



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)

ปริญญา

การผลิตสัตว์	สัตว์บาล
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	ผลของการลดช่วงแสงต่อสมรรถภาพการผลิตและพฤติกรรมของไก่เนื้อ Effect of Lighting Period Reduction on Performance and Behavior of Broiler
นามผู้วิจัย	นางสาวปิยะวดี กลั่นเลี้ยง
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	( ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรประพันธ์ ส่งเสริม, Ph.D. )
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	( อาจารย์สุกัญญา รัตนทับทิมทอง, Ph.D. )
หัวหน้าภาควิชา	( ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อุดมามงกุล, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการลดช่วงแสงต่อสมรรถภาพการผลิตและพฤติกรรมของไก่เนื้อ

Effect of Lighting Period Reduction on Performance and Behavior of Broiler

โดย

นางสาวปิยะวดี กลั่นเลี้ยง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยะวัติ กลั่นเลี้ยง 2555: ผลของการลดช่วงแสงต่อสมรรถภาพการผลิตและพฤติกรรมของไก่เนื้อ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์) สาขาการผลิตสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
อรประพันธ์ ส่งเสริม, Ph.D. 75 หน้า

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ช่วงแสงที่แตกต่างกัน ต่อสมรรถภาพการผลิตและพฤติกรรมของไก่เนื้อ ลูกไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 อายุ 1 วัน จำนวน 1,000 ตัว ถูกจัดให้เลี้ยงภายใต้โปรแกรมการให้แสงที่แตกต่างกัน 2 แบบ โดยกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ได้รับแสง 23 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่ 0-42 วัน และกลุ่มที่ 2 มีการลดช่วงแสงเป็น 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อายุ 8-21 วัน และ 18 ชั่วโมงต่อวัน ที่อายุ 22-35 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) โดยแต่ละกลุ่มทดลองมี 20 ซ้ำ เพศละ 10 ซ้ำ เลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อสำเร็จรูปโดยแบ่งเป็น 2 ระยะ (ระยะเล็ก; วันที่ 0-21 และระยะเติบโต; วันที่ 22-42) ผลการทดลองพบว่า การเลี้ยงไก่เนื้อด้วยช่วงแสงที่แตกต่างกันทำให้อัตราการตายลักษณะซาก การเกิดแผลที่ฝ่าเท้าและแข้ง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แต่การลดช่วงแสงมีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) และน้ำหนักตัวที่อายุ 42 วันมีแนวโน้มสูงกว่า ( $P = 0.0605$ ) โดยมีอัตราการแลกน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มต่อตัว ความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวของฝูง พฤติกรรมการนอน การตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล และคุณภาพของวัสดุรองพื้นที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Piyawadee Klanliang 2012: Effect of Lighting Period Reduction on Performance and Behavior of Broiler. Master of Science (Animal Production), Major Field: Animal Production, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Ornprapun Songserm, Ph.D. 75 pages.

This study was aimed to investigate the effect of different lighting periods on performance and behavior of broiler. One thousand day-old Ross 308 chicks were assigned to rear under two different lighting programs; treatment 1 (control): 23 hours of light per day from 0-42 days and treatment 2: reduced lighting period to 16 hours of light per day during 8-21 days and 18 hours of light per day during 22-35 days. The randomized complete block design (RCBD) was used with 10 replications of each gender. The birds were fed by commercial broiler diets in two periods (starting period; 0-21 days and finishing period; 22-42 days). The results showed that different lighting period had no significant effects on mortality, carcass yields, foot pad and hock burn ( $P>0.05$ ). However reducing of lighting period was significantly reduced total feed intake ( $P<0.01$ ) and had a tendency to increase body weight at 42 days of age ( $P = 0.0605$ ). Feed conversion ratio, body weight gain, body weight uniformity, behavior of sleep, immune response against Newcastle disease vaccine and quality of litter in reduced lighting period group were also found to be better than those in the control group ( $P<0.05$ )

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประพันธ์ ส่งเสริม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร.สุกัญญา รัตนทับทิมทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้ทุน สนับสนุนงบประมาณด้านการทดลอง ทำให้งานวิจัยสามารถดำเนินไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่เพื่อใช้ในการทดลอง พร้อมความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในทุกด้าน ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนจนสำเร็จการศึกษา รวมทั้งขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตปริญญาตรีและโทของภาควิชาสัตวบาลทุกท่านที่ได้ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ปิยะวดี กลั่นเลี้ยง

พฤษภาคม 2555

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	31
ผลการทดลองและวิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	57
สรุป	57
ข้อเสนอแนะ	58
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	59
ภาคผนวก	68
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	75

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สัดส่วนของลิพิดโพลีไซตชนิดต่างๆ ที่พบในเนื้อเยื่อและอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์ปีก	23
2	ช่วงอายุของเม็ดเลือดในสัตว์ปีกและจำนวนที่สร้างในแต่ละวัน	25
3	อัตราส่วนของ heterophil: lymphocyte ในสัตว์ปีกบางชนิด	26
4	การเปรียบเทียบจำนวนของเม็ดเลือดขาว (ร้อยละของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด)	28
5	องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารไก่เนื้ออายุ 0–21 วัน และ 22–42 วัน	30
6	ช่วงแสงที่ใช้ในการทดลอง	32
7	ผลของการลดช่วงแสงต่อปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อ (กรัมต่อตัว)	40
8	ผลของการลดช่วงแสงต่อน้ำหนักตัวของไก่เนื้อ (กรัมต่อตัว)	41
9	ผลของการลดช่วงแสงต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อ (กรัมต่อตัว)	43
10	ผลของการลดช่วงแสงต่ออัตราการแลกน้ำหนักรของไก่เนื้อ	44
11	ผลของการลดช่วงแสงต่ออัตราการตายของไก่เนื้อ (เปอร์เซ็นต์)	45
12	ผลของการลดช่วงแสงต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัว ( $\pm 10$ เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย) ของฝูงไก่เนื้อ (เปอร์เซ็นต์)	46
13	ผลของการลดช่วงแสงต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ (เปอร์เซ็นต์)	47
14	ผลของการลดช่วงแสงต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมในไก่เนื้อที่อายุ 0-21 วัน (ครั้งต่อ 10 นาที)	49
15	ผลของการลดช่วงแสงต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมในไก่เนื้อที่อายุ 22-42 วัน (ครั้งต่อ 10 นาที)	50
16	ผลของการลดช่วงแสงต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมในไก่เนื้อที่อายุ 0-42 วัน (ครั้งต่อ 10 นาที)	51
17	ผลของการลดช่วงแสงต่อระดับสุขภาพฝ่าเท้า แข็ง และคุณภาพวัสดุรองพื้น	53
18	ผลของการลดช่วงแสงต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวของไก่เนื้อ	54
19	ผลของการลดช่วงแสงต่อการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่

หน้า

1	ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง	73
---	--	----



## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเดินทางของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงสู่บริเวณเซลล์รับแสง	6
2	การเดินทางของแสงผ่านชั้นเซลล์ไปสู่บริเวณเซลล์รับแสง	7
3	การเปรียบเทียบวิธีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการจิกของไก่	12
4	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา แสดง lymphocyte ของไก่	22
<b>ภาพผนวกที่</b>		
1	วิธีการหยดเลือดลงบนสเมียร์	71
2	วิธีการไลเลือดบนแผ่นสเมียร์	71
3	ลักษณะของสเมียร์เลือดที่ได้จากการเตรียมสเมียร์เลือด	72

# ผลของการลดช่วงแสงต่อสมรรถภาพการผลิตและพฤติกรรมของไก่เนื้อ

## Effect of Lighting Period Reduction on Performance and Behavior of Broiler

### คำนำ

การผลิตไก่เนื้อเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อไก่ภายในประเทศและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้องมีการผลิตไก่เนื้อเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (กรมปศุสัตว์, 2550) จึงเป็นอุตสาหกรรมการส่งออกที่ทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท ทำให้เกิดการแข่งขันทางการผลิตสูงขึ้น

การผลิตไก่เนื้อได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ไก่เนื้อที่มีคุณภาพ มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคควบคู่ไปกับการจัดการทรัพยากรอย่างคุ้มค่ามากที่สุด โดยการจัดการด้านแสงเป็นวิธีการที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้ไก่เนื้อเจริญเติบโตตามเป้าหมาย และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงที่สั้นที่สุด ไก่เนื้อในปัจจุบันถูกคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์เพื่อให้มีการเติบโตและการให้เนื้อมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการทนต่อความเครียดลดน้อยลง ส่งผลต่อสุขภาพ ความต้านทานโรค และเสี่ยงต่อการสูญเสียได้ง่าย ประกอบกับการจัดการด้านแสงที่แตกต่างจากแสงตามธรรมชาติรบกวนการพักผ่อนของไก่เนื้อ จึงส่งผลให้ไก่เนื้อเกิดความเครียดและการจิกตีกันได้ แต่อาจลดปัญหาดังกล่าวได้โดยการจัดการแสงที่ดี โดยเฉพาะการลดช่วงแสงลง เพื่อให้ไก่เนื้อได้มีเวลาพักผ่อนเพิ่มขึ้น

เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงไก่เนื้อ เป็นสิ่งเร้าที่กระตุ้นการกินอาหาร การทำกิจกรรมต่างๆ มีผลต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเครียด ระบบภูมิคุ้มกันโรค การหลั่งฮอร์โมน ตลอดจนสุขภาพของไก่เนื้อด้วย จึงมีความเป็นไปได้ที่การลดช่วงแสงลงจากการเลี้ยงในระบบปิดโดยทั่วไปจะทำให้ไก่เนื้อมีสุขภาพที่ดี และมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีตามไปด้วย

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งที่จะศึกษาถึงผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต พฤติกรรม สุขภาพฝ่าเท้าและแข้ง ภาวะเครียด และการตอบสนองต่อวัคซีน

ป้องกันโรคนิวคาสเซิลในไก่เนื้อ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้อธิบายถึงผลของการลดช่วง  
แสงในการจัดการไก่เนื้อต่อไป



## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ
2. เพื่อศึกษาผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อพฤติกรรมของไก่เนื้อ
3. เพื่อศึกษาผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อสุขภาพฝ่าเท้าและแข้งของไก่เนื้อ และคุณภาพของวัสดุรองพื้น
4. เพื่อศึกษาผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อภาวะเครียดและระดับการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลในไก่เนื้อ

## การตรวจเอกซเรย์

### ระบบประสาทของไก่

สมองส่วน cerebral cortex หรือ neocortex ของไก่ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถมีขนาด เล็กมาก แต่สมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamus) ซึ่งเกี่ยวข้องในการควบคุมการกินอาหารและ น้ำ ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า มีการเจริญดี ส่วน optic lobes ของสมองมี ขนาดใหญ่ ทำให้สามารถมองเห็นได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของหัว ตาไก่จะมีขนาดใหญ่กว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไก่จึงสามารถแยกความแตกต่างของสี รูปร่าง และขนาดของอาหารได้

ระบบประสาทของไก่ประกอบด้วย สมอง ไขสันหลัง สาขาประสาทแยกไปยังอวัยวะ สัมผัสต่างๆ และรวมทั้งประสาทที่ไม่อยู่ได้อำนาจของจิตใจซึ่งควบคุมอวัยวะต่างๆ ในช่องท้อง สมองแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ 3 ส่วน คือ

1. สมองส่วนหน้า (cerebral hemispheres) เป็นศูนย์กลางของประสาทต่างๆ และควบคุม การเคลื่อนไหวของร่างกาย การได้กลิ่น การมองเห็น
2. สมองส่วนหลัง (cerebellum) ควบคุมการทรงตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อต่างๆ การได้ยิน และการรู้รส อยู่ถัดสมองส่วนหน้าไปทางหลังและไปติดต่อกับไข้วสมอง
3. ไข้วสมอง (medulla oblongata) เป็นส่วนของสมองที่ต่อกับไขสันหลัง เป็นศูนย์กลางควบคุม การหายใจ หัวใจ เส้นโลหิต และการย่อยอาหาร ถ้าสมองส่วนนี้ถูกทำลาย กล้ามเนื้อที่โคนขนตาม ผิวหนังจะคลายตัว ทำให้ถอนขนง่ายขึ้น (สุวรรณ, 2526)

### เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการรับแสง

เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการรับแสงหรือการมองเห็น (visual cells or photoreceptor) นั้นจะอยู่ ครอบคลุมบริเวณของส่วน 3 ชั้นของนัยน์ตา (retina) เซลล์เหล่านี้ประกอบไปด้วย rod และ cone

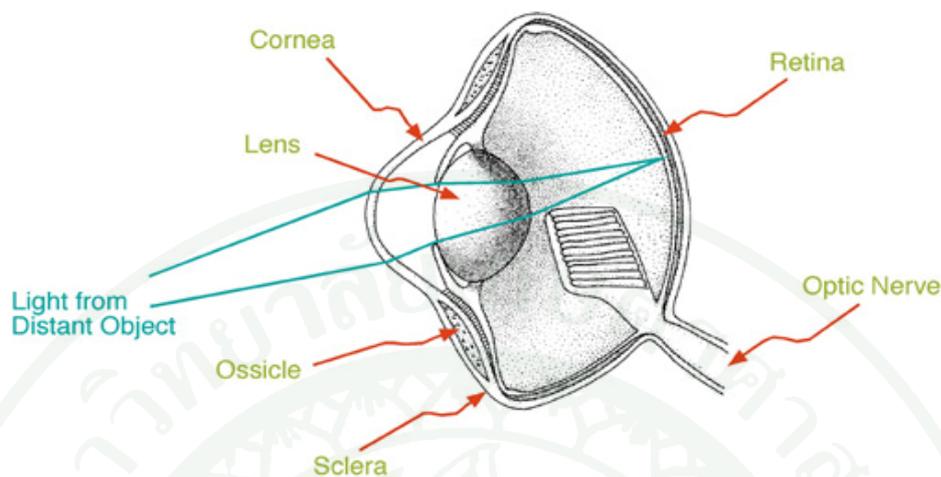
cells ซึ่งเป็น photoreceptor cells ที่อยู่แฉกนอกและแฉกใน external limiting membrane และ external nuclear layer ของ photoreceptor cell nuclei

ผนังทั้ง 3 ชั้นดังกล่าวถือได้ว่าเป็นหน้าที่ในการรับภาพ (visual cell layer) ซึ่ง visual cell layer ของไก่จะเห็นว่ามีการเจริญพัฒนาไปมาก คือจะมีความหนาประมาณ 1 ใน 3 ของความหนาของนัยน์ตาทั้งหมด เมื่อวัดตรงส่วนปลายของนัยน์ตา แต่ถ้าใกล้เข้ามาส่วนกลางของนัยน์ตาจะหนาประมาณเพียง 1 ใน 4 ของความหนาของนัยน์ตาเท่านั้น

ปกติ photoreceptor cells หรือ visual cells ของสัตว์ปีกรวมทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลัง จะมีรูปร่างยาวและมีลักษณะเป็นปล้อง (segmented) สำหรับในสัตว์ปีก photoreceptor cells อยู่ 5 ชนิด ได้แก่ rod, principal และ accessory cones cells (ซึ่งจะเกาะติดกันอยู่) และ single cone type I และ type II สัตว์ปีกที่หากินในเวลากลางวันจะมี cone cells มากกว่า rod cells แต่สัตว์ปีกที่หากินในเวลากลางคืนจะมี rod cells มากกว่า cone cells

Rod cells พบกระจายอยู่ทั่วไปในนัยน์ตา ยกเว้นที่ forvea centralis จะไม่มีอยู่เลย rod cells ทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็นภาพในที่ที่มีแสงสว่างน้อยหรือแสงสลัว (dim light, twilight) หรือการมองเห็นในเวลากลางคืน (night vision, scotopic vision) cone cells พบมากที่ส่วน forvea centralis และจะน้อยลงในบริเวณที่อยู่ห่างจาก macula ทำหน้าที่มองเห็นภาพในเวลากลางวัน (day vision, photopic vision) หรือในที่ ๆ มีแสงสว่างมาก (bright light, day light)

แสงสว่างหรือภาพจะถูกส่งผ่านเข้ามาในลูกตา ทะลุผ่านนัยน์ตาที่โปร่งแสงและผ่านชั้นต่างๆ แล้วจึงมาเกิดเป็นภาพที่ส่วน pigmented epithelial layer และแสงจะถูกดูดซึมเอาไว้โดยโมเลกุลของเม็ดสีของ photoreceptor cells ทั้งนี้เนื่องจากว่าภายในเซลล์ทั้งสองชนิดนี้ ได้แก่ rods และ cones จะมีสารเคมีที่ไวต่อแสง สารประกอบเคมีนี้เมื่อถูกกับแสงสว่างจะแตกตัวออก การแตกตัวของสารดังกล่าวจะมีผลกระตุ้น rods และ cones ให้ผลิตไฟฟ้า แล้วจึงเปลี่ยนไปเป็นความรู้สึกทางประสาท (nervous impulses) หลังจากนั้นผ่านเข้าสู่ optic nerve แล้วเข้าสู่ optic lobe ในสมองส่วนหน้าและเข้าสู่สมองส่วนที่ทำหน้าที่แปรสภาพ (วิโรจน์, 2528) ดังแสดงในภาพที่ 1

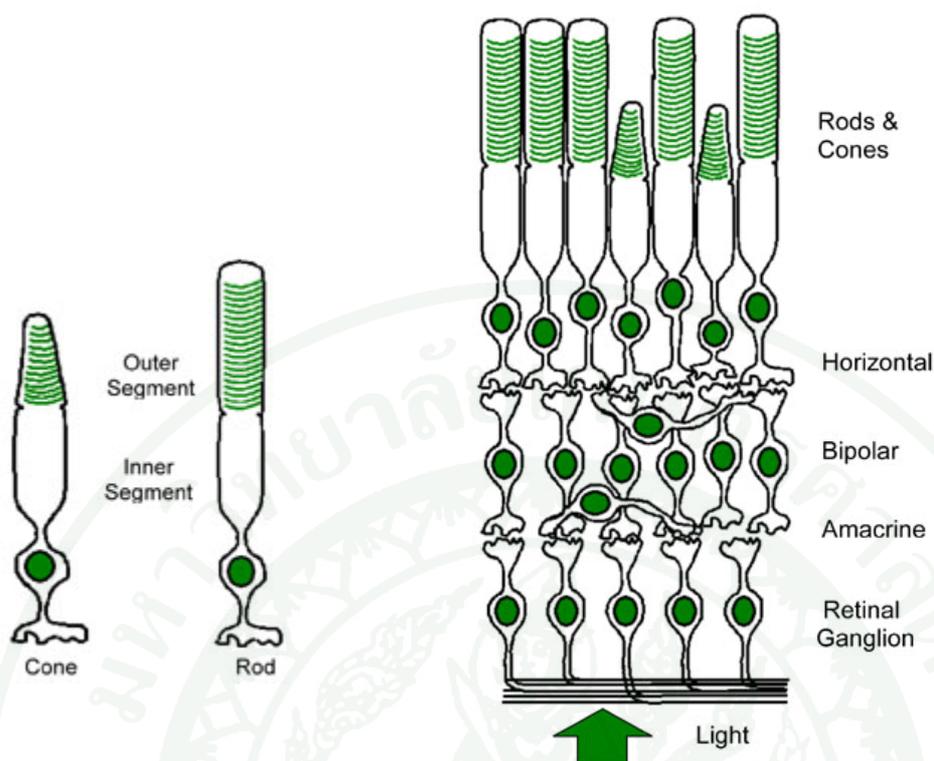


ภาพที่ 1 การเดินทางของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงสู่บริเวณเซลล์รับแสง

ที่มา: Rowe (2000)

ระบบประสาทของส่วนนัยน์ตาประกอบไปด้วยกลุ่มเซลล์ประสาทขนาดเล็กๆ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างและทำหน้าที่ที่แตกต่างกันมากหรือน้อยแตกต่างกันไป โดยแต่ละกลุ่มเซลล์ประสาทดังกล่าวมีการเชื่อมประสานติดต่อกันเป็นแบบแผนอย่างมีระเบียบ มักเกิดในตัวมัดกล้ามเนื้อ (ซึ่งเป็นแบบที่ประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน)

