

하절기 산란계 개방형 계사 사양조건이 산란 생산성, 계란품질 및 스트레스 호르몬에 미치는 영향

김찬호*, 임세진, 전중환
국립축산과학원 동물복지연구팀

Effects of summer open type laying hens housing conditions on laying performance, egg quality and corticosterone

Chan Ho Kim*, Se Jin Lim, Jung Hwan Jeon

Animal welfare Research Team, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

요약 본 연구에서는 개방형 산란계 농가의 하절기 생산성 및 사양관리에 대한 기초자료 구축을 위하여 실시 하였으며, 설문에 응답한 농가중 생산성이 가장 저하된 농가 한곳을 선정하여 농가의 하절기 산란 생산성 저하에 따른 계란품질 및 스트레스 호르몬을 조사하였다. 개방형태의 사육시설에서 사육하는 7가구의 산란계 농장을 대상으로, 하절기 산란율 저하는 1~4% 까지 감소 되었으며, 모든 농가에서 하절기 사료섭취량이 감소된다고 답변 하였다. 하절기 사료 급여 프로그램은 따로 하지 않음 2농가(28.6%), 새벽/저녁 급여 5농가(71.4%)로 조사되었다. 산란율이 가장 저하된 충청북도 진천에 위치한 동물복지 인증농가에서 Hy-Line 31주령 6,300수를 공시하여 하절기 10주간 생산성, 계란품질 및 혈액 내 스트레스 호르몬을 조사하였다. 7월~8월 평균 산란율 및 사료 섭취량은 6월과 비교하여 각각 2.54% 및 4.0% 유의하게 감소하였다. 난각강도 및 Haugh unit은 외기온도가 증가함에 따라 유의적으로 ($p < .05$) 각각 2.28% 및 1.34% 감소하였다. 외부 온도가 증가할수록 혈액 내 스트레스 호르몬은 유의적으로 ($p < .05$) 증가하였다. 결론적으로 하절기 외부 온도가 증가함에 따라 생산성이 감소하는 것을 확인 할 수 있었으며, 하절기 외기온도 상승에 의한 생산성 증대를 위한 사양관리가 필요할 것으로 생각되어지며, 산란계 온난화 대응 기초자료로 활용 될 수 있을 것으로 생각된다.

Abstract This study was conducted to establish basic data on summer productivity and specification management for open-type laying hens. One farm with the lowest productivity among farmers who responded to a questionnaire was selected to investigate egg quality and corticosterone in blood levels associated with a decline in summer laying productivity. Seven laying hens open farms reported a 1~4% decrease in summer laying rate, and all farms reported a reduction in feed intake. Two farms (28.6%) did not have a summer feeding program, and 5 (71.4%) had a midnight/evening feeding program. A certified animal welfare farm in Jincheon, Chungcheongbuk-do, released 6,300 Hy-Line Brown 31-week-old birds to investigate laying performance, egg quality, and corticosterone levels in blood for 10 weeks in the summer season. Average laying performance and feed intake in July and August decreased significantly ($p < .05$) by 2.54% and 4.00%, respectively, compared to June. Eggshell strength and Haugh units decreased significantly ($p < .05$) by 2.58% and 1.34%, respectively, with increases in ambient temperature, and corticosterone in blood also increased significantly ($p < .05$) with increases in ambient temperature. The study shows that productivity and egg quality decreased as ambient temperature increased in summer. Specifications must be managed to increase productivity, and external temperature should be increased in the summer.

Keywords : Open Type Poultry Farms, Laying Hens, Laying Performance, Egg Quality, Corticosterone

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호:PJ016791)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding Author : Chan Ho Kim(National Institute of Animal Science)

email: kch8059@korea.kr

Received September 20, 2023

Revised October 12, 2023

Accepted November 3, 2023

Published November 30, 2023

1. 서론

전 세계적으로 기후변화 심화 및 이상기후 발생이 전 세계적으로 광범위하게 나타나고 있으며, 이러한 요인은 가금 산업의 지속적 발전 가능성을 저해하는 요인으로 작용하고 있는 실정이다. 우리나라 하절기는 초여름 이후 장마가 시작되며, 고온 다습한 날씨가 지속되는 특징을 가지고 있다. 이러한 기후변화 때문에 매년 많은 가축들이 폐사가 되고 있으며, 가금류 피해가 절대 다수를 차지하고 있는 실정이다. 하절기 열 스트레스는 가금 산업에 있어 상당한 경제적 손실을 초래하기도 한다 [1-3]. 이전 연구에 따르면 하절기 열 스트레스는 계란 생산량을 0.5~7.2% 감소시켜 연간 상당한 경제적 손실을 유발할 수 있는 것으로 추정되기도 하였다 [4]. 가금류에 있어 온도 및 습도와 같은 환경조건은 주요한 스트레스 요인이다. 특히 가금은 깃털로 온 몸을 덮여 있고 땀샘이 발달하지 않아 체온 조절 능력이 타 가축에 비해 부족하여 가축 폐사 발생 중 가금이 가장 큰 피해를 보기도 한다. 가금류는 상온성 동물이기 때문에 환경온도가 열 중립지역에 있을 때 체온 조절 메커니즘에 의해 닭의 체온이 40~42.2℃로 유지 된다 [5]. 가금류는 실내 온도가 열 중립지역을 벗어나면 혈떡거림과 에너지 섭취 감소와 같은 열 스트레스에 대한 생물학적 방어 메커니즘이 개입 된다 [6]. 산란계에 있어 열 스트레스에 의한 부정적인 효과는 산란계의 높은 폐사율, 사료 섭취량 감소, 산란율 저하, 계란 중량의 저하 및 계란품질 저하가 있다 [6-9]. 하절기 계란의 품질과 생산량 감소는 주로 가용 칼슘의 감소에 의하여 설명될 수 있는데 열 스트레스는 장 수준에서 칼슘 섭취와 흡수를 감소시키기 때문이다 [10]. 개방형 산란계사는 무창 계사와 비교하여 하절기 열 스트레스로 인한 극단적인 산란 생산성 저하가 발생한다. 본 연구에서는 개방형 산란계 농가의 하절기 생산성 및 사양관리에 대한 기초자료 구축을 위하여 실시 하였으며, 설문에 응답한 농가중 생산성이 가장 저하된 농가 한곳을 선정하여 농가의 하절기 산란 생산성 저하에 따른 계란품질 및 스트레스 호르몬을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험에서의 동물 관리 및 실험 방법은 국립축산과학원 실험동물 관리 및 연구 윤리위원회의 규정과 허가 (승인번호: NIAS-2022-2410)에 따라 실시하였다.

