

산란계에 대한 점등 광원 및 파장 차이에 따른 산란 특성에 관한 연구

김민지[†] · 최희철 · 서옥석 · 채현석 · 나재천 · 방한태 · 김동욱 · 강환구 · 박성복
농촌진흥청 국립축산과학원

A Study of Different Sources and Wavelengths of Light on Laying Egg Characteristics in Laying Hens

Min Ji Kim[†], Hee Chul Choi, Ok Suk Suh, Hyun Suk Chae, Jae Cheon Na, Han Tae Bang,
Dong Wook Kim, Hwan Ku Kang and Sung Bok Park

National Institute of Animal Science, RDA

ABSTRACT The chicken eye can discriminate light color, and different light wavelengths may affect reproduction ability. This study was carried out to identify effect of monochromatic light using light emitting diode (LED) in laying hens. Chickens were exposed to white light (WL), blue light (BL), yellow light (YL), green light (GL) and red light (RL) made by using LED as well as incandescent light (IL) (control). All light sources were equalized to a light intensity of 20 lux. The results indicated that the age of first egg laying and 50 % egg laying in laying hens treated under RL is significantly younger than under other lights ($P<0.05$). And the ovary weight of laying hens reared under RL is significantly heavier than under other at from 16 to 20 wks ($P<0.05$). The largest number of eggs production was produced in a group with treated with RL by 59 wks of age compared with any other group. The egg weight of YL was greater than other treatment groups from 26 to 45 wks ($P<0.05$). The egg shell from hens treated with RL was the strongest and thickest at 20 wk ($P<0.05$). These results suggest that the egg quality of laying hens reared in different spectrum of LED can be different and RL may enhance the laying performance.

(Key words : laying hen, light, wavelength, light emitting diode (LED), egg)

서 론

빛은 닭의 성장, 성숙, 산란 능력, 건강 등에 영향을 미치는 가장 중요한 환경요소로 특히 빛의 파장, 빛의 강도, 빛에 대한 노출 시간, 일조 시간의 변화 추세 등과 같은 환경은 닭의 성숙속도와 산란에 영향을 미친다(Er et al., 2007). 그러므로 우리나라는 자연 일조시간이 9~15시간 매일 변화하는 환경조건으로 일정시기에만 산란하는 계절 산란하기 때문에 일조 시간이 감소하는 계절에 산란을 저하 방지를 위해 인공점등이 실시되고 있다. 특히 닭은 다른 가축들에 비해 색깔을 구별하는 능력을 가지며, 빛의 다양한 파장에 대해 민감하게 반응을 한다고 보고되어 오고 있다(Prescogg and Wathes, 1999; Lewis and Morris, 2000). 이 같은 특징으로 빛의 파장에 따라 조류에서는 산란율, 계란 품질 등에 영향을 미친다는 많은 보고가 있다(Woodard et al., 1969; Pyrzak et

al., 1987; Rozenboim et al., 1998). 예를 들면, 적색 환경에서 사육된 산란계에서 높은 산란능력을 보이며, 적색 환경보다는 청색과 녹색의 환경에서 사육된 산란계들이 낳은 난중이 더 높음을 확인할 수 있었다(Pyrzak et al., 1987). 그 밖에도 거위에서는 적색 환경 사육시 생산된 계란의 무게가 더 크고 녹색 환경 사육시 난각 강도가 다른 점등조건에 비해 높았다(Pyrzak and Siopes, 1986). 이처럼 빛의 파장은 산란계의 산란 능력과 생산된 계란 품질에 영향을 미칠 수 있다.

