 저장기간에 따라 유의한 영향을 받는 것으로 나타났는데 신선란의 경우 난백점도가 19.7이던 것이 25℃에서 30일간 보관하였을 때 0.78로 현저하게 감소되었다(Fig. 18). 특히 난백점도는 모든 보관온도에서 첫 10일 동안 급격한 감소를 보였다. 계란의 보관온도와 보관기간이 증가할수록 난백이 묽어지는 양상을 보이는데 이는 농후난백과 난백막을 구성하고 있는 단백질의 구조가 변화된 결과로 사료된다(Jones, 2007). 계란의 저장기간이 길어지고 보관온도가 상승함에 따라 난백의 구성성분들이 난황막 투과를 촉진하여 결과적으로 난백의 점도를 저하시키는 것으로 보고하고 있다(Heath, 1977; Ahn 등, 1999). 이상에서 계란의 저장기간과 보관온도는 계란의 내외부 난질에 유의하게 영향을 미치는 주요 요인으로 판단된다. 따라서 계란의 저장기간과 보관온도가 어떠한 난질지표와 가장 밀접한 연관성을 가지는 가를 구명하기 위하여 상기 요

인과 각 난질지표간의 상관계수를 추정하였다. 난중, 난백고, HU, 난각중, 난백점도에 있어 계란의 저장기간 및 보관온도와는 공히 부(-)의 상관관계를 나타내었고, 난각색, 난황 및 난백의 pH와는 정(+)의 상관을 보였다(Table 15). 이들 상관관계에 있어 저장기간과 보관온도가 각 난질지표에 미치는 영향은 거의 비슷한 양상을 보이고 있으며 모든 상관계수 중 계란의 보관온도와 HU 간에 가장 높은 부의 상관(-0.78)을 나타내었다. 이상의 결과들을 종합할 때 유통되는 계란의 난질은 저장기간과 보관온도에 절대적인 영향을 받는 것으로 보여지고 이들 중 저장기간 보다는 보관온도가 난질에 더욱 민감하게 영향하는 요인으로 판단된다

Table 12. Effects of the storage period and temperature on the egg shell qualities

Sources	Egg shell color	Shell thickness (cm)	Shell weight (g)	Shell density (mg/cm ³)
Storage period (days)				
2	27.14 ^{ab}	0.01316	8.21 ^a	112.28 ^b
6	25.98 ^b	0.01339	8.13 ^{ab}	111.54 ^b
12	27.25 ^{ab}	0.01349	7.99 ^{abc}	111.80 ^b
18	27.37 ^{ab}	0.01215	7.92 ^{bc}	111.51 ^b
24	28.52 ^a	0.01277	7.87 ^c	114.52 ^a
30	27.68 ^{ab}	0.11657	7.89 ^{bc}	115.13 ^a
Temperature (°C)				
2	25.62 ^a	0.03375	8.19 ^a	112.55
12	27.42 ^b	0.01311	8.01 ^b	111.57
25	28.14 ^c	0.01301	7.78 ^c	112.10
SEM	0.11	0.007	0.01	0.25
P values				
Period	<0.0001	0.4445	<0.0001	0.0084
Temperature	<0.0001	0.3666	<0.0001	0.0583
P × T	0.0729	0.4691	0.0018	<0.0001

Table 13. Effects of the storage period and temperature on internal egg qualities

Sources	Egg weight (g)	Albumen height (mm)	Haugh Unit	Yolk color
Storage period (days)				
2	61.99 ^a	7.51 ^a	85.04 ^a	6.14 ^c
6	61.68 ^a	6.51 ^b	77.66 ^b	5.46 ^d
12	59.97 ^b	5.87 ^c	72.28 ^c	7.07 ^c
18	59.27 ^b	5.42 ^{cd}	67.04 ^d	7.12 ^{bc}
24	57.78 ^c	5.30 ^d	68.67 ^d	7.67 ^a
30	57.58 ^c	5.04 ^d	64.56 ^e	7.34 ^{ab}
Temperature(°C)				
2	61.52 ^a	7.78 ^a	87.03 ^a	7.00 ^a
12	60.25 ^b	6.26 ^b	77.17 ^b	6.76 ^b
25	57.37 ^c	3.42 ^c	50.08 ^c	6.41 ^c
SEM	0.09	0.05	0.46	0.03
P values				
Period	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Temperature	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
P × T	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Table 14. Effects of storage period and temperature on the physiochemical properties of eggs

