



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

สัณยเลขที่ HERB20314/2545

เรื่อง: ผลของบอร์เพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิต อุณหภูมิร่างกายอัตราการหายใจ โลหิตวิทยา และชีวเคมีโลหิตในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

Title: Effect of *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms on Productive Performance, Body Temperature, Respiratory Rate, Hematology and Blood Biochemistry in Broilers under Heat Stress.

โดย

นาย วรพล เองวานิช และ นาง จรพรรณ ชื่นราตรี

พฤศจิกายน 2545



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

สัณนิษานเลขที่ HERB20314/2545

**เรื่อง: ผลของบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิต อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ โลหิตวิทยา และชีวเคมีโลหิตวิทยาในไก่เนื้อ
เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน**

Title: Effect of *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms on Productive Performance, Body Temperature, Respiratory Rate, Hematology and Blood Biochemistry in Brollers under Heat Stress.

โดย

นาย วรพล เสงวนิช และ นาง จรพรรณ ชื่นราตรี

พฤษภาคม 2545

คำนำ

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง ผลของบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิต อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ โลหิตวิทยา และชีวเคมีโลหิตในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน นี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยได้ดำเนินการมาตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2545-พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 ผลจากการศึกษาในรายงานการวิจัยฉบับนี้ มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับผลของบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิต การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ โลหิตวิทยา ชีวเคมีในเลือดของไก่เนื้อเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ซึ่งคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อไปในการนำไปประยุกต์ใช้ หรือเป็นพื้นฐานในการศึกษาที่สูงขึ้นในลำดับต่อไป

วรพล เองวานิช

อรรวรรณ ชินราศรี

พฤศจิกายน 2545

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เอื้อเฟื้อ โรงเรือนสัตว์ทดลองและห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณคุณรังสรรค์ ชื่นน คุณพนม แสนป้อง คุณสาวตรี แสนนาม และคุณเล่าปาง มะโนธรรม ซึ่งเป็นผู้ช่วยวิจัยอันเป็นกำลังสำคัญที่ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณคุณศิริพรรณ พลเสน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกในการทำงานเป็นอย่างดี

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดต่ออุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ โลหิตวิทยา และชีวเคมีในเลือดของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน โดยใช้ไก่ในการศึกษาจำนวน 150 ตัว วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ เลี้ยงไก่ที่อุณหภูมิ 29.15 ± 1.03 องศาเซลเซียส และให้อุณหภูมิแก่ไก่ที่ 37.80 ± 1.61 องศาเซลเซียส วันละ 4 ชั่วโมง ให้อาหารที่ไม่เสริมบอระเพ็ด (กลุ่มควบคุม) เสริมบอระเพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร โดยมี Positive control คือ เสริมวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหารเป็นเวลา 21 วัน ผลการศึกษาพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมบอระเพ็ดและวิตามินซีมีประสิทธิภาพการผลิต น้ำหนักไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิล ลิมโฟไซด์ และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซด์ และชีวเคมีในเลือดไม่แตกต่างทางสถิติจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) น้ำหนักตับสัมพัทธ์ของไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร สูงกว่าไก่ในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในไก่กลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดและวิตามินซี จะมีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหารจะมีอุณหภูมิร่างกายต่ำที่สุด และกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหารและวิตามินซี จะมีอัตราการหายใจต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า บอระเพ็ดมีผลช่วยลดอุณหภูมิร่างกาย และอัตราการหายใจของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

คำสำคัญ : บอระเพ็ด วิตามินซี ประสิทธิภาพการผลิต อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ
โลหิตวิทยา ชีวเคมีโลหิต ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ไก่เนื้อ

ABSTRACT

The purpose of this experiment was to investigate the effects of *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms on productive performance, body temperature, respiratory rate, hematology and blood biochemistry in broilers under heat stress. Randomized complete block was a design. One hundred and fifty chickens were maintained at 29.15 ± 1.03 °C and subjected to 4 – h episode of heat stress at 37.80 ± 1.61 °C environmental temperature each day for 21 days. The diets were supplemented with 0 (control), 5, 14 and 23 g/kg of *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms. Ascorbic acid 200 mg/kg added in the diet was a positive control. The results indicated that productive performance, relative liver weight and relative abdominal fat weights, packed cell volume, blood biochemistry (glucose, cholesterol, bilirubin and serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT)), percentage of heterophil, lymphocyte and heterophil: lymphocyte ratio of broilers were not significantly different from control group ($P < 0.05$). Relative liver weight of broilers received 23 g/kg *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms in diet was significantly higher than others. After broilers receiving *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms 5 g/kg in diet, hemoglobin concentration was significantly higher than the group, which added ascorbic acid at 200 mg/kg diet. However, it was not different from control group. Body temperature of broiler in *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms and ascorbic acid supplemented diets were significantly lower than in the control group ($P < 0.05$). The broilers, which got *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms 23 g/kg diet, had the lowest body temperature. Respiratory rate of broilers were significantly lower by addition of *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms 23 g/kg and ascorbic acid to the diets ($P < 0.05$). This study indicated that *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms helped to reduce body temperature and respiratory rate of heat stressed broilers.