การจัดกลุ่มของเซลล์ประสาทเพื่อทำหน้าที่ของส่วนนัยน์ตานั้นจะเห็นได้ว่า bipolar cell 1 เซลล์จะรับการติดต่อจาก rod cells 10-100 เซลล์ ในขณะเดียวกัน bipolar cell 1 เซลล์จะรับการติดต่อจาก cone cells เพียง 1 เซลล์เท่านั้น ganglion cells อาจจะเชื่อมประสานกับ bipolar cells 1 เซลล์หรือมากกว่าก็ได้ ในชั้น inner nuclear layers ของนัยน์ตายังมีเซลล์ประสาทเรียกว่า amacrine cells อยู่มากมาย โดยจะเห็นว่า fibers ของ amacrine cells ในแนวราบผ่าน bipolar cells เพื่อไปเชื่อมประสานกับ ganglion cells ซึ่ง amacrine cells เป็นเซลล์ที่สำคัญในการกระทำหน้าที่ร่วมกันที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของวัตถุและการเลือกกำหนดตำแหน่งทิศทาง (วิโรจน์, 2528) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเดินทางของแสงผ่านชั้นเซลล์ไปสู่บริเวณเซลล์รับแสง

ที่มา: Schwiegerling (2004)

### การมองเห็นภาพในเวลากลางวันและกลางคืน

คุณสมบัติโดยทั่วไปของการมองเห็นภาพในเวลากลางวันและกลางคืน (photopic และ scotopic) ในสัตว์ปีกก็เหมือนกับของสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่นๆ กล่าวคือ จะมีส่วน photopsin (ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ไวต่อแสงของ cone cells) และ rhodopsin (ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ไวต่อแสงในส่วนของ rod cells) มาทำหน้าที่โดยตรงตามลำดับ ส่วน fovea centralis ที่นัยน์ตาของตาของมนุษย์ (ปกติจะมีแต่ cones cells จำนวนมาก แต่ไม่มี rods cells อยู่เลย) จะทำให้เกิดการมองเห็นภาพในเวลากลางวันได้ชัดเจนที่สุด แต่ในเวลากลางคืนจะมองไม่เห็น สำหรับส่วน fovea centralis ของไก่ ซึ่งปกติจะมี cone cells อยู่จำนวนมากเช่นกันนั้นก็มีความสัมพันธ์เช่นเดียวกับของมนุษย์ (วิโรจน์, 2528)

เมื่อมีแสงสว่างจ้าผ่านเข้าตา ผลที่ตามมาคือความไวต่อการมองเห็นภาพจะลดลง กลไกเมื่อแสงสว่างจ้า คือ สาร rhodopsin แยกตัวเป็น scotopsin กับสาร retinene และสาร retinene จะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอมากขึ้น ความเข้มข้นของสาร rhodopsin ในตาลดลง ทำให้ความไวต่อการมองเห็นลดลง (วิโรจน์, 2528)

ในที่ที่มีแสงสว่างน้อยหรือในที่มืด ความไวต่อการมองเห็นจะเพิ่มขึ้น กลไกเมื่อแสงสว่างน้อย สาร retinene จะรวมกับสาร scotopsin เกิดเป็นสาร rhodopsin และวิตามินเอจะเปลี่ยนเป็นสาร retinene ได้มากขึ้น ความเข้มข้นของสาร rhodopsin ในตาเพิ่มขึ้น ทำให้ความไวต่อการมองเห็นเพิ่มขึ้น (วิโรจน์, 2528)

### แสงและการมองเห็นของไก่เนื้อ

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ ความเข้มของแสงในแต่ละวันจะมีความผันแปร ซึ่งเป็นผลมาจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ก่อนเมฆ ฝุ่นละออง และความชื้นในอากาศ ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ อย่างไรก็ตามความยาวแสงก็มีความผันแปรด้วยเช่นกัน ความยาวช่วงแสงในแต่ละวันมีความเกี่ยวข้องกับตำแหน่งของโลกและดวงอาทิตย์

แสงสว่างจะกระตุ้นปลายประสาทที่จอภาพของนัยน์ตา แล้วส่งความรู้สึกไปยังสมองทำให้เห็นสิ่งของ และยังไปกระตุ้นต่อม pituitary ที่ขั้วสมองให้ทำงานควบคุมร่างกาย การกินอาหาร การเจริญเติบโต เร่งการทำงานของต่อมต่างๆ เช่น ไทรอยด์ (สุวรรณ, 2526) ซึ่งเกิดจากแสงตกกระทบนัยน์ตา และกระตุ้นประสาทตาในนัยน์ตาให้ส่งถ่ายข้อมูลผ่านสมองไฮโปทาลามัสไปยังต่อมใต้สมองส่วนหน้าทำให้เพิ่มการทำงาน โดยหลั่ง follicle-stimulating hormone (FSH) ที่มีผลต่อการเจริญของกระเปาะไข่และ luteinizing hormone (LH) กระตุ้นให้เกิดการตกไข่ (อาวุธ, 2538)

การตัดเอาตาและต่อมไพเนียลออกจากรนกระทาและไก่ไม่มีผลต่อการวางไข่และการตอบสนองต่อแสง แสดงว่าแสงสามารถกระตุ้นต่อมใต้สมองได้โดยไม่ผ่านตาและต่อมไพเนียล แสงสามารถจะผ่านเข้ากะโหลกไปเป็นสัญญาณให้กับ photoreceptor ในไฮโปทาลามัสโดยตรง (Morris, 1967)

## พฤติกรรมของไก่

ความหมายของพฤติกรรมอย่างกว้างๆ คือ ปฏิกริยาของสิ่งมีชีวิตที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งเร้าภายในและภายนอกของสิ่งมีชีวิต การตอบสนองดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมภายในหรือภายนอกตัวของสิ่งมีชีวิต หรือทั้งสองอย่าง โดยที่สิ่งมีชีวิตจะมีอวัยวะที่ทำหน้าที่รับความเปลี่ยนแปลงแล้วเปลี่ยนเป็นกระแสความรู้สึก รายงานไปยังสมองหรือไขสันหลังแล้วจึงมีคำสั่งตอบโต้ออกมา ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต กล้ามเนื้อมีการหดตัว ทำให้สัตว์มีการเคลื่อนไหว หรือแม้จะมีการเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นเพียงบางส่วน หรือทั้งตัวก็ตาม ทำให้การตอบสนองอาจเป็นไปในรูปของการกิน การนอน การเดินหาอาหาร การมองเห็น การต่อสู้ เป็นต้น

ปฏิกริยาที่สัตว์แสดงออก เพื่อตอบโต้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมี 2 ชนิด คือ อาจแสดงออกได้ตั้งแต่คลอด หรือตั้งแต่ฟักออกจากไข่ และได้รับการถ่ายทอดพฤติกรรมโดยทางยีนจากบรรพบุรุษ ลักษณะนี้ถือว่าเป็นการแสดงพฤติกรรมโดยสัญชาตญาณ (innate หรือ instinct) อีกลักษณะหนึ่งเป็นการแสดงออกของพฤติกรรมได้ด้วยการเรียนรู้ การแสดงพฤติกรรมลักษณะนี้ จะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามมีหลายๆ พฤติกรรมเช่นกันที่ได้รับอิทธิพลจากทั้งยีนและสิ่งแวดล้อมร่วมกัน พฤติกรรมที่สัตว์แสดงออกมา เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ไม่คงที่ ดังนั้นเพื่อความอยู่รอดของเผ่าพันธุ์ มิให้สูญพันธุ์ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้สัตว์ต้องมีความพยายามในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม สัตว์จึงสามารถมีชีวิตอยู่ได้และสืบพันธุ์แพร่ลูกหลานสืบต่อไปได้

พฤติกรรมของสัตว์ที่แสดงออกมาเป็นผลการทำงานโดยรวมของการหดตัวของกล้ามเนื้อ และการหลั่งฮอร์โมน ลำดับช่วงเวลา บริเวณฮอร์โมนที่หลั่งและระดับการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นตัวกำหนดว่า พฤติกรรมใดจะเกิดขึ้น พฤติกรรมไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคุณสมบัติพื้นฐานของเซลล์ประสาทใดเซลล์ประสาทหนึ่งลำพังเพียงเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตที่สามารถอยู่รอดได้จะต้องมีตัวรับข้อมูลจากภายนอก หรือ sensory receptors จากนั้นจึงใช้ระบบประสาทในการจำแนกข้อมูลที่ได้รับและตีความ (interpret) ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับ จากนั้นจึงจะออกคำสั่งให้อวัยวะเป้าหมาย หรือ effectors เช่น กล้ามเนื้อให้มีการหดตัวและต่อมไร้ท่อมีการหลั่งฮอร์โมนออกมา ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรมออกมาเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆ (วิราช, 2541)

พฤติกรรมการกินอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของสัตว์ การกินอาหารเกี่ยวข้องกับลำดับการตัดสินใจที่มีความซับซ้อน ขึ้นอยู่กับจิตใจ การเคลื่อนไหว และความสามารถในการย่อยอาหาร พฤติกรรมในการเริ่มต้นการกินอาหารเป็นผลมาจาก diurnal rhythms และปัจจัยทางสังคม สภาวะของร่างกายจะมีความสำคัญต่อการกินอาหารของสัตว์มากที่สุด สื่อสัญญาณของร่างกายที่มีความสำคัญในการทำให้สัตว์กินอาหาร ในสัตว์หลายๆชนิด ได้แก่ การมองเห็น รสชาติของอาหาร การหดตัวของกระเพาะอาหาร ระดับอินซูลิน สัญญาณเหล่านี้จะเป็นตัวรายงานไปยังสมอง ทำให้ร่างกายรับรู้และทำให้เกิดความอยากกินอาหาร (วิราช, 2541)

พฤติกรรมการกินน้ำจะถูกเหนี่ยวนำด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และอาหาร เป็นต้น ไก่จะกินน้ำเพิ่มมากขึ้นและกินอาหารน้อยลงเมื่ออุณหภูมิรอบตัวสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ และอาหารมีความหนืด หรือเป็นผง เป็นต้น (May and Lott, 1992)

การแสดงพฤติกรรมอาบน้ำฝนด้วยการใช้วัสดุรองพื้น หรือวัตถุที่มีน้ำหนักเบา เพื่อกำจัดน้ำมันส่วนเกินออกจากขน ในไก่โตจะอาบน้ำฝนวันเว้นวัน ใช้เวลาประมาณ 30 นาที พฤติกรรมนี้ช่วยให้ขนมีสุขภาพดี (Honore and Klopfer, 1990)

ในบางพฤติกรรม เช่น การนอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ใช้ระยะเวลายาวนาน หรือการเดิน และยังมีพฤติกรรมอื่นๆ อีก เช่น การแต่งตัว (grooming) เป็นต้น พฤติกรรมเหล่านี้เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นติดต่อกัน มีการเคลื่อนไหวของร่างกายหลายๆ ส่วนรวมกันและซ้ำๆ กันเป็นชุดๆ การแสดงออกหรือพฤติกรรมของสัตว์ที่เกิดขึ้นเป็นชุดๆ ซ้ำๆ จึงสามารถจัดเป็นกลุ่ม ซึ่งจะเรียกว่าเป็นหน่วยของพฤติกรรม (unit) หน่วยของพฤติกรรมจึงอาจจะเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายในการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง เช่น การจับเหยื่อ การนอน การแต่งตัว การเกี่ยวพาราสิ แต่ในบางครั้งอาจเรียกว่า “action pattern” (วิราช, 2541)

### การสุ่มตัวอย่างและการวัดพฤติกรรม

เนื่องจากผู้สังเกตมีขีดจำกัดของการสังเกต เมื่อต้องการสังเกตลักษณะหนึ่งของสัตว์ให้ได้รายละเอียดมาก นั้นหมายถึงการได้มาซึ่งรายละเอียดของอีกลักษณะหนึ่งลดน้อยลงไปด้วย เมื่อ

ต้องการรายละเอียดมาจากการสังเกตโดยตรง การศึกษาจึงต้องกระทำในสัตว์เป็นรายตัวไป โดยอาจจะแยกสัตว์ไปขังไว้ในกรง หรือเลือกสัตว์ที่อยู่ใจกลางของกลุ่ม ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายไปรอบๆ ภายในกลุ่มได้ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ข้อมูลที่เก็บได้จากตัวสัตว์หลายๆ ตัวในเวลาเดียวกันสามารถสังเกตได้ แต่ข้อมูลในรายละเอียดที่จำเพาะลงไปในตัวแต่ละตัวจะหายไป ผู้ศึกษาไม่สามารถสังเกตได้ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (sampling)

การสังเกตรายละเอียดของพฤติกรรมชนิดหนึ่ง อาจมีการจดบันทึกดังนี้

1. มี หรือไม่มีกิจกรรมหรือการแสดงออกที่เฉพาะ
2. ความถี่ของการเกิดลักษณะดังกล่าวเท่าใดในช่วงที่สังเกต
3. ระยะเวลาของแต่ละช่วงของแต่ละกิจกรรมหรือการแสดงออก
4. ความรุนแรงของการแสดงออกในแต่ละครั้ง
5. การแสดงออกก่อนได้รับสิ่งเร้า (previous action)
6. ระยะเวลาและลักษณะของการแสดงออกที่เกิดต่อมาภายหลังจากการกระตุ้น
7. ระยะเวลาและลักษณะของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในลักษณะที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (วิราช, 2541)

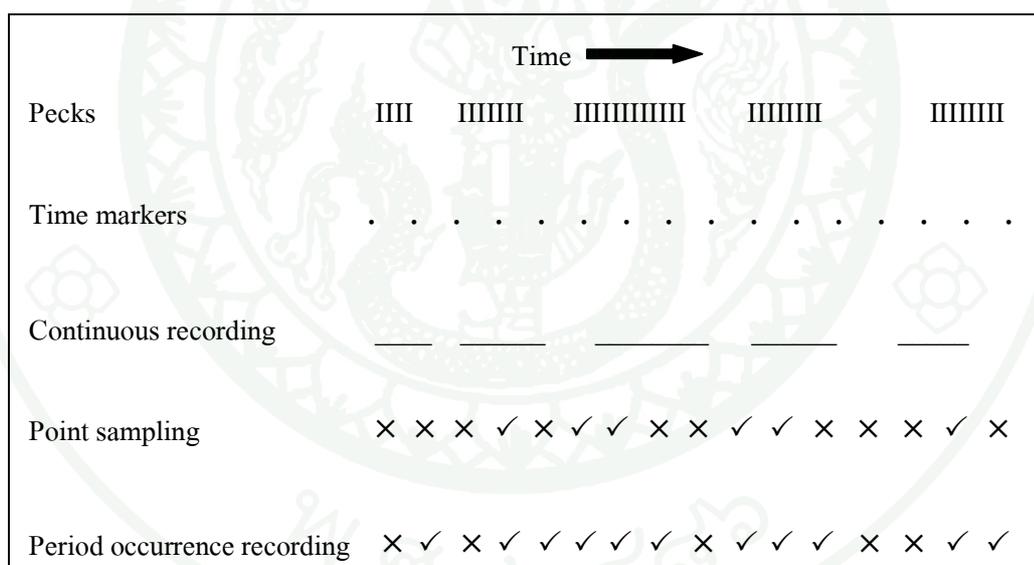
นอกจากนี้ยังมีการสังเกตและบันทึกที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

1. Continuous recording หรือการจดบันทึกอย่างต่อเนื่อง การจดบันทึกลักษณะนี้จะต้องสังเกตสัตว์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำได้ลำบาก ในบางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องอาศัยเครื่องช่วยบันทึก (recording aids) แต่เป็นการเก็บข้อมูลที่สามารถใช้การวิเคราะห์ได้ทุกวิธี

2. Behavioral sampling หรือการเลือกบันทึกพฤติกรรมที่เด่นชัดของสัตว์ เป็นการสังเกตสัตว์อย่างต่อเนื่อง แต่ผู้สังเกตเลือกบันทึกเฉพาะแต่พฤติกรรมที่สนใจเท่านั้น การเก็บข้อมูลทางพฤติกรรมในที่นี้อาจจะเป็นการบันทึกข้อมูลการกระทำของสัตว์เพียงอย่างเดียว เช่น การจิกของไก่ ผู้ศึกษาจะเลือกบันทึกเฉพาะเวลาที่ไก่จิกเท่านั้น (เป็นการบันทึกว่าจิก หรือไม่จิก) แต่การกระทำอื่นๆ ของไก่จะไม่มีการจดบันทึก การศึกษาโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับการศึกษาพฤติกรรมที่สนใจเป็นพิเศษ หรือเป็นพฤติกรรมที่พบเห็นได้ยาก

3. Point sampling หรือการสุ่มตัวอย่างทันที (instantaneous sampling) เป็นการสังเกตสัตว์อย่างต่อเนื่อง โดยจะบันทึกการสังเกตแต่เพียงว่า สัตว์มีการแสดงพฤติกรรมที่เราสนใจหรือไม่ ในเวลาที่กำหนด เช่น ที่นาทีที่ 0, 5, 10, 15, 20, ... เป็นต้น ดังภาพที่ 3 พฤติกรรมที่พบเห็นได้ยาก อาจจะไม่ถูกบันทึกจากการศึกษาด้วยวิธีนี้ พฤติกรรมบางพฤติกรรมต้องใช้เวลาสักเล็กน้อยในการสังเกต จึงจะสามารถรู้ได้ว่าสัตว์มีการแสดงออกหรือไม่ จึงทำให้มีการบันทึกข้อมูลผิดพลาดได้ แต่มีข้อดีตรงที่สามารถบันทึกข้อมูลได้พร้อมๆ กันหลายตัวในเวลาเดียวกัน

4. Period occurrence recording สามารถบันทึกข้อมูลจากสัตว์ได้หลายๆ ตัว ในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากการบันทึกข้อมูลไม่ได้ทำอย่างต่อเนื่อง แต่จะเป็นการบันทึกว่า ในช่วงเวลาที่กำหนดสัตว์มีการแสดงพฤติกรรมที่เราสนใจหรือไม่ ข้อดีของวิธีนี้คือ พฤติกรรมที่พบเห็นได้ยาก มักจะถูกบันทึก แต่มีข้อเสียที่ข้อมูลที่ได้ไม่ได้แสดงถึงช่วงเวลาที่แท้จริงของการแสดงพฤติกรรมแต่ละพฤติกรรม (วีราช, 2541)



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบวิธีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการจิกของไก่

ที่มา: วีราช (2541)

## ความสำคัญของการเลี้ยงไก่เนื้อ

แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการมองเห็น การควบคุมพฤติกรรม และสุขภาพของสัตว์หลายชนิด โดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองทางสรีรวิทยา และพฤติกรรม การมองเห็นของสัตว์ปีกมีความสำคัญเกี่ยวกับการเลือกกินอาหารเป็นสำคัญนอกเหนือจากการดำรงชีวิตประจำวัน กล่าวคือในเหยี่ยวจะใช้ตาในการมองดูเหยื่อก่อนที่จะกินอาหาร ในขณะที่นกฮูกจะใช้การฟังเสียงเพื่อหาตำแหน่งของเหยื่อแทนการมองเห็น

ไก่มีความสามารถในการตรวจสอบถึงความแตกต่างของระดับของพื้นได้ดีกว่าหนู แมว และสุนัข นอกจากนี้ไก่ยังสามารถแยกความแตกต่างในด้านขนาด รูปร่าง และลวดลายได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากการที่ถูกไก่ชอบจิกกินวัตถุที่มีลักษณะเป็นเม็ดกลมเล็กๆ แต่จะชอบเดินเข้าไปอยู่ใกล้ๆ กับวัตถุที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม ที่มีขนาดใหญ่ นั่นคือไก่ถูกกระตุ้นทางตาโดยวัตถุต่างๆ ชนิดกันในพฤติกรรมหาอาหารและพฤติกรรมกรเข้าหาที่พักผ่อน (วิโรจน์, 2528)

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติซึ่งเป็นต้นแบบในการพัฒนาแหล่งกำเนิดแสงภายในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อในหลายลักษณะ ได้แก่ ความสว่าง ความยาวคลื่นแสง และสเปกตรัม ความสว่างหรือความเข้มแสงของแสงธรรมชาติในช่วงกลางวันอาจจะสูงถึง 100,000 ลักซ์ ขณะที่ความสว่างในโรงเลี้ยงไก่เนื้อที่ระดับตัวไก่อาจจะน้อยกว่า 5 ลักซ์ (FAWC, 1992) แม้ว่า UK Farm Animal Welfare Council จะแนะนำให้มีความสว่างอย่างน้อย 20 ลักซ์ก็ตาม (Prescott and Wathes, 1999a)