Sources	Yolk pH	Albumen pH	Albumen viscosity
Storage period (d)			
10	5.46 ^b	8.46 ^b	7.03 ^a
20	5.76 ^a	8.60 ^a	3.55 ^b
30	5.73 ^a	8.31 ^c	3.98 ^b
Temperature (°C)			
2	5.64	8.03 ^c	7.79 ^a
12	5.62	8.68 ^b	5.23 ^b
25	5.68	8.83 ^a	0.31 ^c
SEM	0.02	0.05	0.55
P values			
Period	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Temperature	0.0229	<0.0001	<0.0001
P × T	0.0315	<0.0001	0.0165

Table 15. Correlation coefficients of the storage period and temperature on egg quality traits

	Storage period		Storage temperature	
	r	p	r	p
Egg shell color	0.05854	0.0060	0.16893	<0.001
Egg weight (g)	-0.40123	<0.001	-0.35508	<0.001
Albumen height (mm)	-0.32256	<0.001	-0.77717	<0.001
Haugh Unit	-0.31920	<0.001	-0.75989	<0.001
Yolk color	0.51333	<0.001	-0.33969	<0.001
Egg shell thickness (cm)	0.03709	0.0820	-0.02768	0.1944
Egg shell weight (g)	-0.11522	<0.001	-0.27535	<0.001
Egg shell density(mg/cm ²)	0.10291	<0.001	-0.06002	0.0049
Yolk pH	0.54976	<0.001	0.02322	0.8280
Albumen pH	0.06684	0.1569	0.60833	<0.001
Albumen viscosity	-0.14181	0.1824	-0.65363	<0.001

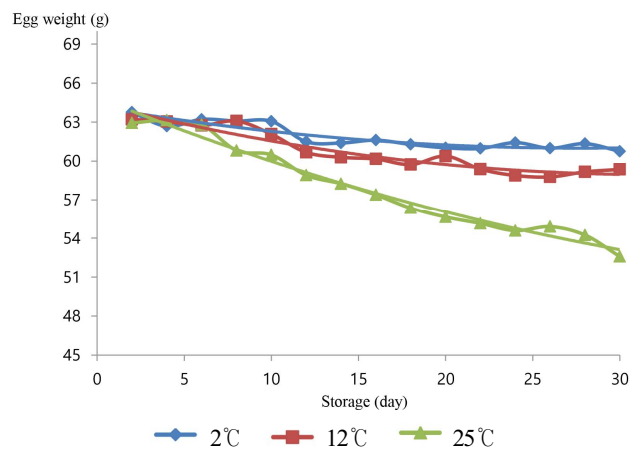


Fig. 13. The interaction effect of storage period and temperature on egg weight

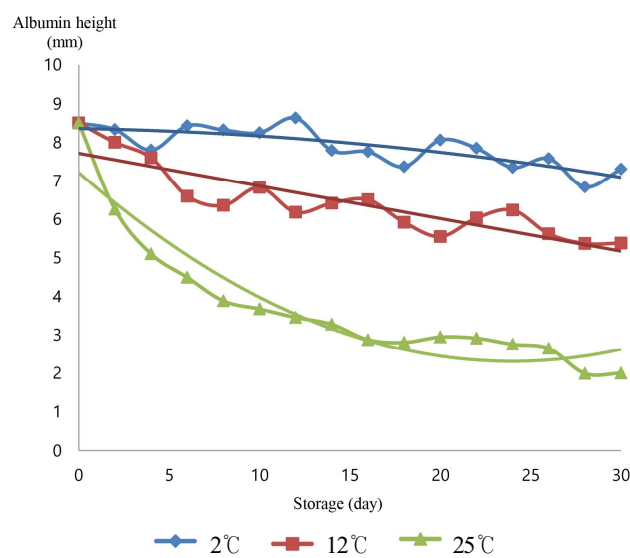


Fig. 14. The interaction effect of storage period and temperature on egg albumen height

