

점등체계가 육계의 생산성과 육질특성에 미치는 영향

나재천 · 박성복 · 강환구 · 김동욱 · 김민지 · 방한태 · 채현석 · 최희철 · 서옥석 · 홍의철
농촌진흥청 국립축산과학원 가금과

Effect of Lighting Regimes on Performance and Meat Quality of Broilers

Na, Jae Cheon, Park, Sung Bok, Kang, Hwan Ku, Kim, Dong Wook, Kim, Min Ji, Bang, Han Tae, Chae, Hyun-Seok, Choi, Hee Chul, Suh, Ok Suk and Hong, Eui Chul
Poultry Division, National Institute of Animal Science, RDA, Seonghwan, 441-706, Korea

Summary

The study was carried out to investigate the effect of lighting regimes on performance and meat quality of broiler. A total of 912 chicks was divided into 2 groups with male (3 replications/group, 34 heads/replication) and female (3 replications/group, 42 heads/replication). Treatments were control (C, natural lighting), T1 treatment (24L), and T2 treatment (1~2d, 24L; 2~4d, 23L+1D; 4~16d, 16L+8D; 16~21d, 18L+6D; 21~42d, 23L+1D) by lighting regimes. There was no significantly different on body weight, body weight gain, feed intake, and feed conversion ratio of male and female of broilers among treatments. There was no significantly different on cooking loss and water hold capacity of all broiler's meats among treatments. Share force of lighting regimes was higher compared to control ($P<0.05$). There was no significantly different on common ingredients (moisture, crude protein, crude fat, and ash) of broiler's meat. Finally, lighting regimes may decrease the stress as well as improve the growth performance and meat quality of broilers.

(Key words : Broiler, Lighting regime, Performance, Meat quality)

서 론

육계는 보통 사료섭취량과 성장률을 최대 화하기 위해 연속 또는 짧은 간헐조명 (23L:1D)을 유지시켜 왔다 (Campo and Davila, 2002). 이것은 육계병아리가 대부분 점등 때 만 사료를 섭취하기 때문이며, 연속조명 하에서 사육하면 사료를 섭취할 기회가 증가하여 사료섭취량이 증가하고, 양적 성장을 기대할 수 있었다. 그러나 연속조명에 의한 사

육방법이 반드시 생산성을 확대하는 방법이 아니라고 지적되고 있으며 (Buckland et al., 1976), 특히 지방 축적의 증가, 골격의 기형, 대사성 질병의 발병을 증가 및 순환기 문제 들은 연속 점등 아래에서 사육된 닭들에게는 아주 일반적인 문제가 될 수 있다 (Buys et al., 1998; Kristensen et al., 2006; Olanrewaju et al., 2006).

지난 50년 동안 간헐점등 (John et al., 1993; Rahimi et al., 2005; Onbasilar et al., 2007), 광

Corresponding author : E. C. Hong. National Institute of Animal Science, San9 Eoryong-ri, Seonghwan-eup, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, 330-800.

Tel: 041-580-6709, E-mail: drhong@korea.kr

2012년 10월 18일 투고, 2012년 11월 3일 심사완료, 2012년 11월 20일 게재확정

주기 증가(Blair et al., 1993; Renema and Robinson, 2001) 및 광범위한 빛의 세기(Yahav et al., 2000; Lien et al., 2007; Blachford et al., 2009)와 같은 점등 프로그램의 다양한 방식이 시험되어 왔다. 몇몇 연구자들은 간헐 조명이 일정이 육계의 성장률(Classen and Riddell, 1989; John et al., 1993; Buyse et al., 1996)과 사료요구율(Apeldoorn et al., 1999; Ohtani and Leeson, 2000; Rahimi et al., 2005)을 유의적으로 증가시킨다고 보고한 반면에, 다른 과학자들은 광주기 처리가 생산성에 전혀 영향을 주지 않는다(Renden et al., 1996; Lien et al., 2007; Archer et al., 2009)거나 간헐조명이 닭의 사료요구율(Onbasilar et al., 2007)을 감소시킨다고 주장하였다.

