ผลของสีของแสงไฟ LED ที่ให้ระหว่างการฟักไข่ต่อสมรรถภาพการฟักไข่ในไก่เนื้อ

(Effects of LED light color during incubation on hatching performance in broilers)

จิรัชญา ศรีริต

Chiratchaya Sirit

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสีของแสงไฟ LED ที่ให้ระหว่างการฟักไข่ต่อสมรรถภาพการฟักไข่ในไก่เนื้อ ได้ทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015-2017 โดยทดลองฟักไข่โดยใช้แสงจากหลอด LED สีแดง สีขาว สีเขียว เปิดแสง 12 ชั่วโมง ปิดแสง 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับไม่ให้แสง พบว่าแสงสีขาว สีแดง สีเขียว ไม่มีผลต่ออัตราการตายของตัวอ่อน (ช่วงแรก ช่วงกลางและช่วงท้ายของการฟัก) ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามการใช้แสงจากหลอด LED สีขาว สีแดง มีผลทำให้ลูกไก่ที่สะดือไม่สมานน้อยลง มีผลทำให้มีอัตราการฟักออกเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์ลูกไก่ปกติเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มไม่ให้แสงหรือแสงสีเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้แสงจากหลอด LED สีขาว สีแดง ในตู้ฟักสามารถเพิ่มสมรรถภาพในการฟักออก และคุณภาพของลูกไก่เนื้อได้

คำสำคัญ : ไก่เนื้อ การฟักไข่ สีของแสง หลอดLED

บทนำ

อัตราการบริโภคเนื้อไก่เฉลี่ยต่อประชากรต่อปี มีปริมาณสูงที่สุดในกลุ่มเนื้อสัตว์บก คือ 14.8 กิโลกรัมต่อคนต่อปี เนื่องจากเนื้อไก่เป็นอาหารที่ให้โปรตีนสูงที่สุดในกลุ่มเนื้อสัตว์บก และถือเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ให้ผลตอบแทนเร็ว จึงทำให้อุตสาหกรรมการผลิตเนื้อไก่เติบโตมาอย่างต่อเนื่องในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา (วิจัยกรุงศรี, 2563; Trademap, 2563; กระทรวงพาณิชย์และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์; กรมการค้าภายใน; Kasetprice.com) จึงจำเป็นจะต้องหาวิธีฟักไข่ให้ได้คราวละมากๆ วิธีฟักไข่ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ การให้แม่สัตว์ปีกฟักเองโดยธรรมชาติ วิธีนี้จะได้ลูกในปริมาณน้อยเนื่องจากในช่วงที่ฟักไข่นั้นจะไม่มีการวางไข่ ดังนั้นมนุษย์จึงหาวิธีทำให้แม่สัตว์ปีกผลิตไข่ได้คราวละมากๆ โดยไม่ต้องเสียเวลามาฟักเองโดยการใช้เครื่องฟักไข่ไฟฟ้าเข้าช่วย (ประภากร, 2560) การฟักจึงเป็นสิ่งหนึ่งที่สามารถเพิ่มลูกไก่เนื้อให้เพียงพอต่อการบริโภค ปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟักไข่นั้นมีหลายประการ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ ความเข้มแสง และสีของแสงก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกไก่ขณะฟัก แสงเป็นปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อน (Fairchild and Christensen, 2000 อ้างโดย Archer et al., 2011) แสงมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของตัวอ่อนของสัตว์ปีกเป็นอย่างมากและมีความสำคัญด้านพัฒนาการ เนื่องจากหลังจากฟัก 2 วัน แสงจะช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์แบบ mitosis ใน mesoderm ของระบบประสาท (Cooper et al., 2011 อ้างโดย Archer, 2015) ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาระบบประสาทส่วนกลาง (Isakon et al., 1970 อ้างโดย Archer, 2015) ในไก่เนื้อหลังจากฟักออก สีของแสงส่งผลต่อการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นที่มาว่าแสงส่งผลต่อการเจริญเติบโตขณะฟักของตัวอ่อนเพราะตัวอ่อนได้รับแสงตั้งแต่อยู่ในไข่ จึงมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้สีของแสงที่แตกต่างกันต่อปริมาณฮอร์โมนในขณะฟัก (Ghatpande et al. 1995 อ้างโดย Archer, 2015) รายงานว่า ความแตกต่างของสเปกตรัมของแสงส่งผลต่อระยะเวลาในการฟักทำลูกไก่ฟักออกตามระยะเวลา 21 วัน และการกระตุ้นด้วยแสงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนอาจส่งผลต่อพฤติกรรมการฟักไข่ อัตราการฟักออก น้ำหนักฟักออกของลูกไก่ เปอร์เซ็นต์ลูกไก่มีปัญหาหลังฟัก