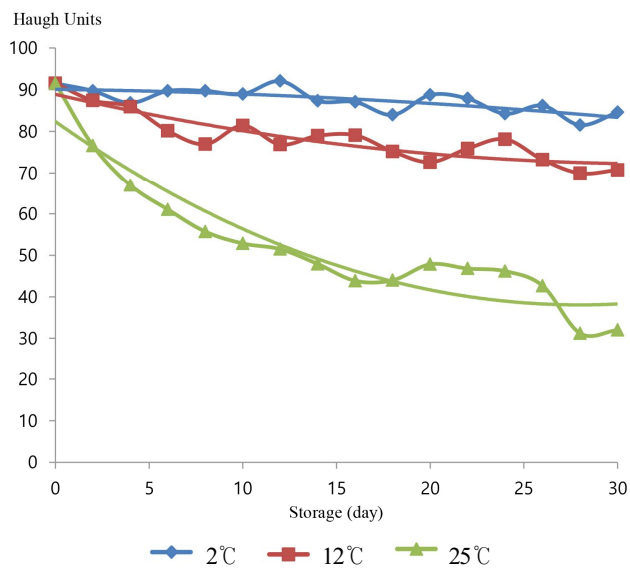


Fig. 15. The interaction effect of storage period and temperature on the Haugh unit of eggs

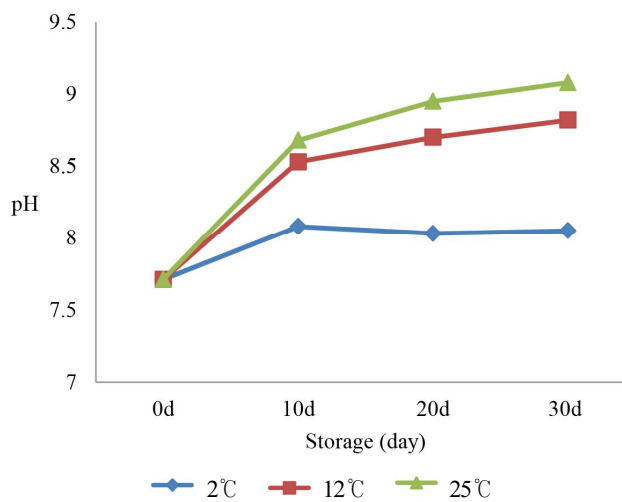


Fig. 16. The interaction effect of storage period and temperature on egg albumen pH

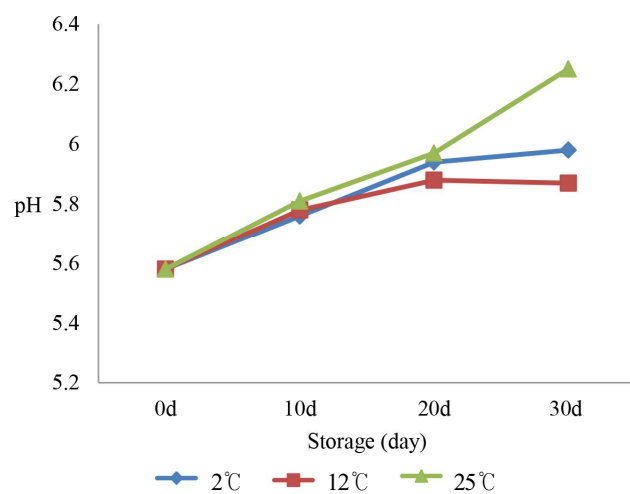


Fig. 17. The interaction effect of storage period and temperature on egg yolk pH

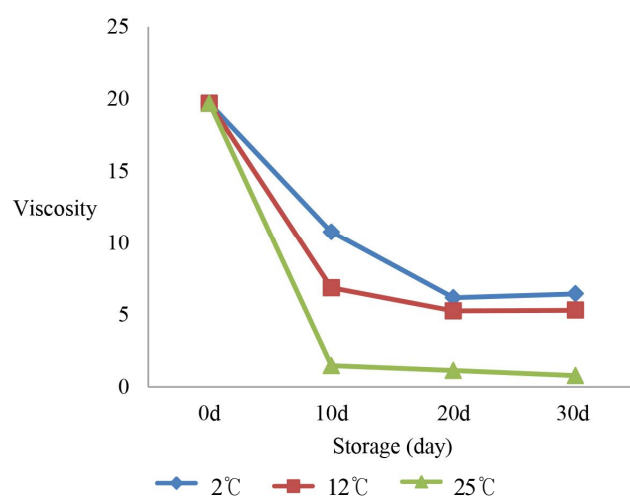


Fig. 18. The interaction effect of storage period and temperature on the viscosity of the egg albumen

V. 결론

신선란 유통 및 공급을 위하여 산란주령, 세척유무, 저장기간 및 저장온도가 난질에 미치는 영향을 구명하고 이를 근거로 국내 계란 유통의 기준을 제시하고자 본 연구를 수행하였다.