สเปกตรัมของแสงธรรมชาติมีความยาวคลื่นระหว่าง 350 และ 700 นาโนเมตร ในขณะที่แสงจากแหล่งกำเนิดแสงมีสีของคลื่นที่ปล่อยออกมาแตกต่างจากแสงธรรมชาติ (Prescott and Wathes, 1999a) เนื่องจากความไวต่อความยาวคลื่นแสงที่แตกต่างกันระหว่างไก่และมนุษย์ (Prescott and Wathes, 1999b) แหล่งกำเนิดแสงเดียวกันอาจทำให้เกิดการมองเห็นสีที่แตกต่างกันออกไประหว่างไก่และมนุษย์ นอกจากนี้ในการรับรู้ความสว่างยังขึ้นอยู่กับการกระจายสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงและความไวของตาสัตว์ โดยเฉพาะในช่วงคลื่นแสงยาว ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นพร้อมกันในการรับรู้ความสว่าง

การศึกษาเกี่ยวกับความยาวของคลื่นแสงและความเข้มแสงในอึดิมักจะไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของสัตว์ปีก สรีรวิทยา และการผลิตได้อย่างชัดเจน (Lewis and Morris, 1998) อย่างไรก็ตามปัจจัยทั้งสองเป็นสิ่งสำคัญที่จะกำหนดวิธีการศึกษาสภาพแวดล้อมของแสงที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อพฤติกรรมของไก่เนื้อในเชิงอุตสาหกรรมมากที่สุด

ความเข้มแสงที่จำเป็นสำหรับลูกไก่ในการมองเห็นอุปกรณ์ให้น้ำและอุปกรณ์ให้อาหารจะต่ำกว่า 0.25 ฟุตแรงเทียน แต่ความเข้มแสงขั้นต่ำที่มีผลต่อการกระตุ้นต่อมได้สมองส่วนหน้าและกระตุ้นการไข่จะต้องไม่น้อยกว่า 0.5-1 ฟุตแรงเทียน ดังนั้นความเข้มของแสงในโรงเรือนเลี้ยงไก่โดยทั่วไปนิยมเพื่อความเข้มแสงไว้ที่ 0.5-3.0 ฟุตแรงเทียน (Prescott *et al.*, 2003)

ไก่สามารถมองเห็นแสงที่มีความยาวช่วงคลื่นตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตร และไก่สามารถกินอาหารได้อย่างปกติภายใต้สภาพที่มีความเข้มของแสงต่ำประมาณ 0.01 ฟุตแรงเทียน และการใช้ไฟสีเขียวมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น มีอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติในด้านอัตราการตาย (อาวูธ, 2538) และจากการศึกษาเกี่ยวกับผลของการจำกัดแสงต่อพฤติกรรมของสัตว์ปีก พบว่าลูกไก่จะเริ่มกินอาหารเมื่อความเข้มแสงประมาณ 1 ฟุตแรงเทียน และจะเริ่มจิกกันเอง เมื่อความเข้มของแสงสว่างประมาณ 2 ฟุตแรงเทียน (วิโรจน์, 2528)

ความเข้มแสง สีของแสง และความยาวของช่วงแสงมีผลต่อกระบวนการทางกายวิภาคเนื่องจากกระบวนการทางกายวิภาคที่เพิ่มขึ้นจะกระตุ้นการพัฒนาของกระดูก โดยช่วยให้กระดูกมีความแข็งแรงมากขึ้น ในไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยช่วงแสงโดยมีช่วงมืดอย่างต่อเนื่องทุก 24 ชั่วโมง พบว่าช่วยเพิ่มความแข็งแรงบริเวณกระดูกขาของไก่เนื้อ ซึ่งเกิดจากการหลั่งของโกรทฮอร์โมน (growth hormone) โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่หลับ ถ้าช่วงแสงในแต่ละวันสั้นกว่า 11 ถึง 12 ชั่วโมง จะทำให้การเจริญพันธุ์และการสร้างไข่ช้าลง และช่วงแสง 11 ถึง 12 ชั่วโมงต่อวันมีความสำคัญต่อการพัฒนาและการเจริญเติบโตของไก่

แสงยังมีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ โดยไก่เนื้อมีแนวโน้มที่จะกินอาหารในช่วงที่มีแสงมากกว่าช่วงมืด การเลี้ยงภายใต้โปรแกรมแสงที่ต่อเนื่อง จะทำให้ปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อเพิ่มสูงขึ้น (Classen and Riddell, 1989) ไก่เนื้อที่เลี้ยงในระบบอุตสาหกรรมจะถูกเลี้ยงภายใต้ช่วงแสงต่อเนื่อง (23 หรือ 24 ชั่วโมงต่อวัน) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงเพื่อให้มีปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (Morris, 1967; Beane *et al.*, 1979)

การเก็บรวบรวมปัจจัยที่ขัดขวางการเจริญเติบโตของไก่เนื้อจากการเลี้ยงแบบดั้งเดิมของเกษตรกร จะนำไปสู่ข้อมูลสำคัญที่จะช่วยให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อพัฒนาต่อไปได้นอกเหนือจากโรคที่แตกต่างกัน การจัดการที่ไม่ดีเป็นหนึ่งในปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตสัตว์ปีก การวิจัยจำนวนมากจากหลายประเทศพบว่า แสงเป็นหนึ่งในปัญหาของการจัดการ โดยการจัดการด้านแสงจะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และการควบคุมโรคที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Buckland *et al.*, 1975)

การปรับเปลี่ยนการให้แสงจาก 24 ชั่วโมง ให้เหลือเพียง 12 ชั่วโมง ที่อายุ 4 วัน จะทำให้ปริมาณอาหารที่กินลดลงจาก 3 วันแรก 30-40 เปอร์เซ็นต์ แต่จะลดลงน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 12 เนื่องจากไก่จะปรับตัวจากการให้อาหารในช่วงที่มีแสง โดยจะเกิดจากความคุ้นเคยที่กระเพาะพักต้องเต็มไปด้วยอาหารในช่วงที่ไม่มีแสง ความสามารถในการปรับตัวนี้ช่วยให้ปริมาณการกินอาหารและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (Blair *et al.*, 1993)

การเลี้ยงภายใต้ช่วงแสงสั้นหรือปานกลางจะส่งผลดีต่อตัวไก่ โดยช่วยลดความเครียดทางสรีรวิทยาและความหวาดกลัวได้ (Gordon, 1994; Davis *et al.*, 1999; Rozenboim *et al.*, 1999) และยังสามารถใช้ช่วงแสงสั้นในการควบคุมน้ำหนักตัวของไก่เนื้อ โดยจะมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะในช่วงอายุ 4-14 วัน ซึ่งเป็นช่วงสำคัญในการพัฒนาระบบโครงร่าง หลอดเลือดหัวใจ และระบบภูมิคุ้มกัน

งานวิจัยจำนวนมากในหลายประเทศได้แสดงให้เห็นถึงวิธีจัดการด้านแสงที่แตกต่างกันในการเลี้ยงไก่เนื้อ ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว และการควบคุมโรคอย่างมีนัยสำคัญ รูปแบบการจัดการด้านแสงถูกพัฒนาขึ้นมากมาย เช่น ให้แสงสว่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ให้แสงสว่างสลับกับช่วงมืด ให้แสงสว่างที่มีความสม่ำเสมอ และใช้แสงสีต่างๆ กัน

ในการเลี้ยงไก่เนื้อ ส่วนใหญ่ระบบอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อในช่วงหลายปีที่ผ่านมาจะให้ไก่เนื้อได้รับแสงต่อเนื่อง (ช่วงสว่าง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมง) เพื่อให้มีอัตราการกินและการเจริญเติบโตสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามการทดลองพบว่า การให้แสงอย่างต่อเนื่องจะขัดขวางการนอนหลับทำให้เกิดความเครียด และการตอบสนองต่อความเครียดทางสรีรวิทยาอย่างรุนแรง (Campo and Davila, 2002) และความยาวของช่วงแสงจะส่งผลต่อความเครียดและอาการหวาดกลัวในไก่เนื้อ (Kliger *et al.*, 2000)

แสงที่ไก่เนื้อได้รับมีผลต่อน้ำหนักตัว และยังพบความผิดปกติของขาในไก่เนื้อที่ถูกเลี้ยงภายใต้แสงต่อเนื่องมากกว่าในไก่เนื้อที่ถูกเลี้ยงภายใต้แสงรูปแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) นอกจากนี้การให้แสงสว่างอย่างต่อเนื่องแก่ไก่เนื้อยังนำไปสู่ปัญหาการจิกกัน การลดความยาวของชั่วโมงแสงจะช่วยทุเลาปัญหาดังกล่าวลง โดยเมื่อไก่อยู่ภายใต้ความมืดและภาวะที่สงบจะส่งผลให้อัตราการเผาผลาญพลังงานที่สูงผิดปกติค่อยๆ ลดลง (Buckland *et al.*, 1975)

การตอบสนองต่อความเครียดของสัตว์จะเริ่มต้นที่ระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งจะมีผลต่อระบบการป้องกันตนเองทางชีวภาพ การตอบสนองทางพฤติกรรม การตอบสนองของระบบต่อมไร้ท่อ และการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน (Moberg, 2000) ความเครียดจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน โดยไก่เนื้อที่ได้รับแสงอย่างต่อเนื่องจะมีระดับเม็ดเลือดขาว heterophil ต่อ lymphocyte ที่สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระดับภูมิคุ้มกันในระยะยาวและอาจนำไปสู่ความไวต่อการระบาดของโรคในโรงเรือน (Zulkifli *et al.*, 1998)

งานวิจัยส่วนใหญ่ในช่วงหลังจึงมุ่งเน้นไปที่การจำกัดแสงเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตไก่เนื้อ เนื่องจากในระหว่างช่วงมืดไก่เนื้อมีการทำกิจกรรมต่างๆ และใช้พลังงานจากการทำงานกิจกรรมในระดับที่ต่ำมาก (Rahimi *et al.*, 2005)

### ช่วงเวลาการมีแสง

ช่วงเวลาการมีแสง หรือ photoperiod หมายถึง ช่วงระยะที่มีแสงสว่างต่อเนื่องกับช่วงระยะที่มืดหรือไม่มีแสงสว่าง ถ้าใน 24 ชั่วโมงมีแสงสว่าง 1 ครั้ง เวลาที่เหลือนั้นมืดตลอดก็เรียกว่า 1 ช่วง หรือ 1 รอบ ถ้าสว่าง มืด สว่าง มืด ก็เรียกว่า 2 ช่วง หรือ 2 รอบ

โปรแกรมแสงที่นิยมใช้ในการเลี้ยงไก่เนื้อมีรูปแบบมาจากความต้องการแสงของบรรพบุรุษของไก่เนื้อ คือ ไก่ป่าแดง (*Gallus gallus*) ในป่าแถบเส้นศูนย์สูตร ซึ่งมีช่วงแสง 12 ชั่วโมง และช่วงมืด 12 ชั่วโมงในแต่ละวัน (Morris, 1967)

## อุปกรณ์ให้แสงสว่างภายในโรงเรียน

การให้แสงสว่างภายในโรงเรียนนิยมใช้หลอดไฟต่างๆ ดังนี้

1. หลอดไส้ (incandescent bulb) มีอายุการใช้งานสั้น ประสิทธิภาพในการให้แสงต่ำ แต่ค่าติดตั้งถูก
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) ประสิทธิภาพในการให้แสงดีกว่า มีอายุการใช้งานนานกว่า แต่ค่าติดตั้งแพงกว่าแบบแรก
3. หลอดไอปรอท (mercury vapor lamp) มีประสิทธิภาพในการให้แสงดีกว่า 2 แบบแรก แต่ค่าติดตั้งสูงกว่า ให้แสงสว่างมากกว่า ทำให้ควบคุมความเข้มแสงและการกระจายของแสงได้ยาก (Morris, 1967)

## ระดับความสว่างของอุปกรณ์ให้แสงภายในโรงเรียน

### แรงเทียน

แรงเทียน หรือ แคนเดลา (candela; cd) คือ หน่วยที่ใช้วัดความเข้มของการส่องสว่าง (luminous intensity) หมายความว่า ถ้านำแหล่งกำเนิดแสงไว้ที่ศูนย์กลางของทรงกลม ซึ่งมีรัศมีเท่ากับ 1 ฟุต พื้นที่ผิวของทรงกลมขนาด 1 ตารางฟุต จะวัดความสว่างได้เท่ากับ 1 ฟุตแรงเทียน (foot candle ; fc) หรือเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต (Morris, 1967)

### ลูเมน

ลูเมน (lumen; lm) คือ หน่วยที่ใช้วัดกำลังของความสว่าง (luminous power) จากทรงกลมลูกเดิม เมื่อทราบแล้วว่า 1 ฟุตแรงเทียน (fc) หรือ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต ใน 1 ตารางฟุต จะมีเส้นแสงมาตก 1 เส้น หรือ 1 ลูเมน ก็คือที่พื้นที่ผิวโดยรอบขนาด 12.57 ตารางฟุต ก็จะมีเส้นแสงมาตก 12.57 ลูเมน จะได้ว่า  $1 \text{ cd} = 12.57 \text{ lm}$  (Morris, 1967)

## ลักซ์

ลักซ์ (lux; lx) คือ หน่วยที่ใช้วัดความสว่าง เมื่อทราบแล้วว่า 1 fc = 1 ลูเมนต่อตารางฟุต แปลงตารางฟุตมาเป็นตารางเมตร (1 ตารางเมตร = 10.76 ตารางฟุต) ดังนั้น 1 fc = 1 ลูเมนต่อ 10.76 ตารางเมตร หรือเรียกอีกอย่างว่า ลักซ์ (Morris, 1967)

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ฟุตแรงเทียน} &= 1 \text{ ลูเมนต่อตารางฟุต} \\
 &= 10.758 \text{ ลักซ์} \\
 \text{หรือประมาณ} &= 10 \text{ ลักซ์}
 \end{aligned}$$

## ระบบภูมิคุ้มกัน

เนื้อเยื่อและอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกัน แตกต่างจากเนื้อเยื่อและอวัยวะส่วนอื่นๆ ของร่างกาย เพราะระบบภูมิคุ้มกันมีการกระจายอยู่ทุกส่วนของร่างกาย เนื้อเยื่อและอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกันแบ่งตามหน้าที่การทำงานได้ 2 กลุ่ม คือ

1. primary lymphoid organs ได้แก่ อวัยวะที่มีการสร้างลิมโฟไซต์ (lymphocyte) lymphocyte ในอวัยวะเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเจริญเติบโต และสร้างตัวรับ (receptor) ซึ่งเฉพาะเจาะจงต่อชนิดของ lymphocyte และ lymphocyte จะกลายเป็น lymphocyte ที่เจริญเต็มที่ (mature lymphocyte) อวัยวะดังกล่าว ได้แก่ ไชกระดูก ซึ่งเป็นที่สร้างและเจริญของ B-lymphocyte (B-cells) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (ในไก่คือ bursa of Fabricius) และต่อมไทมัส ซึ่งเป็นที่เจริญของ T-lymphocyte (T-cells) (Abbas *et al.*, 2000)

2. Secondary lymphoid organs เป็นอวัยวะที่ lymphocyte ที่เจริญเต็มที่ ถูกส่งมาอยู่เพื่อตรวจหาและดำเนินการต่อสู้ทำลายแอนติเจน อวัยวะเหล่านี้ ได้แก่ ต่อม้ำเหลือง มีม Peyer's patch และต่อมทอนซิล เป็นต้น (Abbas *et al.*, 2000)

## เม็ดเลือดขาว

เม็ดเลือดขาว (leukocyte หรือ white blood cells) ในสัตว์ปีกแต่ละชนิดจะมีจำนวนที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไปเม็ดเลือดขาวของสัตว์ปีกจะมีรูปร่างค่อนข้างกลมกว่าและมีจำนวนน้อยกว่าเม็ดเลือดแดงมาก เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส แต่ไม่มีฮีโมโกลบิน สามารถเคลื่อนที่ได้แบบอะมีบา โดยการรีดผ่านออกมาทางผนังเส้นเลือดฝอยเข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อที่อยู่รอบๆ เพื่อทำหน้าที่เก็บกินเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการอักเสบติดเชื้อ กระบวนการนี้เรียกว่า leucodiapedesis (วิโรจน์, 2537)

## ชนิดของเม็ดเลือดขาว

เม็ดเลือดขาวที่มีอยู่ในน้ำเลือดที่ไหลเวียนอยู่ในระบบไหลเวียนของเลือดนั้นจะมีอยู่ 2 ชนิด จำแนกออกโดยอาศัยลักษณะเด่น 3 ประการ คือ

1. ขนาด และการย้อมติดสีของเม็ดสี (granules) เมื่อย้อมด้วยสี Wright-Giemsa
2. ลักษณะรูปร่างของนิวเคลียส
3. การติดสีของไซโตพลาสซึม

จากลักษณะ 3 ประการ ดังกล่าวทำให้สามารถแบ่งเม็ดเลือดขาวออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แกรนูโลไซต์ และอะแกรนูโลไซต์ รวม 5 ชนิด (วิโรจน์, 2537) คือ

## แกรนูโลไซต์ (granulocyte)

แกรนูโลไซต์ เม็ดเลือดขาวกลุ่มนี้จะมีเม็ดสีขนาดเล็กหรือใหญ่ไม่เหมือนกันอยู่ในไซโตพลาสซึม นิวเคลียสมักมีรูปร่างเป็นกลีบ ในไก่มีอยู่ประมาณ 28,000-35,000 เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ เฮเทอโรฟิล (heterophil) อีโอสิโนฟิล (eosinophil) และเบโซฟิล (basophil)

แกรนูโลไซต์จัดเป็นเซลล์ที่มีความสำคัญมากพอสมควร โดยมีหน้าที่ต่อสู้ป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส ปรสิต และการตอบสนองต่อปฏิกิริยาแพ้ ในร่างกายมีจำนวนเม็ดเลือดขาวไม่มาก เมื่อเทียบกับเซลล์อื่นๆ โดยมีอัตราส่วนเม็ดเลือดขาว 1 ตัว ต่อเม็ดเลือดแดง 1,000-2,000 ตัว

และต่อเกล็ดเลือด 40-80 ตัว แต่เนื่องจากเม็ดเลือดขาวมีอายุสั้น ดังนั้นจึงมีจำนวนที่ร่างกายต้องผลิตขึ้นมาทดแทนเซลล์ที่หมดอายุในจำนวนที่มากพอๆ กันกับเม็ดเลือดแดงในแต่ละวัน (พรเทพ, 2535)

### 1. เฮเทอโรฟิล (heterophil)

heterophil เป็นเซลล์ที่มีลักษณะค่อนข้างกลม ไซโตพลาสซึมไม่มีสี แกรนูโลสีย้อม (eosinophilic) รูปเข็ม (rod-or spindle-shaped) มักจะมี central body ที่เห็นเด่นชัดและมักจะสะท้อนแสง สมียร์เลือดที่ย้อมด้วยสี Wright's stain จะเห็น central body ชัดเจน ซึ่งมักก่อนไปทางด้านใดด้านหนึ่งของแกรนูโล ส่วนนิวเคลียสจะเป็นพู อาจมี 2-3 พูซึ่งมักจะถูกแกรนูโลบึง heterophil ในสัตว์ปีกจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับนิวโทรฟิล (neutrophil) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทำหน้าที่จับกินสิ่งแปลกปลอม และตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น เช่น การอักเสบทำให้จำนวน heterophil เพิ่มขึ้นอย่างมาก ภาวะเครียดทำให้จำนวน heterophil เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ดังตารางที่ 2 ในช่วงแรกของการขาดวิตามิน บี 2 อาจพบภาวะ heterophilia จำนวน heterophil ในสัตว์ปีกบางชนิดอาจมีมากกว่าจำนวน lymphocyte (เฉลียว, 2548)

heterophil เป็นเซลล์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการทำลายแบคทีเรียโดยจะตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการกระตุ้นทางเคมี (chemotactic stimuli) และเป็นเซลล์ชนิดแรกที่พบในการตอบสนองต่อการอักเสบ heterophil เป็นเซลล์ออกฤทธิ์ของระบบภูมิคุ้มกันแบบสารน้ำและเป็นเซลล์ออกฤทธิ์ที่สำคัญทั้งในกระบวนการ antibody-dependent (การตอบสนองระบบภูมิคุ้มกันด้วยแอนติบอดีจำเพาะจับและทำลายเซลล์ที่ติดเชื้อ) และ natural cytotoxicity (แอนติบอดีชนิดยับยั้งไวรัสในการติดเชื้อของเซลล์ จากการจับกับไวรัสและป้องกันการจับของไวรัสกับตัวรับที่เซลล์เป้าหมาย) (Karen *et al.*, 2007)

