

## LED照明が肉用名古屋種の生産性に及ぼす影響

井田雄三<sup>1)</sup>・渡邊久子<sup>2)</sup>・中村明弘<sup>3)</sup>・大口秀司<sup>1)</sup>・内田正起<sup>2)</sup>

**摘要**：LED照明の光源色および照度の違いが、肉用名古屋種の生産性に及ぼす影響を検討した。

試験1では光源として赤色、黄色、緑色、青色LEDを比較した。体重および増体量は黄色LEDが緑色LEDおよび青色LEDに比べて有意に大きかった ( $P<0.05$ )。飼料要求率は黄色LEDで最も改善された。生産指数は黄色LEDが青色LEDに比べ有意に高かった ( $P<0.05$ )。収益は黄色LEDが最も高かった。

試験2では黄色LEDを光源とし、白熱電球を対照として5 lxと25 lxの2段階の照度において両者を比較した。体重および増体量は、黄色LEDの方が白熱電球よりも大きい傾向であった。飼料要求率は、黄色LEDの方が白熱電球よりも低い傾向であった。生産指数は、黄色LEDの方が白熱電球よりも有意に高かった ( $P<0.05$ )。これらの結果、収益は黄色LEDが白熱電球を上回った。照度の違いによる生産性への影響は認められなかった。悪癖発生率は黄色LEDの方が白熱電球よりも低かった ( $P<0.01$ )。

以上のことから、肉用名古屋種の光線管理に黄色LEDを活用することにより、生産性の向上や悪癖の低減につながることを示唆された。

**キーワード**：LED、名古屋種、肉用鶏、光線管理、悪癖

## The Effect of Light-Emitting Diode Lamps on the Productivity of the Commercial Meat-type Nagoya Breed Chickens

IDA Yuzo, WATANABE Hisako, NAKAMURA Akihiro, OHGUCHI Hideshi  
and UCHIDA Masaoki

**Abstract**: The present study investigated the effects of different colors and illuminances of light-emitting diode (LED) lamps on the productivity of commercial meat-type Nagoya breed chickens.

In the 1st trial, chickens were divided randomly into 4 treatment groups and reared under red, yellow, green, or blue LED lamps (RL, YL, GL, and BL groups) as light sources. The body weight and body weight gain of chickens reared under the yellow LED light were significantly higher than those of chickens reared under the green or blue LED light ( $P<0.05$ ). The YL group tended to have a lower feed conversion ratio than any other group. The production score of the YL group was significantly higher than that of the BL group ( $P<0.05$ ). The profit of the YL group was the highest of all.

In the 2nd trial, the yellow LED lamps, which were the most effective for productivity in the 1st trial, were compared with incandescent lamps (IL group). In addition, the chickens of each group were reared under different levels of illuminance: 5 lx or 25 lx. The body weight and body weight gain tended to increase in the YL groups compared with the IL groups. The feed conversion ratio of the YL groups tended to be lower than that of the IL groups. The production score of the YL groups was significantly higher than that of the IL groups. The profit of the YL groups was higher than that of the IL groups. However, the productivity was not affected by the levels of illuminance. The YL groups showed a significant reduction in the feather-pecking ratio compared to the IL groups ( $P<0.01$ ).

These results suggest that yellow LED lamps could improve the productivity of meat-type Nagoya breed chickens and would be effective in decreasing feather pecking.