산란 주령이 난질에 미치는 영향으로는 30주령 및 60주령 산란계로부터 생산된 계란을 비교했을 때 산란 주령이 늦을수록 내부 난질이 저하 되고, 특히 난질 저하 진행 속도가 산란 주령이 늦어질수록 빨리 나타나 상대적으로 저장기간이 짧아진다. 이러한 결과는 산란주령에 따라 생산된 계란의 난질 차이가 뚜렷함으로 생산주령을 반영하여 유통 기한을 명시하는 것이 필요한 것으로 사료된다.

유통 전 계란의 세척유무가 대부분의 난질지표에 거의 영향을 주지 않는 것으로 보여 지나 유통 상 위생적 관점에서 세척의 필요성과 계란의 보관 기간이 길어질수록 세척하지 않은 계란의 산패도가 세척란에 비해 증가함으로 식품안전성 측면에서 세척란의 유통이 바람직한 것으로 사료된다.

계란의 보관온도가 난질에 미치는 영향으로 난각두께, 난각밀도, 산패도를 제외한 대부분의 난질 지표에 유의성을 보였으며 계란의 보관온도가 증가 할수록 거의 모든 난질 지표가 저하되며, 12℃이상 보관 시 급격한 난질의 저하가 초래되는 것으로 나타나 신선란의 계란 유통은 12℃이하의 온도로 유통하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

계란의 저장 기간이 난질에 미치는 영향은 저장 기간이 증가할수록 계란 품질을 나타내는 대부분의 난질 지표가 저하되었는데 난중, 난백높이, Haugh Unit 및 난황, 난백의 점도 모두 저장기간이 길어질수록 낮아졌으며 난황 pH, 난백 pH, 산패도가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과로 실온보관의 경우 1주일 이내, 냉장보관의 경우 30일 이내 유통하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

산란의 저장온도 및 저장기간이 계란의 난질에 절대적 영향을 주는 요인으로 계란의 내, 외부 난질뿐만 아니라 이화학적 특성에 있어서도 저장 기간이 길어지고 저장온도가 증가할수록 주 난질지표가 저하됨을 보였다. 난중, 난백무게, Haugh Unit에 있어 2℃ 및 12℃에서 보관된 계란의 경우 경과 일수에 따른 완만한 감소 양상을 보인 반면 25℃에서

보관한 계란의 경우 급격한 저하를 보이며 이와 같은 결과로 모든 난질 지표를 종합할 때, 저장 기간보다는 저장온도가 난질에 더욱 큰 요인으로 작용함을 확인하였고, 이를 바탕으로 유통되는 신선란의 기준은 Haugh Unit값을 72이상으로 하되, 저장온도에 따른 저장 기간의 범위를 표기하고, 또한 계절별 유통 기한도 달리 명시할 필요가 있다.

VI. 참고문헌

농림부. 2001. 양계산업발전 종합대책 21,4

농림축산식품부고시 제2014-4호. 2014. 「축산물등급판정 세부기준」

박영신. 1992. 계란의 난각 처리에 따른 저장성과 이화학적 특성의 변화. 세종대학교 석사 학위논문

석윤오. & 권정택. 2004. 계란의 저장기간, 저장온도 및 암탉의 수정이 계란의 품질에 미치는 영향. Korean J poult Sci 31(4): 203-212.

손시환. 2015. 유통 전 계란 세척에 대한 소고. 월간양계 47(8):118-123

식약청고시 제2015-31호. 2015. 축산물의 가공 기준 및 성분규격

이민희, 조은정, 최은식, 방민희, & 손시환. 2016. 실용산란계의 산란연령이 계란의 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지 43(4):253-261

이성기. 1999. 계란과 닭고기의 과학. PP. 15-36, 54-55. 유한문화사, 서울

이수홍. 2013 등급계란의 관리조건이 신선도 변화에 미치는 영향. 농학 석사학위논문. 전남대학교 대학원.