도체 특성에 관하여 점등 조절의 효과에 대한 대부분의 연구에서는 복부 지방, 날개, 다리 및 가슴 근육에서 간헐조명과 연속조명 사이에 차이가 없다고 보고하였다(Renden et al., 1996; Chen et al., 2007; Onbasilar et al., 2007). 반면에 Malone et al.(1980)과 Rahimi et al.(2005)는 간헐조명이 복부지방율을 유의적으로 감소시킨다고 보고하였다. 그러나 거의 대부분의 과학자들은 육계 육질에 대한 간헐조명의 효과를 발견하지 못하였다고 보고하였다.

본 연구는 점등 조절 방법이 육계의 생산성과 육질에 미치는 영향을 구명하여, 점등

에 대한 효과를 명확히 제시하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험설계

본 시험에 사용된 공시계는 1일령 초생주(Ross) 912수를 암수 구별하여 3처리 4반복 반복당 암컷 42수, 수컷 34수씩 공시하였다.

시험설계는 점등방법에 따라 대조구(C, 자연점등), T1 처리구(24L), T2 처리구(1~2일령, 24L; 2~4일령, 23L+1D; 4~16일령, 16L+8D; 16~21일령, 18L+6D; 21~42일령, 23L+1D)로 구분하였다(Table 1). 점등은 백열등(200 Lux)을 이용하였다.

2. 시험계의 사양관리

1) 사육형태

초생주는 발생시부터 12주간 평사 케이지에서 1칸(4 m²)당 30수씩 수용하여 사육하였으며, 사료와 물은 자유로이 섭취토록 하였다.

2) 시험사료급여체계

사육단계별 사료급여 형태는 육계초기(0~1주령), 전기(1~3주령), 및 후기(3~6주령)로 나

Table 1. Lighting regimes

Treatments	Lighting regimes
C	Natural lighting (Natural)
T1	24 hours lighting (24L)
T2	1~ 2 day : 24 hours lighting (24L) 2~ 4 days : 23 hour lighting + 1 hours dark (23L+1D) 4~15 days : 16 hour lighting + 8 hours dark (16L+8D) 15~20 days : 18 hour lighting +6 hours dark (18L+6D) 20~42 days : 23 hour lighting + 1 hours dark (23L+1D)

누어, 총 6주 동안 시험을 실시하였다. 시험 사료는 시판사료 ((주)퓨리나코리아)를 육계초기 (CP 21%, ME 3,030 kcal/kg), 전기 (CP 18.5%, ME 3,050 kcal/kg) 및 후기사료 (CP 17.5%, ME 3,100 kcal/kg)로 나누어 42일령까지 급여하였다. 42일령에 도달하였을 때 각 계통에서 27수씩 선별하여 개체별 생체중을 측정하고, diethyl ether로 마취시킨 후 도체하여 시험에 이용하였다. 도체된 닭들은 가슴육을 이용하여 계육의 이화학적 성상을 조사하였다.

3) 백신 및 기타 사양관리

계사 내 온도는 처음 1주일 동안은 32℃ 정도를 유지하였고, 이후 20℃까지 매주 약 3℃씩 온도를 내려주었다. 습도는 입추부터 1주령은 70%, 2주령은 65%, 이후로는 60%를 유지하였다. 백신 접종과 기타 사양관리는 국립축산과학원의 관행법에 준하여 수행하였다.

3. 체중, 사료섭취량 및 사료요구율

체중은 시험 개시 후 매주 측정하였으며, 증체량은 종료 시 체중에서 개시 시 체중을 감하여 구하였다. 사료섭취량은 체중 측정 직전에 반복별로 사료의 잔량을 측정하였고, 사료급여량에서 잔량을 공제하여 섭취량을 구하였다. 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어서 계산하였다.

4. 물리화학적 성상

1) 전단력 측정

가슴육을 스테이크 모양으로 절단 (평균중량 61 g)하여 은박지 포장 후 80℃ 항온수조에서 1시간 동안 가열한 다음, 직경 0.5 inch의 코아를 이용하여 근섬유 방향으로 sample을 채취하여 전단력 측정기 (Warner-Bratzler

shear force meter, USA)로 측정하였다. 측정 속이 비어 있는 마름모꼴의 칼날 안 쪽 하단 부위에 수직으로 sample을 넣고, 기계를 작동시켜 sample이 아래로 내려가면서 잘리는데 이때 받는 힘이 전단력이다.