2.1 개방형 산란계 농가 설정

본 연구의 개방형 산란계사의 실태조사는 2022년 5월부터 사전에 동물복지 인증을 받은 개방형태의 총 30개 농가에 전화로 실태조사 허락을 구했고, 이중 사전방문을 승인해준 7농가 산란계 농장을 대상으로 수행하였다.

2.2 개방형 계사의 하절기 시설 및 사육실태 설문조사

7개소의 동물복지 인증 개방형 산란계 농장(전남 화순 소재 2개소, 충남 당진 1개소, 경기 안성 1개소, 충남 천안 1개소, 충북 진천 1개소, 충북 옥천 1개소)을 대상으로 직접 방문에 의하여 설문 조사를 실시하였다. 설문지 내용은 총 22문항으로(시설 10문항), 사양관리(12문항)로 되어있다 (Fig. 1). 작성된 설문지의 내용을 분석하여 사육시설에 따른 하절기 사양관리 현황을 비교하였다.

산란계 개방형 계사 실태조사표

□ 기본사항

| | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 이름(농장명) | | | |
| 연락처 | 사무실 | | |
| | 휴대폰 | | |
| 주소 | 도 | 시·군 | 동·면 |
| 사육경역 | ()년 | 연령 | ()세 |
| 복지현황 | ① 동물복지 | ② 친환경육산 | ③ HACCP |
| | ④ 기타() | | |

I. 사육수준

- (문 1) 계사 총 면적은 ()평이며 총 ()동이 있음.
 (문 2) 계사형태는? ① 개방계사 ② 투창계사 ③ 기타()
 (문 3) 건축형태는?
 ① 보온덮개 ② 자연농법계사(아마기서) ③ 판넬원골포
 ④ 기타()
 (문 4) 사육방식은? ① 평사 ② 방사 ③ 단단식 ④ 기타()
 (문 5) 분뇨 처리 시설은? ① 자가 ② 위탁 ③ 기타()
 (문 6) 생산되는 계란의 종류는?
 ① 유정란 ② 무정란 ③ 기타()
 (문 7) 평당 사육밀도는? ()수

- (문 8) 총 사육수수는 얼마나 됩니까?
 육성계 ()수, 성계()수
 (문 9) 귀하 농장의 연간 생산량은 얼마나 됩니까?
 평균수수()수, 생산량 ()계
 (문 10) 귀하 농장의 여름철 폐사 및 생산량은 얼마나 됩니까?
 평균수수()수, 생산량 ()계

II. 사양관리

- (문 11) 사육종류는?
 ① 하이리인 ② 토만 ③ 이사 ④ 토종닭 ⑤ 기타()
 (문 12) 암수 사육비율은 어떻게 됩니까?
 암 : 수 (:)
 (문 13) 귀하 농장의 사료 급여 방식은 무엇입니까?
 ① 자유급여 ② 정량급여
 (문 14) 배합사료의 일일 사료 급여량은 얼마입니까? ()
 ① 100~110g ② 111~120g ③ 121~130g ④ 130g이상
 (문 15) 농장에서 사용하는 배합사료에 대해 적어주시기 바랍니다.
 - 배합사료의 재료는 ()를 사용함.
 ① 황토 ② 완겨 ③ 톱밥 ④ 기타(직접 구입)
 - 배합사료의 두께는 ()임.