### 2. อีโอสิโนฟิล (eosinophil)

eosinophil ในสัตว์ปีกจะมีลักษณะเฉพาะ คือแกรนูโลกลม ขนาดแตกต่างกันไป อยู่ในไซโตพลาสซึมสีฟ้าอ่อน แต่ในนกบางชนิดอาจเป็นรูปรี (oval-shaped) หรือรูปเข็ม การแยก eosinophil ออกจาก heterophil จากการติดสีในสมียร์เลือดเดียวกัน แกรนูโลของ eosinophil จะติดสีสีกว่า ส่วนแกรนูโลของ heterophil ซึ่งมี central body จะติดสีเข้มกว่า ส่วนนิวเคลียสของ eosinophil มักติดสีออกทางน้ำเงินเข้ม แต่อย่างไรก็ตามในนกแต่ละชนิดอาจติดสีแตกต่างจากที่กล่าวมาข้างต้น (เฉลียว, 2548)

### 3. เบโซฟิล (basophil)

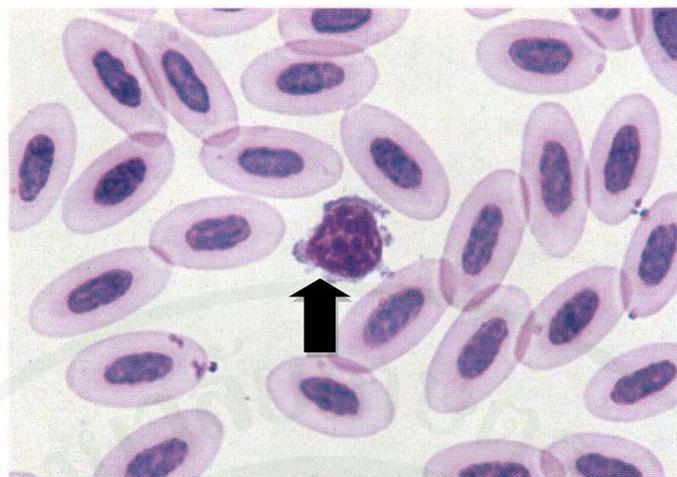
basophil ในสัตว์ปีกก่อนข้างกลม มีนิวเคลียสกกลมที่อยู่กลางเซลล์และติดสีน้ำเงินอ่อน แต่มักเห็นไม่ชัดเพราะถูกแกรนูลสีน้ำเงินเข้มบังเมื่อย้อมด้วยสี Wright-Giemsa จำนวน basophil ในสัตว์ปีกก่อนข้างน้อย แตกต่างกันไปตามชนิด และโดยทั่วไปจะน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในไก่ที่จำนวน basophil อาจมากกว่าจำนวน eosinophil จำนวน basophil ในสัตว์ปีกเพศผู้จะมากกว่าเพศเมีย และเมื่อมีอายุมากขึ้นจำนวน basophil จะลดลง แกรนูลของ basophil จะมีฮิสตามีน (histamine) จึงมีส่วนในการอักเสบอย่างเฉียบพลันและปฏิกิริยาภูมิไวเกิน (เจเลียว, 2548)

### อะแกรนูโลไซต์ (agranulocyte)

อะแกรนูโลไซต์ เป็นเม็ดเลือดขาวชนิดที่มีเม็ดสีน้อยมากหรือไม่มีเลยในไซโตพลาสซึม แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ประกอบด้วย ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) และ โมโนไซต์ (monocyte)

#### 1. ลิมโฟไซต์ (lymphocyte)

lymphocyte เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดหนึ่ง มีความสำคัญที่สุดในการสร้างภูมิคุ้มกันสามารถรับรู้ถึงสิ่งแปลกปลอมหรือแอนติเจนที่เข้าสู่ร่างกายและเป็นเซลล์ที่จะตอบสนองต่อแอนติเจนอย่างจำเพาะเจาะจง (Abbas *et al.*, 2000) lymphocyte ของไก่มีหน้าที่และการทำงานเช่นเดียวกับ lymphocyte ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ ลักษณะกลมอยู่กลางเซลล์ แต่มีปริมาณของไซโตพลาสซึมน้อย จากการย้อมด้วยสี Wright-Giemsa พบว่า ไซโตพลาสซึมติดสี basophilic ชัดเจน ดังภาพที่ 4 ในไก่สามารถพบได้ทั้ง T-lymphocyte และ B-lymphocyte โดย T-lymphocyte เป็นเซลล์ที่เจริญและพัฒนาในต่อมไทมัส ส่วน B-lymphocyte จะเจริญและพัฒนาที่ bursa of Fabricius (Cooper *et al.*, 1967)



ภาพที่ 4 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา แสดง lymphocyte ของไก่

ที่มา: Campbell (1995)

สัดส่วนของ lymphocyte ชนิดต่างๆ ที่พบในเนื้อเยื่อและอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกัน แสดงในตารางที่ 1 ใน primary lymphoid organs ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการสร้างและเจริญของ lymphocyte พบว่า ในไขกระดูกจะพบ B-lymphocyte มากที่สุด คือ ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของ lymphocyte ทั้งหมดในต่อมไทมัส T-lymphocyte เป็น lymphocyte ที่พบมากที่สุด คือ มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใน bursa of Fabricius ของไก่จะพบ B-lymphocyte มากที่สุด คือ ประมาณ 93.50 เปอร์เซ็นต์ ใน secondary lymphoid organs ซึ่งเป็นแหล่งที่ mature lymphocyte ถูกส่งมาอยู่เพื่อทำลายแอนติเจน ในม้ามจะพบ B-lymphocyte ในสัดส่วนที่มากกว่า T-lymphocyte แตกต่างจากต่อมน้ำเหลืองซึ่งพบ T-lymphocyte ในสัดส่วนที่มากกว่า B-lymphocyte และ natural killer cell (NK cell) จะพบในม้ามมากกว่าต่อมน้ำเหลือง ส่วนในกระแสเลือดพบ T-lymphocyte ในสัดส่วนที่มากกว่า B-lymphocyte และพบ NK cell มากที่สุด (Abbas *et al.*, 2000)

ตารางที่ 1 สัดส่วนของ lymphocyte ชนิดต่างๆ ที่พบในเนื้อเยื่อและอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์ปีก

เนื้อเยื่อและอวัยวะ ของระบบภูมิคุ้มกัน	T-lymphocyte (เปอร์เซ็นต์)			B-lymphocyte (เปอร์เซ็นต์)	NK cells (เปอร์เซ็นต์)
	T-lymphocyte ทั้งหมด	CD4	CD8		
Primary lymphoid organs					
ไขกระดูก	1.0	-	-	90	-
ไทมัส	>95	60-80	20-40	<1	<0.1
Bursa of Fabricius (ไก้)*	-	1.21	1.23	93.50	-
Secondary lymphoid organs					
ม้าม	20-30	70-90	10-30	40-50	1-5
ต่อมน้ำเหลือง	70-80	60	20-40	10-20	<1
เลือด	67-76	38-46	31-40	11-16	10-19

ที่มา: Abbas *et al.* (2000), \* Asheg *et al.* (2003)

## 2. โมโนไซต์ (monocyte)

monocyte ในสัตว์ปีกนับว่าเป็นเม็ดเลือดขาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด รูปร่างไม่แน่นอน นิวเคลียสแตกต่างกันไปโดยอาจจะกลม หรือมี 2 พู โครมาตินค่อนข้างเนียนละเอียด อาจพบลักษณะโครมาตินอัดแน่นบ้าง แต่จำนวนไม่มากเท่าของ lymphocyte สีไซโตพลาสซึมเป็นสีเทาฟ้า อาจพบแกรนูลเล็กละเอียดและบางที่มีแวคคิวโอล (เจลิเยว, 2548)

## การสร้างเม็ดเลือดขาว

เม็ดเลือดขาวอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ phagocyte และ lymphocyte

phagocyte ประกอบด้วยเซลล์ 3 ชนิด คือ neutrophil, eosinophil และ basophil รวมทั้งเซลล์อีกชนิดหนึ่ง คือ monocyte ส่วน lymphocyte และ plasma cells จัดเป็นอีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า immunocyte ประกอบด้วย B-cell, T-cell และ non-B, non-T cell และ B-cell เป็นกลุ่มเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกัน (immunoglobulins) ซึ่งส่วนมากจะสร้างที่ไขกระดูก

T-cell ประกอบด้วย cytotoxic T-cell หรือ killer cell, suppressor T-cell และ helper T-cell ส่วนกลุ่มสุดท้ายที่ไม่ใช่ B-cell หรือ T-cell เรียก natural killer cell ซึ่งเซลล์แต่ละชนิดมีหน้าที่แตกต่างกัน (เฉลียว, 2548)

## จำนวนของเม็ดเลือดขาว

จำนวนเม็ดเลือดขาวทั้งหมดในร่างกายนั้นมีความโน้มเอียงที่มีการเปลี่ยนแปลงได้มากในสัตว์ปีกแต่ละตัว ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเม็ดเลือดขาวในร่างกายนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความเครียด การให้ฮอร์โมนเอสโตรเจน โรค และยาต่างๆ เซลล์เม็ดเลือดขาวเหล่านี้จะทำหน้าที่อย่างเต็มที่ในภาวะที่ร่างกายอยู่ในภาวะความเครียดและเป็นโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเม็ดเลือดชนิด lymphocyte และ heterophil จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนได้มากในสภาวะดังกล่าว ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าเซลล์เม็ดเลือดขาวทั้งสองชนิดมีหน้าที่โดยตรงต่อกระบวนการเก็บกิน (phagocytosing activity) และต่อสู้กับเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกาย

การศึกษาจำนวนเม็ดเลือดขาวในสัตว์ปีกต่างๆ ทำได้โดยการเอาเลือดมาทำเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (thin blood smear) บนแผ่นกระจกสไลด์ แล้วย้อมด้วยสี Wright-Giemsa ซึ่งเทคนิคในการย้อมสีแบบนี้ เรียกว่า supravital technique หลังจากนั้นเอามาจับจำนวนเม็ดเลือดขาวทั้งหมดและนับแยกชนิดเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ ออกมา (differential WBC counts) ปรากฏว่ามีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte สูงกว่าจำนวนของเม็ดเลือดขาวชนิด heterophil มาก จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte ในร่างกายสัตว์ปีกส่วนมากจะคิดเป็นสัดส่วนมากกว่าเม็ดเลือดขาวชนิดอื่นๆ กล่าวคือมีถึง 40-70 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3 แต่ในนกกระจอกเทศและไก่ฟ้า จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดดังกล่าว (lymphocyte) จะกลับตรงกันข้าม กล่าวคือจะมีจำนวน heterophil ในเลือดมากกว่า

ครึ่งหนึ่งของจำนวนเม็ดเลือดขาวทั้งหมด ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวนี้ยังไม่ทราบแน่ชัด (วิโรจน์, 2537)

จำนวนเม็ดเลือดขาวตามปกติจะแตกต่างกันตามชนิดสัตว์ เพศ (ถ้าเพศผู้จะมีจำนวนมากกว่าเพศเมีย) อายุ (เพิ่มขึ้นตามอายุ) สภาพของร่างกาย (ถ้าเป็น โรคติดเชื้อก็จะเพิ่มสูงขึ้น แล้วแต่โรคที่เกิดขึ้น) รังสีเอ็กซ์เรย์ (จะมีผลต่อเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน เช่น lymphocyte จะไวต่อแสงเอ็กซ์เรย์) การให้ยาพวกสเตอรอยด์ เช่น คอร์ติโซน พบว่าจะมีผลทำให้จำนวน lymphocyte ลดลงเป็นต้น (วิโรจน์, 2537)

## ตารางที่ 2 ช่วงอายุของเม็ดเลือดในสัตว์ปีกและจำนวนที่สร้างในแต่ละวัน

ชนิดของเม็ดเลือด	ช่วงอายุ (ระยะเวลาที่มีชีวิตในร่างกาย)	จำนวนที่สร้างในแต่ละวัน (เซลล์)	
		จำนวนที่วัดได้	จำนวนโดยประมาณ
erythrocyte	50 – 60 วัน (100-120 วัน)	$3.15 \times 10^{11}$	-
granulocyte	6-7 วัน	$1.12 \times 10^{11}$	-
thrombocyte	4-5 วัน (8-11 วัน)	$2.42 \times 10^{11}$	-
monocyte	8.5 ชั่วโมง	-	$0.12 \times 10^{11}$
eosinophil	-	-	$0.05 \times 10^{11}$
basophil	-	-	-
B-lymphocyte	-	-	$0.6 \times 10^{11}$
T-lymphocyte	-	-	-

ที่มา: พรเทพ (2535)

เม็ดเลือดขาวหลังจากการฟักออกจากไขฟัก จะเห็นได้ว่าเม็ดเลือดขาวชนิดแกรนูโลไซต์ทุกชนิดและอะแกรนูโลไซต์บางส่วนจะถูกสร้างมาจากไขกระดูกสีแดงของกระดูกชนิดยาว (ในไก่หรือสัตว์ปีกที่ยังอายุน้อย แต่ถ้ามีอายุแล้วจะถูกสร้างมาจากไขกระดูกสีแดงของกระดูกบางชิ้น เช่นกระดูกสันหลัง ปลายกระดูกซี่โครง ฯลฯ) นอกเหนือจากเม็ดเลือดแดงและ thrombocyte ม้ามของสัตว์ปีกหลังจากฟักออกจากไขฟักจะปล่อยเอา heterophil ออกมาเป็นจำนวนมาก และเริ่มต้นสร้างเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte และ monocyte เลือดของลูกไก่ในไขฟักตามปกติมักจะมีจำนวนเม็ดเลือดขาวน้อย แม้ว่าจะมีสัดส่วนของ heterophil และ basophil อยู่มากก็ตาม ต่อมาจำนวนของ heterophil จะลดลงในระหว่างสัปดาห์แรก (พรเทพ, 2535)

จำนวนเม็ดเลือดของสัตว์ปีกจะไม่เปลี่ยนจนกระทั่ง 2 วันหลังจากฟัก จำนวน lymphocyte จะสูงขึ้นประมาณ 5,000 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร สัดส่วนของเซลล์เหล่านี้จะเพิ่มอย่างมากจนกระทั่ง 3 สัปดาห์ จึงจะมีสัดส่วนจำนวนของเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด และปริมาณเม็ดเลือดขาวเหมือนกับในสัตว์ปีกที่โตเต็มวัย สำหรับเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte นอกจากถูกสร้างที่ไขกระดูกแล้วยังถูกสร้างได้จากม้าม ต่อมไทมัส ต่อม bursa of Fabricius, cecal tonsils และบริเวณ follicles หรือ plexuses ที่อยู่กระจายทั่วร่างกายโดยเฉพาะที่ผนังลำไส้ (พรเทพ, 2535)

### ตารางที่ 3 อัตราส่วนของ heterophil: lymphocyte ในสัตว์ปีกบางชนิด

ชนิดสัตว์ปีก	heterophil: lymphocyte
นกพิราบ	23:65
นกแบล็กเบิร์ด (Blackbird)	30:55
เป็ดวู้ดดั๊ก (Wood duck)	36:56
นกมาคอว์	35:60
นกกระจอกเทศ	59:27
ห่านคานาดา (Canada goose)	46:40
ไก่งวงคองแหวน (Ringnecked pheasant)	48:34
เพนกวินเท้าดำ (Blackfooted penguin)	70:36
ไก่เนื้อ (Broiler)*	51:45

ที่มา: เกลียว (2548) และ Ghareeb and Bohm (2009)\*

### ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดต่ออัตราส่วนเม็ดเลือดขาว

การเพิ่มขึ้นของระดับอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด heterophil (H) ต่อ lymphocyte (L) จะเป็นตัวชี้วัดที่บ่งชี้ถึงความเครียด (general stress) ในไก่ (Gross and Seigel, 1983; Maxwell, 1993) นอกจากนี้ยังมีการนำอัตราส่วน H:L มาเป็นเกณฑ์ในการวัดระดับความต้านทานต่อความเครียด (Al-Murrani *et al.*, 1997) และใช้วัดระดับการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลชนิดเชื้อตาย (Kassab *et al.*, 2000) สาเหตุของความเครียดอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมในการเลี้ยง การอดอาหารหรือน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ช่วงแสงที่ไก่ได้รับ ซึ่งจะส่งผลให้จำนวนของเม็ดเลือดขาวชนิด heterophil เพิ่มขึ้น เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte ลดลง (Gross and Seigel, 1986; Gross, 1989; Mc Farlane and Curtis, 1989) Davis *et al.* (2000) กล่าวว่า เมื่อทดลองลดปริมาณอาหารที่ให้ลงจากเดิมจะส่งผลให้ฮอร์โมน corticosterone และอัตราส่วน H:L ในไก่ (*Gallus gallus*) เพิ่มขึ้น

เมื่อไก่เกิดความเครียดจะมีการตอบสนองทางสรีรวิทยา โดยฮอร์โมน catecholamines ที่อยู่ใน adrenal medulla และฮอร์โมน glucocorticoid ที่อยู่ใน adrenal cortex จะถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด (Sapolsky, 1992; Richard, 1998) ในสัตว์ปีกระดับของฮอร์โมน epinephrine จาก adrenal medulla จะเพิ่มขึ้นเมื่อไก่เกิดความเครียด ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากการที่ฮอร์โมน glucocorticoid เพิ่มขึ้น (Le Maho *et al.*, 1992) โดยฮอร์โมนจะทำหน้าที่ปรับสภาวะต่างๆในร่างกายให้อยู่ในสมดุล ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมเพื่อรักษาระดับพลังงานที่ร่างกายต้องการ (Wingfield *et al.*, 1998) Harmon (1998) ได้รายงานไว้ว่า glucocorticoid จะมีผลทำให้เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte ลดลง และเพิ่มระดับของเม็ดเลือดขาวชนิด heterophil

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบจำนวนของเม็ดเลือดขาว (เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด)

ประเภท	สปีชีส์	lymphocyte	neutrophil/ heterophil	eosinophil	basophil	monocyte	ที่มา
สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	สุนัข ( <i>Canis lupus familiaris</i> )	23.1	66.4	6.3	0.1	4.0	Jain (1986)
	มนุษย์ ( <i>Homo sapien</i> )	34.0	59.0	2.7	0.5	4.0	Albritton (1968)
	ม้า ( <i>Equus caballus</i> )	38.7	52.6	3.4	0.5	4.3	Jain (1986)
สัตว์ปีก	ไก่ ( <i>Gallus gallus</i> )	63.0	30.1	2.5	1.3	3.1	Branton <i>et al.</i> (1997)
	นกคิตใหญ่ ( <i>Parus major</i> )	68.5	19.6	5.6	5.6	1.0	Hauptmanova <i>et al.</i> (2002)
	นกนางนวล ( <i>Larus glaucescens</i> )	43.0	53.0	3.0	0.0	1.0	Newman <i>et al.</i> (1997)

ที่มา: Davis *et al.* (2008)

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### อุปกรณ์

#### 1. สัตว์ทดลอง

ไก่เนื้อพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 500 ตัว และเพศเมีย จำนวน 500 ตัว แบ่งไก่แต่ละเพศออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 25 ตัว

#### 2. อุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อ

1. โรงเรือนเลี้ยงไก่ระบบปิด (evaporative cooling system)
2. ผ้าใบที่บดกันแสง
3. ถาดใส่อาหารไก่เล็ก
4. หลอดไฟฟ้าสำหรับกกลูกไก่ ขนาด 60 วัตต์
5. ถังใส่อาหารแบบแขวน
6. ขวดน้ำพลาสติก ซ้ำละ 2 อัน (สำหรับไก่ระยะเล็ก)
7. ชุดให้น้ำอัตโนมัติ (สำหรับไก่ใหญ่)
8. เทอร์โมมิเตอร์
9. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล
10. กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว

#### 3. อาหารไก่เนื้อ

ใช้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าชนิดเม็ด (pellet) แบ่งเป็น 2 สูตร ตามช่วงอายุของไก่เนื้อ คือ 0-21 วัน และ 22-42 วัน โดยอาหารในสูตรที่ 2 ที่ใช้ในช่วงอายุ 22-42 วันเป็นอาหารที่ปราศจากยาปฏิชีวนะ โดยมีองค์ประกอบทางโภชนาในอาหารดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารไก่เนื้ออายุ 0–21 วัน และ 22–42 วันจากการวิเคราะห์

องค์ประกอบทางโภชนา	0-21 วัน	22-42 วัน
ความชื้น (%)	9.58	10.35
โปรตีน (%)	22.65	24.58
ไขมัน (%)	5.70	10.92
เยื่อใย (%)	3.70	3.74
เถ้า (%)	6.93	6.94
แคลเซียม (%)	1.60	1.38
ฟอสฟอรัส (%)	0.79	0.72
พลังงานรวม (แคลอรี/กรัมน้ำหนักแห้ง)	4570.25	4957.45