**Key Words**: LED, Nagoya breed, Meat-type chicken, Lighting management, Feather pecking

## 緒言

肉用鶏を飼育する鶏舎には、自然光を利用する開放鶏舎と、人工照明を利用するウインドウレス鶏舎の2種類があるが、開放鶏舎でも夜間点灯が必要なことからいずれのタイプの鶏舎においても光線管理が必須である。光線管理は大きく分けて波長、強度、時間配分の3要素からなる。

世界的な温室効果ガス削減の流れの中で、日本を含め一部の先進諸国では白熱電球の製造・使用を中止する動きがある。また、蛍光灯には微量の水銀ガスが封入されており、各国で環境への放出が問題視されている。そこで、白熱電球や蛍光灯に替わる新しい人工光源としてLEDが期待されている。

LEDを養鶏に応用した場合、白熱電球に比べ消費電力が小さいこと、長寿命であること等の利点が挙げられるが、電球単価が高いこと、光の拡散性に乏しいこと、調光できる製品が少ないこと等の難点もある。

LEDに対する肉用鶏の反応については、堀野ら<sup>1, 2)</sup>は大和肉鶏の照明光源として、赤色LEDと黄色LEDが白熱電球と同等の増体日量を示したと報告している。また、Rozenboimら<sup>3)</sup>は緑色や青色のLEDがブロイラーの成長を促進させたことを報告しており、LED照明色の違いが鶏の生産性に影響を与えることが示唆されている。

一方で、光線管理における光強度に関しては、Olanrewajuら<sup>4)</sup>によって明るい方がブロイラーの活動を増加させ、暗い方が悪癖発生につながる攻撃性を制御するのに効果的であることが報告されている。また、BarrottとPringle<sup>5)</sup>、CherryとBarwick<sup>6)</sup>は高い照度ではブロイラーの成長が抑制されることを報告している。

肉用名古屋種においては上記のような試験は行われていないため、試験1では4種類の単色LEDを肉用名古屋種の照明光源として供試し、光源色の違いが生産性に及ぼす影響を調査した。試験2では試験1で成績良好であった黄色LEDと白熱電球を5lxと25lxの2段階の照度に設定して比較し、生産性および悪癖発生に及ぼす影響を調査した。

## 材料及び方法

### 試験1 単色LED照明が生産性に及ぼす影響

#### 1 供試鶏および試験期間

2010年9月15日餌付けのデビークを行わずに育成した肉用名古屋種雄を360羽供試した。試験は2010年10月13日から2011年1月19日まで、4週齢から18週齢まで実施した。

### 2 試験区分

試験区分を表1に示した。照明光源として赤、黄、緑、青色LEDを用い、それぞれ赤色区、黄色区、緑色区および青色区の4試験区を設け、1試験区を30羽として、3反復した。なお、各LEDのピーク波長はそれぞれ631 nm、595 nm、523 nm、446 nmで、消費電力はそれぞれ9W、9W、10W、10Wであった。

### 3 飼養管理方法

餌付けから4週齢までは電熱式バッテリー育雛器で、それ以降はウインドウレス平飼い鶏舎で飼育し、飼育密度は10羽/m<sup>2</sup>とした。給与飼料は市販のマッシュ飼料を用い、全期間を通して不断給餌とした。その栄養水準は、0-4週齢間はCP20%-ME2950 kcal/kg、4-17週齢間はCP17%-ME2850 kcal/kg、17-18週齢間はCP14.5%-ME2800 kcal/kgとした。給水はニップルドリンカーによる自由飲水とした。光線管理は餌付けから2週齢までは終夜点灯を行い、2-4週齢間は自然日長とした。4週齢以降は照明時間を自然日長に近い14時間照明10時間消灯(14L:10D)とし、床面照度は寒冷紗を用い約10 lxに設定した。

### 4 調査項目

#### (1) 発育成績

体重、飼料摂取量を4週間ごとに測定し、試験開始から終了までの増体量、飼料要求率、生存率、生産指数を算出した。なお、飼料要求率および生産指数は次式により算出した。

$$\text{飼料要求率} = \text{飼料摂取量} / \text{増体量}$$

$$\text{生産指数} = (\text{生存率} \times \text{出荷時体重}) / (\text{出荷日齢} \times \text{飼料要求率}) \times 100$$