- ① 5~10cm ② 10~15cm ③ 15~20cm ④ 20cm이상 |
- 비단갈집의 교체주기는 ()주령임.
- (문 16) 귀하의 농장에서 사용하는 난상의 재료는 ?
 ① 나무 ② 플라스틱 ③ 쇠파이프 ④ 기타()
- (문 17) 귀하 농가의 환기 시스템은?
 ① 터널+크로스 ②윈치커튼+자연환기
- (문 18) 귀 농가의 혹서기 피해현황은
 ① 2018년 (수) ② 2019년 (수) ③2020년 (수)
 ④ 2021년 (수)
- (문 19) 하절기 사료 급이 프로그램은?
 ① 따로 하지 않음 ②새벽/저녁 급이
- (문 20) 귀하 농가의 교온기 대응 시설 장비는?
 ① 대형선풍기 ②안개분무기 ③ 고온스트레스 계감용 사료/음수 첨가제
- (문 21) 귀하 농가의 천장 단열재는 ? ()
 ① 우레탄 ② 스티로폼 ③ 샌드위치판넬 ④공기층 ⑤기타()
- (문 22) 귀하 농가의 벽면 단열재는 ? ()
 ① 우레탄 ② 스티로폼 ③ 샌드위치판넬 ④공기층 ⑤기타()

Fig. 1. Forms of questionnaire used for open type poultry house of laying hens

2.3 조사항목

2.3.1 계사내 온도 및 외기온도 측정

하절기 생산성 저하에 따른 계란품질 및 혈액내 스트레스 호르몬 비교 연구를 위해 실태조사가 진행된 곳 중 하절기 생산성이 가장 저하된 농가 (충북 진천소재)를 선정하여, 가로 10 m, 세로 84 m 농장에서 Hy-Line Brown 31주령 6,300수를 공시하여, 6월, 7월, 8월 3달 간 사양시험을 진행하였다. 시험사료는 시판 증기사료를 급이 하였다. 사료는 하절기 사료 급이 프로그램(밤-새벽)에 의하여 자유롭게 물과 섭취하게 하였으며, 일반적인 점등관리 (자연일조 + 조명 ; 16h)를 실시하였다. 6월, 7월, 8월 매일 계사 내 온도 및 외기 온도 측정을 디지털 온도계를 이용하여 측정하여, 평균값으로 계산하였으며, 최고온도와 최저온도를 제시하였다. 또한, 농장현장실험의 특성상 계사 및 동물의 관리 등은 농장의 사육 관행에 따라 이루어 졌다.

2.3.2 산란 생산성 및 계란품질 분석

6월(31~34주), 7월(35~38주), 및 8월(39~42주)산란율(Hen-day egg production)을 조사하기 위해 매일 일정한 시간에 집란 하여 조사하였으며, 사료 섭취량은 주 1회 조사하여 사료 요구율(사료섭취량/100g 계란중량)을 산출하였다. 계란의 품질을 조사하기 위해 6월(34주령), 7월(38주령), 및 8월(42주령)에 각각 임의로 선별한 30개의 계란으로 난각강도, 난각두께, Haugh unit,

난황색, 난각색 등의 품질 검사를 실시하였다. 난각 강도는 Texture analyzer(Model T2100C, Food Technology Corp., Rockville, MD, USA)를 이용하여 측정하였고, 난각 두께는 계란의 첨단부, 둔단부, 그리고 중간 부위 등 세 곳의 난각 샘플을 Dial Pipe Gauge(Model 7360, Mitutoyo Co., Kawasaki 213, Japan)을 이용한 후 측정하여 평균치를 측정하였다. Haugh unit(HU)는 난중 (W, g)과 농후난백(H, mm)을 측정하여(Model S-8400, AMES, Waltham, MA, USA) Kang et al., [11]이 제시한 $100 \log_{10}(H-1.7W^{0.37}+7.56)$ 에 준하여 계산하였다. 난각색 및 난황색은 Roche color fan(Hoffman-La Roche Ltd., Basel, Switzerland)를 이용해 측정하였다. 계란 중량의 비율은 34주령, 38주령 및 42주령에 생산된 계란 200개씩 무작위로 선별하여 계란 중량을 측정하여 대란(52~(60g), 특란(60~(68g) 및 왕란(68g~)을 구분하여 비율을 측정하였다.

2.3.3 스트레스 호르몬 분석

하절기 월별 (6, 7, 8)에 따른 스트레스 차이를 분석하기 위하여 혈액 내 존재하는 스트레스 호르몬 중 corticosterone을 측정을 Kim et al. [12]의 방법으로 측정하였다. 월별로 6월(34주령), 7월(38주령) 및 8월(42주령)에 월별로 닭을 각각 20수씩 임의로 선별하여 익하정맥에서 혈액을 채취하였다. 혈액을 채혈 후 혈청을 분리하여 분석전까지 -70℃에 보관하였다. 분석은 chicken corticosterone ELISA kit(Wuhan Fine Biotech Co. Ltd., Wuhan, China)를 사용하였다. 항원이 coating된 96-well을 plate에 2번 세척한 뒤 시료 50uL을 첨가하여 37℃에서 45분간 반응시켰다. 3번 세척한 뒤 HRP conjugate working용액을 넣어 37℃에서 30분 처리하였다. 처리 후 5번 세척후 TMB substrate로 발색시키고, stop 용액을 넣어 분광광도계 (Epoch 2;BioTek Instruments, Inc., VT, USA)를 이용하여 450 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.4 통계분석

통계처리는 Statistics Analytical System(SAS) 9.4의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하여 one-way ANOVA분석을 하였다. 분석의 실험단위는 개체로 하였다. 처리구간에 따른 차이 분석을 위해 Tukey's 방법을 이용하여 p<0.05 수준에서 평균값의 유의성을 검정하였다.