닭은 장일성 동물로 점등 자극에 의하여 산란이 지속되어 점등 시에 많은 전력 에너지가 소모되는 데, 기존 점등 광원으로 이용하고 있는 백열 전구는 공급된 전력 중 7%만이 빛으로 변환되는 낮은 광 변환 효율과 에너지 소비량이 많은 이유로 생산 중단 예정이므로 이를 대체할 만한 점등 광원의 필요성이 대두되고 있다. 현재 Light Emitting Diode (LED)는 높은 에너지 효율, 장기간의 수명, 광원의 여러 파장대 이

[†] To whom correspondence should be addressed : mjkim00@korea.kr

용 가능성이라는 장점으로 각광받고 있는 광원으로써 LED를 닭의 점등 광원으로 도입하기에 앞서, 앞으로 에너지 절감과 더불어 다양한 파장대의 선택적 사용으로 생산성 증대를 이룰 수 있는 LED 광원에 대한 다각적인 연구가 필요하다.

그러므로 본 시험은 산란계의 산란에 영향을 줄 수 있는 LED 점등의 다양한 파장에 따른 산란계의 산란율, 난중, 난각 강도 그리고 난각 두께 등을 측정함으로써 산란 능력에 미치는 영향을 평가하고자 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 동물 및 시험 설계

본 사양 시험을 위하여 14주령의 산란계(Hy-Line) 270수를 공시하였다. 처리구는 점등 조건별로 백색, 청색, 황색, 녹색, 적색의 LED 소자를 이용하여 자체 제작한 LED 전구와 대조구로써 백열 전구 점등을 실시하였으며, 각각 6처리, 처리구당 3반복, 반복 당 15수씩 배치하였다.

2. 사양 관리

시험 기간은 14~59주령까지 실시하였으며, 사양 기간동안 사료와 물은 무제한 급여하였다. 시험은 각각의 케이지 기준에서 빛의 세기를 20 lux로 조절된 무창계사에서 실시되었으며, 시험계군의 주령에 따라 점등 시간을 조절하여 점등을 실시하였다. 주령에 따른 점등 시간은 Table 1과 같다.

3. 조사 항목 및 조사 방법

1) 산란율, 산란 개시 일령, 산란 50 % 도달 일령, 헨하우스 산란수

산란율은 사양 시험 기간 중 산란계에서 생산된 계란을 매일 집란하여 처리구별 총 산란수를 사육수수로 나누어 백분율로 표시하였으며, 산란 개시 일령은 산란이 처음 시작되는 시기, 산란 50 % 도달 일령은 산란율이 50 % 도달하는 시기를 표기하였다. 헨하우스 산란수는 산란 종료 시점인 59주령까지 총 산란수를 사양 시험 수수로 나누어 계산하였다.

2) 난소의 중량 비교

각각의 처리별로 생체중의 평균 범위에 해당하는 처리구당 5마리를 희생시킨 후 난소를 채취하여 중량을 측정하였다.

3) 난중, 난각 강도, 난각 두께 변화

난중은 수집된 정상란 전부를 칭량하여 정상 계란수로 나누어 평균 난중을 산출하였다. 또한 20주, 30주, 40주, 50주령에 10주 간격으로 처리당 30개의 계란을 수집하여 난각 강도, 난각 두께 등 난각질 관련 항목을 측정하였다. 난각 강도는 난각 강도계(QCM+ system, TSS Co. England)를 이용하여 계란의 둔단부를 위로 하고, 수직으로 고정된 후 압력을 가하여 파각되는 순간의 압력을 측정하였다. 난각 두께는 계란의 중앙부 난각 파편을 채취하여 난각후도계(QCM+ system, TSS Co., England)를 통해 측정한 두께의 평균치로 하였다.