#### 4. อุปกรณ์และสารเคมีในการเจาะเลือด

1. เข็มฉีดยาเบอร์ 23
2. กระจกฉีดยาขนาด 3 มิลลิลิตร

#### 5. วัสดุวิทยาศาสตร์และสารเคมีในการหาอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด heterophil: lymphocyte

1. Microscopic glass slide 22 × 30 มิลลิเมตร
2. สีย้อม Wright-Giemsa
3. เอทานอลความเข้มข้น 7 (เปอร์เซ็นต์)
4. น้ำกลั่น
5. กล้องจุลทรรศน์ (light microscope)

6. อุปกรณ์และสารเคมีในการหาระดับแอนติบอดีต่อวัคซีนนิวคาสเซิลโดยวิธี hemagglutination inhibition test (HI test)

1. micro plate (V-plate)
2. micropipette digital multichannel (8-channel, 5-50 µl) with disposable tips
3. micropipette digital multichannel 40-200 µl
4. centrifuge
5. pipette tip
6. phosphate buffer saline (PBS)
7. 1% Red blood cell (Alserver solution)

### วิธีการ

เลี้ยงไก่เนื้อทั้งหมดในโรงเรือนปิดควบคุมสภาพแวดล้อมด้วยระบบระเหยไอน้ำจากน้ำ (evaporative cooling system) โรงเรือนเดียวกัน โดยใช้ผ้าใบกันแสงโรงเรือนออกเป็น 2 ฟังตามความยาวของโรงเรือน เมื่อเปิดหลอดไฟในโรงเรือนไก่แต่ละฟังของโรงเรือนจะได้รับแสงสว่างในระดับที่เท่ากัน โดยให้ไก่เนื้อได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลอง ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 42 วัน

ช่วงแสงหรือ photoperiod ที่ใช้ในการทดลองกับไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่ม ในช่วง 0-7 วัน ไก่เนื้อจะได้รับแสงเท่ากันและอยู่ภายใต้หลอดไฟกึ่งเช่นเดียวกัน โดยจะได้รับแสงสว่างจากหลอดไฟภายในโรงเรือนตั้งแต่เวลา 0.00 – 23.00 น. และไก่เนื้อในกลุ่มควบคุมจะได้รับแสงสว่างในช่วงดังกล่าวตลอดการทดลอง เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง ไก่เนื้อจะได้รับช่วงแสงที่ต่างกันไปจนอายุ 35 วัน จากนั้นจะกลับเข้าสู่การเลี้ยงภายใต้ช่วงแสงเดียวกันในช่วงอายุ 36-42 วัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 โดยในช่วงอายุ 8-21 วัน ไก่เนื้อในกลุ่มทดลองจะได้รับแสงสว่างจากหลอดไฟภายในโรงเรือนตั้งแต่เวลา 0.00-16.00 น. และ 0.00-18.00 น. ในช่วงอายุ 22-35 วัน

## ตารางที่ 6 ช่วงแสงที่ใช้ในการทดลอง

อายุ (วัน)	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
0-7	23.0 L : 1.0 D	23.0 L : 1.0 D
8-21	23.0 L : 1.0 D	16.0 L : 8.0 D
22-35	23.0 L : 1.0 D	18.0 L : 6.0 D
36-42	23.0 L : 1.0 D	23.0 L : 1.0 D

หมายเหตุ; L = light period (ช่วงมีแสงสว่าง), D = dark period (ช่วงมืด)

แสงสว่างภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่เนื้อที่ใช้ในช่วงอายุ 0-7 วัน มีค่าความสว่างเฉลี่ย  $20.00 \pm 0.23$  ลักซ์ ซึ่งมาจากแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้เพื่อให้แสงสว่างภายในโรงเรือน และแสงจากหลอดไส้ที่ใช้ในการกก และในช่วงอายุ 8-42 วัน ค่าความสว่างภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $5.00 \pm 0.17$  ลักซ์ ซึ่งมาจากแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ และในช่วงมืดค่าความสว่างในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.00 \pm 0.22$  ลักซ์ ค่าความสว่างข้างต้นได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดแสง lux meter โดยวัดที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตรจากพื้น ทั้งหมด 25 ตำแหน่งในแต่ละฝั่งของโรงเรือน

### การบันทึกผลการทดลอง

- บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว โดยชั่งน้ำหนักไก่ในแต่ละเช้าเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง แล้วนำมาคำนวณเป็นน้ำหนักเฉลี่ยแต่ละกลุ่มทดลอง
- บันทึกปริมาณอาหารที่กิน โดยบันทึกปริมาณอาหารที่กินทุกๆ 7 วัน ในแต่ละเช้า แล้วนำมาคำนวณเป็นปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มทดลอง
- บันทึกจำนวนไก่ตายของแต่ละเช้าแล้วนำมาคำนวณเป็นอัตราการตายเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มทดลอง

4. บันทึกน้ำหนักกรวยตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วนำมาคำนวณหาความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวของฝูง

5. บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง

6. บันทึกพฤติกรรม (โดยใช้กล้องบันทึกภาพวงจรปิด) ทุกสัปดาห์ แต่ละสัปดาห์จะทำการบันทึกภาพ 3 วันติดต่อกัน โดยแบ่งการสังเกตพฤติกรรมในแต่ละวันออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงมีแสง และช่วงมืด ใช้วิธีการบันทึกพฤติกรรมแบบ period occurrence recording โดยสุ่มสังเกตพฤติกรรมช่วงละ 10 นาที (ช่วงสว่าง 10 นาที และช่วงมืด 10 นาที) บันทึกพฤติกรรมเมื่อพบการแสดงพฤติกรรมของไก่เนื้ออย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไก่ในแต่ละชั่วโมง (Shields, 2004) โดยแบ่งสังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นทุก 1 นาทีติดต่อกันจนครบ 10 นาที

ใช้เกณฑ์การบันทึกคะแนนการแสดงพฤติกรรมในแต่ละนาที (รวมช่วงละ 10 นาที หรือ 10 คะแนน) โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

คะแนน 0 = ไก่เนื้อไม่มีการแสดงพฤติกรรม หรือมีการแสดงพฤติกรรมน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไก่ในชั่วโมง ภายในระยะเวลา 1 นาที

คะแนน 1 = มีการแสดงพฤติกรรมอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไก่ในชั่วโมง อย่างน้อย 1 ครั้ง ภายในระยะเวลา 1 นาที

7. วัดระดับสุขภาพฝ่าเท้า โดยสุ่มไก่จากแต่ละชั่วโมง ชั่วโมงละ 5 ตัว ใช้เกณฑ์การวัดระดับสุขภาพฝ่าเท้า โดยการแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีแผลบริเวณฝ่าเท้า

คะแนน 1 = มีแผลตื้น สีคล้ำ แผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

คะแนน 2 = แผลรุนแรง มีอาการบวม แผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 มิลลิเมตร

(Bassett, 2009)

8. วัดระดับสุขภาพแข็ง โดยสุ่มไ้จากแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว  
ใช้เกณฑ์การวัดระดับสุขภาพแข็ง โดยการแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน 0 = ไม่มีแผลบริเวณแข็ง

คะแนน 1 = มีแผลขนาด 1-3 มิลลิเมตร

คะแนน 2 = มีแผลขนาดใหญ่กว่า 1-3 มิลลิเมตร (Bassett, 2009)

9. วัดระดับคุณภาพวัสดุรองพื้น โดยสุ่มวัดจากแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 5 จุด  
ใช้เกณฑ์การวัดระดับคุณภาพวัสดุรองพื้น โดยการแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน 0 = ค่อนข้างแห้ง ร่วน เมื่อใช้มือกำและคลายมือออกจะไม่ติดมือ

คะแนน 1 = ซึ้นปานกลาง จับตัวเป็นแผ่นเล็กน้อย เมื่อใช้มือกำและคลายมือออกวัสดุรองพื้นจะเกาะกันเป็นก้อนอย่างหลวมๆ

คะแนน 2 = ซึ้นมาก จับตัวเป็นก้อนขนาดใหญ่ เมื่อใช้มือกำและคลายมือออกวัสดุรองพื้นจะเกาะกันเป็นก้อน (Bassett, 2009)

#### 10. การเก็บตัวอย่างเลือด

เพื่อผลการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลที่อายุ 1 วัน โดยที่อายุ 1 วัน ทำการเก็บตัวอย่างกลุ่มละ 10 ตัว (รวมเป็น 20 ตัว เพื่อเป็นตัวแทนค่าภูมิคุ้มกันที่ได้รับการถ่ายทอดจากแม่) และที่ 35 วัน ซึ่งเป็นช่วงหลังจากที่ไก่เนื้อได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลแล้ว 14 วัน (ไก่เนื้อได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลด้วยวิธีหยอดจมูกที่อายุ 21 วัน)

ที่อายุ 35 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากไก่ในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 2 ตัว รวมเป็น 80 ตัว เจาะเลือดไก่ตัวละ 4 มิลลิลิตร เพื่อทำการเก็บตัวอย่างซีรัมและวัดระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิล โดยวิธี hemagglutination inhibition test (HI test) โดยส่งตัวอย่างซีรัมที่ได้จากการทดลองวิเคราะห์ระดับแอนติบอดีที่หน่วยชั้นสูตร โรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ที่อายุ 40 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากไก่ในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 2 ตัว รวมเป็น 80 ตัว เพื่อหาอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิด heterophil: lymphocyte โดยนำตัวอย่างเลือดจากแต่ละซ้ำ

มาเสมียร์ลงบนกระจกสไลด์ ปล่อยให้แห้งในอากาศ 15-20 นาที จากนั้นทำการส่งตัวอย่างเพื่อนับแยกชนิดเม็ดเลือดขาว โดยการย้อมด้วยสี Wright-Giemsa และนำมาหาอัตราส่วนเม็ดเลือดขาว นับแยกชนิดเม็ดเลือดอัตราส่วน 100 เซลล์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (light microscope) วิธีการทดลองคัดแปลงจาก Ritchie *et al.* (1994) ทำการย้อมสีสไลด์และตรวจนับเม็ดเลือด ณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

### การคำนวณ

นำค่าที่ได้จากการบันทึกมาคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัว (กรัมต่อตัว)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้} - \text{ปริมาณอาหารที่เหลือ}}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด}}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักเพิ่มต่อตัว (กรัมต่อตัว)} \\ &= \frac{\text{น้ำหนักรวมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักรวมเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความสม่ำเสมอของน้ำหนักรวมของฝูง (\pm 10 \text{ เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย})} \\ &= \frac{\text{จำนวนไก่ที่มีน้ำหนักรวมอยู่ในช่วง \pm 10\% ของน้ำหนักรวมเฉลี่ย} \times 100}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมดที่ซั้ง}} \end{aligned}$$

$$\text{อัตราการแลกน้ำหนัก (FCR)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่ม}}$$

$$\text{อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนไก่ตาย} \times 100}{\text{จำนวนไก่เริ่มต้นการทดลอง}}$$

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มไก่ในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 4 ตัว รวมทั้งหมด 160 ตัว นำมาฆ่าและชำแหละเพื่อตรวจสอบคุณภาพซาก โดยทำการบันทึกข้อมูล ดังนี้

1. บันทึกน้ำหนักมีชีวิต (live weight)
2. บันทึกน้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน (eviscerated weight)
3. บันทึกน้ำหนักเครื่องในรวม (ตับ กิ่ง หัวใจ) (visceral organs weight)
4. บันทึกน้ำหนักคอและหัว (head and neck weight)
5. บันทึกน้ำหนักเนื้อหน้าอก (breast weight)
6. บันทึกน้ำหนักสะโพก (thigh weight)
7. บันทึกน้ำหนักน่อง (drumstick weight)
8. บันทึกน้ำหนักปีก (wing weight)
9. บันทึกน้ำหนักแข้ง (shank weight)
10. บันทึกน้ำหนักไขมันช่องท้อง (abdominal fat weight)
11. บันทึกน้ำหนักโครงกระดูก (skeleton weight)

นำค่าที่ได้จากการบันทึกมาคำนวณดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซากสดปราศจากเครื่องใน} = \frac{\text{น้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน} \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เครื่องในรวม} = \frac{\text{น้ำหนักเครื่องในรวม} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์คอและหัว} = \frac{\text{น้ำหนักคอและหัว} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอก} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหน้าอก} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์สะโพก} = \frac{\text{น้ำหนักสะโพก} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำอง} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำอง} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ปีก} = \frac{\text{น้ำหนักปีก} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์แข้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแข้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันช่องท้อง} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์โครงกระดูก} = \frac{\text{น้ำหนักโครงกระดูก} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสด}}$$

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติคือ

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

เมื่อ  $Y_{ij}$  = ค่าสังเกตที่ได้จากบล็อกที่  $i$  ทรีทเมนต์ที่  $j$

$\mu$  = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

$\beta_i$  = อิทธิพลเนื่องจากเพศ

$\tau_j$  = อิทธิพลเนื่องจากช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 แบบ

$\epsilon_{ij}$  = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

## สถานที่ทดลอง

1. ทำการเลี้ยงสัตว์ทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก สถาบันสุวรรณวาทก-  
กสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต  
กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ชำแหละซากไก่ทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาทก-  
กสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต  
กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

## ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเดือนเมษายน 2554

สิ้นสุดการทดลองเดือนมิถุนายน 2554

## แหล่งทุนสนับสนุน

ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจ  
เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต  
กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ

#### ผลต่อสมรรถภาพการผลิต

ผลการศึกษาอิทธิพลของช่วงแสงต่อปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อ แสดงไว้ในตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง (16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน) โดยในช่วง 0-7 วัน ไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับช่วงแสงเช่นเดียวกัน คือ ช่วงมีแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงต่อวัน พบว่าปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อในช่วงอายุ 0-7 วัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ในช่วง 8-14 วัน มีแนวโน้มว่าไก่เนื้อในกลุ่มทดลองมีปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่าในกลุ่มควบคุม ( $P=0.0843$ ) และในช่วงอายุ 15-42 วัน ปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยในกลุ่มควบคุมมีปริมาณอาหารที่กินสูงกว่ากลุ่มที่ลดช่วงแสง ส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินตลอดการเลี้ยงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยมีค่าเท่ากับ  $4981.43 \pm 32.66$  และ  $4415.28 \pm 37.03$  กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากไก่เนื้อได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกันทำให้ไก่เนื้อมีช่วงเวลาที่สามารถมองเห็นอาหารแตกต่างกัน ซึ่งการมองเห็นเป็นสิ่งสำคัญของร่างกายที่มีความสำคัญในการกระตุ้นให้ไก่เนื้อกินอาหาร (วิราช, 2541) ไก่เนื้อจะไม่กินอาหารเมื่ออยู่ภายใต้ความสว่างที่ต่ำกว่า 0.1 ฟุตแรงเทียน (1 ลักซ์) (Rosety, 1980) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับช่วงแสงที่ยาวกว่า ไก่เนื้อในกลุ่มทดลองที่มีการลดช่วงแสงลงจึงมีปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่าไก่เนื้อในกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Oyedeki and Atteh (2005) ที่ทำการศึกษการใช้ช่วงแสง 8.0 L: 16.0 D (กลุ่มทดลองที่ 1) และ 6.0 L: 18.0 D (กลุ่มทดลองที่ 2) เปรียบเทียบกับการใช้ช่วงแสง 12.0 L: 12.0 D (กลุ่มควบคุม) ในการเลี้ยงไก่เนื้ออายุ 0-56 วัน พบว่าไก่เนื้อในกลุ่มทดลองที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) และในกลุ่มทดลองที่ 2 มีปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อตลอดการเลี้ยง 0-56 วันในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มจะต่ำกว่ากลุ่มควบคุมประมาณ 370-400 กรัม แม้ว่าปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อในกลุ่มทดลองจะต่ำกว่ากลุ่มควบคุมแต่ก็ไม่ทำให้น้ำหนักตัวที่อายุ 56 วันของไก่เนื้อในกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม เนื่องจากไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงสั้น จะมีการสูญเสียพลังงานจากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ต่ำกว่าไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงยาว (Forbes and Injidi, 1979)

ตารางที่ 7 ผลของการลดช่วงแสงต่อปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อ (กรัมต่อตัว)

อายุ (วัน)	T1	T2	P-value
0-7	136.28 ± 2.24	135.66 ± 1.83	0.6804
8-14	396.15 ± 2.93	391.45 ± 1.80	0.0843
15-21	769.10 <sup>b</sup> ± 3.90	695.25 <sup>a</sup> ± 5.08	<0.0001
22-28	1099.26 <sup>b</sup> ± 8.16	993.19 <sup>a</sup> ± 9.53	<0.0001
29-35	1411.56 <sup>b</sup> ± 19.57	1202.04 <sup>a</sup> ± 18.66	<0.0001
36-42	1169.69 <sup>b</sup> ± 20.34	997.08 <sup>a</sup> ± 35.96	0.0002
0-42	4981.43 <sup>b</sup> ± 32.66	4415.28 <sup>a</sup> ± 37.03	<0.0001

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ  
18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
(P<0.01)

ผลการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่อน้ำหนักตัวของไก่เนื้อ แสดงไว้ในตารางที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง (16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน) โดยในช่วง 0-7 วัน ไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับช่วงแสงเช่นเดียวกัน คือ ช่วงมีแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงต่อวัน พบว่าน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 7 วัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) หลังจากลดช่วงแสงลง 1 สัปดาห์ พบว่าที่อายุ 14 วัน น้ำหนักตัวของไก่เนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยในกลุ่มที่เลี้ยงภายใต้ช่วงแสง 23L: 1D มีน้ำหนักตัวต่ำกว่าในกลุ่มที่ลดช่วงแสง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 413.30 ± 1.53 และ 420.22 ± 2.34 กรัม ตามลำดับ ซึ่งอาจเกิดจากในระยะนี้ไก่ยังอยู่ภายใต้กก (ระยะกก 0-10 วัน)ซึ่งใช้หลอดไฟเป็นแหล่งความร้อน ในช่วงปิดแสงสว่างในโรงเรือนไก่จะยังคงมองเห็นอาหารได้โดยอาศัยแสงจากหลอดไฟที่ใช้กก และจากการที่ไก่เนื้อในกลุ่มทดลองมีการเลี้ยงภายใต้ช่วงแสงที่สั้นกว่ากลุ่มควบคุม ไก่เนื้อจะทำกิจกรรมต่างๆ ลดลง ทำให้มีการสูญเสียพลังงาน และอัตราการเผาผลาญพลังงานที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (Classen and Riddell, 1989) ที่อายุ 21, 28 และ 35 วัน ไก่เนื้อ มีน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยในกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงภายใต้ช่วง

แสง 23L: 1D มีน้ำหนักตัวที่มากกว่า แต่น้ำหนักตัวสุดท้ายที่อายุ 42 วัน ของไก่เนื้อในกลุ่มทดลอง มีแนวโน้มสูงกว่าในกลุ่มควบคุม ( $P=0.0605$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Griffin *et al.* (2005) ที่ทำการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสง 4, 12 และ 16 ชั่วโมงต่อวันในช่วงอายุ 4-42 วัน พบว่าไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวที่ไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) โดยมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่อายุ 42 วัน เท่ากับ 2,060, 1,990 และ 1,980 กรัม ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้ช่วงแสงที่ต่ำกว่าจะมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการปรับตัวของไก่เนื้อ โดยปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อได้รับช่วงแสงลดลงในช่วงที่ไก่เนื้อยังอายุน้อย จากนั้นจะเกิดการเจริญเติบโตแบบชดเชย หรือ compensatory growth เมื่อไก่เนื้อได้รับช่วงแสงที่มากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และยังส่งเสริมให้การพัฒนาอวัยวะและน้ำหนักตัวสุดท้ายให้ดีขึ้น (Downs *et al.*, 2006)

ตารางที่ 8 ผลของการลดช่วงแสงต่อน้ำหนักตัวของไก่เนื้อ (กรัมต่อตัว)

อายุ (วัน)	T1	T2	P-value
น้ำหนักเริ่มต้น	46.99 ± 0.03	47.00 ± 0.01	0.7605
7	163.66 ± 0.86	163.14 ± 0.73	0.7605
14	413.30 <sup>a</sup> ± 1.53	420.22 <sup>b</sup> ± 2.34	0.0472
21	913.60 <sup>d</sup> ± 5.67	872.78 <sup>c</sup> ± 7.42	<0.0001
28	1562.55 <sup>d</sup> ± 11.01	1444.86 <sup>c</sup> ± 9.77	<0.0001
35	2192.46 <sup>d</sup> ± 7.30	2002.02 <sup>c</sup> ± 6.83	<0.0001
42	2581.05 ± 62.18	2671.01 ± 56.78	0.0605