3. 결과

3.1 개방계사의 하절기 사육실태 현황

7농가의 하절기 사육실태에 대한 현황은 Table 1에 나타내었다. 조사한 개방형 농가의 사육수수는 2,600수부터 38,000수로 다양하였으며, 2농가는 방사형태 5농가는 일반 평사형태였으며, 평균 16,000수 규모이며, 조사농가에서 사육하는 품종은 Hy-Line Brown으로 동일하였으며, 사육밀도는 5~9수/m² 로 동물복지 인증을 충족하였다. 평사사육은 케이지 혹은 다단식 사육시설 등 추가적인 구조물을 사용하지 않고 축사내부의 바닥에서 산란계를 사육하는 방식이며, 방사사육은 시설적인 면에서 평사사육과 동일하나, 축사외부에 활동할 수 있는 공간이 제공되는 것이 차이점이다. 평년 온도 대비 하절기 산란을 저하는 1~4% 까지 저하되었으며, 감소없음 2농가(28.6%), 1~2%미만 감소 1농가(14.2%), 2~3% 미만 2농가(28.6%), 3% 이상 2농가(28.6%)로 조사되었으며, 사료섭취량이 감소한다는 답변이 조사대상 7농가 모두 조사되었다. 또한 개방형 계사의 환기시스템은 윈치커튼과 송풍팬 이용 6농가(86.7%), 윈치커튼만 이용 1농가(14.3%)로 조사되었으며, 7농가 모두 하절기 특별 사료와 비타민 C를 투여하고 있었으며, 하절기 사료 급여 프로그램은 따로 하지 않음 2농가(28.6%), 새벽/저녁 급여 5농가(71.4%)로 조사되었다 (Fig. 2).

Table 1. The present states of investigated farms

| No. | Region | Total birds | Stock density |
|-----|---------|-------------|-------------------------|
| A | Hwasun | 2,640 | 5.8 bird/m ² |
| B | Hwasun | 6,500 | 5.0 bird/m ² |
| C | Dangjin | 38,200 | 6.6 bird/m ² |
| D | Ansung | 17,000 | 7.0 bird/m ² |
| E | Jinchun | 15,500 | 9.0 bird/m ² |
| F | Chunan | 16,200 | 8.6 bird/m ² |
| G | Okchun | 17,000 | 9.0 bird/m ² |

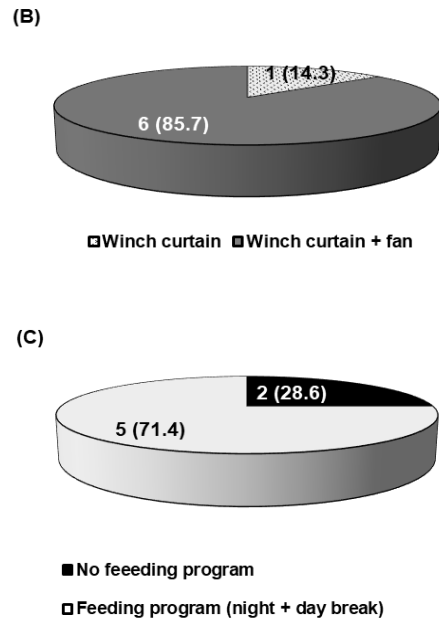
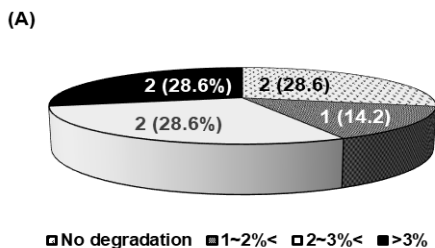


Fig. 2. Summer season open type poultry house a survey

(a) Summer season egg production degradation rate (b) Open type poultry house ventilation system (C) Summer season feeding program

3.2 계사내 온도 및 외기 온도

월별에 따른 외기 온도 및 계사 내 온도는 Table 2 및 Fig. 3에 요약하였다. 6월~8월 외기 온도는 29.8~32.1℃ 범위로 나타났으며, 최고 외기 온도는 36℃, 최저 외기 온도는 21.3℃로 나타났으며, 계사 내부 온도는 30.5~32.7℃ 범위로 나타났으며, 계사 내부 최고 온도는 36.2℃ 최저 온도는 23.2℃로 나타났다. 계사 내부 온도의 범위를 살펴보면, 이러한 온도 범위를 가질 때 사료 섭취 감소 현상이 나타나며, 성장, 난중, 난각질 저하와 산란수 감소 현상이 나타난다고 한다.

Table 2. Open type poultry house outside and inside temperature in summer season

| Temperature, ℃ | Month | | |
|----------------|------------|------------|------------|
| | 6 | 7 | 8 |
| Outside | 29.78±2.97 | 32.11±3.12 | 31.08±2.48 |
| Max | 33.7 | 36.0 | 35.6 |
| Min | 21.30 | 27.5 | 23.2 |
| Inside | 30.51±2.70 | 32.72±2.57 | 31.54±2.71 |
| Max | 34.5 | 36.2 | 34.9 |
| Min | 23.2 | 27.5 | 24.2 |