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสีของแสงไฟที่ให้ระหว่างการฟักไข่ต่อสมรรถภาพการฟักไข่ในไก่เนื้อ

ผลของสีของแสงไฟที่ให้ระหว่างการฟักไข่ต่อสมรรถภาพการฟักไข่ในไก่เนื้อ

อัตราการตายของตัวอ่อน

Archer (2017) ได้ศึกษาไข่ไก่เนื้อพันธุ์ Cobb500 จำนวน 9,216 ฟอง มีตู้ฟัก 8 ตู้และตู้เกิด 8 ตู้ ไข่จะถูกบรรจุ 288 ฟอง/ตู้ เปิดแสง 12 ชั่วโมง ปิดแสง 12 ชั่วโมง โดยมีการควบคุมแบบไม่มีแสง 2 ตู้ LEDแสงสีขาว 2 ตู้ LED แสงสีแดง 2 ตู้และLEDแสงสีเขียว 2 ตู้ และย้ายไปตู้เกิดเมื่อฟักได้ 18 วัน โดยตู้เกิดจะไม่ให้แสงในการฟัก ทำการทดลอง 4 ครั้ง ตู้ฟักได้รับการควบคุมที่อุณหภูมิและความชื้นมาตรฐานที่ 99.5°F และความชื้นสัมพัทธ์ 55% ไข่ถูกฟักเป็นเวลา 18 วัน เมื่อถึงเวลาไข่จะถูกย้ายเข้าไปในตู้เกิดซึ่งรักษาไว้ที่อุณหภูมิและความชื้นมาตรฐานที่ 98.5 °F และความชื้นสัมพัทธ์ 65% ตู้เกิดไม่มีไฟและไข่อยู่ในความมืดสนิท ทั้งตู้ฟักไข่และตู้เกิดถูกควบคุมโดยเทอร์โมสตัทแบบดิจิทัลและตรวจสอบหลายครั้งต่อวัน อุณหภูมิและความชื้นในเครื่องจักรแต่ละเครื่องไม่แตกต่างกัน พบว่าอัตราการตาย

ของตัวอ่อนในช่วงกลางของการฟักไม่แตกต่างกัน เปอร์เซ็นต์การเจาะเปลือกไข่แต่ไม่ฟักออก (Pipped) เปอร์เซ็นต์ลูกไก่ตายไม่พบความแตกต่าง(P>0.05) โดยอัตราการตายทั้งหมดของการฟักไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) (Table 1) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Archer et al. (2017) ได้ศึกษาไข่ไก่เนื้อ จำนวน 4,608 ฟอง มีตู้ฟัก 8 ตู้และตู้เกิด 8 ตู้ ไข่จะถูกบรรจุ 288 ฟอง/ตู้ เปิดแสง 12 ชั่วโมง ปิดแสง 12 ชั่วโมง โดยมีการควบคุมแบบไม่มีแสง 4 ตู้ เปิดให้แสงสีขาวและแสงสีแดงพร้อมกัน 4 ตู้ และย้ายไปตู้เกิดเมื่อฟักได้ 18 วัน โดยตู้เกิดจะไม่ให้แสงในการฟัก ทำการทดลอง 2 ครั้ง ตู้aฟักได้ควบคุมที่อุณหภูมิมาตรฐานและระดับความชื้นที่ 99.5°F และ 55% ตามลำดับ พบว่าอัตราการตายของตัวอ่อนในช่วงแรกไม่ให้แสงมีอัตราการตายสูงกว่าการฟักด้วยแสงสีขาว+แดง อัตราการตายของตัวอ่อนในช่วงกลางและช่วงท้ายของการฟักไม่แตกต่างกัน เปอร์เซ็นต์การเจาะเปลือกไข่ เปอร์เซ็นต์ลูกไก่ที่ตาย โดยอัตราการตายทั้งหมดของการฟักไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (Table 2) และยังพบว่า Archer (2015) ได้ศึกษาไข่ไก่เนื้อพันธุ์ Cobb500 จำนวน 2,322 ฟอง มีตู้ฟัก 3 ตู้และตู้เกิด 3 ตู้ ไข่จะถูกบรรจุ 258 ฟอง/ตู้ เปิดแสง 12 ชั่วโมง ปิดแสง 12 ชั่วโมง โดยมีการควบคุมแบบไม่มีแสง 1 ตู้ LEDแสงสีขาว 1 ตู้ และLEDแสงสีแดง 1 ตู้ และย้ายไปตู้เกิดเมื่อฟักได้ 18 วัน โดยตู้เกิดจะไม่ให้แสงในการฟัก ทำการทดลอง 3 ครั้ง ตู้ฟักได้ควบคุมที่อุณหภูมิมาตรฐานและระดับความชื้นที่ 99.5°F และ 55% ตามลำดับ พบว่าอัตราการตายของตัวอ่อนทั้ง 3 ช่วงและเปอร์เซ็นต์การเจาะไข่แต่ไม่ฟักออกไม่พบความแตกต่าง (P> 0.05) (Table 3)