정민국. 2000. 유통환경 변화와 계란 유통구조의 개선방안. 양계연구(125):48-58

中村良. 1999. 卵の科學. 朝倉書店 PP.104-112.

한석현. 1996. 계란의 과학과 그 이용. PP.111-131, 204-214. 선진문화사 서울

Ahn, D. U., Sell, J. L., Jo C., Chamruspollert, M., & Jeffrey, M. 1999. Effect of dietary

conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poult Sci* 78(6):922-928.

Ahn, D. U., Kim, S. M., & Shu, H. 1997. Effect of egg size and strain and age of hen on the solids content of chicken eggs. *Poult Sci* 76(6):914-919.

Akyurek, H., & Okur, A. A. 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *J Anim Vet Adv* 8(10):1953-1958.

Applegate, E. 2000. Nutritional and functional roles of eggs in the diet. *J Am Coll Nutr* 19(5):495-498.

Abeyrathne, E. D., Lee, H. Y., & Ahn, D. U. 2013. Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents-a review. *Poult Sci* 92(12): 3292-3299.

Benton, C. E., & 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.

Bozkur, Z., & Tekerli, M. 2009. The effects of hen age, genotype, period and temperature of storage on egg quality. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 5(4):517-524.

Britain Lion Egg Quality Assurance Scheme. 1998. <http://www.britegg.co.uk>

Britton, W. M. 1977. Shell membranes of eggs differing in shell quality from young and old hens. *Poult Sci* 56:647-653.

Carraro, A. C., & Antunes, A. J. 2001. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração (Haugh unit as a quality stuffed

chicken eggs refrigeration) *Sci Agri* 58:681–685.

Chung, S. H., & Lee, K. W. 2014. Effect of hen age, storage duration and temperature on egg quality in laying hens. *Int J Poult Sci* 13(11):634–636.

Cuppett, S. L. 2001. The use of natural antioxidants. In food products of animal origin. PP.302 Cambridge England Woodhead Publishing

Cunningham, F. E., Cotterill, O. J., & Funk, E. M. 1996. The effect of season and age of bird. 1. on egg size, quality, and yield. *Poultry Sci* 39:289–299.

Eisen, E. J., Bohren, B. B., & Mckean, H. E. 1962. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poult Sci* 41:1461–1468.

EUR-Lex. EU egg marketing regulations. 2015 Available from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32008R0589> Accessed Oct. 20.

Fry, J. L., Moore, J. S., & Osteen, A. W. 1965. Strain difference and initial quality relationships to rate of interior egg quality decline. *Poult Sci* 44:649–652.

Gast, R. K., & Beard, C. W. 1992. Detection and enumeration of *Salmonella enteritidis* in Fresh and Stored Eggs Laid by Experimentally Infected Hens. *Journal of Food Protection* 55(3):152–156.

Haines, R. B., & Moran, T. 1940. Porosity of and bacterial invasion through the shell of the hen's egg. *J Hyg(Lond)* 40(4):453–461.

Hammershoj, M., Larsen, L. B., Andersen, A. B., & Qvist, K. B. 2002. Storage of

shell eggs influences the albumen gelling properties. *LWT-Food Sci Technol* 35:62-69.

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):1-8.

Haugh, R. R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult Mag* 43:522-555, 572-573.

Heath, J. L. 1977. Chemical and related osmotic changes in egg albumen during storage. *Poult Sci* 56(3):822-828.

Henzler, D. J., Ebel, E., Sanders, J., Kradel, D., & Mason, J. 1994. *Salmonella enteritidis* in eggs from commercial chicken layer flocks implicated in human outbreaks. *Avian Dis* 38(1): 37-43.

Herron, K. L., & Fernandez, M. L. 2004. Are the current dietary guidelines regarding egg consumption appropriate *J Nutr* 134(1): 187-190.

Hidalgo, A., Rossi, M., & Pompei, C. 2006. Estimation of equivalent egg age through furosine analysis. *Food Chem* 94:608-612.