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ  
18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

<sup>c,d</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

ผลการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อ แสดงไว้ในตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเพิ่มต่อตัวของไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง (16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน) โดยในช่วง 0-7 วัน ไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับช่วงแสงเช่นเดียวกัน คือ ช่วงมีแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงต่อวัน พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อในช่วงอายุ 0-7 วันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เนื่องจากได้รับช่วงแสง 23 ชั่วโมงต่อวันเหมือนกัน แต่จะเห็นความแตกต่างกันในช่วงอายุ 8-14 วัน โดยกลุ่มที่ลดช่วงแสงจะมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) เนื่องจากความสามารถในการปรับตัวของไก่เนื้อ (Zulkifli *et al.*, 1998) และไก่อาจมีการสูญเสียพลังงานจากการทำกิจกรรมต่างๆ ลดลง แต่ในช่วง 15-35 วัน เมื่อไก่ยังคงได้รับช่วงแสงที่ลดลงต่อไปอีกน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ลดช่วงแสงจะต่ำกว่าในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) เนื่องจากไก่มีช่วงเวลาที่มองเห็นอาหารลดลงสอดคล้องกับปริมาณการกินอาหารที่ลดลงในช่วงดังกล่าว จากนั้นเมื่อเข้าสู่ช่วง 36-42 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ทั้ง 2 กลุ่มทดลองได้รับช่วงแสง 23 ชั่วโมงต่อวันเท่ากันพบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยในกลุ่มทดลองที่มีการลดช่วงแสงมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว ( $668.99 \pm 23.03$  กรัม) มากกว่ากลุ่มควบคุม ( $388.59 \pm 28.68$  กรัม) ส่งผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในช่วง 0-42 วันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยมีค่าเท่ากับ  $2,534.06 \pm 32.69$  และ  $2,624.01 \pm 35.31$  กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการเจริญเติบโตแบบซดเซย จึงทำให้น้ำหนักตัวสุดท้ายของไก่ทดลองที่อายุ 42 วันมีแนวโน้มสูงกว่าไก่เนื้อในกลุ่มควบคุม ( $P = 0.0605$ ) สอดคล้องกับ Plavnik and Hurwitz (1985) ที่ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตแบบซดเซยในไก่เนื้อ โดยจำกัดปริมาณอาหารที่ให้แก่ไก่เนื้อในช่วงอายุ 3-14 วัน และในช่วงอายุ 15 วัน ไปจนถึงช่วงสิ้นสุดการทดลองได้ให้อาหารแก่ไก่เนื้ออย่างเต็มที่ พบว่าน้ำหนักตัวสุดท้ายของไก่เนื้อในกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากไก่เนื้อในกลุ่มที่ถูกจำกัดอาหารในช่วงอายุ 3-14 วัน มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบซดเซยโดยอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงการกินอาหาร และการศึกษาครั้งนี้พบว่าไก่เนื้อมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบซดเซย โดยมีแสงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการกินอาหารของไก่เนื้อ และการปรับตัวของไก่เนื้อจากการเปลี่ยนแปลงช่วงแสงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมการกินอาหารและการทำกิจกรรมต่างๆ ซึ่งมีผลต่อสมดุลของพลังงาน ทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงลดลงยังคงให้ผลดีได้เทียบเท่ากับการได้รับช่วงแสงที่ยาวกว่า (Renden *et al.*, 1993)

ตารางที่ 9 ผลของการลดช่วงแสงต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อ (กรัมต่อตัว)

อายุ (วัน)	T1	T2	P-value
0-7	116.67 ± 1.05	116.14 ± 1.32	0.7639
8-14	249.64 <sup>a</sup> ± 2.75	257.08 <sup>b</sup> ± 1.90	0.0329
15-21	500.30 <sup>d</sup> ± 3.77	452.56 <sup>c</sup> ± 5.13	<0.0001
22-28	648.95 <sup>d</sup> ± 10.12	572.08 <sup>c</sup> ± 7.59	<0.0001
29-35	629.91 <sup>d</sup> ± 18.79	557.16 <sup>c</sup> ± 19.22	0.0100
36-42	388.59 <sup>c</sup> ± 28.68	668.99 <sup>d</sup> ± 23.03	<0.0001
0-42	2534.06 <sup>c</sup> ± 32.69	2624.01 <sup>d</sup> ± 35.31	<0.0001

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ  
18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
(P<0.05)

<sup>c,d</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ  
(P<0.01)

ผลการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่ออัตราการแลกน้ำหนักของไก่เนื้อ แสดงไว้ใน ตารางที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบอัตราการแลกน้ำหนักของไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง (16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน) โดยในช่วง 0-7 วัน ไก่เนื้อ ทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับช่วงแสงเช่นเดียวกัน คือ ช่วงมีแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงต่อวัน พบว่า ในช่วง 0-7 วัน อัตราการแลกน้ำหนักของไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ช่วงอายุ 8-14 วัน ซึ่งเป็นช่วงแรกของการลดชั่วโมงให้แสง พบว่าอัตราการแลกน้ำหนัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยในกลุ่มควบคุมมีอัตราการแลกน้ำหนักที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ลดช่วงแสงมีค่าเท่ากับ  $1.59 \pm 0.02$  และ  $1.52 \pm 0.01$  ตามลำดับ ในช่วงอายุ 15-42 วัน อัตราการแลกน้ำหนักของไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ อัตราการแลกน้ำหนักตลอดการเลี้ยง พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่ม ควบคุมมีอัตราการแลกน้ำหนักที่น้อยกว่าในกลุ่มที่ลดช่วงแสงซึ่งมีค่าเท่ากับ  $1.84 \pm 0.03$  และ  $1.75$

$\pm 0.03$  ตามลำดับ สอดคล้องกับ Ingram *et al.* (2001) ที่รายงานว่า การเลี้ยงภายใต้ช่วงแสงต่อเนื่อง 23 และ 12 ชั่วโมง มีผลทำให้อัตราการแลกน้ำหนักแตกต่างกัน ( $P < 0.05$ ) โดยไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้ช่วงแสง 12 ชั่วโมงมีอัตราการแลกน้ำหนักรวมที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นเพราะไก่เนื้อในกลุ่มที่ลดช่วงแสงมีเวลาในการหลับมากกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในช่วงแสงที่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน อัตราการเผาผลาญพลังงานจึงต่ำลงส่งผลให้อัตราการแลกน้ำหนักรับขึ้น (Aviagen, 2009)

ตารางที่ 10 ผลของการลดช่วงแสงต่ออัตราการแลกน้ำหนักรวมของไก่เนื้อ

อายุ (วัน)	T1	T2	P-value
0-7	1.16 $\pm$ 0.01	1.18 $\pm$ 0.02	0.4349
8-14	1.59 <sup>d</sup> $\pm$ 0.02	1.52 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01	0.0037
15-21	1.54 $\pm$ 0.01	1.54 $\pm$ 0.02	0.9954
22-28	1.70 $\pm$ 0.03	1.74 $\pm$ 0.03	0.2984
29-35	2.29 $\pm$ 0.08	2.20 $\pm$ 0.07	0.4423
36-42	2.19 $\pm$ 0.16	2.06 $\pm$ 1.12	0.5038
0-42	1.84 <sup>b</sup> $\pm$ 0.03	1.75 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03	0.0203

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

<sup>c,d</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ผลการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่ออัตราการตายของไก่เนื้อ แสดงในตารางที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายของไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง พบว่าอัตราการตายของไก่เนื้อในทุกช่วงอายุ และอัตราการตายตลอดการเลี้ยงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับ Lardner *et al.* (2010) ที่รายงานว่า การเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสง 23.0 L: 1.0 D และภายใต้ช่วงแสงที่ต่ำกว่า 17.0 L มีผลต่ออัตราการตายไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 11 ผลของการลดช่วงแสงต่ออัตราการตายของไก่เนื้อ (เปอร์เซ็นต์)

อายุ (วัน)	T1	T2	P-value
0-7	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.1000
8-14	0.40 ± 0.28	0.20 ± 0.20	0.5637
15-21	0.80 ± 0.37	0.60 ± 0.37	0.6848
22-28	0.80 ± 0.37	0.60 ± 0.33	0.6848
29-35	2.40 ± 0.61	1.20 ± 0.51	0.1434
36-42	4.00 ± 0.87	3.00 ± 1.00	0.4503
0-42	4.00 ± 1.08	3.00 ± 0.73	0.1779

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ  
18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

ผลการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวของฝูง ( $\pm 10$  เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเฉลี่ย) แสดงในตารางที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 42 วัน ซึ่งได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง พบว่าไก่เนื้อในกลุ่มควบคุมมีความสม่ำเสมอของน้ำหนักเฉลี่ยฝูงที่ต่ำกว่าในกลุ่มที่มีการปรับลดช่วงแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Griffin *et al.* (2005) ที่ทำการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสง 4, 12 และ 16 ชั่วโมงต่อวันในช่วงอายุ 4-42 วัน พบว่าความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวของฝูง ( $\pm 10$  เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเฉลี่ย) ที่อายุ 42 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ 66.8, 59.0 และ 50.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

โดยปกติอาหารจะอยู่ในทางเดินอาหารของไก่เนื้อประมาณ 4 ชั่วโมง ซึ่งไก่เนื้อในกลุ่มที่มีการปรับลดช่วงแสงอยู่ภายใต้ช่วงมืดที่นานกว่ากลุ่มควบคุม คือ 8 ชั่วโมงต่อวัน ที่อายุ 8-21 วัน และ 6 ชั่วโมงต่อวัน ที่อายุ 22-35 วัน ทำให้มีปริมาณอาหารเหลืออยู่ในทางเดินอาหารต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ความยาวแสงต่อวันจะส่งผลต่อการกินอาหารของไก่เนื้อ โดยการเพิ่มความยาวของแสงจะช่วยให้ไก่มีเวลาในการกินอาหารมากขึ้น แต่ไก่เนื้อจะปรับตัวจากการกินอาหารในช่วงที่มีแสงทำให้เกิดความคุ้นเคยว่ากระเพาะพักต้องเต็มไปด้วยอาหารแม้ในช่วงที่ไม่มีแสง ความสามารถในการ

การปรับตัวนี้ช่วยให้ปริมาณการกินอาหารดีขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (Zulkifli *et al.*, 1998) การที่ไก่อยู่ในช่วงมีดจะทำให้ปริมาณอาหารที่กินในช่วงนั้นลดลง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ไก่กินอาหารมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วงที่ได้รับแสง (Aviagen, 2009) เนื่องจากการกินที่ลดลงเมื่ออยู่ภายใต้ช่วงมีดทำให้ปริมาณกลูโคสในร่างกายของไก่เนื้อลดลง เมื่อระดับกลูโคสในกระแสเลือดต่ำ ไก่เนื้อจะกินอาหารเพื่อรักษาระดับกลูโคส ซึ่งเป็นกลไกที่ร่างกายใช้ในการเพิ่มพลังงาน เมื่อแหล่งที่สะสมพลังงานของร่างกายลดลง (วิราช, 2541) ดังนั้น เมื่อได้รับแสงสว่างอีกครั้งไก่เนื้อในกลุ่มที่มีการปรับลดช่วงแสงจึงมีความอยากอาหารมากกว่าไก่เนื้อในกลุ่มควบคุม เป็นการกระตุ้นให้ไก่เนื้อในกลุ่มที่มีการปรับลดช่วงแสงตื่นตัวและเข้ากินอาหารพร้อมกันมากกว่ากลุ่มควบคุม ทำให้มีการเข้ากินอาหารที่สม่ำเสมอขึ้นจึงส่งผลให้มีความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวของไก่ภายในฝูงที่สูงกว่า ความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการจัดการฝูงไก่ว่าเหมาะสมหรือไม่ หากไก่เนื้อมีความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวที่สูงก็จะส่งผลดีต่อการผลิตทั้งในด้านการจัดการ และคุณภาพซากของไก่เนื้อ

**ตารางที่ 12** ผลของการลดช่วงแสงต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัว ( $\pm 10$  เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย) ของฝูงไก่เนื้อ (เปอร์เซ็นต์)

อายุ (วัน)	T1	T2	P-value
42	74.78 <sup>a</sup> $\pm$ 1.43	82.81 <sup>b</sup> $\pm$ 1.12	0.0341

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

### ผลต่อคุณภาพซาก

ผลการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ แสดงในตารางที่ 13 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพซากของไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง พบว่าผลผลิตซากและชิ้นส่วนต่างๆ ของไก่เนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับ Downs *et al.* (2006) ที่ได้ทดลองการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงต่อเนื่องที่มีช่วงแสง 23.0 L: 1.0 D

เปรียบเทียบกับ การเลี้ยงแบบลดชั่วโมงให้แสง พบว่าในไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับช่วงแสงต่อเนื่อง มีน้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากสดและไขมันช่องท้องที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เช่นเดียวกับ Aviagen (2009) ที่รายงานสอดคล้องกันว่าการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่ต่างกัน ได้แก่ 14 L, 17 L, 20 L และ 23 L ทำให้เปอร์เซ็นต์ซากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเลี้ยงภายใต้ช่วงแสง 20 L และ 23 L ทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกสูงกว่าในกลุ่มที่เลี้ยงภายใต้ช่วงแสง 14 L และ 17 L ซึ่งไม่พบความแตกต่างในลักษณะนี้ในการศึกษาครั้งนี้

ตารางที่ 13 ผลของการลดช่วงแสงต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ (เปอร์เซ็นต์)

คุณภาพซาก	T1	T2	P-value
ซากสดปราศจากเครื่องใน	84.26 ± 1.97	84.28 ± 2.31	0.9990
เครื่องในรวม (หัวใจ, กึ้น, ตับ)	4.22 ± 0.06	4.19 ± 0.06	0.7292
หัวและคอ	6.28 ± 0.14	6.18 ± 0.19	0.5535
เนื้อหน้าอก	23.72 ± 0.53	23.05 ± 0.62	0.3520
สะโพก	13.55 ± 0.38	14.04 ± 0.43	0.2871
น่อง	10.66 ± 0.30	10.71 ± 0.34	0.8578
ปีก	7.78 ± 0.18	7.83 ± 0.22	0.8311
แข้ง	3.60 ± 0.15	3.66 ± 0.16	0.5688
ไขมันช่องท้อง	1.77 ± 0.09	1.87 ± 0.10	0.4905
โครง	19.52 ± 0.44	19.24 ± 0.49	0.5853

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

## ผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อพฤติกรรมของไก่เนื้อ

จากการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่อพฤติกรรมของไก่เนื้อ เมื่อเปรียบเทียบการแสดงออกทางพฤติกรรมของไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง (16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน) ในช่วง 0-7 วัน ไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับช่วงแสงเช่นเดียวกัน คือ ช่วงมีแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงต่อวัน ทำการบันทึกพฤติกรรมด้วยวิธี period occurrence recording โดยจะแบ่งการบันทึกออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงมีแสง และช่วงมืด (ซึ่งเป็นช่วงที่ไก่เนื้อในกลุ่มควบคุมได้รับแสงสว่าง แต่ไก่เนื้อในกลุ่มทดลองไม่ได้รับแสงสว่าง) ที่อายุ 0-21 วัน พบว่าในช่วงมืดไก่เนื้อกลุ่มทดลองจะแสดงพฤติกรรมการคุ้ยเขี่ยมากกว่าในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แสดงในตารางที่ 14 และที่อายุ 22-42 วัน พบว่าพฤติกรรมของไก่เนื้อทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันทั้งในช่วงมีแสงสว่างและช่วงมืด เช่น พฤติกรรมการกินอาหาร การกินน้ำ การพักผ่อน และการนอนหลับ ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 14 ผลของการลดช่วงแสงต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมในไก่เนื้อที่อายุ 0-21 วัน  
(ครั้งต่อ 10 นาที)

พฤติกรรม	ช่วงเวลา					
	ช่วงมีแสงสว่าง			ช่วงมืด		
	T1	T2	P-value	T1	T2	P-value
กินอาหาร	3.17	2.67	0.6041	3.00	2.33	0.4531
กินน้ำ	1.83	2.17	0.6326	2.17	1.67	0.5122
ยืน-เดิน	5.50	6.17	0.6833	5.83	5.50	0.8651
พักช่วงขณะ	5.50	4.67	0.4617	3.67	4.67	0.4132
นอนหลับ	0.00	0.33	0.1372	1.67	2.83	0.6149
คุ้ยเขี่ย	5.17	5.83	0.7171	0.67 <sup>b</sup>	1.67 <sup>a</sup>	0.0332
แต่งตัว-ไชร้ขน	1.17	1.00	0.3351	0.50	0.67	0.6011
ยืดตัว	2.00	2.17	0.8473	2.50	2.00	0.5048
ขยับปีก	1.67	2.00	0.6001	1.33	1.67	0.5501
อาบฝุ่น	0.33	0.00	0.3418	0.50	0.67	0.6036

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ  
18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกัน ในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 15 ผลของการลดช่วงแสงต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมในไก่เนื้อที่อายุ 22-42 วัน  
(ครั้งต่อ 10 นาที)

พฤติกรรม	ช่วงเวลา					
	ช่วงมีแสงสว่าง			ช่วงมืด		
	T1	T2	P-value	T1	T2	P-value
กินอาหาร	0.33 <sup>b</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.0133	4.33 <sup>c</sup>	0.50 <sup>d</sup>	<0.0001
กินน้ำ	1.00 <sup>c</sup>	0.17 <sup>d</sup>	<0.0001	2.50 <sup>a</sup>	0.50 <sup>b</sup>	0.0110
ยืน-เดิน	1.50 <sup>d</sup>	2.17 <sup>c</sup>	0.0413	2.67	2.50	0.8643
พักช่วงขณะ	5.00 <sup>c</sup>	1.33 <sup>d</sup>	<0.0001	3.50	3.50	1.0000
นอนหลับ	0.33	0.67	0.2938	0.83 <sup>d</sup>	6.83 <sup>c</sup>	<0.0001
คุ้ยเขี่ย	5.67	3.50	0.2846	1.00 <sup>a</sup>	0.33 <sup>b</sup>	0.0216
แต่งตัว-ไชร้ขน	1.33	1.83	0.3612	0.83	0.33	0.2114
ยืดตัว	1.17	1.00	0.3433	1.83	1.00	0.0613
ขยับปีก	0.83	1.17	0.1917	0.83	1.33	0.5442
อาบฝุ่น	1.17 <sup>d</sup>	3.17 <sup>c</sup>	<0.0001	0.50	0.33	0.6907

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมที่ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ  
18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.05)

<sup>c,d</sup> อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

(P<0.01)

เมื่อเปรียบเทียบการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่แตกต่างกันต่อพฤติกรรมของไก่เนื้อตลอดการเลี้ยง 0-42 วัน พบว่าในช่วงมืดไก่เนื้อในกลุ่มควบคุมซึ่งยังคงได้รับแสงสว่างตามปกติ มีพฤติกรรมการกินอาหารและการกินน้ำที่สูงกว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มทดลองแสงมีพฤติกรรมการนอนหลับในช่วงมืดที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แสดงไว้ในตารางที่ 16 สอดคล้องกับ Bayram and Ozkan (2010) ที่ทำการศึกษาทดลองการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสง 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการเลี้ยงภายใต้ช่วงแสง 16 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 8 ชั่วโมง พบว่าไก่เนื้อที่อยู่

ภายใต้ช่วงแสงที่สั้นกว่ามีพฤติกรรมนอนหลับที่มากกว่าในกลุ่มที่ได้รับแสงต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ส่วนพฤติกรรมในช่วงที่มีแสงสว่างของทั้ง 2 กลุ่มมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

ตารางที่ 16 ผลของการลดช่วงแสงต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมในไก่เนื้อที่อายุ 0-42 วัน (ครั้งต่อ 10 นาที)