คุณภาพลูกไก่

ในการศึกษาโดย Archer (2017) ดังตารางที่1 พบว่าการฟักแบบไม่ให้แสงมีลูกไก่ที่มีสะดือที่ยังไม่สมานมากที่สุดจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์ลูกไก่ปกติน้อยที่สุด (P < 0.05) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Archer et al. (2017) พบว่าการฟักแบบไม่ให้แสงมีลูกไก่ที่มีสะดือที่ยังไม่สมานมากที่สุดจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์ลูกไก่ปกติ น้อยที่สุด (P < 0.05) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่าง (P>0.05) ในลูกไก่ที่มีปัญหาที่ขา ขนสกปรก ถูกคัดทิ้ง (Table2) และยังพบว่าสอดคล้องกับผลการทดลองของ Archer (2015) การฟักไข่แบบไม่ให้แสง พบว่ามีลูกไก่ที่มีสะดือที่ยังไม่สมานและลูกไก่ที่มีปัญหาที่ขามากที่สุด (P < 0.05) ไม่พบความแตกต่างของการฟักในลูกไก่ที่มีปัญหาขนสกปรก ถูกคัดทิ้ง ความผิดปกติอื่นๆ (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับก่อนหน้านี้มีการสังเกตคุณภาพของลูกไก่ที่เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากการได้รับแสงสีขาวในระหว่างการฟักไข่ (Huth and Archer, 2015 ; Archer 2016) การให้แสงสีแดงยังช่วยเพิ่มคุณภาพของลูกไก่ (Archer, 2015b , 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของลูกไก่ที่มีสะดือที่หายสนิทนั้นเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตที่เร่งขึ้นซึ่งเกิดจากการได้รับแสง ส่งผลให้สะดือสมานเร็วขึ้นเมื่อเทียบกับการทดลองในที่มืด

น้ำหนัก

Archer (2017) รายงานว่าน้ำหนักของลูกไก่หลังฟักด้วยการไม่ให้แสง แสงสีขาว แสงสีแดง และแสงสีเขียว ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (Table 1) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Archer et al. (2017) พบว่าน้ำหนักของลูกไก่หลังฟักของทุกกลุ่มการทดลอง ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (Table 2) และยังพบว่าสอดคล้องกับผลการทดลองของ Archer (2015) การฟักไข่แบบไม่ให้แสง แสงสีแดง และแสงสีขาว พบว่าน้ำหนักของลูกไก่หลังฟักไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (Table 3)

Table 1 The embryo mortality (%), chick quality (%), weight (g) and hatchability (%) of broilers incubated under no light, white, red or green light.

Treatments	WHITE	RED	GREEN	DARK	SEM
Early dead (%)	4.16	6.18	6.40	7.60	0.60
Mid dead (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Late dead (%)	7.47	5.43	3.81	3.89	1.07
Pipped(%)	2.10	4.01	3.43	2.05	0.60
Dead chicks (%)	0.10	0.10	0.00	0.37	0.06
Total dead (%)	13.83	15.70	13.64	13.90	1.79
Unhealed navel (%)	23.46^{B}	29.12^{B}	29.75^{B}	40.77^{A}	2.17
Leg or weak (%)	0.38	0.91	0.75	0.64	0.15
Dirty feather (%)	0.15	0.73	0.15	0.21	0.14
Cull (%)	0.37	0.08	0.00	0.00	0.09
No defect (%)	76.64^{B}	69.16^{B}	69.34^{B}	58.38^{A}	2.12
Weight (g)	42.47	43.53	43.98	43.61	0.93
Hatch of fertile (%)	92.15^{B}	90.44^{B}	86.41^{A}	85.96^{A}	0.85

^{A,B}Different superscript letters within column are significantly different ($P < 0.05$).