#### (2) 経済性

1羽当たりの収益を算出し、評価した。収益は生鳥売上価格から試験期間中の照明電気料金および飼料費を引いた金額とした。1kg当たりの飼料価格は45円とした。電気代は、中部電力の高圧業務用電力契約の従量料金のみを昼間(8時-22時)時間11.2円/kWh、夜間(22時-8時)時間9.29円/kWhとして試算した。なお、生鳥売上価格および飼料費は次式により算出した。

$$\text{生鳥売上価格} = (\text{生体重} 1 \text{ kg 当たりの販売価格} 550 \text{ 円}) \times (\text{16週齢時の平均体重})$$

$$\text{飼料費} = (1 \text{ kg 当たりの飼料価格} 45 \text{ 円}) \times (4 \text{ から} 16 \text{ 週齢までの平均飼料摂取量})$$

### 5 統計処理

統計処理は一元配置法による分散分析により行い、試験区間の差の検定はTukey-Kramerの多重比較検定により実施した。

表1 試験1の区分

区分	供試電球	ピーク波長	床面照度
赤色区	赤色LED (9 W)	631 nm	約10 lx
黄色区	黄色LED (9 W)	595 nm	約10 lx
緑色区	緑色LED (10 W)	523 nm	約10 lx
青色区	青色LED (10 W)	446 nm	約10 lx

表2 試験2の区分

区分	供試電球	ピーク波長	床面照度
黄色LED 5 lx区	黄色LED (9 W)	595 nm	約5 lx
黄色LED 25 lx区	黄色LED (9 W)	595 nm	約25 lx
白熱電球 5 lx区	白熱電球 (20 W)	—	約5 lx
白熱電球25 lx区	白熱電球 (60 W)	—	約25 lx

## 試験2 黄色LED照明が生産性および悪癖発生に及ぼす影響

### 1 供試鶏および試験期間

2011年4月20日餌付けのデビークを行わずに育成した肉用名古屋種雄を360羽供試した。試験は2011年5月18日から2011年8月23日まで、4週齢から18週齢まで実施した。

### 2 試験区分

試験区分を表2に示した。白熱電球を対照の光源として、試験1で成績良好であった黄色LEDについて試験を行った。各光源下の床面照度を約5lxおよび約25lxに設定した4試験区とし、1試験区を30羽として、3反復した。照度調節については、黄色LEDは寒冷紗で、白熱電球はワット数の異なった電球を用いて調節した。黄色LEDの消費電力は9Wであり、白熱電球の消費電力は20Wおよび60Wであった。

### 3 飼養管理方法

光線管理は餌付けから2週齢までは終夜点灯を行い、2-4週齢間は自然日長とした。4週齢以降は24時間連続照明(24L:0D)とした。その他は試験1と同様に飼育した。

### 4 調査項目

#### (1) 発育成績

体重、飼料摂取量を2週間ごとに測定し、試験開始から終了までの増体量、飼料要求率、生存率および生産指数を算出した。

#### (2) 産肉成績

試験終了後、平均体重に近い鶏を各区6羽解体し、正肉(もも肉、むね肉およびささみ)、可食内臓および腹腔内脂肪の重量を測定した。

#### (3) 経済性

試験1と同様に1羽当たりの収益を算出し、評価した。1kg当たりの飼料価格はCP17%-ME2850 kcal/kg

飼料を45円、CP14.5%-ME2800 kcal/kg飼料を40円とした。なお、生鳥売上価格および飼料費は次式により算出した。

$$\text{生鳥売上価格} = (\text{生体重1kg当たりの販売価格550円}) \times (\text{18週齢時の平均体重})$$

$$\text{飼料費} = (1\text{kg当たりの飼料価格45円}) \times (4\text{から17週齢までの平均飼料摂取量}) + (1\text{kg当たりの飼料価格40円}) \times (17\text{から18週齢までの平均飼料摂取量})$$

#### (4) 悪癖発生率

悪癖発生率は羽つききを程度の差により軽度と重度の2基準に分け、評価・算出した。軽度は1か所から3か所程度までの羽つききによる羽装の脱落、重度は広範囲の羽つききによる羽装の脱落または重度の出血および傷とした。