Keywords : *Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms, productive performance, body temperature, respiratory rate, hematology, blood biochemistry, heat stress ,broilers

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ง
ความสำคัญหลักการและเหตุผล	1
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
วัตถุประสงค์	14
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	15
วิธีการดำเนินการ	15
ผลการทดลอง	19
การตอบสมมติฐาน	27
วิจารณ์ผลการศึกษา	28
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	38

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า	ใจ
1	การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจาก ความร้อนโดยระบบ SA system	11	ส
2	การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจาก ความร้อนโดยระบบ HAP system จากข้อมูลข้างต้น จึงตั้งสมมติฐานประการที่ 2 ได้ดังนี้	13	เ ะ
3	การจัดแผนผังการทดลอง	16	ไป
			าร
			—
			เป
			เก
			็น
			น
			น
			เ
			ม
			มิ
			รุ
			เ

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า	ใ
1	ผลของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต่อสรีรวิทยาพฤติกรรม และผลผลิตของสัตว์ปีก	2	ส
2	ผลของอิพิเนพรีนที่เกิดขึ้นระหว่างการตอบสนองต่อ ปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะเครียด	4	เ
3	สัดส่วนระหว่างน้ำและการกินอาหารในไก่เนื้อที่อุณหภูมิ ที่สบายตามปกติและอยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ที่เป็นวงรอบ	8	เ
4	ผลของภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนต่อเมแทบอลิซึม ของน้ำในไก่เนื้อ	10	เ
5	ผลของบอระเพ็ด (<i>Tinospora crispa</i> (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) และวิตามินซีต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการตาย น้ำหนักตับและไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ใน ไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน	20	เ
6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกินได้ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการตาย ของไก่เนื้อ เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (21 วัน)	21	เ
7	ผลของบอระเพ็ด (<i>Tinospora crispa</i> (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) และวิตามินซีต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือด อัดแน่น ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน อุณหภูมิลำไส้ตรง และอัตราการหายใจของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียด เนื่องจากความร้อน	22	เ
8	การเปลี่ยนแปลงระดับของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน อุณหภูมิลำไส้ตรง และ อัตราการหายใจของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจาก ความร้อนเป็นเวลา 21 วัน	23	เ

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า	ใ
9	ผลของบอระเพ็ด (<i>Tinospora crispa</i> (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) ผลของบอระเพ็ดต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลล์ ลิมโฟไซต์ และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลล์ต่อลิมโฟไซต์ ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน	24	ส ใ :
10	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลล์ ลิมโฟไซต์ และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลล์ต่อลิมโฟไซต์ ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 21 วัน	25	ไป าร
11	ผลของบอระเพ็ด (<i>Tinospora crispa</i> (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) และวิตามินซีต่อระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกออกซาลออะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่มของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน	26	บ ก :
12	การเปลี่ยนแปลงระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกออกซาลออะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่ม ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 21 วัน	27	น น ง ม ป ช ว เ

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า	ใจ
1 ผลการวิเคราะห์ Proximate analysis บอระเพ็ดที่อบแห้งและบดแล้ว	40	ส
2 สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง	40	
3 ผลการวิเคราะห์ Proximate analysis อาหารที่ไก่เนื้อที่ได้รับในแต่ละกลุ่มทดลอง	41	ไ
4 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง	41	
5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดแดง	43	
6 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน	43	ไป
7 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของอุณหภูมิร่างกาย	44	
8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของอัตราการหายใจ	44	าร
9 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน	45	
10 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของประสิทธิภาพการใช้อาหาร	45	
11 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของปริมาณการกินได้	46	
12 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของอัตราการตาย	46	
13 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิล	47	บ
14 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์	47	ก
15 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์	48	น
16 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่ากลูโคสในเลือด	48	น
17 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่า SGOT ในเลือด	49	ง
18 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าโคเลสเตอรอลในเลือด	49	ม
19 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าบิลิรูบินในเลือด	50	ี
20 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าน้ำหนักตับสัมพัทธ์	50	ู้
21 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าไขมันช่องท้องสัมพัทธ์	50	ุ