SEM = Standard error of mean

Early dead = อัตราการตาย วันที่ 0 ถึงวันที่ 7

Mid dead = อัตราการตาย วันที่ 8 ถึงวันที่ 15

Late dead = อัตราการตาย วันที่ 16 ถึงวันที่ 21

Source: Archer (2017)

ความสามารถในการฟัก

Archer (2017) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การฟักออกของไข่มีเชื้อพบว่าการฟักด้วยแสงสีขาวและสีแดงมีมากกว่า ($P < 0.05$) การฟักด้วยการไม่ให้แสงและแสงสีเขียว (Table 1) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Archer et al. (2017) พบว่าการฟักด้วยแสงสีขาว+สีแดงพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การฟักออกของไข่มีเชื้อสูงกว่าการฟักด้วยการไม่ให้แสง (Table 2) และยังพบว่าสอดคล้องกับผลการทดลองของ Archer (2015) พบว่าเปอร์เซ็นต์การฟักออกของไข่มีเชื้อที่ฟักด้วยแสงขาวมีเปอร์เซ็นสูงกว่าการฟักแบบไม่ให้แสง ($p<0.05$) (Table 3) สอดคล้องกับ Huth and Archer (2015) สังเกตว่าไข่ไก่เนื้อมีความสามารถในการฟักเพิ่มขึ้นเมื่อสัมผัสกับแสงไดโอดเปล่งแสงสีขาว Hluchý et al. (2012) ทดสอบแสงสี

เดียวระหว่างการฟักไข่ไก่เนื้อ และพบว่าแสงสีแดงทำให้ฟักได้สูงกว่าสีน้ำเงิน โดยแสงสีขาวมีความสามารถในการฟักโดยรวมสูงสุด

Table 2 Data from Experiment 2 hatch. Embryo mortality (%), chick quality (%), weight (g), and hatch of fertile (%).

Treatments	LED (WHITE+ RED)	DARK	SEM
Early dead (%)	4.77[B]	8.19[A]	0.89
Mid dead (%)	0.27	0.53	0.19
Late dead (%)	5.84	5.50	0.53
Pipped (%)	2.19	3.36	0.69
Dead chicks (%)	0.25	0.00	0.07
Total dead (%)	13.06	17.83	1.26
Unhealed navel (%)	21.01[B]	38.79[A]	3.32
Leg or weak (%)	0.53	0.96	0.21
Dirty feather (%)	0.37	1.00	0.47
Cull (%)	0.26	0.30	0.15
No defect (%)	77.82[A]	58.88[B]	3.36
Weight (g)	40.27	41.47	0.11
Hatch of fertile (%)	86.94[A]	81.98[B]	1.23

[A,B] Different letters within column indicate significant differences ($P < 0.05$).

SEM = Standard error of mean

Early dead = อัตราการตาย วันที่ 0 ถึงวันที่ 7

Mid dead = อัตราการตาย วันที่ 8 ถึงวันที่ 15

Late dead = อัตราการตาย วันที่ 16 ถึงวันที่ 21

Source: Archer et al (2017)

Table 3 Data from Experiment 3 hatch. Embryo mortality (%), chick quality (%), weight (g), and hatch of fertile (%) (Mean±SE)

Treatment	Dark	Red	White
Early dead (%)	5.18±0.93	2.70±0.76	3.13±1.71
Mid dead (%)	0.00±0.00	0.26±0.26	0.26±0.26
Late dead (%)	3.10±0.78	4.75±1.32	3.65±0.74
Pipped (%)	1.29±0.56	3.55±0.93	1.64±0.59
Unhealed navels (%)	45.09±2.87^{A}	15.24+1.80^{B}	19.47±2.36^{B}
Leg problems (%)	2.98±1.41^{A}	0.88±0.44^{AB}	0.30±0.30^{B}
Dirty feather (%)	0.35±0.35	0.33±0.33	0.36±0.36
Cull chicks (%)	0.00±0.00	0.00±0.00	0.36±0.36
Other (%)	0.00±0.00	0.00±0.00	0.30±0.30
Chick wt. (g)	47.57±0.42	46.29±0.60	47.64±0.44
Chick length (mm)	189.97±0.58	190.21±1.06	189.25±0.74
Hatch of fertile (%)	86.61^{A}	89.59^{AB}	92.50^{B}
No defect (%)	51.02^{A}	78.10^{B}	83.05^{B}

^{A,B} Differing letters within column and bird type are significantly different ($p<0.05$)

Early dead = อัตราการตาย วันที่ 0 ถึงวันที่ 7

Mid dead = อัตราการตาย วันที่ 8 ถึงวันที่ 15

Late dead = อัตราการตาย วันที่ 16 ถึงวันที่ 21

Source: Archer (2015)