### 5 統計処理

統計処理は照明光源および照度を主効果とした二元配置法による分散分析により行った。なお、悪癖発生率の差の検定はカイ二乗検定により行った。

## 試験結果

### 試験1 単色LED照明が生産性に及ぼす影響

#### 1 発育成績

発育成績を表3に示した。試験終了時に事故があり、著しく増体が悪い試験区があったため、16週齢時までの成績を示した。

体重および増体量は、黄色区が緑色区と青色区に比べて有意に大きく、体重が2668g、増体量が2275gであった( $P < 0.05$ )。飼料摂取量は有意差が認められなかったが、赤色区と黄色区が高い傾向であった。飼料要求率については有意差は認められなかったが、黄色区

表3 単色LED照明下における発育成績(4-16週齢)

区分	16週齢時 体 重	増体量	飼 料 摂取量	飼 料 要求率	生存率	生産指数
	g	g	g		%	
赤色区	2609 <sup>ab</sup>	2216 <sup>ab</sup>	9660	4.36	97.8	52.3 <sup>b</sup>
黄色区	2668 <sup>a</sup>	2275 <sup>a</sup>	9611	4.22	100.0	56.4 <sup>a</sup>
緑色区	2511 <sup>b</sup>	2118 <sup>b</sup>	9122	4.31	98.9	51.5 <sup>bc</sup>
青色区	2522 <sup>b</sup>	2129 <sup>b</sup>	9519	4.47	97.8	49.3 <sup>c</sup>

同列異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

表4 単色LED照明下における経済性

区分	生鳥売上価格	飼料費	電力量料金	収益
	円	円	円	円
赤色区	1435	435	3.0	997
黄色区	1468	432	3.0	1033
緑色区	1381	410	3.3	968
青色区	1387	428	3.3	956

表5 各照度の黄色LED照明下の発育成績(4-18週齢)

区分	18週齢時 体 重	増体量	飼 料 摂取量	飼 料 要求率	生存率	生産指数	
	g	g	g		%		
光源と床面照度							
黄色LED	5 lx	2660	2278	11187	4.91	98.9	43.0
	25 lx	2690	2309	11014	4.77	98.9	44.6
白熱電球	5 lx	2604	2224	10979	4.94	98.9	41.8
	25 lx	2564	2184	11994	5.50	98.9	37.0
光源							
黄色LED		2675	2294	11101	4.84	98.9	43.8
白熱電球		2584	2204	11487	5.22	98.9	39.4
床面照度							
5 lx		2632	2251	11083	4.93	98.9	42.4
25 lx		2627	2247	11504	5.14	98.9	40.8
分散分析							
光源	NS	NS	NS	NS	NS	*	
床面照度	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
光源×床面照度	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

NS: 有意差なし、\*: 有意差あり ( $P < 0.05$ )

が低い傾向がみられた。生産指数は黄色区が他の3区に比べて有意に高く、56.4であった ( $P < 0.05$ )。

## 2 経済性

経済性評価の結果を表4に示した。収益は、黄色区が最も高く1032円で、以下赤色区、緑色区、青色区の順であった。

## 試験2 黄色LED照明が生産性および悪癖発生に及ぼす影響

### 1 発育成績

発育成績を表5に示した。18週齢時体重および増体量については、有意差は認められなかったが、黄色LEDの方が白熱電球よりも高い傾向がみられた。飼料摂取量および飼料要求率は黄色LEDの方が低い傾向であった。生産指数は黄色LEDの方が白熱電球よりも有意に高

表6 各照度の黄色LED照明下の産肉成績 (n=6)