พฤติกรรม	ช่วงเวลา					
	ช่วงมีแสงสว่าง			ช่วงมืด		
	T1	T2	<i>P</i> -value	T1	T2	<i>P</i> -value
กินอาหาร	1.75	1.83	0.9027	3.33 <sup>a</sup>	1.42 <sup>b</sup>	0.0296
กินน้ำ	1.42	1.08	0.4906	2.33 <sup>a</sup>	1.08 <sup>b</sup>	0.0180
ขึ้น-เดิน	3.50	4.17	0.5636	4.25	4.00	0.8410
การพักชั่วขณะ	4.00	3.00	0.2629	3.58	4.08	0.5269
การนอนหลับ	0.17	0.42	0.1934	1.25 <sup>d</sup>	4.83 <sup>c</sup>	0.0098
การคุ้ยเจีย	2.92	3.75	0.5245	3.58	1.92	0.1850
แต่งตัว-ไปצרขน	1.25	1.42	0.5724	0.75	0.50	0.2977
การยืดตัว	1.58	1.58	1.000	1.75	1.92	0.7168
ขยับปีก	1.25	1.58	0.3653	1.08	1.50	0.3747
อาบฝุ่น	0.75	1.58	0.1602	0.25	0.17	0.6977

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

<sup>c,d</sup> อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

การที่ไก่อเนื้อมีพฤติกรรมในลักษณะดังกล่าว โดยเฉพาะความแตกต่างของพฤติกรรมการนอนหลับในช่วงมืดส่งผลให้กระบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญ เช่น การสะสมแร่ธาตุในกระดูก และการย่อยอาหารมีประสิทธิภาพดีขึ้น เป็นต้น โดยปกติในช่วงกลางวันหลังจากที่กินอาหาร อาหารจะอยู่ในทางเดินอาหารประมาณ 4 ชั่วโมง ดังนั้นการอยู่ในช่วงมืดมากกว่า 6 ชั่วโมงจะกระตุ้นให้เกิดความอยากอาหารมากขึ้น (Aviagen, 2009) และการที่ไก่อเนื้อได้พักผ่อนภายใต้ช่วงแสงที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติ ซึ่งมีช่วงแสงที่สั้นกว่าช่วงแสงที่ใช้ในโรงเรือนปิดโดยทั่วไปทำให้ไก่มีการสร้างเมลาโทนินมากขึ้น ซึ่งเมลาโทนินมีผลต่อการพัฒนาระบบภูมิคุ้มกัน และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกัน โดยเมลาโทนินมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว (Moore and Siopes, 2000)

### ผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อสุขภาพฝ่าเท้าและแข้งของไก่อเนื้อ และคุณภาพของวัสดุรองพื้น

จากการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่อระดับสุขภาพฝ่าเท้าและแข้ง และคุณภาพของวัสดุรองพื้น เมื่อเปรียบเทียบสุขภาพของฝ่าเท้าและแข้ง และคุณภาพวัสดุรองพื้นของไก่อเนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง โดยมีการจัดการวัสดุรองพื้นของไก่ทั้ง 2 กลุ่มเหมือนกัน คือกลับวัสดุรองพื้นทุกวันในช่วงเช้า และเติมวัสดุรองพื้นในปริมาณที่เท่ากันเมื่อมีความหนาของวัสดุรองพื้นต่ำกว่า 8 เซนติเมตร พบว่าไก่อเนื้อในกลุ่มทดลองมีสุขภาพฝ่าเท้าและแข้งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่มีคุณภาพของวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) โดยวัสดุรองพื้นของกลุ่มทดลองมีคุณภาพที่ดีกว่าในกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 17 สอดคล้องกับ Sorensen *et al.* (1999) ที่ได้ทำการศึกษากการเลี้ยงไก่อเนื้อภายใต้ช่วงแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับการเลี้ยงภายใต้ช่วงแสง 16 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งพบว่าไก่อเนื้อที่เลี้ยงภายใต้ช่วงแสงที่แตกต่างกันมีสุขภาพแข้งที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เนื่องจากไก่อเนื้อในกลุ่มควบคุมได้รับแสงสว่างมากกว่าในกลุ่มทดลอง ส่งผลให้ไก่อเนื้อมีการกินอาหารและอัตราการเผาผลาญพลังงานที่สูงกว่า จึงเกิดความร้อนจากการเผาผลาญพลังงานที่สูงกว่า ดังนั้นไก่อเนื้อในกลุ่มควบคุมจึงต้องกินน้ำเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ การกินน้ำที่มากขึ้นของไก่อเนื้ออาจทำให้น้ำตกลงสู่วัสดุรองพื้นมากขึ้น และทำให้ไก่อเนื้อมีการขับถ่ายมูลที่เหลวมากขึ้น จึงส่งผลให้คุณภาพของวัสดุรองพื้นด้อยลง คุณภาพของวัสดุรองพื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อสุขภาพของฝ่าเท้าและแข้ง ซึ่งคุณภาพของวัสดุรองพื้นมีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของไก่ วัสดุรองพื้นที่ถูกคู้掖จะมีคุณภาพดีขึ้นเนื่องจากความชื้นถูก

ระบายออกไป ทำให้วัสดุรองพื้นร่วนซุย ลดการจับตัวเป็นก้อนและลดการสะสมของแอมโมเนียได้มากกว่าวัสดุรองพื้นที่ถูกกักเก็บน้ำ (Shepherd and Fairchild, 2010)

ตารางที่ 17 ผลของช่วงแสงต่อระดับสุขภาพฝ่าเท้า แข็ง และคุณภาพวัสดุรองพื้น

ลักษณะ	T1	T2	P-value
สุขภาพฝ่าเท้า	0.23 ± 0.14	0.24 ± 0.15	0.0871
สุขภาพแข้ง	0.13 ± 0.13	0.15 ± 0.14	0.0652
คุณภาพวัสดุรองพื้น	1.74 <sup>a</sup> ± 0.04	1.71 <sup>b</sup> ± 0.04	0.0153

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

เกณฑ์การวัดระดับสุขภาพฝ่าเท้าและแข้ง โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ คือ

คะแนน 0 = ไม่มีแผลบริเวณฝ่าเท้า หรือแข้ง

คะแนน 1 = มีแผลขนาด 1-3 มิลลิเมตร

คะแนน 2 = มีแผลขนาดใหญ่กว่า 3 มิลลิเมตร

เกณฑ์การวัดระดับคุณภาพวัสดุรองพื้น โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน 0 = ค่อนข้างแข็ง ร่วน เมื่อใช้มือกำและคลายมือออกจะไม่ติดมือ

คะแนน 1 = ซึ้นปานกลาง จับตัวเป็นแผ่นเล็กน้อย เมื่อใช้มือกำและคลายมือออก วัสดุรองพื้นจะเกาะกันเป็นก้อนอย่างหลวมๆ

คะแนน 2 = ซึ้นมาก จับตัวเป็นก้อนขนาดใหญ่ เมื่อใช้มือกำและคลายมือออกวัสดุรองพื้นจะเกาะกันเป็นก้อน

## ผลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อภาวะเครียดและระดับการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรค นิวคาสเซิล

จากการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงในการเลี้ยงต่อภาวะเครียดในไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (T1) ได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D และกลุ่มทดลอง (T2) ที่มีการปรับลดช่วงแสง โดยใช้อัตราส่วนเม็ดเลือดขาว heterophil: lymphocyte (H: L) ที่อายุ 40 วันเป็นตัวชี้วัด พบว่าจำนวนเม็ดเลือดขาว heterophil, lymphocyte และอัตราส่วน H: L ของไก่เนื้อในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 18 สอดคล้องกับ Ozkan *et al.* (2006) ที่ได้ทำการศึกษการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงต่อเนื่องที่มีช่วงแสง 24 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับการเลี้ยงภายใต้ช่วงแสง 16 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 8 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่ 2-42 วันพบว่า ไก่เนื้อทั้งสองกลุ่มมีอัตราส่วน H: L ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าระดับความเครียดของไก่เนื้อมีความคล้ายคลึงกัน ในทั้งสองกลุ่ม Wang *et al.* (2008) ได้ทำการทดลองที่คล้ายคลึงกัน โดยการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับการเลี้ยงภายใต้ช่วงแสงแบบเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นจากช่วงแสง 10 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 14 ชั่วโมงต่อวันที่อายุ 4 วัน และเพิ่มสูงสุดเป็นช่วงมีแสง 23 ชั่วโมงต่อช่วงมืด 1 ชั่วโมงในช่วงอายุ 30-38 วัน และได้เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจนับอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวที่อายุ 35 วัน พบว่าอัตราส่วนเม็ดเลือด H: L ในไก่เนื้อทั้งสองกลุ่มการทดลองมีอัตราส่วนที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Blair *et al.* (1993) ที่ทำการเปรียบเทียบการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสง 4, 12 และ 16 ชั่วโมง พบว่าการเลี้ยงภายใต้ช่วงแสงที่แตกต่างกันทำให้อัตราส่วน H: L แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 18 ผลของการลดช่วงแสงต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวของไก่เนื้อ

ลักษณะ	T1	T2	P-value
Heterophil	48.50 ± 0.22	46.73 ± 0.06	0.0773
Lymphocyte	41.33 ± 0.17	42.03 ± 0.41	0.8112
Heterophil: Lymphocyte	1.27 ± 0.33	1.20 ± 0.12	0.6333

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ  
18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

### ผลต่อระดับการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล

เมื่อเริ่มต้นการทดลองได้ทำการสุ่มไก่เนื้ออายุ 1 วัน จำนวน 20 ตัวทำการเก็บตัวอย่างเลือด เพื่อเป็นตัวแทนค่าระดับภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิลที่ได้รับการถ่ายทอดจากแม่ โดยภูมิคุ้มกันที่ได้รับการถ่ายทอดจากแม่มีค่าเท่ากับ  $6.954 \pm 0.00$  แสดงให้เห็นว่าไก่เนื้อที่ใช้ในการทดลองนี้มีภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิลตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของการลดช่วงแสงต่อการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลในไก่เนื้อที่ได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม พบว่าการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลของไก่เนื้อที่อายุ 35 วัน (หลังจากได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล 14 วัน) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 19 โดยในกลุ่มควบคุมมีระดับการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลต่ำกว่าในกลุ่มที่มีการปรับลดช่วงแสงซึ่งมีค่าเท่ากับ  $2.001 \pm 0.10$  และ  $6.301 \pm 0.00$  ตามลำดับ

การลดช่วงแสงสามารถช่วยให้สุขภาพของไก่เนื้อดีขึ้นได้ เนื่องจากเมลาโทนินและโกรทฮอร์โมนจะถูกสร้างในช่วงที่ไม่มีแสงสว่างซึ่งส่งผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (Fanatico *et al.*, 2007) โดยเมลาโทนินจะเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น (Moore and Siopes, 2000)

ตารางที่ 19 ผลของการลดช่วงแสงต่อการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล

การตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล	T1	T2	P-value
HI titer	$2.001^b \pm 0.10$	$6.301^a \pm 0.00$	$<0.0001$

หมายเหตุ T1 คือ กลุ่มควบคุมได้รับแสงต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการทดลอง

T2 คือ กลุ่มทดลองที่มีการปรับลดช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน และ 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน

<sup>a,b</sup> อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

การเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่ลดลงในช่วงอายุ 8-35 วัน พบว่าไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ เนื่องจากไก่สามารถปรับตัวในลักษณะการเจริญเติบโตชดเชย หรือ compensatory growth โดยอิทธิพลของช่วงแสง ดังนั้นช่วงแสงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตไก่เนื้อ ซึ่งคาดว่าจะสามารถลดต้นทุนในการผลิตจากพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการให้แสงสว่างในโรงเรือนเลี้ยงไก่เนื้อได้ เนื่องจากช่วงแสงที่ลดลงในกลุ่มทดลองที่ได้รับช่วงแสง 16.0 L: 8.0 D ที่อายุ 8-21 วัน 18.0 L: 6.0 D ที่อายุ 22-35 วัน จะมีจำนวนชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างแก่ไก่เนื้อเท่ากับ 798 ชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าการเลี้ยงโดยใช้แสงสว่างต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการเลี้ยง 42 วัน ที่ต้องใช้ไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างแก่ไก่เนื้อเท่ากับ 966 ชั่วโมง ทำให้มีส่วนต่างของการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างแก่ไก่เนื้อเท่ากับ 168 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 17.39 ของการเลี้ยงโดยใช้แสงสว่างต่อเนื่อง 23.0 L: 1.0 D ตลอดการเลี้ยง 42 วัน ส่วนต่างของการใช้ไฟฟ้างกล่าวมาหมายถึงต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการผลิตไก่เนื้อที่ลดลง โดยไก่เนื้อที่ผลิตได้มีสุขภาพที่ดี มีอัตราการแลกเนื้อและการเพิ่มน้ำหนักตัวที่ดี รวมทั้งมีความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวไก่ภายในฝูงที่ดีกว่าการใช้แสงสว่างต่อเนื่อง 23 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการจัดการฝูงไก่ในภาพรวม

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. การเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่ลดลงไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับแสง 23 ชั่วโมงต่อวันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง โดยมีอัตราการตายและผลผลิตซากของไก่เนื้อที่อายุ 42 วันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่มีปริมาณอาหารที่กินตลอดการเลี้ยงลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) และน้ำหนักตัวที่อายุ 42 วัน มีแนวโน้มสูงขึ้น ( $P = 0.0605$ ) โดยมีอัตราการแลกน้ำหนัก น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวภายในฝูงที่ดีกว่า ( $P<0.05$ )
2. การเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่ลดลงทำให้พฤติกรรมการนอนหลับในช่วงมืดของไก่เนื้อในช่วงอายุ 0-42 วัน สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับแสง 23 ชั่วโมงต่อวันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ( $P<0.05$ )
3. การเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่ลดลงไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพฝ่าเท้าและแข้งที่อายุ 42 วัน ( $P>0.05$ ) แต่คุณภาพของวัสดุรองพื้นของกลุ่มที่เลี้ยงภายใต้ช่วงแสงที่ลดลงมีคุณภาพที่ดีกว่าในกลุ่มที่ได้รับแสง 23 ชั่วโมงต่อวันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )
4. การเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่ลดลงทำให้ heterpophill, lymphocyte และอัตราส่วน H: L แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับแสง 23 ชั่วโมงต่อวันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )
5. การเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้ช่วงแสงที่ลดลงส่งผลให้ระดับการตอบสนองต่อวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลของไก่เนื้อที่อายุ 35 วันสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับแสง 23 ชั่วโมงต่อวันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

### ข้อเสนอแนะ

การบันทึกพฤติกรรมของไก่เนื้อเป็นการศึกษาที่มีความละเอียดอ่อนมาก มีปัจจัยหลายด้านที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้เก็บข้อมูลได้ยาก จึงควรเพิ่มอุปกรณ์ในการบันทึกผลให้มากขึ้น หรือวางแผนการทดลองโดยให้มีการติดตามพฤติกรรมของไก่เป็นรายตัว เพื่อความสะดวกและชัดเจนต่อการเก็บข้อมูลทางด้านพฤติกรรมของไก่เนื้อ



## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2550. สถิติการนำเข้า-ส่งออก ปี 2550. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/ict/yearly50/stock50.html>, 28 มีนาคม 2554.

เฉลียว ศาลากิจ. 2548. โลหิตวิทยาทางสัตวแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

พรเทพ เทียนสีวากุล. 2535. โลหิตวิทยาคลินิก. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วิรัช นิมิตสันตวิวงศ์. 2541. พฤติกรรมสัตว์เลี้ยง. ภาควิชาสัตววิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ จันทรัตน์. 2528. กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์ปีก. ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ปีก คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2526. การเลี้ยงไก่. พิมพ์ครั้งที่ 7. สำนักพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ.

อาวุธ ต้นโซ. 2538. การผลิตสัตว์ปีก. โอ.เอ.พรินติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ.

Abbas, A.K., A. H. Lichtman and J.S. Pober. 2000. **Cellular and Molecular Immunology**, 3<sup>rd</sup> ed. Saunders, Philadelphia.

Albritton, E. C. 1968. Standard values in blood. **J. Anim. Sci.** 27: 146-149.

Al-Murrani, W.K., A.K. Kassab, H.Z. AL-Sam and A.M.K. AL-Athari. 1997.

Heterophil/lymphocyte ratio as a selection criterion for heat resistance in domestic fowl.

**Poult. Sci.** 38: 159-163.

- Asheg, A.A., M. Levkut, V. Revajova, Z. Evaikova, L. Kolodzieyski and J. Pistl. 2003. Dynamics of lymphocyte subpopulations in immune organs of chickens infected with *Salmonella enteritidis*. **Acta Vet.** 72: 359-364.
- Aviagen. 2009. **L.I.R. Broiler Management Manual**. Available Source: <http://www.aviagen.com>, June 19, 2010.
- Bassett, A. 2009. **Foot Pad Dermatitis in Poultry**. Animal Welfare Approved Technical. Available Source: <http://www.animalwelfareapproved.org>, December 11, 2010.
- Bayram A. and S. Ozkan. 2010. Effects of a 16-hour light, 8-hour dark lighting schedule on behavioral traits and performance in male broiler chickens. **Poult. Sci.** 3: 263-273.
- Beane W.L., J.A. Cherry and W.D. Weaver. 1979. Intermittent light and restricted feeding of broiler chickens. **Poult. Sci.** 58: 567-571.
- Blair, R., R.C. Newberry and E.E. Gardiner. 1993. Effects of lighting pattern and dietary tryptophan supplementation on growth and mortality in broilers. **Poult. Sci.** 72: 495-502.
- Branton, S.L., J.D. May, B.D. Lott and W.R. Maslin. 1997. Various blood parameters in commercial hens acutely and chronically infected with *Mycoplasma gallisepticum* and *Mycoplasma synoviae*. **Avian Dis.** 4: 540-547.
- Buckland, R.B., A.T. Hill and D. E. Bernon. 1975. Effect of four lighting regimes on the performance of broilers and rosters. **Anim. Sci.** 53: 21.
- Campbell, T.W. 1995. **Avian Hematology and Cytology**. Iowa State Press, Iowa.
- Campo, J.L. and S.G. Davila. 2002. Effect of photoperiod on heterophil to lymphocyte ratio and tonic immobility duration of chickens. **Poult. Sci.** 81: 1637-1639.

- Classen, H.L. and C. Riddell. 1989. Photoperiodic effects on performance and leg abnormalities in broiler chickens. **Poult. Sci.** 68: 873-879.
- Cooper, M.D., A.E. Gabrielson and R.A. Good. 1967. Role of the thymus and other central lymphoid tissues in immunological disease. **Ann. Rev. Med.** 18: 113-138.
- Davis, A.K., D.L. Maney and J.C. Maerz. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. **Func. Eco.** 22: 760-772.
- Davis, G.S., K.E. Anderson and A.S. Carroll. 2000. The effects of long-term caging and molt of single comb white leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. **Poult. Sci.** 79: 514-518.
- Davis, N.J., N.B. Prescott, C.J. Savory and C.M. Wathes. 1999. Preferences of growing fowls for different light intensities in relation to age, strain and behavior. **Anim. Welf.** 8: 1933-203.
- Downs, K.M., R.J. Lien, J.B. Hess, S.F. Bilgili and W.A. Dozier. 2006. The Effects of photoperiod length, light intensity, and feed energy on growth responses and meat yield of broilers. **Poult. Sci.** 15: 406-416.
- Fanatico, A.C., P.B. Pillai, J.L. Emmert and C.M. Owens. 2007. Meat quality of slow-and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. **Poult. Sci.** 86: 2245-2255.
- Farm Animal Welfare Council (FAWC). 1992. **Report on the welfare of broiler chickens.** Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- Forbes, J.M. and M.H. Injidi. 1979. Feeding and sleeping in chickens following melatonin and triiodothyronine injections. **J. Physiol.** 296: 57-58.

- Ghareeb K. and J. Bohm. 2009. Stress indicators to pre-slaughter transportation of broiler chickens fed diets supplemented with a synbiotic. **Poult. Sci.** 8 (7): 621-625.
- Griffin, A.M., R.A. Renema, F.E. Robinson and M.J. Zuidhof. 2005. The Influence of rearing light period and the use of broiler or broiler breeder diets on 42-day body weight, fleshing and flock uniformity in broiler stocks. **J. App. Poult. Res.** 14: 204-216.
- Gordon, S.H. 1994. Effects of daylength and increasing daylength programmes on broiler welfare and performance. **Poult. Sci.** 50: 269–282.
- Gross, W.B. 1989. Factors affecting chicken thrombocyte morphology and the relationship with heterophil: lymphocyte ratios. **Poult. Sci.** 30: 919-925.
- \_\_\_\_\_ and H.S. Seigel. 1983. Evaluation of heterophil: lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. **Avian Dis.** 27: 972-979.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1986. Effects of initial and second periods of fasting on heterophil/lymphocyte ratios and body weight. **Avian Dis.** 30: 345-346.
- Harmon, B.G. 1998. Avian heterophils and inflammation and disease resistance. **Poult. Sci.** 77: 972-977.
- Hauptmanova, K., I. Literak and E. Bartova. 2002. Haematology and leukocytozoonosis of Great Tits (*Parus major L.*) during winter. **Acta Vet. Brno.** 71: 199–204.
- Honore, E. K. and P.H. Klopfer. 1990. Poultry behavior, stress, and welfare, pp. 151-161. In C.G. Scanes and G. Brant., eds. **A Concise Survey of Animal Behavior.** Academic Press, San Deigo, CA.