Hill, A. T., Eissinger, R. C., Hamilton, D. M., & 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, A. T., & 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.

Huang, Q., Qiu, N., Ma, M. H., Jin, Y. G., Yang, H., Geng, F., & Sun, S. H. 2012. Estimation of egg freshness using S-ovalbumin as an indicator. *Poult Sci* 91:739-743.

Hunton, P. 1987. Laboratory evaluations of egg quality. p 87-102 In: Wells, RG, Belyavin, CG (Eds.), *Egg Quality Current Problems and Recent Advances*. Butterworths, London:87 - 102.

Jang, K. I., Park, J. H., & KIM, K. Y. 1999. Studies on salmonella enteritidis contamination in chicken egg using confocal scanning laser microscopy *Korean J food Sci Technol* 31(3):771-777.

Jeon, K. H., & Park, Y. S., Yoo, L. J. 1993. *Korea food research institute*. 5:34-40.

Jin, Y. H., Lee, K. T., Lee, W. I., & Han, Y. K. 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, A. S., & Merritt, E. S. 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, D. R. 2007. Egg functionality and quality during long-term storage. *Int J Poult Sci* 6:157-162

Jones, D. R., & Musgrove, M. T. 2005. Effects of extended storage on egg quality factor. *Poult Sci* 84:1774-1777.

Jones, D. R., Tharrington, J. B., Curtis, P. A., Anderson, K. E., Keener, K. M., & Jones, F. T. 2002. Effects of cryogenic cooling of shell eggs on egg quality. *Poult Sci* 81:727-733.

Karoui, R., Kemps, B., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Decuypere, E., & De Baerdemaeker, J. 2006. Methods to evaluate egg freshness in research and industry. A review *Eur Food Res Technol* 222(5-6):727-732.

Kato, A., Ogino, K., Kuramoto, Y., & Kobayashi, K. 1979. Degradation of the o-glycosidically linked carbohydrate units of ovomucin during egg white thinning. *J Food Sci* 44: 1365-2621.

Kidwell, M. G., Nordskog, A. W., & Forsythe, R. H. 1964. On the problem of correcting albumen quality measures for egg weight. *Poult Sci* 43:42-49.

Kim, N. G., Hong, Y. K., Lee, D. S., Cho, S. H., Koh, K. C., Bahn, S. H., Hwang, H., & Yoon, W. B. 2013. Development of an Image analysis System to Evaluate the Freshness of Eggs. *Food Engineering Progress* Vol. 17(1):76-83

Kim, S. H., Yu, C. H., Kang, M. H., Kim, S. H., Kim, K. G., Lee, J. M., & Lee, H. O. 2002. Chapter 4. Fat. *Nutrition*, 2nd edition. Seoul: Shinkwang Pub, 104-115.

Kirunda, D. F. K., & McKee, S. R. 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, J. C., Kim, S. H., Sun, C. W., Kim, C. H., Jing, S. J., Lee, J. H., & Jo, C. 2013. Comparison of Principle Components and Internal Quality of Eggs by Age of Laying Hens and Weight Standard. *Poult sci* 40(1):49-55

Lee, M. H., Cho, E. J., Choi, E. S., & Sohn, S. H. 2016. The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. *Kor J Poult Sci* 43(1):31-38.

Lee, H. C. 2005 Changes of egg quality according to egg shell treatment and storage confition. *korea j vet serv* 28(3):225-234.

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

Menezes, P. C. D., Lima, E. R. D., Medeiros, J. P. D., Oliveira, W. N. K. D., & 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.

Miller M. M., & Mellor D. B., 1971. Egg damage at various points from collection to prepacking. *Poultry Sci* 50:1607.

Nestor, K. E., & Jaap, R. G. 1963. Egg weight may influence albumen height. *Poult Sci* 42: 1249-1250.

Olsson, N. 1936. Studies on some physical and physiological characters in hen's eggs. *Proc World Poult Cong Leipzig* 6:310-320.

Padhi, M. K., Chatterjee, R. N., Haunshi, S., & Rajkumar, U. 2013. Effect of age on egg quality in chicken. *Ind J Poult Sci* 48(1):122-125.