区分	生体重比 (%)					
	屠体歩留り	もも肉	むね肉	ささみ	正肉計	
光源と床面照度						
黄色LED	5 lx	94.1	21.8	11.3	3.0	36.2
	25 lx	94.0	22.3	12.1	3.1	37.6
白熱電球	5 lx	93.7	21.8	10.6	2.9	35.3
	25 lx	93.7	20.7	10.9	3.0	34.5
光源						
黄色LED		94.0	22.1	11.7	3.1	36.9
白熱電球		93.7	21.3	10.7	2.9	34.9
床面照度						
5 lx		93.9	21.8	10.9	3.0	35.7
25 lx		93.8	21.5	11.5	3.0	36.1
分散分析						
光源		NS	**	**	NS	**
床面照度		NS	NS	NS	NS	NS
光源×床面照度		NS	**	NS	NS	NS

NS : 有意差なし、\*\* : 有意差あり (P&lt;0.01)

表7 各照度の黄色LED照明下の内臓等の生体重比 (n=6)

区分	生体重比 (%)					
	肝臓	筋胃	心臓	可食内臓計	腹腔内脂肪	
光源と床面照度						
黄色LED	5 lx	1.4	1.6	0.3	3.4	1.3
	25 lx	1.3	1.5	0.3	3.1	1.4
白熱電球	5 lx	1.3	1.6	0.4	3.3	1.6
	25 lx	1.4	1.5	0.3	3.3	2.1
光源						
黄色LED		1.4	1.6	0.3	3.3	1.3
白熱電球		1.4	1.6	0.4	3.3	1.9
床面照度						
5 lx		1.4	1.6	0.4	3.3	1.5
25 lx		1.3	1.5	0.3	3.2	1.7
分散分析						
光源		NS	NS	NS	NS	NS
床面照度		NS	NS	NS	NS	NS
光源×床面照度		**	NS	NS	*	NS

NS : 有意差なし、\* : 有意差あり (P&lt;0.05)、\*\* : 有意差あり (P&lt;0.01)

表8 黄色LEDおよび白熱電球照明下の経済性

区分	生鳥売上価格	飼料費	電力量料金	収益
	円	円	円	円
黄色LED 5 lx 区	1463	499	4.9	959
黄色LED 25 lx 区	1479	491	4.9	983
白熱電球 5 lx 区	1432	489	10.9	932
白熱電球 25 lx 区	1410	535	32.6	842

表9 黄色LEDおよび白熱電球照明下の悪癖発生率

区分	軽度		重度	
	%		%	
黄色LED 5 lx 区	0.0 <sup>A</sup>		0.0 <sup>A</sup>	
黄色LED 25 lx 区	2.2 <sup>A</sup>		0.0 <sup>A</sup>	
白熱電球 5 lx 区	42.7 <sup>B</sup>		2.2 <sup>AB</sup>	
白熱電球 25 lx 区	34.8 <sup>B</sup>		9.0 <sup>B</sup>	

同列異符号間に有意差あり ( $P < 0.01$ )

く、43.8であった ( $P < 0.05$ )。一方、照度の影響については、5 lxと25 lxの間に有意差は認められなかった。

## 2 産肉成績

産肉成績を表6および表7に示した。もも肉、むね肉および正肉合計割合は、黄色LEDの方が白熱電球よりも有意に高く、もも肉割合が22.1%、むね肉割合が11.7%、正肉合計割合が36.9%であった ( $P < 0.01$ )。可食内臓および腹腔内脂肪割合については差が認められなかった。

## 3 経済性

経済性の試算結果を表8に示した。収益は、黄色LED25 lx区が最も高く983円で、以下黄色LED5 lx区、白熱電球5 lx区、白熱電球25 lx区の順であった。

## 4 悪癖発生率

悪癖発生率を表9に示した。軽度の悪癖発生率については5 lxおよび25 lxのいずれの照度においても黄色LEDの方が白熱電球に比べて有意に低く黄色LED5 lx区が0%、黄色LED25 lx区が2.2%であった ( $P < 0.01$ )。重度の悪癖発生率については黄色LEDの両試験区が白熱電球25 lx区よりも悪癖発生率が有意に低く両区とも0%であった ( $P < 0.01$ )。