2) 보수력 측정

원심분리법으로 보수력을 측정하기 위하여 Tube에 지방과 근막 (힘줄)을 제거한 시료를 약 0.5 g 측정하여 80℃ 항온 수조에서 20분간 가열하였다. 10분 방냉 후, 2,000 rpm에서 10분간 원심분리 (10℃, Hitachi SCR 20BA)한 다음 시료의 무게를 측정하였다. 진수분은 시료 5 g을 취하여 105℃에서 16시간 건조시킨 후 무게를 측정하여 산출하였다 (채현석 등, 2005).

$$\text{보수력} = \frac{\text{전수분} - \text{유리수분}}{\text{전수분}} \times 100$$

$$\text{유리수분} = \frac{\text{원심분리 전 무게} - \text{원심분리 후 무게}}{\text{시료} \times \text{지방계수}} \times 100$$

$$\text{지방계수} = 1 - \frac{\text{지방}(\%)}{100}$$

3) 가열감량

가슴육은 껍질을 제거하고 스테이크 모양으로 절단하여 무게를 측정(평균중량 61 g)하고 은박지 포장 후 항온 수조에서 고기의 내부온도를 80℃로 하여 1시간 동안 가열한 다음, 상온에서 방냉하여 감량된 무게를 측정하였다. 이때 감량은 다음 식에 의하여 산출되었다.

$$\text{가열감량}(\%) = \frac{(\text{가열 전} - \text{가열 후}) \text{ 시료의 무게}(\text{g})}{\text{가열 전 시료의 무게}(\text{g})} \times 100$$

5. 일반성분 검사

가슴육의 수분, 지방, 단백질 및 회분은 축산기술연구소 표준분석 방법(2001)에 따라 분석하였다.

6. 통계분석

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계분석은 Statistical Analysis System (SAS release ver 9.1, 2002)의 General Linear Model (GLM) procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range-test (Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구를

본 시험에 사용된 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 Table 2에 나타내었다. 수컷의 경우, T2 처리구의 출하체중은 2,886.4 g로 대조구와 T1 처리구보다 높았으며, 증체량 역시 T2 처리구가 대조구와 T1 처리구보다 높았으나, 처리구간에 유의차는 없었다 (P>0.05). 사료섭취량과 사료효율은 증체량과 마찬가지로 T2 처리구에서 대조구와 T1 처리구에 비해 높게 나타났으나, 처리구간 유의적인 차이는 보이지 않았다 (P>0.05). 암컷의 경우, 수컷과 달리 대조구의 출하체중과

Table 2. Growth performance of male and female broiler chicks on Lighting regimes at 6 weeks age

Items	Treatments ¹⁾		
	C	T1	T2
..... Male			
Initial weight (g)	40.5 ± 0.00 ²⁾	40.5 ± 0.00	40.5 ± 0.00
Final weight (g)	2,869.6 ±60.20	2,870.6 ±57.92	2,886.4 ±94.27
Weight gain (g)	2,829.1 ±60.20	2,830.1 ±77.92	2,845.9 ±94.27
Feed intake (g)	4,827.9 ±79.33	4,919.0 ±79.37	5,067.7 ±84.11
Feed conversion rate	1.71± 0.01	1.74± 0.02	1.78± 0.04
..... Female			
Initial wt (g)	41.3 ± 0.00 ³⁾	41.3 ± 0.00	41.3 ± 0.00
Final wt (g)	2,475.1 ±31.91	2,465.0 ±62.34	2,453.8 ± 9.72
Weight gain (g)	2,433.8 ±31.91	2,423.7 ±62.34	2,412.5 ± 9.72
Feed intake (g)	4,303.8 ±60.74	4,377.7 ±38.70	4,352.7 ±63.83
Feed conversion rate	1.77± 0.02	1.81± 0.03	1.80± 0.03

¹⁾ See the Table 1.
²⁾ Means ± SD (standard deviation, n=42).
³⁾ Means ± SD (standard deviation, n=34).

증체량이 2,475.1 g로 T1과 T2 처리구 보다 높았으나 통계적인 유의차는 나타나지 않았다 ($P>0.05$). 사료섭취량은 T2 처리구가 대조구와 T1 처리구보다 높았으며, 사료요구율은 대조구가 T1과 T2 처리구에 비해 낮았으나, 처리구간 유의차는 없었다 ($P<0.05$).