ภาพผนวกที่	หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันของห้องทดลอง
2	สภาพภายนอกโรงเรือนทดลอง
3	ไก่อำลังปรับสภาพก่อนนำเข้าในห้องปรับอุณหภูมิ
4	สภาพของไก่ที่กำลังหอบขณะที่อยู่ในภาวะเครียด
	เนื่องจากความร้อน
5	ไก่ที่อยู่ในสภาพหอบจนหมดแรง
6	กำลังเก็บตัวอย่างเลือดและซีรัม
7	เก็บซีรัมที่ -80 องศาเซลเซียสก่อนส่งตรวจหาค่าชีวเคมีโลหิต
8	ตรวจหาค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน
9	ตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น
10	ย้อมสีสไลด์เลือดเพื่อตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาว
11	เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิล (E) ลิมโฟไซต์ (L)
	และแบคทีเรีย (B)
12	เม็ดเลือดขาวชนิดเอทเทอโรฟิล
13	เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์
14	ชั่งน้ำหนักไก่อีกก่อนฆ่าเพื่อเก็บตับและไขมันช่องท้อง
15	ฆ่าไก่โดยวิธี Cervical dislocation
16	ไก่ที่เตรียมพร้อมก่อนผ่าซาก
17	กำลังผ่าซากไก่
18	เปิดผ่าซากเพื่อเก็บตับก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก
19	ตับและไขมันช่องท้องที่เก็บออกจากซากแล้ว

1. ความสำคัญ หลักการและเหตุผล

ไก่เนื้อเป็นสัตว์ปีกเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ซึ่งนอกจากจะใช้บริโภคภายในประเทศแล้วยังส่งเป็นสินค้าออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศคิดเป็นมูลค่าปีละหลายพันล้านบาท โดยพบว่าปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยสามารถผลิตไก่เนื้อได้ 1260,000 ตัน อยู่ในอันดับ 5 ของโลก รองจาก สหรัฐอเมริกา จีน บราซิล เม็กซิโก ตามลำดับ และ ใน พ.ศ. 2545 มีการคาดการณ์ว่าประเทศไทยจะสามารถส่งออกไก่เนื้อได้มากเป็นอันดับที่ 7 ของโลก (Evan, 2002)

อย่างไรก็ตามประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดปี โดยเฉพาะฤดูร้อนซึ่งอุณหภูมิที่สูงนี้ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงไก่เนื้อหลายประการเช่น ปริมาณการกินอาหารได้ และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันลดลง ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น (Mcfarlane et al., 1989 ; Cooper and Washburn, 1998 ; May and Lott, 2000) อัตราการตายเพิ่มขึ้น (Daghir, 1995) นอกจากนี้ยังเพิ่มความยุ่งยากในการจัดการ โดยต้องลงทุนในการจัดทำโรงเรือนระบบปิด (Evaporative cooling system) เพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวผู้เลี้ยงต้องลงทุนสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้แต่ละปีประเทศไทยต้องสูญเสียคิดเป็นมูลค่ามหาศาล ในส่วนของเกษตรกรผู้เลี้ยงรายย่อยที่ไม่สามารถซื้อเทคโนโลยีหรือจัดทำโรงเรือนระบบปิดได้ การที่ผลผลิตลดลงและอัตราการตายของไก่เพิ่มขึ้น ทำให้รายได้ของเกษตรกรที่ควรจะได้ลดลงและบางรายการเลี้ยงประสบกับการขาดทุน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

บอระเพ็ดเป็นพืชสมุนไพรไทยที่มีการใช้มาตั้งแต่สมัยโบราณและแพร่หลาย มีสรรพคุณเป็นยาที่ช่วยระงับความร้อน แก้ไข้ได้ทุกชนิดและเจริญอาหาร (อาทร, 2533) นอกจากนี้ที่ลำต้นยังมีสาร Phytosterol (นันทวัน, มปป) ที่มีฤทธิ์ลดระดับของ Low density lipoprotein (LDL) และ Cholesterol ในกระแสเลือด (Institute of Food Science and Technology, 2000) อีกด้วย ซึ่งสารดังกล่าวมีส่วนสำคัญในกระบวนการสร้าง Glucocorticoid ในร่างกาย (Kuchel and Ralston, 1988 ; Jhonson, 1998) จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติของบอระเพ็ดมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ทั้งในด้านการช่วยระงับอุณหภูมิที่สูงขึ้นในร่างกาย ช่วยให้เจริญอาหาร และลดระดับของ Cholesterol ที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ Glucocorticoid ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นเพื่อนำสมุนไพรบอระเพ็ดมาใช้ในการลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน อันเป็นปัญหาที่สำคัญในการเลี้ยงไก่เนื้อในเมืองไทย

2. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนคือ ภาวะที่ร่างกายพยายามปรับตัวจากสภาพที่อุณหภูมิร่างกายสูง ให้กลับมาอยู่ที่อุณหภูมิร่างกายปกติหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือการพยายามรักษาสมดุล (Homeostasis) ของอุณหภูมิร่างกาย (Ewing et al., 1999) สรีรวิทยาเกี่ยวกับภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนอาจพิจารณาได้จากหลายระบบของร่างกายได้แก่ระบบประสาทและต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมน ชีวเคมี และโลหิตวิทยาซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมตามมา ผลของภาวะเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมแสดงดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ผลของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต่อสรีรวิทยาพฤติกรรมและผลผลิตของสัตว์ปีก

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	สรีรวิทยา พฤติกรรม และผลผลิต
ต่ำกว่า 10	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นลดลงและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง
10 – 21	ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงเนื่องจากภาวะเครียดเนื่องจากความเย็น
21 – 26	เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต
29 – 32	การกินได้ลดลง ซึ่งควรจัดระบบสิ่งแวดล้อมให้เหมาะกับสัตว์
32 – 35	การกินได้ ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลง สัตว์แสดงอาการอันเนื่องมาจากความร้อน ควรช่วยลดอุณหภูมิลงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ewing et al. (1999)

สาเหตุและกระบวนการของภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

อุณหภูมิร่างกาย

โดยทั่วไปช่วงอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่ทำให้อุณหภูมิร่างกายสัตว์อยู่ในช่วงปกติเรียกว่า Zone of normothermia ส่วนอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่ทำให้อุณหภูมิร่างกายสัตว์สูงและต่ำกว่าปกติเรียกว่า Zone of hyperthermia และ Zone of hypothermia ตามลำดับ

ปกติอุณหภูมิร่างกายไก่จะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงแคบๆ โดยอุณหภูมิต่ำและสูงสุดของไก่เนื้อจะอยู่ระหว่าง 40.5 ถึง 41.5 องศาเซลเซียส (Daghir, 1995) และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น จะมีผลทำให้อุณหภูมิร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยจะมีลักษณะเพิ่มสูงขึ้น สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่เนื้ออยู่ระหว่าง 21 ถึง 26 องศาเซลเซียส (Ewing et al., 1999) และเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อไก่ดังแสดงไว้ใน Table 3. และถือได้ว่า ระดับของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่ 32 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิเริ่มต้นที่ทำให้ไก่เกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน (Daghir, 1995)

ระบบประสาท

การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน จะเกิดขึ้นเมื่อไก่อยู่ในสภาพอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ไก่อยู่ได้อย่างปกติ (Zone of normothermia) และเมื่อใดก็ตามที่ไก่อยู่ในภาวะอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูง ไก่จะเกิดการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่สูงนั้นโดยตัวรับสัมผัสอุณหภูมิ (Thermoreceptor) บริเวณผิวหนัง กล้ามเนื้อ ตับและอวัยวะภายใน (Martin, 1995) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเป็นสัญญาณประสาท และส่งผ่านสัญญาณดังกล่าวไปยังปลายประสาท จากนั้นสัญญาณจะเข้าสู่ไขสันหลัง (Spinal cord) และระบบประสาทส่วนกลาง คือ Reticular area, Brain stem และ Warming sensor ในไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) และ ทาลามัส (Thalamus) (Gayton and Hall, 1997; Ewing et al., 1999) จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งไปยังแควะที่ External cerebral cortex (Martin, 1995; Ewing et al., 1999)

เมื่อรับรู้ว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น ร่างกายจะตอบสนองต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นโดยกลไกการเปลี่ยนแปลงของสมองส่วนไฮโปทาลามัส 2 กระบวนการคือ กระบวนการปรับตัวโดยใช้ระบบประสาทซิมพาเทติกและต่อมหมวกไตส่วนใน (The hypothalamic - adrenal medullary stress response system, SA) และกระบวนการปรับตัวโดยใช้ระบบของสมองส่วนไฮโปทาลามัส ต่อมใต้สมอง และต่อมหมวกไตส่วนนอก (Hypothalamus-pituitary - adrenocortical stress response system, HPA) (Ewing et al., 1999) ตามลำดับ