- Park, S. Y. 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.
- Peebles, E. D., & Brake, J. 1987. Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. *Poult Sci* 66:596-604.
- Proudfoot, F. G, 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.
- Potts, P. L., & Washburn, K. W. 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.
- Roberts, J. R., Chousalkar, K., & Samiullah, S. 2013. Egg quality and age of laying hens: Implications for product safety. *Anim Prod Sci* 53:1291-1297
- Roland, D. A. 1979. Factors influencing shell quality of aging hens. *Poult Sci.* 58(4): 774-777.
- Samli, H., Agna, E. A., & Senkoylu, N. 2005. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *J Appl poult Res* 14:548-533.
- Samiullah, S., & Omar, A. S., Roberts, J., Chousalkar, K. 2016. Effect of production system and flock age on eggshell and egg internal quality measurements *Poult Sci* doi. 10: 3382
- Scott, T. A., & Silversides, F. G. 2000. The effect of storage and strain of hen on

egg quality. Poult Sci 79:1725-1729.

Shin, D., Narciso-Gaytá, C., Regenstein, J. M., & Sánchez-Plata, M. X. 2012. Effect of various refrigeration temperatures on quality of shell eggs. J Sci Food Agric 92(7): 1341-1345.

Silversides, F. G., & Budgell, K. 2004. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. Poult Sci 83:1619-1623.

Silversides, F. G., Korver, D. R., & Budgell, K. L. 2006. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. Poult Sci 85: 1136-1144.

Silversides, F. G., & Scott, T. A. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. Poult Sci 80:1240-1245.

Silversides, F. G. 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.

Siyar S. A. H., Aliarabi, H., Ahmadi, A., & Ashori, N. 2007. Effect of different storage conditions and hen age on egg quality parameters. Proceedings of the 19th Australian Poul Sci Sym 19:106-109.

Song, B. R., Kim, B. J., Yoon, H., Lim, J. S, Seo, K. H., Heo, E. J., Prak, H. J., Wee, S. H., Moon, O. K., Oh, S. M., & Moon, S. J. 2013. Evaluation on freshness and microbiological quality for eggs collected from grocery stores in Korea. J Prev Vet Med 37(2):59-65.

Suk, Y. O, & 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., Decuypere, E., & Bruggeman, V. 2004. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability chick quality, chick weight and chick posthatch growth to 42 days. *J Appl Poult Res* 13(1):10–18.

United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service (USDA-FSIS), 2015. *Salmonella enteritidis risk assessment*. Available from : <http://www.fsis.usda.gov/ophs/risk/> Accessed Oct. 20,

United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service (USDA-AMS), 2015. United States standards, grades, and weight classes for shell eggs. Available from: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3004376> Accessed Oct. 20.

Voet, D., & Voet, J. 1990. *Biochemistry*. John Wiley and Sons, p 369. New York, NY, USA .

Walsh, T. J., Rizk, R. E., & 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, K. C. 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., Settari, P., O'Sullivan, N. P., Olori, V. E., White, I. M. S., Hill, W. G., & Dekkers, J. C. M. 2012. Genetic parameters of egg defects and egg quality in layer chickens. *Poult Sci* 91:1292-1298.

Yang, E. J., Lee, Y. E., & Moon, H. K. 2014. Nutritional roles and health effects of eggs. *Journal of Nutrition and Health*, 47(6), 385-393.

Zhang, L. C., Ning, Z. H., Xu, GY, Hou, Z. C., & Yang, N. 2005. Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. *Poult Sci* 84(8): 1209-1213.

실용 산란계의 산란주령과 계란 세척 및 저장요인들이 난질에 미치는 영향

이 민 희

경남과학기술대학교 대학원
동물생명자원학과

(지도교수 손 시 환)