Sanotra et al. (2002)은 닭의 스트레스 감소를 위해서는 2일령부터 16L:8D로 점등 조절하도록 권장하였다. Bayram and Ozkan (2010)은 2일령부터 16L:8D의 점등 조절하여 육계의 생산성을 조사한 결과 6주령 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 대조구 (24L)와 차이가 없다고 보고하였다. 이런 결과는 처리구간에 암수 모두 생산성의 차이가 없는 본 시험의 결과와 유사하였다. 그러나 Bayram and Ozkan (2010)의 결과에서는 초기 (0~3주령) 육계 성적에 차이를 보여, 성장 단계에 따른 점등효과가 추후 연구되어야 한다고 사료된다. 또한 Li et al. (2010)도 8일령부터 21일령까지 점등방법에 차이를 두었을 때 사료

요구율에 차이를 보여서, 점등 방법 3주령까지의 성장에는 영향을 주는 것으로 사료된다.

Brickett et al. (2007)과 Li et al. (2010)은 다양한 점등 방법을 비교하여, 최소 16L:8D의 점등 방법이 육계의 생산성을 증진시킨다고 하였다. 그러나 이들은 점등 방법 사이에서는 육계의 생산성에 차이가 없었다고 보고하였다. 본 시험에서도 점등 방법에 따른 차이를 보이지 않아서 이들 결과와 유사하였다. 이런 결과는 점등 조절이 전기를 절약하여 육계 생산성에 보다 이익이 될 것을 보여준다 (Buyse et al., 1996; Hassanzadeh et al., 2000; Lien et al., 2007).

2. 물리화학적 성상

본 시험에서 얻어진 육계 암수 가슴육의 물리학적 성상(가열감량, 전단력, 보수력)은 Table 3에 나타내었다. 가열감량은 암수 모두 처리구간에 유의차가 없었다. 전단력은 암수

Table 3. Physical character of male and female broiler chicks meat on Lighting regimes

Items	Treatments ¹⁾		
	C	T1	T2
..... Male			
Cooking loss (%)	16.0 ±0.41 ²⁾	15.8 ±0.97	16.1 ±0.26
Shear force (kg/0.5 inch ²)	2.17±0.15 ^b	3.14±0.31 ^a	3.03±0.20 ^a
Water holding capacity (%)	58.9 ±0.95	57.4 ±0.67	58.1 ±0.98
..... Female			
Cooking loss (%)	17.0 ±0.52	16.9 ±1.09	15.9 ±0.60
Shear force (kg/0.5 inch ²)	2.26±0.28 ^b	3.02±0.11 ^a	3.01±0.25 ^a
Water holding capacity (%)	56.4 ±2.07	60.0 ±0.70	58.4 ±0.57

¹⁾ See the Table 1.

²⁾ Means ± SD (standard deviation, n=5).

^{a,b} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.05$).

모두에서 점등 처리구가 자연일조에 비해 높게 나타났다 (P<0.05). 보수력은 가열감량과 마찬가지로 처리구간에 유의적인 차이가 없었다.

보통 5~6주령에 도계하는 닭고기에서는 가열감량이 약 15~16% 정도를 나타낸다(김진수 등, 2011; Yasilbag et al., 2011; Saleh et al., 2011). 본 시험에서도 세 처리구 모두 가열감량이 약 16% 정도를 나타내 통상적인 가열감량을 나타내었다. 보통의 도계된 육계의 전단력은 약 1.5~2.0 kg/0.5 inch²이다(박성현 등, 2010; Yang et al., 2011). 본 시험에서 대조구의 함량은 이와 비슷하였으나, 점등 처리구는 약 3.0 kg/0.5 inch²로 나타나, 이보다 높은 함량을 나타내었다. 전단력은 연도가 높을수록 낮아지는데(Takahashi et al., 1967), 연도는 지방의 함량이 높을수록 증가하며(Carlin and Harrison, 1978), 점등 처리구에서

는 지방의 함량이 감소하기(Malone et al., 1980; 大谷 滋 & 田中桂一, 1997a,b; Rahimi et al., 2005) 때문이라고 사료된다. 통상적인 육계 닭고기의 보수력은 약 50% 정도로 보고 있으나(Kim et al., 2011; 이정행 등, 2011), 본 시험에서는 대조구와 점등 처리구 모두 57~58% 정도로 이전의 결과보다 높게 나타났으며, 처리구간에 차이는 없었다. 보수력이 높으면 가열감량은 낮아질 것이라 예상되는데(권연주 등, 1995), 본 시험의 결과에서는 보수력과 가열감량 사이의 상관관계가 보이지 않았다.