4. 통계 처리

본 시험에서 얻어진 결과들은 SAS package(SAS Institute, 1998)의 GLM procedure로 분산 분석을 실시하고, Duncan's new multiple test를 이용하여 95% 수준에서 유의성을 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율, 난소 중량, 산란 개시 일령, 헨하우스 산란수

본 연구는 산란계에서 LED 점등의 다양한 파장에 따른 산란율, 난중, 난각 강도 등을 측정함으로써 생산성 향상을 위한 LED 파장 선택의 기초 자료로 삼고자 본 실험을 실시하였다. 산란계의 전 시험 기간 동안에 산란율 변화는 Fig. 1과 같이 나타났다. 또한, 산란 개시 일령과 산란 50%에 도달하는 시기가 적색 LED로 점등하였을 경우에 다른 처리 군에 비해 유의적으로 가장 먼저 일어남이 확인되었다(Table 2) ($P<0.05$). 주령에 따른 난소 발달은 Table 3과 같이 나타나며, 난소중량이 성성숙이 완료되기 직전(16~20주령)까지는 적색 LED 점등 시에 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 크다는 것을 확인할 수 있었다($P<0.05$). 시험 종료 시기인 59주

Table 1. The light time of laying hens from 14 to 59 wks of age

Age (wk)	14	15	16	17	18	19	20 to 35	26 to 33	34 to 59
Light time (hr)	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	15	16

령의 헨하우스 산란수를 확인한 결과, Table 4에서와 같이 적색 LED로 점등을 실시할 경우 대조구인 백열 전구를 이용

Table 2. Summarized results of age at 1st egg laying and 50% egg laying in laying hens reared under different light spectra

Treatment	Age at 1st egg laying (day)	Age at 50% egg laying (day)
WL	114.67 ^{bc}	123.00 ^c
BL	117.33 ^{ab}	127.33 ^b
YL	122.00 ^a	131.33 ^a
GL	119.00 ^{ab}	133.33 ^a
RL	111.67 ^c	118.33 ^d
Control	114.67 ^{bc}	121.33 ^{cd}

WL: white light, BL: blue light, YL: yellow light, GL: green light, RL: red light, Control: incandescent light.

Values with different superscripts differ significantly among treatments ($P < 0.05$).

하여 점등 시에 비해 19.86개가 증가하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 결과들은 조류에서 적색 파장으로 점등을 실시하였을 경우, 녹색, 청색 파장의 점등 시에 비해 높은 산란 능력을 보인다는 이전의 연구 결과들과 일치하였다(Woodard et al., 1969; Scott and Payne, 1937). 이전의 연구들에서는 녹색, 청색 빛은 닭은 성장에 영향을 주는 반면에, 적색 빛은 번식을 촉진하는데 이는 계란 생산에 영향을 주는 성호르몬 분비 기전을 자극하여 이루어진다고 보고되었다. 또한, 빛의 각각 다른 파장대는 망막에 다양한 자극 작용을 하여 성장과 발달에 영향을 주는 행동적 변화를 일으킨다고 보고되었다(Foster and Follett 1995; Rozenboim et al., 1999a,b, 2004; Lewis and Morris, 2000; Olanrewaju et al., 2006). 따라서 본 연구 결과들을 종합해 볼 때 적색 LED는 닭의 산란에 효율적인 파장으로 닭의 번식 활동을 촉진시켜 산란을 유도하는 것으로 사료된다.