## 考 察

### 試験1 単色LED照明が生産性に及ぼす影響

黄色区の16週齢時体重および増体量は緑色区と青色区に比べて有意に大きく、飼料要求率も黄色が低い傾向がみられ、結果として生産指数は黄色区が他3区に比べて有意に高かった。経済性の観点からも黄色区が最も収益が高く、以下赤色区、緑色区、青色区の順であった。Jiangら<sup>7)</sup>は、中国の褐色肉用鶏に対して白熱灯および赤色、黄色、緑色、青色、白色LEDを用いて30から80日齢まで試験を行い、580 nmの黄色LEDが増体量に優れたと報告している。また、堀野ら<sup>1, 2)</sup>も肉用鶏（大和肉鶏）に対して、白熱灯および赤色、黄色、緑色、青色LEDを用いて0から18週齢まで試験を行い、赤色と黄色の増体日量が大きくなることを報告してい

る。これらの結果は本試験結果と同様であったことから、黄色LED照明が増体の促進につながる事が示唆された。一方、Rozenboimら<sup>3)</sup>は34日齢までのブロイラーに対して青色・緑色LEDが赤色LEDと電球形蛍光灯に比べて発育を促進したことを報告している。Caoら<sup>8)</sup>もまたブロイラーにおいて、0-26日齢では緑色LEDが、27-49日齢では青色LEDが発育を促進したことを報告しており、本試験結果と異なっている。Kimら<sup>9)</sup>は、育成初期の鶏に対しては緑や青といった短い波長の光が成長を促進させるが、鶏が性成熟に近づくにつれ、橙や赤といった長い波長の光が成長を促進させると考察している。諸条件の違いを考慮する必要はあるが、飼育期間の長い地鶏等では赤色、橙色および黄色、飼育期間の短いブロイラー等では緑色や青色といった照明色が最適な肥育効果をもたらす可能性が示された。

### 試験2 黄色LED照明が生産性および悪癖発生に及ぼす影響

18週齢時体重、増体量、飼料摂取量、飼料要求率および生存率については、有意差は認められなかったが、生産指数は黄色LEDの方が白熱電球よりも有意に高く、1羽当たりの収益も黄色LEDの方が高いことから、Jiangら<sup>7)</sup>の報告と同様の結果が得られた。また、表5に示したとおり、照度の違いにより発育成績に有意差が認められないことから、黄色LED照明下の20 lx程度の照度差では照度の違いによる影響が小さい、もしくは5 lxで既に必要な照度を満たしている可能性が示された。

もも肉、むね肉および正肉合計割合は、黄色LEDの方が白熱電球よりも有意に高かった。もも肉割合については交互作用が有意に認められ、黄色LEDでは25 lxの方が高く、白熱電球では5 lxの方が低い傾向がみられ、黄色LEDと白熱電球では最適な照度が異なる可能性が示された。堀野と鶴野<sup>2)</sup>は雌の肉用鶏において白熱電球の方が黄色・緑色LEDよりも正肉合計割合が有意に高かったことを報告しており、本試験とは供試鶏種や有意差の認められた性は異なるが、本試験と同様に照明光源の違いによって産肉成績に差異が認められている。肝臓、筋胃、心臓および腹腔内脂肪の歩留りにについては、黄色LEDと白熱電球の間に有意差は認められなかった。

以上より、内臓の歩留りに差がなく、正肉の歩留りに差があることから、黄色LEDの方が白熱電球よりも筋肉の成長が促進される可能性が考えられた。

悪癖発生率は、黄色LED照明下では重度の悪癖が認められず、白熱電球照明下に比べて悪癖が明らかに低減した。ウインドウレス鶏舎内の採卵鶏において赤色白熱電球照明下では白熱電球よりも悪癖発生率が低下したり<sup>10, 11)</sup>、採卵鶏において赤色LED照明下では白色LEDよりも攻撃性が低減する<sup>12)</sup>という報告があることから、黄～赤領域の波長の光は、悪癖の発生を抑制する可能性がある。しかしながら、照明色が悪癖発生に