| | MON | TUE | WED | THR | FRI | SAT | SUN |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| 6 | 28.1 | 21.3 | 26.9 | 26.7 | 28.3 | 28.5 | 28.5 |
| | 32.4 | 32.8 | 31.5 | 31.4 | 29.5 | 33.7 | 30.9 |
| | 31.8 | 32.7 | 30.8 | 30.2 | | | |
| | | | | | 34.3 | 35.4 | 35.1 |
| 7 | 33.7 | 34.2 | 35.0 | 35.4 | 35.1 | 33.7 | 34.2 |
| | 35.0 | 35.4 | 32.3 | 32.5 | 35.0 | 34.8 | 30.6 |
| | 27.2 | 30.7 | 31.4 | 29.8 | 30.7 | 26.0 | 30.8 |
| | 32.5 | 27.5 | 30.1 | 29.2 | 27.8 | 32.6 | 35.4 |
| 8 | 33.5 | 32.0 | 33.8 | 33.6 | 33.9 | 35 | 34.2 |
| | 35.2 | 32.5 | 28.5 | 35.6 | 32.5 | 28.7 | 29.6 |
| | 32.5 | 31.0 | 31.2 | 30.3 | 30.2 | 32.7 | 33 |
| | 32.2 | 27.0 | 26.7 | 27.7 | 28.9 | 26.3 | 28.7 |
| | 23.2 | 32.1 | | | | | |

Out side

| | MON | TUE | WED | THR | FRI | SAT | SUN |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| 6 | 29.2 | 23.2 | 27.5 | 27.8 | 28.9 | 29.1 | 29.2 |
| | 33.1 | 32.5 | 31.4 | 32.5 | 30.5 | 34.5 | 31.5 |
| | 32.5 | 33.2 | 30.5 | 32.1 | | | |
| | | | | | 35.1 | 35.9 | 35.6 |
| 7 | 34.1 | 34.5 | 36.0 | 36.2 | 34.3 | 32.2 | 35.2 |
| | 32.5 | 31.2 | 28.2 | 31.5 | 32.5 | 30.5 | 31.2 |
| | 27.5 | 31.2 | 33.5 | 28.5 | 30.6 | 30.5 | 28.9 |
| | 33.2 | 35.9 | 33.2 | 34.1 | 36.2 | 34.2 | 30.2 |
| 8 | 32.5 | 31.5 | 34.2 | 34.1 | 34.2 | 34.8 | 34.9 |
| | 34.8 | 32.8 | 29.2 | 34.5 | 33.2 | 30.5 | 30.5 |
| | 33.5 | 31.8 | 31.9 | 31.5 | 30.9 | 33.2 | 33.2 |
| | 32.8 | 28.1 | 27.2 | 28.2 | 29.2 | 27.3 | 29.1 |
| | 24.2 | 32.5 | | | | | |

Inside

Fig. 3. Summer season open type poultry house ambient temperature heat map (22.06.13~22.08.31)

3.3 월별 산란 생산성

하절기 월별에 따른 산란생산성은 Table 3에 요약하였다. 6월 월별 산란율은 94.4%로 7월 및 8월 산란율과 비교하여 유의적으로 ($p < .05$) 높았으며, 7월~8월 평균 산란율은 92%로 6월과 비교하여 2.54% 감소하였다. 사

료 섭취량 역시 7~8월 평균 121.7g에서 6월 126.7g으로 유의적으로 ($p < .05$) 약 4.0% 감소하였다. 계란 중량 및 사료 요구율은 하절기 월별에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다.

Table 3. Effect of summer season on laying performance

| Items | Month | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 6 | 7 | 8 |
| Egg production, % | 94.4±1.3 ^a | 92.4±2.3 ^b | 91.6±1.9 ^b |
| Feed intake, g | 126.7±5.9 ^a | 121.4±2.2 ^b | 121.9±1.8 ^b |
| Egg weight, g | 60.9±2.1 | 60.5±1.9 | 61.1±2.5 |
| Feed conversion ratio | 2.20±0.2 | 2.17±0.3 | 2.18±0.9 |

^{a,b}Means with different letters in the same line are significantly different ($p < 0.05$).

3.4 월별 계란 품질

하절기 월별에 따른 계란품질은 Table 4에 요약하였다. 난각두께, 난중, 난각색 및 난황색은 월별에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 하지만 난각강도는 외기온도가 증가함에 따라 유의적으로 ($p < .05$) 2.28% 감소 하였으며, 계란의 신선도를 평가하는 Haugh unit은 외기온도가 증가함에 따라 유의적으로 ($p < .05$) 1.34% 감소하였다.

또한, 하절기 월별 계란 중량에 대한 비교는 Fig. 4에 요약하였다. 대란 (52~<60g), 특란 (60~<68g), 및 왕란 (68g~)의 비율은 하절기 월별에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 4. Effect of summer season on egg quality

| Items | Month | | | SEM |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| | 6 | 7 | 8 | |
| Eggshell strength, kg/cm ² | 4.39 ^a | 4.34 ^{ab} | 4.29 ^b | 0.050 |
| Eggshell thickness, μ m | 402.1 | 398.4 | 397.1 | 12.87 |
| Egg weight, g | 59.2 | 60.5 | 61.1 | 0.334 |
| Eggshell color | 12.63 | 12.94 | 13.10 | 0.098 |
| Egg yolk color | 6.24 | 6.27 | 6.32 | 0.073 |
| Haugh unit | 92.82 ^a | 92.20 ^a | 91.58 ^b | 3.181 |

^{a,b}Means with different letters in the same line are significantly different ($p < 0.05$).