2. 난중, 난각 강도, 난각 두께

산란 개시 주령에 따른 계란의 난중을 비교한 값을 Table 5에

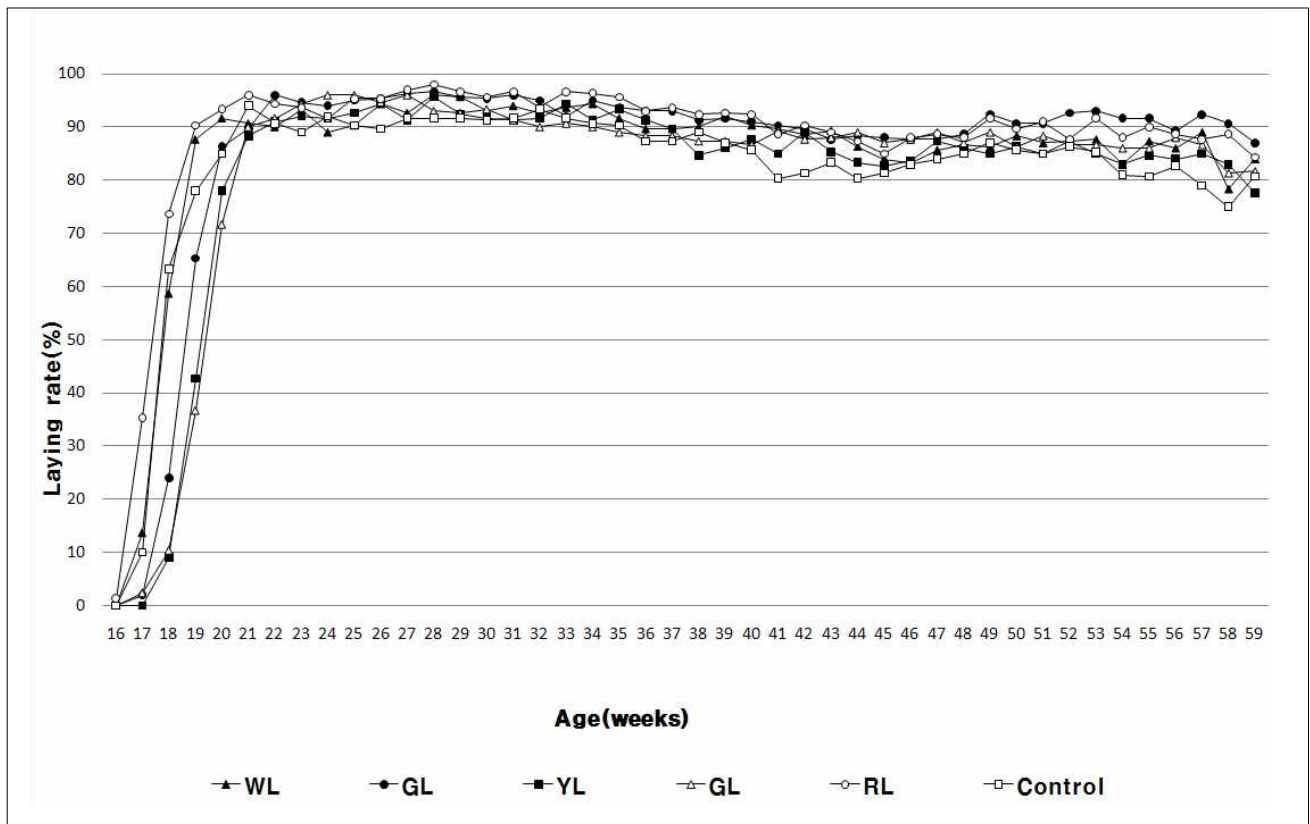


Fig. 1. Effect of monochromatic light on egg production rate in laying hens.

WL: white light, BL: blue light, YL: yellow light, GL: green light, RL: red light, Control: incandescent light.

나타내었다. 16~25주까지는 처리구별 유의적 차이가 나지 않았으며, 26~45주령에서 황색 LED 점등 시, 46~50주령에서 청색 LED 점등 시 50~59주령에서는 황색 LED 점등 시 다른 처리구에 비해서 유의적으로 높게 나타났었다($P<0.05$). 또한,

Table 3. Effect of different light spectra on ovary weight in laying hens

Age (weeks)	Ovary weight (g)					
	WL	BL	YL	GL	RL	Control
16	0.70 ^{ab}	0.52 ^b	0.66 ^{ab}	0.79 ^{ab}	0.85 ^a	0.76 ^{ab}
18	9.05 ^{ab}	0.98 ^b	5.38 ^{ab}	0.96 ^b	15.70 ^a	8.43 ^{ab}
20	49.22 ^b	37.59 ^{bc}	28.59 ^c	39.87 ^{bc}	69.41 ^a	54.34 ^{ab}
26	53.22	62.27	52.95	52.15	56.95	58.23

WL: white light, BL: blue light, YL: yellow light, GL: green light, RL: red light, Control: incandescent light.