- Ingram, D.R., L.F. Hatten and B.N. McPherson. 2001. Effects of initiation age of skip-a-day feed restriction on skeletal development in broiler breeder males. **Appl. Poult.** 10: 16-20.
- Jain, N.C. 1986. **Schalm's Veterinary Hematology.** 4<sup>th</sup> ed. Lea and Febiger, Philadelphia, Pennsylvania.
- Karen, B.G., J.F. Rafael, J.R.B. Francisco and G.E. Hector. 2007. **A Brief Review of Avian Immune System.** Merial, Gainesville, GA.
- Kassab, A.K., H.H. Elaiwi and W.K. AL-Murrani. 2000. Heterophil/lymphocyte ratio under high and low temperature stress as a selection criterion for immune response against Newcastle antigen in chicken. **J. Agric. Res.** 10: 184-187.
- Kliger, C.A., A.E. Gehad, R.M. Hulet, W.B. Roush, H.S. Lillehoj and M.M. Mashaly. 2000. Effect of photoperiod and melatonin on lymphocyte activities in male broiler chickens. **Poult. Sci.** 79: 18-25.
- Lardner, S., B.I. Fancher and H.L. Classen. 2010. Effect of daylength on physiological and behavioural rhythms of broilers. **Anim. Sci.** 581–588.
- Le Maho, Y., H., Karmann, D. Briot, Y. Handrich, J. Robin, E. Mioskowski, Y. Cherel and J. Farni. 1992. Stress in birds due to routine handling and a technique to avoid it. **Am. J. Physiol.** 263: R775–R781.
- Lewis, P.D. and T.R. Morris. 1998. Responses of domestic poultry to various light sources. **Poult. Sci.** 54: 7-25.
- Maxwell, M. H. 1993. Avian blood leucocyte responses to stress. **Poult. Sci.** 49: 34-43.

- May, J.D. and B.D. Lott. 1992. Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress, pp. 48-79. *In* N.J. Dagher, ed. **Poultry Production in Hot Climates**. Beirut, Lebanon.
- Mc Farlane, J.M. and S.E. Curtis. 1989. Multiple concurrent stressors in chicks 3. Effects on plasma corticosterone and the heterophil: lymphocyte ratio. **Poult. Sci.** 68: 522-527.
- Moberg, G. P. 2000. Biological response to stress: Implications for animal welfare, pp. 1–21. *In* G.P. Moberg and J.A. Mench, eds. **The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare**. CABI, Wallingford, Oxon.
- Moore, C.B. and T.D. Siopes. 2000. Effects of lighting conditions and melatonin supplementation on the cellular and humoral immune responses in Japanese quail. **Gen. Comp. Endocrinol.** 119: 95–104.
- Morris, T. R. 1967. Light requirements of the fowl, pp. 15–39. *In* T.C. Carter, ed. **Environmental Control in Poultry Production**. British Egg Marketing Board. UK.
- Newman, S.H., J.F. Piatt and J. White. 1997. Hematological and plasma biochemical reference ranges of Alaskan seabirds: their ecological significance and clinical importance. **Colonial Waterbirds** 20: 492–504.
- North, M.O. and D.D. Bell. 1990. **Commercial Chicken Production Manual**. AVI Publishing Inc., New York.
- Oyedeeji, J.O. and J.O. Atteh. 2005. Effects of nutrient density and photoperiod on the performance and abdominal fat of broilers. **Int. J. Poult. Sci.** 4 (3): 149-152.
- Ozkan, S., S. Yalcin, Y. Akba, F. Kirkpinar, Y. Gevrekci and L. Turkmur. 2006. Effects of short day (16L:8D) length on broilers: some physiological and welfare indices. *In*. **Proceedings of the 12<sup>th</sup> European Poultry Conference**. Italy.

- Plavnik, I. and S. Hurwitz . 1985. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. **Poult. Sci.** 64: 348-355.
- Prescott, N.B. and C.M. Wathes. 1999a. Reflective properties of domestic fowl (*Gallus g. domesticus*), the fabric of their housing and the characteristics of the light environment in environmentally controlled poultry houses. **Br. Poult. Sci.** 40: 185–193.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1999b. Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). **Br. Poult. Sci.** 40: 332–339.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and J.R. Jarvis. 2003. Light, vision and the welfare of poultry. **Anim Welf.** 12: 269-288.
- Rahimi, G., M. Rezaei, H. Hafezian and H. Saiyahzadeh. 2005. The effect of intermittent lighting schedule on broiler performance. **Poult. Sci.** 4 (6): 396-398.
- Renden, J.A., S.F. Bilgili and S.A. Kincaid. 1993. Research note: Comparison of restricted and increasing light programs for male broiler performance and carcass yield. **Poult. Sci.** 72: 378–382.
- Richard, J.J. 1998. Physiological management and environmental triggers of the ascites syndrome. **Poult. Int.: Asia Pacific Edition** 37 (8): 28-33.
- Ritchie, B.W., J. G. Harrison and R.L. Harrison. 1994. **Avian Medicine**. Winger's Publishing, Inc, Florida.
- Rosety, M. 1980. Influence of light on development of glycogen bodies in visual cells of the avian retina. An experimental study. **Mortol Normal Y Pato log.** 44: 323.
- Rowe, M.P. 2000. Inferring the retinal anatomy and visual capacities of extinct vertebrates. **Palaeontologia**. **Palaeontologia Electronica** 3 (1). 43 p.

- Rozenboim, I., B. Robinzon and A. Rosenstrauch. 1999. Effect of light source and regimen on growing broilers. **Poult. Sci.** 40: 452–457.
- Sapolsky, R.M. 1992. Neuroendocrinology of the stress-response, pp. 287-324. In J.B. Becker, S.M. Breedlove and D. Crews, eds. **Behavioral Endocrinology**. MIT Press, Cambridge.
- Schwiegerling, J. 2004. **Field Guide to Visual and Ophthalmic Optics**. SPIE Press. Bellingham.
- Shepherd, E.M. and B.D. Fairchild. 2010. Invited review footpad dermatitis in poultry. **Poult. Sci.** 89: 2043–2051.
- Shields, S. J. 2004. Dustbathing by broiler chickens: characteristics, substrate preference, and implications for welfare. **Poult. Sci.** 84: 1816–1824.
- Sorensen, P., G. Su and S. C. Kestin. 1999. The effect of photoperiod: scotoperiod on leg weakness in broiler chickens. **Poult. Sci.** 78: 336–342.
- Wang B., B. M. Rathgeber, T. Astatkie and J. L. MacIsaac. 2008. The stress and fear levels of microwave toe-treated broiler chickens grown with two photoperiod programs. **Poult. Sci.** 87: 1248-1252.
- Wingfield, J. C., C. Breuner, J. Jacobs, S. Lynn, D. Maney, M. Ramenofsky and R. Richardson. 1998. Ecological bases of hormone-behavior interactions: The “emergency life history stage”. **Amer. Zool.** 38: 191-206.
- Zulkifli, I., A. Rasedee, O.N. Syaadah and M.T. Che. Norma. 1998. Daylength effects on stress and fear responses in broiler chickens. **Asian-Australas. J. Anim. Sci.** 11: 751–754.



ภาคผนวก

วิธีการตรวจหาค่า HI antibody titer ต่อโรคนิวคาสเซิล โดยวิธี Haemagglutination inhibition test

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Micropipette ขนาด 50-200 ul
2. Microplate U-shape
3. Microplate shaker
4. Phosphate buffer saline (PBS pH 7.4)
5. เม็ดเลือดแดงของไก่
6. Newcastle antigen
7. Alsever's solution
8. Centrifuge
9. Microtip

วิธีการทดสอบ

การเตรียมเม็ดเลือดแดง

1. เจาะเลือดไก่ จากเส้นเลือดที่ปีก (wing vein) โดยใช้ยา Alsever's solution อัตราส่วน 1: 1 เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว
2. ปั่นล้างเลือดด้วย PBS 3 ครั้ง ที่ความเร็ว 2,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที
3. เตรียมเม็ดเลือดแดงเข้มข้น 0.5% ใน PBS

### การเตรียมแอนติเจน

1. ใตเตรต Stock NDV แอนติเจน 50  $\mu$ l แบบ two fold dilution ใน PBS เพื่อทดสอบหาระดับความเข้มข้นของแอนติเจน
2. เมื่อทราบความเข้มข้นของ stock virus แล้วนำไปคำนวณเพื่อทำ working antigen 8 HA unit เช่น ถ้าไวรัสมีความเข้มข้น 1,024 HA unit (เกิด agglutinate ที่หลุม 10) จะต้องเจือจางไวรัสไป 1,024 ส่วน หรือ 128 เท่า คือ ใช้ไวรัส 1 ส่วน ต่อ PSB 128 ส่วน จะได้ working antigen สำหรับทำการทดสอบ
3. นำ Working antigen ที่เตรียมได้ มาใตเตรตอีกครั้งเพื่อทดสอบว่าเป็น 8 HA Unit จริงหรือไม่ ถ้ายังไม่ได้ต้องปรับด้วยการเติมไวรัส หรือ PBS เพื่อให้ได้ 8 HA Unit ก่อนทดสอบ

### การทดสอบ HI

1. ใต PBS 50  $\mu$ l ลงในหลุมทดสอบทุกหลุม
2. เติมซีรัมตัวอย่าง 50  $\mu$ l ลงในหลุมที่ 1 (A1) เจือจางแบบ 2 fold dilution ไปจนถึงหลุมสุดท้าย (A12) จะได้ซีรัมที่มีความเจือจางตั้งแต่ 1: 2 ถึง 1: 4096
3. เติมแอนติเจนที่เตรียมได้ 50  $\mu$ l เขย่าเพลาทเบา ๆ จับเวลา 15 นาที
4. เติม 0.5% RBC 50  $\mu$ l เขย่าเพลาทเบา ๆ จับเวลา 60 นาที
5. อ่านผลโดยอ่านที่หลุมสุดท้ายที่ไม่เกิด agglutination (เม็ดเลือดจะตกตะกอนเป็นจุดที่ก้นหลุม)

## การนับเม็ดเลือดขาวรวม

การนับเซลล์เม็ดเลือดขาวรวม (Total white blood cell, TWBC) นับจาก counting chamber นับในพื้นที่ทั้ง 9 ตารางมิลลิเมตร โดยเม็ดเลือดขาวจะติดสีน้ำเงินเข้ม หรือเห็นเป็นแกรนูล แล้วคำนวณจำนวนเม็ดเลือดขาวรวมจากสูตร

$$\text{TWBC}/\mu\text{L} = (\text{raw WBCs in 9 squares} + 10\% \text{ of raw WBCs}) \times 200$$

หรือ 
$$\text{TWBC}/\mu\text{L} = \text{raw WBCs in 4 squares} \times 50$$

## การเตรียมสเมียร์เลือด

### อุปกรณ์ที่ใช้

1. แผ่นสเมียร์ 1 ก่อง
2. ขวดเลือด (มีเลือดที่ผสมสารป้องกันการแข็งตัว)
3. เข็มฉีดยาสำหรับหยดเลือด
4. แผ่นสไลด์ที่เป็นตัวไถ (spreader)
5. ถู่มือยาง

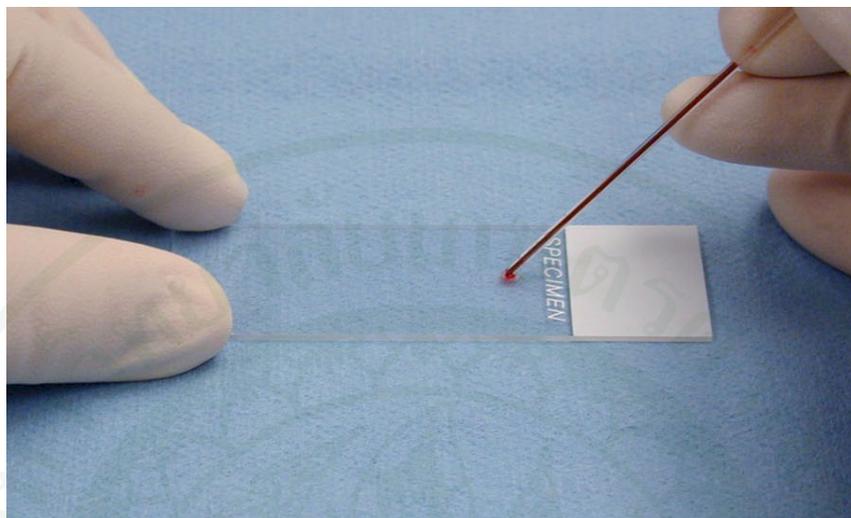
### วิธีการเตรียมสเมียร์

1. หยดเลือดหยดเล็กๆ ลงบนแผ่นสเมียร์ใกล้บริเวณด้านหยาบและใช้แผ่นสไลด์อีก แผ่น (ตัวไถ) ตากหยดเลือดมาติดด้านหยาบทำมุม 45 องศา แล้วลากไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ดังแสดงในภาพผนวกที่ 2

2. เมื่อปฏิบัติตามข้อที่ 1 แล้วเลือดจะมีลักษณะแผ่ยาวไปตามแผ่นสเมียร์ คูให้มีรูปร่างคล้ายลิ้นจึงจะถูกต้องตามหลักการและรอให้เลือดแห้ง ดังแสดงในภาพผนวกที่ 3

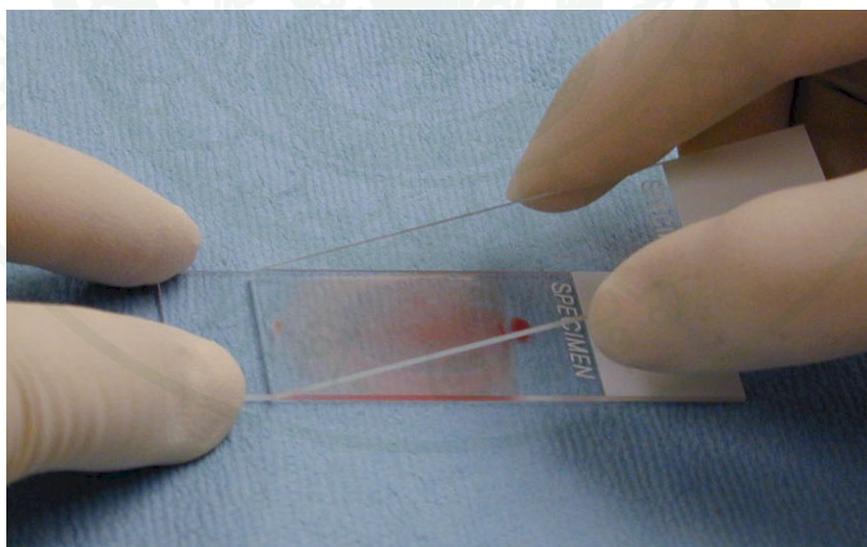
3. ปฏิบัติตามข้อที่ 1-2 จนได้ลักษณะเลือด และจำนวนสเมียร์ที่ต้องการ

4. เมื่อเตรียมสเมียร์เสร็จสิ้นแล้วให้ใช้ดินสอเขียนชื่อสัตว์ เพศ วันที่ ลงบนแผ่น สเมียร์ บริเวณด้านหยาบ



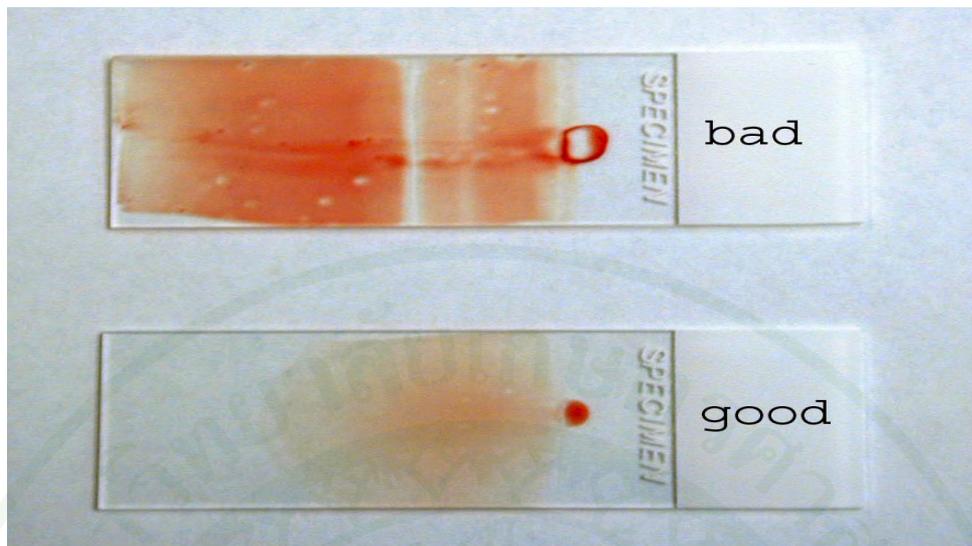
ภาพผนวกที่ 1 วิธีการหยดเลือดลงบนสเมียร์

ที่มา: พรเทพ (2535)



ภาพผนวกที่ 2 วิธีการไล่อีคบนแผ่นสเมียร์

ที่มา: พรเทพ (2535)



ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะของสเมียร์เลือดที่ได้จากการเตรียมสเมียร์เลือด

ที่มา: พรเทพ (2535)

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง

วัน/เดือน/ปี	สูงสุด		ต่ำสุด		เฉลี่ย	
	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์
11/4/54	33.9	84	26.7	47	30.2	70
12/4/54	34.7	89	27.4	45	33.4	50
13/4/54	33.8	84	26.8	47	32.6	50
14/4/54	33.8	84	26.8	47	32.5	49
15/4/54	34.4	84	26.8	41	34.4	84*
16/4/54	34.8	84	26.8	39	34.4	39
17/4/54	35.8	84	26.8	39	35.6	39
18/4/54	35.9	84	26.8	38	35.1	41
19/4/54	35.9	85	26.8	38	29.0	67*
20/4/54	35.9	85	26.8	38	31.8	56
21/4/54	35.9	88	26.6	35	34.1	49
22/4/54	34.6	88	27.0	46	33.8	51
23/4/54	34.6	88	27.0	46	27.6	82*
24/4/54	30.5	92	26.9	70	28.4	79*
25/4/54	35.7	91	24.7	35	24.7	35
26/4/54	35.7	91	24.7	35	30.8	67
27/4/54	34.6	91	24.5	46	30.0	78*
28/4/54	31.0	91	25.4	65	29.6	82*
29/4/54	30.0	88	26.1	73	29.4	82
30/4/54	29.8	87	25.9	69	27.6	74

หมายเหตุ \* มีฝนตก

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	สูงสุด		ต่ำสุด		เฉลี่ย	
	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์
1/5/54	30.5	89	27.3	72	30.5	72
2/5/54	30.8	87	27.1	71	28.2	78
3/5/54	30.1	88	26.8	70	29.2	81
4/5/54	31.0	88	26.8	67	30.6	77
5/5/54	31.0	88	26.8	64	30.6	73
6/5/54	31.6	88	26.6	61	29.3	81
7/5/54	30.5	92	26.9	70	28.4	79*
8/5/54	31.0	89	27.1	68	28.9	82
9/5/54	30.6	82	25.4	59	27.8	76
10/5/54	31.4	91	27.2	69	29.1	84
11/5/54	30.7	88	26.2	73	28.9	82
12/5/54	30.3	87	25.6	71	29.1	81
13/5/54	30.7	90	27.8	76	29.2	87
14/5/54	31.0	93	25.7	70	28.6	82
15/5/54	30.1	86	24.7	76	27.9	73
16/5/54	31.1	89	26.6	72	28.7	73
17/5/54	30.1	91	27.7	77	29.2	87
18/5/54	30.5	90	26.7	67	28.4	76
19/5/54	30.2	93	25.7	72	28.1	84*
20/5/54	30.4	86	25.9	67	28.3	79
21/5/54	30.4	87	26.3	69	28.5	72
22/5/54	29.8	82	25.6	71	27.2	76

หมายเหตุ \* มีฝนตก

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปิยะวดี กลั่นเลี้ยง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2530
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศ เพชรบุรี จ. เพชรบุรี พ.ศ. 2552