及ぼす影響に関する知見は少なく、この点に関しては今後さらなる研究が必要であろうと考えられた。一方、白熱電球25 lx区の方が白熱電球5 lx区よりも重度の悪癖が多い傾向であった。照度が高い方がブロイラーの活動を増加させ、照度の低い方が悪癖発生につながる攻撃性を抑制するのに効果的である<sup>4)</sup>ことが知られており、本試験結果と一致した。

LED照明の養鶏経営への導入は、コスト削減によって収益が増大することが明らかとなってきた。肉用名古屋種に対しては、黄色LEDを光線管理に利用することにより、生産性が向上することが示唆され、悪癖の発生が低減する可能性が示された。肉用名古屋種生産農家の経営安定のため、今後さらに黄色LEDの有効性を検討していく必要があると考えられた。

## 引用文献

- 堀野善久, 藤原朋子. 「大和肉鶏」飼養におけるLED照明の応用. 農林水産技術研究ジャーナル. 32 (10), 41-43(2009)
- 堀野善久, 鶴野保. 発光ダイオードの養鶏分野への応用(2). 奈畜研報. 34, 19-25(2008)
- Rozenboim Israel, Biran Issak, Uni Zehava, Robinzon Boaz, and Halevy Orna. The Effect of Monochromatic Light on Broiler Growth and Development. *Poult. Sci.* 78(1), 135-138(1999)
- Olanrewaju H. A., Thaxton J. P., Dozier W. A. III, Purswell J., Roush W. B. and Branton S. L. A Review of Lighting Programs for Broiler Production. *International Journal of Poult. Sci.* 5(4), 301-308(2006)
- Barrott, H. G. and Pringle, E. M. The effect of environment on growth and feed sand water consumption of chickens. *J. Nutr.* 45, 265-274 (1951)
- Cherry, P. and Barwick, M. W. The effect of light on broiler growth. *Br. Poult. Sci.* 3, 41-50(1962)
- Jiang Jingsong, Pan Jinming, Wang Yue, Ye Zhangyin and Ying Yibin. Effect of Light Color on Growth and Waste Emission of Broilers. *Proceedings of the 9th International Livestock Environment Symposium (ILES IX)*. (Cambra-Lopez M., Wheeler E. F., Moura D. J., Janni K. and Gates R. S. ed.). ASABE. St. Joseph, Mich. Paper No. ILES12-0394. (2012)
- Cao, J., Liu, W., Wang, Z., Xie, D., Jia, L. and Chen, Y. Green and Blue Monochromatic Lights Promote Growth and Development of Broilers Via Stimulating Testosterone Secretion and Myofiber Growth. *J. Appl. Poult. Res.* 17, 211-218(2008)
- Kim, M. J., Parvin, R., Mushtaq, M. M., Hwangbo, J., Kim, J. H., Na, J. C., Kim, D. W., Kang, H. K., Kim, C. D., Cho, K. O., Yang, C. B. and Choi, H. C. Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. *Poult. Sci.* 92, 1461-1466(2013)
- 佐々木健二, 今西禎雄. 赤色光照明及び鶏舎内構造物の赤色塗装による採卵鶏の悪癖防止. 三重農技セ研報. 26, 31-35(1999)
- 藤中邦則, 龍田健, 山崎宗延. ウィンドウレス鶏舎における照明色が産卵鶏の育成及び産卵能力に及ぼす影響. 兵庫農技研報(畜産). 36, 23-26(2000)
- Huber-Eicher, B., Suter, A., Spring-Stähli, P. Effects of colored light-emitting diode illumination on behavior and performance of laying hens. *Poult. Sci.* 92, 869-873(2013)