Values with different superscripts differ significantly among treatments ($P<0.05$).

계란의 난각 강도의 변화는 Table 6과 같으며, 20주령에는 적색 LED 점등 시 가장 높았고($P<0.05$), 30주령에는 처리군 간의 유의적 차이를 보이지 않았으며, 40주령에는 황색 LED 점등 시 가장 높음이 확인되고, 50주령에는 처리군 간의 유의적 차이를 보이지 않았다. 또한 LED 파장별 주령에 따른 난각 두께 변화는 Table 7과 같이 나타났다. 20주령에는 적색 LED 점등 시 난각 두께가 가장 높았으며($P<0.05$), 30주령, 40주령, 50주령에는 처리구별 유의적 차이는 보이지 않았다($P<0.05$). 이와 같은 결과는 많은 연구자들에 의해 보고되고 있는데, 적색 파장의 점등을 실시했을 때 사육된 환경에서 자란 산란계에서 생산된 계란의 무게가 청색 파장의 빛의 환경에서 사육된 산란계의 생산 계란의 무게에 비해 낮다는 보고와 일치하였다(Er et al., 2007). 이상의 결과들을 종합해 볼때 산란계들은 각각 다른 파장의 빛 환경에서 사육될 경우, 산란계의 생산된 계란의 품질에 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

LED 전구는 5~10만 시간의 긴 수명, 높은 에너지 효율의 장점을 갖고 있으므로 이를 양계 농장의 점등 광원으로 사용할 경우, 전기료 절감 등 농가에게 많은 경제적 이익을 가

Table 4. Number of egg production of 59-wk-old laying hens reared under different light spectra

Age (weeks)	Number of egg production / hen (n)					
	WL	BL	YL	GL	RL	Control
59	259.98 ^{ab}	249.09 ^b	249.78 ^b	249.82 ^b	271.62 ^a	251.76 ^b

WL: white light, BL: blue light, YL: yellow light, GL: green light, RL: red light, Control: incandescent light.

Values with different superscripts differ significantly among treatments ($P<0.05$).

Table 5. Egg weight of laying hens reared under 20 lux of light intensity and different light spectra

Age (weeks)	Egg weight (g)					
	WL	BL	YL	GL	RL	Control
16 to 20	53.42 ± 1.35	53.07 ± 1.45	53.06 ± 1.09	53.29 ± 1.27	53.99 ± 1.16	52.88 ± 1.50
21 to 25	61.19 ± 0.75	60.85 ± 0.51	61.13 ± 0.41	61.07 ± 0.65	60.78 ± 0.43	59.96 ± 0.46
26 to 30	63.56 ± 0.34 ^a	63.13 ± 0.23 ^{ab}	64.54 ± 0.35 ^b	63.84 ± 0.23 ^b	62.03 ± 0.11 ^c	62.12 ± 0.19 ^c
31 to 35	63.40 ± 0.33 ^a	63.70 ± 0.10 ^{ab}	64.24 ± 0.39 ^{ab}	63.74 ± 0.19 ^b	61.68 ± 0.22 ^c	62.52 ± 0.22 ^d
36 to 40	63.31 ± 0.41 ^a	63.26 ± 0.15 ^a	63.67 ± 0.19 ^a	63.11 ± 0.31 ^a	60.75 ± 0.16 ^b	62.22 ± 0.15 ^c
41 to 45	63.68 ± 0.34 ^a	63.01 ± 0.14 ^b	64.70 ± 0.23 ^b	63.38 ± 0.32 ^{bc}	61.34 ± 0.23 ^c	62.36 ± 0.16 ^d
46 to 50	64.92 ± 0.36 ^a	64.12 ± 0.18 ^a	65.03 ± 0.19 ^{ab}	65.08 ± 0.29 ^{bc}	62.64 ± 0.32 ^c	63.90 ± 0.29 ^d
51 to 55	66.46 ± 0.45 ^a	65.90 ± 0.20 ^{ab}	66.77 ± 0.19 ^{ab}	66.32 ± 0.27 ^{bc}	64.52 ± 0.24 ^c	65.46 ± 0.21 ^d
56 to 59	67.03 ± 0.28 ^a	66.41 ± 0.24 ^{ab}	67.54 ± 0.16 ^{ab}	66.93 ± 0.30 ^{bc}	65.38 ± 0.16 ^c	66.08 ± 0.12 ^d

WL: white light, BL: blue light, YL: yellow light, GL: green light, RL: red light, Control: incandescent light.