4. 고찰

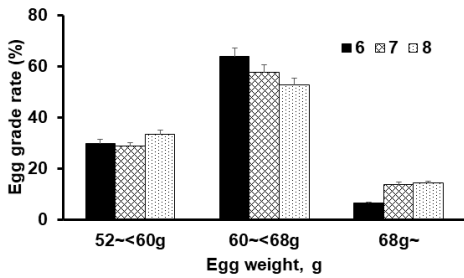


Fig. 4. Effect of summer season on egg grade rate

3.5 하절기 월별 혈액내 스트레스 호르몬

하절기 월별에 따른 혈액 내 스트레스 호르몬은 Fig. 5에 요약하였다. 외부 온도가 증가할수록 혈액내 스트레스 호르몬은 유의적으로 ($p < .05$) 증가하였다. 7월 평균 외기 온도는 32℃로 가장 높았으며, 6월과 비교하여 10.14% 스트레스 호르몬 수치가 증가하였으며, 8월은 평균 외기 온도가 31.1℃로 6월과 비교하여 6.7% 스트레스 호르몬 수치가 증가하였다. 하지만 외기온도와 스트레스 호르몬사이의 상관관계 (Fig. 6)가 나타나지 않았다 ($p > 0.14$; $R^2 = 0.62$).

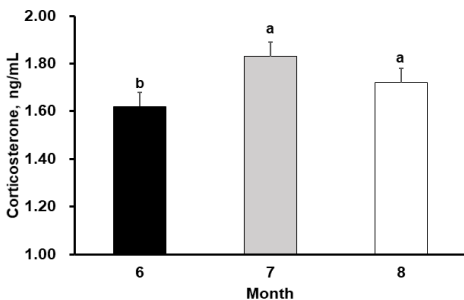


Fig. 5. Effect of summer season on corticosterone in blood
^{a,b}Means with different letters in the same line are significantly different ($p < 0.05$).

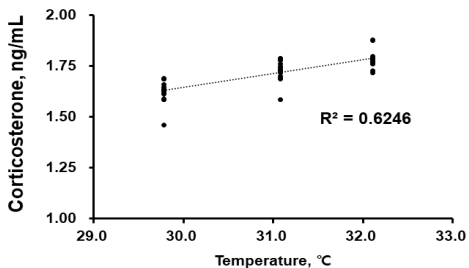


Fig. 6. Effect of summer season on egg grade rate

본 연구는 기후 변화에 따라 외기 온도 상승에 의한 개방형 산란계사의 하절기 실태조사를 통하여 평년 온도 대비 산란율 저감 비율, 환기상태, 하절기 사료 급여 프로그램 등을 조사하여 농가 현 상황을 알아보기 위하여 실시하였으며, 농가 한곳을 선정하여 하절기 산란율 저감과 계란품질에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 실시하였다. 국내 하절기 산란계사의 실내 온도는 29~35℃ 이상 도달할 수 있다. 하절기 고온의 영향으로 인한 산란율의 감소는 이전 여러 연구에서 설명 되어진 바 있다 [13]. Abbas et al. [14]은 환견 온도의 급격한 상승에 노출되었을 때 산란 성적이 급격하게 저하된다고 보고한바 있다. 또한 고온시 사료 섭취량이 급격하게 저하되는 것으로 알려져 있으며 [15], 주변 온도가 상승하면 신체활동이 감소하고 체온을 정상으로 유지하기 위한 에너지 요구량이 증가하여 산란계의 생산성과 사료효율에 부정적인 영향을 미치기도 한다 [14,16,17]. 가금에 있어 비타민 C 급여는 스트레스를 완화시킨다는 이전 결과들이 보고되고 있다. 비타민 C는 항산화 체계에 주된 요소로서 스트레스에 기인하는 영양소의 과도한 합성력이나 합성 손상을 조절하는 영양소적 조절작용을 하고, 더불어 부신에서 코티코스테로이드 합성 변화를 유기하여 면역반응을 증가시키기도 한다[18,19]. 산란계의 경우 사료내 비타민 C의 첨가 급여가 칼슘 대사에 영향을 미쳐 뼈나 난각의 미네랄화에 개선효과가 있다고 보고하였다. 또한 하절기에는 고온을 피한 적절한 시간에 사료를 급여하는 것이 열 스트레스를 예방할수 있는 방법중 하나이다. 조사된 총 7농가중 5농가에서 이러한 사료 급여(저녁-새벽) 프로그램을 이용하여 사료를 급여하여 하절기 고온에 대하여 예방을 하고 있는 것으로 조사되었다. 그럼 하절기 산란계의 생산성과, 계란품질 및 혈액내 스트레스 호르몬 조사를 통하여 하절기 농가의 산란 생산성에 대한 기초자료를 구축하고자 하였다. 국내의 하절기 시작 무렵인 6월부터 8월까지 산란 생산성은 외기 온도가 증가함에 따라 산란생산성이 저하되었으며, 사료 섭취량 역시 감소하였다. 이전 연구에서 외기온도 35℃ 이상일 때 산란율이 적은 환경과 비교하여 9.5%p 감소 및 사료 섭취량이 45g 이상 감소한다고 보고하였으며 [12], 외기온도가 23.9~35℃일 때 산란율이 적은 환경과 비교하여 4.9%p 감소한다고 보고하였다 [20]. 본 연구에서도 산란계사 온도가 23~36℃의 범위를 나타냈으며, 산란율은 2.54% 감소하였다. 하지만, 외기온도가