3. 일반성분 검사

본 시험에 사용된 가슴육의 일반성분은 Table 4에 나타내었다. 계육의 수분 함량은 암수 모두 74~75%로 처리구간에 유의차가

Table 4. Change of chemical component of male and female broiler chicks meat on Light regimes

Items	Treatments ¹⁾		
	C	T1	T2
..... Male			
Moisture (%)	74.90±0.38 ²⁾	75.00±0.25	74.54±0.06
Crude Protein (%)	22.39±0.34	22.47±0.20	22.25±0.25
Crude Fat (%)	1.76±0.16	1.26±0.18	1.94±0.20
Ash (%)	0.70±0.03	0.70±0.05	0.66±0.02
..... Female			
Moisture (%)	75.24±0.33	74.56±0.17	74.45±0.12
Crude Protein (%)	22.41±0.25	22.63±0.30	22.68±0.28
Crude Fat (%)	1.47±0.26	0.89±0.19	1.39±0.29
Ash (%)	0.74±0.03	0.79±0.01	0.77±0.02

¹⁾ See the Table 1.

²⁾ Means ± SD (standard deviation, n=5).

없었다. 조단백질 함량은 암수 모두 22~23% 사이의 범위로서 처리구간에 유의차를 보이지 않았다. 조지방 함량은 T1 처리구에서 대조구와 T2 처리구에 비해 낮게 나타났으나, 처리구간에 유의차는 없었다 ($P>0.05$). 회분 함량은 수분과 마찬가지로 처리구간 유의차를 보이지 않았다.

통상적인 육계 가슴육의 수분 함량은 약 70~74% 정도 (大谷 滋 & 田中 桂一, 1997a,b; 이경행 등, 2011; Kim et al., 2011), 조단백질 함량은 약 21~22% (大谷 滋 & 田中 桂一, 1997a,b; 이경행 등, 2011), 조지방 함량은 0.8~1.4% (大谷 滋 & 田中 桂一, 1997a,b; Kim et al., 2011), 조회분 함량 1.24~1.25% (이경행 등, 2011; Kim et al., 2011)로서, 본 시험에서는 처리구간 차이가 없이 유사한 결과를 나타내었다.

적 요

본 연구는 점등 조절 방법이 육계의 생산 성과 육질에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행되었다. 공시계는 1일령 초생추 (Ross) 912수를 암수 구별하여 3처리 4반복 반복당 암컷 42수, 수컷 34수씩 공시하였다. 암수 모두 체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 유의차가 없었다 ($P>0.05$). 가슴육의 가열 감량과 보수력은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. 전단력은 점등 처리구가 자연일 조에 비해 높게 나타났다 ($P<0.05$). 계육의 일 반성분 (수분, 조단백질, 조지방, 조회분)은 암수 모두 처리구간 차이가 없었다. 결론적으로, 점등시간을 조절해 주는 것이 육계에 스트레스를 줄이면서 생산성을 높여줄 수 있다고 사료된다.

(Key words : 육계, 점등, 생산성, 육질)

사 사

본 연구는 2011년 농촌진흥청 국립축산과학원의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. Apeldoorn, E. J., Schrama, J. W., Mashaly, M. M. and Parmentier, H. K. 1999. Effect of melatonin and lighting schedule on energy metabolism in broiler chickens. *Poult. Sci.* 78:223-229.
2. Archer, G. S., Shivaprasad, H. L. and Mench, J. A. 2009. Effect of providing light during incubation on the health, productivity, and behavior of broiler chickens. *Poult. Sci.* 88:29-37.
3. Bayram, A. and Ozkan, S. 2010. Effects of a 16-hour light, 8-hour dark lighting schedule on behavior traits and performance in male broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 19:263-273.
4. Blair, R., Newberry, R. C. and Gordiner, E. E. 1993. Effects of lighting pattern and dietary tryptophan supplementation on growth and mortality in broilers. *Poult. Sci.* 72:495-502.
5. Blatchford, R. A., Klasing, K. C., Shivaprasad, H. L., Wakenell, P. S., Archer, G. S. and Mench, J. A. 2009. The effect of light intensity on the behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. *Poult. Sci.* 88:20-28.
6. Brickett, K. E., Dahiya, J. P., Classen, H. L. and Gomis, S. 2007. Influence of dietary nutrient density, feed form, and