Values(Mean ± S.E.) with different superscripts differ significantly among treatments ($P<0.05$).

Table 6. Egg shell breaking strength of laying hens reared under 20 lux of light intensity and different light spectra

Age (weeks)	Egg shell breaking strength (kg/cm ²)					
	WL	BL	YL	GL	RL	Control
20	3.69 ± 0.19 ^a	3.78 ± 0.18 ^{ab}	3.88 ± 0.14 ^{ab}	3.84 ± 0.09 ^{ab}	4.17 ± 0.14 ^{ab}	3.49 ± 0.24 ^b
30	3.56 ± 0.17	3.71 ± 0.17	3.88 ± 0.09	3.80 ± 0.18	3.78 ± 0.18	3.93 ± 0.17
40	2.86 ± 0.18 ^a	3.28 ± 0.23 ^{ab}	3.49 ± 0.12 ^{ab}	3.40 ± 0.19 ^{ab}	3.05 ± 0.16 ^{ab}	3.16 ± 0.19 ^b
50	3.62 ± 0.16	3.78 ± 0.15	3.78 ± 0.23	3.36 ± 0.18	3.43 ± 0.16	3.52 ± 0.13

WL: white light, BL: blue light, YL: yellow light, GL: green light, RL: red light, Control: incandescent light.
Values(Mean ± SE) with different superscripts differ significantly among treatments ($P < 0.05$).

Table 7. Egg shell thickness of laying hens reared under 20 lux of light intensity and different light spectra

Age (weeks)	Egg shell thickness (μ m)					
	WL	BL	YL	GL	RL	Control
20	376.0 ± 5.5 ^a	378.2 ± 6.0 ^{ab}	380.3 ± 6.0 ^{ab}	378.1 ± 4.6 ^{ab}	391.5 ± 5.2 ^{ab}	363.0 ± 7.8 ^b
30	372.6 ± 5.0	369.3 ± 6.2	381.3 ± 8.7	374.6 ± 4.8	380.9 ± 6.7	384.0 ± 6.2
40	375.3 ± 9.0	366.0 ± 9.7	373.3 ± 5.5	367.3 ± 10.3	364.0 ± 7.8	374.0 ± 8.3
50	400.6 ± 7.7	401.3 ± 7.3	404.0 ± 7.9	391.3 ± 6.5	394.6 ± 7.9	394.0 ± 8.6

WL: white light, BL: blue light, YL: yellow light, GL: green light, RL: red light, Control: incandescent light.
Values(Mean ± SE) with different superscripts differ significantly among treatments ($P < 0.05$).

저다 줄 수 있으며 다양한 파장을 선택할 수 있다는 점을 이용하여 닭에 효율적인 파장을 적절히 사용을 한다면 생산성 향상도 기대할 수 있다. 그리고 닭은 빛의 파장 외에도 빛의 노출시간, 빛의 강도 등에 따라 생산성, 행동학적 변화, 생리적 반응에 영향을 미칠 수 있으므로 추후 이와 관련된 연구 수행이 필요하다고 생각된다.