계란은 높은 영양적 가치를 지닌 동물성 단백질임에도 불구하고 상대적으로 가격이 저렴하여 국민의 건강 증진에 크게 기여하고 있다. 현재 국내 계란의 유통 경로는 매우 다양하고 또한 난질의 기준이 명확하지 않음으로 소비자의 신선란 구매 판단에 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 유통 전 계란의 세척 처리, 닭의 주령, 계란의 저장기간 및 보관온도가 난질에 미치는 영향을 구명하고 이를 근거로 국내 신선란 유통의 기준을 설정하고 자 하였다. 본 시험은 하이라인 브라운 실용산란계가 생산한 총 3,100개의 계란을 대상으로 세척과 비세척, 산란연령(30주령 및 60주령), 저장기간(0-30일) 및 보관온도(2°C, 12°C, 25°C)에 대한 요인 분석을 실시하였다. 계란의 품질 평가기준으로 난중, 난각색, 난각두께, 난각밀도, 난백높이, 호우유니트(HU), 난황색, 난황 및 난백의 pH와 점도를 측정하였다. 실험결과, 산란연령 및 계란의 저장기간과 보관온도는 거의 모든 계란의 내·외부 난질지표에 유의한 영향을 미쳤다. 한편, 세척유무에 따른 난질의 변화는 보관온도 및 보관일수와 관계없이 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 산란연령이 증가함에 따라 생산된 계란의 난각두께, 난백높이, HU, 난황색, 난황과 난백의 pH 및 난황점도는 유의하게 감소하였다. 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, 난

황 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. 계란의 보관온도가 난질에 미치는 영향으로 난각두께, 난각밀도, 산패도를 제외한 대부분의 난질 지표에 유의성을 보였으며 계란의 보관온도가 증가 할수록 거의 모든 난질 지표가 저하되며, 12℃이상 보관 시 급격한 난질의 저하가 초래되는 것으로 나타났다. 난질에 있어 계란의 보관온도와 저장기간 간에는 밀접한 상호작용 효과가 있는 것으로 보여지는데 12℃이하 냉장보관의 경우 30일까지 HU 70이상의 난질지표를 보이거나 25℃의 실온 상태에서는 일주일 이내 HU가 70이하로 저하됨을 나타내었다. 이러한 결과들을 종합할 때 유통되는 계란의 난질은 저장기간과 보관온도에 절대적인 영향을 받는 것으로 보여지고 이들 중 저장기간 보다는 보관온도가 난질에 더욱 민감하게 영향하는 요인으로 판단된다. 따라서 신선란의 경우 산란연령이 계란의 품질에 영향을 미치는 주된 요인인 반면, 보관란의 경우 저장기간과 보관온도가 난질에 영향을 미치는 결정적 요인으로 사료된다.

(색인어: 계란의 품질, 산란연령, 세척, 저장기간, 보관온도, 호우유니트, 실용산란계)

ABSTRACT

Effect of Hen Age, Pre-washing Treatment and Storage Factors on Egg Quality in Commercial Layers

Min Hee Lee

Department of Animal Science and
Biotechnology
Graduate School
Gyeongnam National University
of Science and Technology

Jinju, Republic of Korea

(Supervised by Professor Sea Hwan Sohn)

Eggs are animal protein food with high nutritional value and important contribution to human public health. The eggs are also widely used in public because of a relatively low price. Recently, however, consumers who purchase the fresh eggs have difficulty in making a decision because of a variety of egg distribution channels and vague criteria in egg quality. This study was investigated the effects of pre-treated egg washing, hen age, storage period and storage temperature on egg quality to establish the new standard criteria for freshness of eggs. A total of 3100 eggs obtained from Hyline Brown commercial layers were used for this experiment and were separated into 18 treatments which consisted of 2 pre-treated egg washing(Y, N) and 3 storage temperatures (2°C, 12°C and 25°C) and 3 storage times (10, 20 and 30d). Egg shell color, shell thickness, shell weight, shell density, Haugh(HU), albumen height, egg weight and yolk color were measured by a QCM+system.

We also observed the physiochemical properties of eggs such as yolk pH, albumen pH and viscosity and yolk viscosity. The results showed that the age of the hen, egg storage time and temperature 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, 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. The egg weight, shell weight, albumen height, HU and albumen viscosity significantly decreased with increasing storage temperature. However, the albumen and yolk pH significantly increased. The interaction effects between the storage period and temperature were significant for shell weight, shell density, egg weight, albumen height, HU, yolk color, yolk pH, albumen pH and albumen viscosity. The storage time and temperature are the major factors affecting egg quality, but the storage temperature is a more sensitive determinant of egg quality deterioration compared with the storage period. In conclusion, this study demonstrated that hen age is the major factor affecting the quality of fresh eggs, whereas the storage time and temperature are the determinant factor affecting the quality of stored eggs.

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