- lighting on growth and meat yield of broiler chickens. 86:2172-2181.
7. Buckland, R. B., Bernon, D. E. and Goldrosen, A. 1976. Effect of four lighting regimes on broiler performance, leg abnormalities and plasma corticoid levels, *Poult. Sci.* 55:1072-1076.
 8. Buys, N., Buyse, J., Hassanzadeh-Ladmakhi, M. and Decuyper, E. 1998. Intermittent lighting reduces the incidence of ascites in broilers: an interaction with protein content of feed on performance and endocrine system. *Poult. Sci.* 77:54-61.
 9. Buyse, J., Kuhn, R. and Decuyper, E. 1996. The use of intermittent lighting in broiler raising. 1. Effect on broiler performance and efficiency of nitrogen retention. *Poult. Sci.* 75:589-594.
 10. Carlin, A. F. and Harrison, D. L. 1978. Cooking and sensory methods used in experimental studies on meat. *Natl, Livestock and Meat Board Chicago, Illinois.*
 11. Campo, J. L. and Davila, S. G. 2002. Effect of photoperiod on heterophil to lymphocyte ratio and tonic immobility duration of chickens. *Poult. Sci.* 81:1637-1639.
 12. Chen, H., Huang, R. L., Zhang, H. X., Di, K. Q. and Hou, Y. G. 2007. Effect of photoperiod on ovarian morphology and carcass traits at sexual maturity in pullets. *Poult. Sci.* 86:917-920.
 13. Classen, H. L. and Riddell, C. 1989. Photoperiodic effects on performance and leg abnormalities in broiler chickens. *Poult. Sci.* 68:873-879.
 14. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Bio-metrics.* 11:1-42.
 15. Hassanzadeh, M., Bozorgmerifard, M. H., Akbaril, A. R. and Buyse, J., Decuyper, E. 2000. Effect of intermittent lighting schedules during the natural scotoperiod on T₃-induced ascites in broiler chickens. *Avi. Pathol.* 29:433-439.
 16. John, P. C., Ferket, P. R., Elkin, R. G., Medaniel, C. D., Mermurtry, J. P., Kruegger, K. K., Wakins, B. A. and Hester, P. Y. 1993. Dietary protein restriction and intermittent lighting. 1. Effects on lameness and performance of male turkeys. *Poult. Sci.* 72:2131-2143.
 17. Kim, S. H., Lee, I. C., Kang, S. S., Moon, C., Kim, S. H., Shin, D. H., Kim, H. C., Yoo, J. C. and Kim, J. C. 2011. Effects of bamboo charcoal and bamboo leaf supplementation on performance and meat quality in chickens. *J. Life Sci.* 21 (6):805-810.
 18. Kristensen, H. H., Perry, G. C., Prescott, N. B., Ladewig, J., Ersboll, A. K. and Wathes, C. M. 2006. Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. *Br. Poult. Sci.* 65:2208-2213.
 19. Li, W., Guo, Y., Chen, J., Wang, R., He, Y. and Su, D. 2010. Influence of lighting schedule and nutrient density in broiler chickens: Effect on growth performance, carcass traits and meat quality. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23(11):1510-1518.
 20. Lien, R. J., Hess, J. B., Mckee, S. R., Bilgili, S. F. and Townsend, J. C. 2007. Effect of light intensity and photoperiod on