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าจากทั้ง 3 งานทดลอง พบว่าการฟักโดยวิธีไม่ให้แสงมีลูกไก่สะดือไม่สมานมากที่สุด การฟักโดยให้แสงสีขาว แสงสีแดง มีเปอร์เซ็นต์ลูกไก่ปกติและเปอร์เซ็นต์การฟักออกของไข่มีเชื้อมากที่สุด ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Huth and Archer. (2015) รายงานว่า การใช้แสงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฟักไข่ของไก่เนื้อซึ่งเปลือกไข่มีสีน้ำตาลและไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการฟักออกเมื่อเปลือกไข่เป็นสีขาว (Leghorn) นอกจากนี้ Veterany et al. 2007อ้างโดย Archer and Huth. (2015) ทดลองใช้แสงสีเดียวระหว่างการฟักไข่ไก่เนื้อและพบว่าแสงสีแดงให้ผลการฟักออกสูงกว่าสีฟ้า แสงสีขาวมีความสามารถในการฟักออกสูงสุด เป็นไปได้ว่าแสงสีฟ้าที่มีความเข้มแสงสูงผ่านเข้าไปในเปลือกไข่ที่มีสีขาวได้มาก ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อตัวอ่อนทำให้มีประสิทธิภาพการฟักออกต่ำ ในขณะที่เปลือกไข่สีน้ำตาลสามารถลดความเข้มแสงสีฟ้าให้มีความเข้มแสงใกล้เคียงกับแสงสีแดงจึงทำให้มีประสิทธิภาพการฟักออกสูง และ Shafey et al. (2005) กล่าวว่าเฉดสีของรงควัตถุสีน้ำตาลความข้มของแสงในระหว่างการฟักและอายุของแม่ไก่

พ่อแม่พันธุ์มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการฟักของตัวอ่อนซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Archer and Huth. (2015) พบว่ากลุ่มที่ใช้แสงจากหลอด LED มีอัตราการฟักออก เปอร์เซ็นต์ลูกไก่ปกติมีค่ามากกว่ากลุ่มไม่ให้แสง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทั้ง 3 งานทดลอง ใช้หลอด LED ที่มีความเข้มแสงที่ 250 lux เหมือนกัน ตู้อบได้รับการควบคุมที่อุณหภูมิและความชื้นมาตรฐานที่ 99.5°F และความชื้นสัมพัทธ์ 55% เท่ากัน ดังนั้นจึงอาจส่งผลให้สมรรถภาพการฟักไข่ไม่แตกต่างกัน

สรุป

การฟักไข่โดยใช้แสงของหลอดไฟ LED สีที่ต่างกันระหว่างการฟัก พบว่าแสงสีขาวและสีแดงมีผลทำให้ลูกไก่ที่สะดือยังไม่สมานน้อยลงกว่ากลุ่มที่ไม่ให้แสง อัตราการฟักออกมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นลูกไก่ผิดปกติน้อยลงกว่าการไม่ให้แสง

เอกสารอ้างอิง

ประภากร ธาราฉาย. 2560. **บทที่ 5 การฟักไข่.** http://www. as.mju.ac.th. 15 ธันวาคม.

ประภากร ธาราฉาย. 2560. **บทที่8 โรงฟักไข่และการจัดการโรงฟัก**. http://www. as.mju.ac.th. 15 ธันวาคม.

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ. 2564. **เนื้อไก่อุตสาหกรรม เนื้อสัตว์ที่เติบโตอย่างต่อเนื่อง 15 ปีที่ผ่านมา.** https://www.nxpo.or.th. 29 ธันวาคม.

Archer, G.S. 2017. " Exposing broiler eggs to green, red and white light during incubation". **Animal**. 11(7): 1203-1209.

Archer, G.S., Jeffrey, D. and Tucker, Z. 2017. " Effect of the combination of white and red LED lighting during incubation on layer, broiler, and Pekin duck hatchability". **Poultry Science**. 96(8): 2670-2675.

Archer, G.S. 2015. "Effect of Exposing layer and broiler eggs to red or white light during incubation". **Poultry Science**. 14(9): 491-496.

Fairchild, B. and Christensen, V. 2000. "Photostimulation of turkey eggs accelerates hatching times without affecting hatchability, liver or heart growth, or glycogen content". **Poultry Science**. 9: 1627–1631.

Cooper, T.H., K. Bailey-Hill, W.R. Leifert, E.J. McMurchie, S. Asgari, and R.V. Glatz . 2011. "Identification of an in vitro interaction between an insect immune suppressor protein (CrV2) and G alpha proteins". **J Biol Chem**. 286(12): 10466-75.

Isakson, S. T., B. J. Huffman and P. B. Siegel, 1970. "Intensities of incandescent light and the develop ment of chick embryos in ovo and in vitro. **Comparative Biochemistry and Physiology**. 35(1): 229-230.