적 요

닭의 눈은 빛의 색깔을 구별할 수 있고, 빛의 다른 파장은 닭의 번식 능력에 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구는 산란계에서 발광소자(LED)를 이용한 단색광이 산란계에 미치는 영향을 확인하고자 수행되었다. 닭들은 발광소자(LED)를 이용하여 제작된 백색, 청색, 황색, 청색, 적색 전구와 대조구로써 백열전구의 점등 광원에 노출되었다. 모든 점등 광원은 빛의 세기를 20 lux로 고정하였다. 시험 결과, 산란 개시 일령과 산란 50% 도달 시기는 적색 점등 시에 다른 처리군과 비교하여 빨리 일어남이 확인되었으며, 난소 중량 또한 16주령

에서 20주령까지 적색 점등 시에 다른 처리군에 비해 유의적으로 무거웠다. 또한, 59주령 기준 적색 LED 점등 광원에서 사육된 산란계의 헨하우스 산란수가 다른 처리군과 비교하여 가장 높음이 확인되었다. 황색 LED 점등 시 26주에서 45주령의 산란계에서 생산된 계란 무게는 다른 처리 점등 조건에 비해 유의적으로 높았다. 적색 LED 점등 시 20주의 산란계에서 생산된 계란의 난각 강도는 다른 처리 점등 조건에 비해 높았다. 비슷하게 적색 LED 점등 시 20주의 산란계에서 생산된 20주의 산란계에서 생산된 계란의 난각 두께는 다른 처리 점등 조건에 비해 높았다. 이와 같은 결과들은 적색 LED 점등 환경에서 사육된 산란계들은 산란 능력이 향상되고, LED를 이용한 다양한 파장의 점등은 계란 품질에 영향을 미칠 수 있다는 것으로 사료된다.

(색인어 : 산란계, 빛, 파장, 발광소자, 계란)

인용문헌

Er D, Wang Z, Cao J, Chen Y 2007 Effect of monochromatic

- light on the egg quality of laying hens. *Poultry Sci* 16: 605-612.
- Lewis PD, Perry GC, Morris TR 1994 Lighting and eggshell quality. *World's Poult Sci* 50:288-291.
- Lewis PD, Morris TR 2000 Poultry and coloured light. *World's Poult Sci* 56:189-207.
- Foster RG, Follett BK 1995 The involvement of a rhodopsin-like photopigment in the photoperiodic response of the Japanese quail. *J Comp Physiol A* 157:519-528.
- Olanrewaju HA, Thaxton JP, Dozier WA, Purswell J, Roush W B, Branton SL 2006 A review of lighting programs for broiler production. *Inter J Poult Sci* 5:301-308.
- Pyrzak R, Snapir N, Goodman G, Perek M 1987 The effect of light wavelength on the production and quality of eggs of the domestic hens. *Theriogenology* 28:947-960.
- Pyrzak RN, Siopes TD 1986 The effect of color light on egg quality on turkey hens in cages. *Poultry Sci* 65:1262-1267.
- Prescott NB, Wathes CM 1999 Spectral sensitivity of domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *Br Poult Sci* 40:332-339.
- Rozenboim I, Zilberman E, Gvoryahu G 1998 New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Sci* 77:1695-1698
- Rozenboim I, Irobinzon B, Rosenstrauch A 1999b Effect of light source and regimen on growing broilers. *Br Poult Sci* 40:452-457.
- Rozenboim I, Biran I, Uni Z, Halevy O 1999a The involvement of onochromatic light in growth, development and endocrine parameters of broilers. *Poultry Sci* 78:135-138.
- Rozenboim I, Biran I, Chaiseha Y, Yahav S, Rosenstrauch A, Sklan D, Halevy O 2004 The effect of green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development. *Poultry Sci* 83:842-845.
- SAS Institute 1998 SAS User's Guide. Statistics. Version 9.1 ed SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Scott HM, Payne LF 1937 Light in relation to the experimental modification of the breeding season of turkeys. *Poultry Sci* 16:90-96.
- Woodard AE, Moore JA, Wilson WO 1969 Effect of wavelength of light on growth and reproduction in Japanese quail. *Poultry Sci* 48:118-123.

(접수: 2010. 11. 2, 수정: 2010. 11. 26, 채택: 2010. 12. 7)