- live performance, heterophil to lymphocyte ratio, and processing yields of broilers. Poultry Sci. 86:1287-1293.
21. Malone, G. W., Chaloupka, G. W., Walpole, E. W. and Littlefield, L. H. 1980. The effect of dietary energy and light treatment on broiler performance. Poultry Sci. 59:567-581.
 22. Ohtani, S. and Leeson, S. 2000. The effect of intermittent lighting on metabolizable energy and heat production of male broilers. Poultry Sci. 79:167-171.
 23. Olanrewaju, H. A., Thaxton, J. P., Dozier, W. A., Urswell, W. B., Roush, J. P. and Branton, S. L. 2006. A review of lighting programs for broiler production. Int. J. Poultry Sci. 5(4):301-308.
 24. Onbasilar, E. E., Erroll, H., Cantekin, Z. and Kaya, U. 2007. Influence of intermittent lighting on broiler performance, incidence of tibial dyschondroplasia, tonic immobility, some blood parameters and antibody production. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20 (4):550-555.
 25. Rahimi, G., Rezaei, M., Haffzian, H. and Saiyahzadeh, H. 2005. The effect of intermittent lighting schedule on broiler performance. Int. J. Poultry Sci. 4(6):396-398.
 26. Renden, J. A., Morna, E. T. and Kincaid, S. A. 1996. Effect of lighting regimes on lighting programs for broilers that reduce leg problems without loss of performance of yield. Poultry Sci. 75:1345-1350.
 27. Renema, R. A. and Robinson, F. E. 2001. Effects of light intensity from photostimulation in four strains of commercial egg layers: 1. Ovarian morphology and carcass parameters. Poultry Sci. 80:1112-1120.
 28. Saleh, A. A., Eid, Y. Z., Ebeid, T. A., Kamizono, T., Ohtsuka, A. and Hayashi, K. 2011. Effects of feeding *Aspergillus Awamori* and *Aspergillus Niger* on Growth performance and meat quality in broiler chickens. J. Poultry Sci. 48:201-206.
 29. Sanotra, G. S., Damkjer Lund, J. and Vestergaard, K. S. 2002. Influence of light-dark schedules and stocking density on behavior, risk of leg problems and occurrence of chronic fear in broilers. Br. Poultry Sci. 43:344-354.
 30. SAS. 2002. SAS user guide. release 6.11 edition. SAS Inst Inc Cary NC USA.
 31. Takahashi, K., Fukazawa, T. and Yasui, T. 1967. Formation of myofibrillar fragments and reversible contraction of sarcomeres in chicken pectoral muscle. J. Food. Sci. 32:409-413.
 32. Yahav, S., Hurwitz, S. and Rozenboim, I. 2000. The effect of light intensity on growth and development of turkey toms. Br. Poultry Sci. 41(1):101-106.
 33. Yang, X. J., Sun, X. X., Li, C. Y., Wu, X. H. and Yao, J. H. 2011. Effects of copper, iron, zinc, and manganese supplementation in a corn and soybean meal diet on the growth performance, meat quality, and immune responses of broiler chickens. J. Appl. Poultry Res. 20(3):263-271.
 34. Yasilbag, D., Eren, M., Agel, H., Kovanlikaya, A. and Balci, F. 2011. Effects of dietary resemmary, rosemary volatile oil and vitamin E on broiler

- performance, meat quality and serum SOD activity. Br. Poult. Sci. 52(4):472-482.
35. 大谷 滋, 田中 桂一. 1997a. 明暗周期1:2의 斷續照明가 프로일러의 育成成績와 肉質에 及ぼす影響. 家禽會誌. 34:382-387.
36. 大谷 滋, 田中 桂一. 1997b. 明暗周期1:3의 斷續照明가 프로일러의 育成成績와 肉質에 及ぼす影響. 家禽會誌. 34:388-393.
37. 권연주, 여정수, 성삼경. 1995. 한국산 토종 닭고기의 품질 특성. 한국가금학회지. 22(4):223-231.
38. 김진수, 김영우, 김광현, 권일경, 채병조. 2011. D Lite의 수준별 첨가가 육계의 사양성적, 영양소 소화율, 도체성장 및 육질에 미치는 영향. 한국가금학회지. 38(1):29-35.
39. 박성현, 최정석, 정동순. 2011. 복합생균제와 항생제 급여가 육계의 생산성 및 육질에 미치는 영향. 한국축산식품학회지. 30(3):504-511.
40. 이경행, 정연국, 정사무엘, 이준현, 허강녕, 조철훈. 2011. 동일 조건에서 사육한 토종닭과 일반 육계 도체의 이화학적 특성. 한국가금학회지. 38(3):225-230.
41. 축산기술연구소. 2001. 표준사료성분분석법.