35℃ 이상에서 계속 성장했을 경우 평균 산란율은 86.7%에서 41.6%로 급격하게 감소하는 결과를 보여주었다 [21]. 이러한 결과를 보았을 때 급격한 고온의 노출은 산란율이 급격하게 저하되었으며, 23~36℃의 범위에서는 산란율이 저하는 되지만 3% 이내의 범위에서 저하되는 것을 이전 연구와 본 연구의 결과에서 알 수 있었다. 산란계에서 하절기 고온의 영향은 난황의 지질 과산화를 촉진하여 낮은 영양가와 Haugh unit의 감소, 난각강도 감소 및 유통 기한을 포함하여 계란품질과 관련된 특징적인 경제적 특징에 부정적인 영향을 미친다 [22,23]. 고온기 닭의 혈액거름은 열 스트레스를 받는 조류의 정상적인 반응으로, 혈액 내 이산화탄소와 이산화 탄소 수치를 감소시켜 혈액 pH를 상승시켜, 호흡기 알칼리증을 유발한다 [23]. 혈중 pH 상승과 호흡기 알칼리증은 난각샘에서 난각을 생성하는데 이용하는 유일한 형태인 칼슘의 수치를 감소시켜, 난각 구성에 영향을 받아 강도나 두께가 감소한다 [23]. 혈중 코티코스테론은 글리코겐과 단백질 분해 및 용해를 증가시키며, 혈당을 유지하는 것으로 알려져 있다. 하절기 대란 (52~60g), 특란 (60~68g), 및 왕란 (68g~)의 비율은 하절기 월별에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 통계의 유의적 차이는 나타나지 않았지만, 특란의 비율이 외기 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여주었는데, 하절기 외기온도 증가에 따른 계란중량의 저하로 생각된다. 코티코스테론은 조류의 주요 스트레스 호르몬으로, HPA 활성화 시 생성된다고 알려져 있다 [24]. Wang et al [25]에 의하면 열에 장시간 노출되면 탄수화물, 지질, 단백질 대사에 관여하는 혈중 코티솔의 농도가 증가한다고 보고한바 있다. 또한 본 연구에서 고온기시 코티코스테론 농도의 증가의 원인은 명확하게 알 수 없지만, 구체적인 메커니즘은 현재로서 명확하게 알 수 없으며, 추가 연구가 필요한 것으로 생각된다.

5. 결론

본 연구는 하절기 외부 온도가 증가함에 따라 생산성이 감소하는 것을 확인 할 수 있었으며, 하절기 외기온도 상승에 따른 생산성 증대를 위한 사양관리가 필요할 것으로 생각되어 지며, 산란계 온난화 대응 기초자료로 활용 될 수 있을 것으로 생각된다.

References

- [1] A. A. Al-Saffar, S. P. Rose, "Ambient temperature and the egg laying characteristics of the laying fowl", *World's Poultry Science Journal*, Vol. 58, pp.317-331, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS20020025>
- [2] G. Y. Tan, L. Yang, Y. Q. Fu, J. H. Feng, M. H. Zhangr, "Effects of different acute high ambient temperatures on the function of hepatic mitochondrial respiration, antioxidative enzymes, and oxidative injury in broiler chickens", *Poultry Science*, Vol. 89, pp.115-122, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00318>
- [3] S. Mignon-Grasteau, U. Moreri, A. Narcy, X. Rousseau, T. B. Rodenburg, M. Tixier-Biochard, T. Zerjal, "Robustness to chronic heat stress in laying hens: a meta-analysis", *Poultry Science*, Vol. 94, pp.586-600, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev028>
- [4] N. R. Saint Pierre, B. Cobanov, G. Schnitkey, "Economic losses from heat stress by US livestock industries", *Journal of Dairy Science*, Vol.86, pp.52-77, 2003.
DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
- [5] H. Lin, H. C. Jaio, J. Buyse, E. Decuypre, "Strategies for preventing heat stress in poultry", *World's Poultry Science Journal*, Vol. 62, pp.71-86, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS200585>
- [6] M. M. Mashaly, G. L. Hendricks, M. A. Kalama, A. E. Gehad, A. O. Abbas, P. H. Patterson, "Effect of heat stress on production parameters and immune response of commercial laying hens", *Poultry Science*, Vol. 83, pp.889-894, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.889>
- [7] K.G. Sterling, D. D. Bell, G. M. Pesti, S. E. Aggrey, "Relationships among strain, performance and environmental temperature in commercial laying hens", *Journal of Applied Poultry Research*, Vol. 12, pp.85-91, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1093/japr/12.1.85>
- [8] H. Lin, K. Mertens, B. Kemps, T. Govaerts, B. De Ketelaere, "A new approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: Mechanical and material properties of eggshell and membrane", *British Poultry Science*, Vol. 45, pp.476-482, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00071660400001173>
- [9] D. H. Kim, Y. K. Lee, S. D. Lee, K. W. Lee, "Impact of relative humidity on the laying performance, egg quality, and physiological stress responses of laying hens exposed to high ambient temperature", *Journal of Thermal Biology*, Vol. 103, pp. 103167, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.therbio.2021.103167>
- [10] W. M. Quinteiro-Filho, A. Ribeiro, V. Ferraz-De Paula, M. L. Pinheiro, M. Sakai, L. R. M. Sa, A. J. P. Ferreira, J. Palermo-Neto, "Heat stress impairs

- performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens”, *Poultry Science*, Vol. 89, pp.1905-1914, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00812>
- [11] H. K. Kang, S. B. Park, J. J. Jeon, H. S. Kim, K. T. Park, S. H. Kim, E. C. Hong, C. H. Kim, “Effect of increasing levels of apparent metabolizable energy on laying hens in barn system”. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, Vol. 31, pp.1766-1772, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0846>
- [12] C. H. Kim, S. J. Lim, K. Y. Yang, J. H. Jeon, “Effects of broiler age on litter moisture, footpad dermatitis, and corticosterone”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 24, pp.125-131, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.9.125>
- [13] D. H. Kim, Y. K. Lee, S. H. Kim, K. W. Lee, “The impact of temperature and humidity on the performance and physiology of laying hens”. *Animals*, Vol. 11, pp. 56, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11010056>
- [14] G. Abbas, F. Ahmad, M. Saeed, T. Ayasan, A. Mahmood, R. Yasmeen, A. Kamboh, “Effect of dietary inclusion of sodium bicarbonate on digestibility of nutrients and immune response in caged layers during the summer”, *Brazilian Journal of Poultry Science*, Vol. 21, pp.1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0915>
- [15] S. Xing, X. Wang, H. Diao, M. Zhang, Y. Zhou, J. Fing, “Changes in the cecal microbiota of laying hens during heat stress in mainly associated with reduced feed intake”, *Poultry Science*, Vol. 98, pp.5257-5264, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pez440>
- [16] K. V. Sahin, A. Hayirli, C. Orhan, M. Tuzcu, J. R. Komorowski, K. Sahin, “Effects of the supplemental chromium form on performance and metabolic profile in laying hens exposed to heat exposed to heat stress”, *Poultry Science*, Vol. 97, pp.1298-1305, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex435>
- [17] F. Ibtisham, A. Nawab, Y. F. Niu, Z. Wang, J. Wu, M. Xiao, L. L. An, “The effect of ginger powder and chinese herbal medicine on production performance, serum metabolites and antioxidant status of laying hens under heat-stress condition. *Journal of Thermal Biology*, Vol. 81, pp.20-24, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.itherbio.2019.02.002>
- [18] R. M. Gous, T. R. Morris, “Nutritional interventions in alleviating the effects of high temperatures in broiler production”, *Worlds Poultry Science*, Vol. 61, pp.463-475, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS200568>
- [19] K. Z. Mahmoud, F. W. Edens, E. J. Eisen, G. B. Havenstein, “Ascorbic acid decreases heat shock protein 70 and plasma corticosterone in broilers (*Gallus gallus domesticus*) subjected to cyclic heat stress”, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, pp.35-42, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2003.09.013>
- [20] M. M. Mashaly, G. L. Hendricks III, M. A. Kalama, A. E. Gehad, A. O. Abbas, P. H. Patterson, “Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens”, *Poultry Science*, Vol.83, pp. 889-894, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.889>
- [21] T. A. Ebeid, T. Suzuki, T. Sugiyama, “High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28K localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens”, *Poultry Science*, Vol.91, pp.2282-2287, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01898>
- [22] X. Ma, Y. Lin, H. Zhang, W. Chen, S. Wang, D. Ruan, Z. Jiang, “Heat stress impairs the nutritional metabolism and reduces the productivity of egg laying ducks”, *Animal Reproduction Science*, Vol. 145, pp.182-190, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.01.002>
- [23] D. J. Franco-Jimenez, S. E. Scheideler, R. J. Kittik, T. M. Brown-Brandl, L. R. Robeson, H. Taira, M. M. Beck, “Differential effects of heat stress in three strains of laying hens”, Vol.16, pp.628-634, 2007. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr.2005-00088>
- [24] K. Elwinger, L. Svensson, “Effect of dietary protein content, litter and drinker types on ammonia emission from broiler house”, *Journal of Agricultural Engineering Research*, Vol. 64, pp.197-208, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1006/jaer.1996.0061>
- [25] X. J. Wang, Y. Li, Q. Q. Song, Y. Y. Guo, H. C. Jiao, Z. G. Song, H. Lin, “Corticosterone regulation of ovarian follicular development is dependent on the energy status of laying hens”, *Journal of Lipid Research*, Vol. 54, pp.1860-1876, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1194/jlr.M036301>

김 찬 호(Chan Ho Kim)

[정회원]



- 2005년 2월 : 중앙대학교 동물자원과학과 동물영양학 전공 (농학 석사)
- 2013년 2월 : 중앙대학교 동물자원과학과 동물영양학 전공 (농학 박사)

- 2014년 1월 ~ 2020년 6월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원
- 2020년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물영양, 가축영양, 동물복지

임 세 진(Se Jin Lim)

[정회원]



- 2018년 2월 : 경상대학교 동물생 명과학과 학사 취득
- 2021년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물복지, 동물행동

전 중 환(Jung Hwan Jeon)

[정회원]



- 2003년 2월 : 경상대학교 응용생 명과학부 (이학석사)
- 2006년 2월 : 경상대학교 응용생 명과학부 (이학박사)
- 2006년 6월 ~ 2007년 7월 : University of British Columbia (연구원)

- 2007년 12월 ~ 2021년 6월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사
- 2021년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>

동물복지, 동물행동, 동물발성음