ระบบประสาทซิมพาเทติกและต่อมหมวกไตส่วนใน

การตอบสนองของร่างกายสัตว์ต่อภาวะเครียดของระบบประสาทซิมพาเทติกและต่อมหมวกไตส่วนใน ประกอบด้วยการทำงานจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส ต่อมใต้สมอง (Neurohypophysis) ระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) และต่อมหมวกไตส่วนใน (Adrenal medulla) ซึ่งกลไกดังกล่าวเป็นกลไกที่เตรียมเพื่อให้สัตว์พร้อมในภาวะฉุกเฉิน และการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในระยะแรก (Ewing et al., 1999) โดยเริ่มต้นจาก สมองส่วน External cerebral cortex หลังจากสังเคราะห์สัญญาณ (Signal synthesis) แล้ว สัญญาณจะถูกส่งไปยังสมองส่วนไฮโปทาลามัส หลังจากนั้นไฮโปทาลามัสจะส่งสัญญาณประสาทไปยังไขสันหลัง ซึ่งสัญญาณประสาทดังกล่าวจะถูกส่งผ่านปมประสาทซิมพาเทติกและไปยังต่อมหมวกไตส่วนในตามลำดับ นอกจากนี้สัญญาณประสาทที่ผ่านปมประสาท จะกระจายไปยังอวัยวะต่าง ๆ ภายในช่องอกและช่องท้อง (Ewing et al., 1999) หลังจากที่ได้รับสัญญาณต่อมหมวกไตจะสร้างฮอร์โมนในกลุ่มคาติโคลามีน (Catecholamine) ได้แก่ นอร์-อีพิเนฟริน (Nor-epinephrine) และอีพิเนฟริน (Epinephrine) (Devrive and Housh, 1994; Martin, 1995; Rogers and Robert, 1997; Foss and Keterian, 1998; Ewing et al., 1999)

ระบบประสาทอัตโนมัติโดยเฉพาะระบบประสาทซิมพาเทติกเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เมื่อใดที่เกิดภาวะเครียดกลไกของระบบประสาทนี้จะมีผลกระทบต่องานของอวัยวะต่าง ๆ โดยมีฮอร์โมนในกลุ่มคาติโคลามีน ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาทในระบบประสาทอัตโนมัติแสดงได้ดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลของอีพิเนฟรินที่เกิดขึ้นระหว่างการตอบสนองต่อปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะเครียด

อวัยวะ	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา
ตา	ตาขยาย
หัวใจ	เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ และความแรงของการบีบตัว ทั้งหัวใจห้องบนและห้องล่าง และเกิดการขยายตัวของระบบหัวใจและหลอดเลือด
ปอด	เกิดการขยายตัวของเส้นเลือดที่ปอด เมื่อทำให้การไหลเวียนดีขึ้น และมีการขนส่งออกซิเจนได้ดีขึ้น
ต่อมไทรอยด์	ลดการไหลเวียนของเลือดไปที่ต่อมนี้
ม้าม	เกิดการหดตัวของม้ามเพื่อขับเลือดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต ทำให้เลือดสามารถนำออกซิเจนได้เพิ่มขึ้น
ไต	ปริมาณเลือดไปที่ไตลดลงเพื่อการกรองกลูโคสที่ไต และส่งเลือดไปที่กล้ามเนื้อ

ตารางที่ 2. (ต่อ)

อวัยวะ	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา
เส้นเลือดที่ผิวหนัง และชั้นใต้ผิวหนัง เนื้อเยื่อไขมัน	เส้นเลือดหดตัว เพื่อลดปริมาณเลือดบริเวณดังกล่าว และนำ เลือดเข้าไปยังกล้ามเนื้อ กระตุ้นการสลายไขมันเพื่อเปลี่ยนเป็นกรดไขมันและกลูโคส เพื่อสร้างเป็นพลังงาน
กล้ามเนื้อ	เส้นเลือดที่บริเวณกล้ามเนื้อขยายตัว เพื่อเพิ่มปริมาณเลือด และเพิ่มการเปลี่ยน glycogen ไปเป็นกรดแลคติก ก่อนที่จะ เปลี่ยนไปเป็นกลูโคส เพื่อสร้างพลังงาน
ตับ	กระตุ้นการเปลี่ยนไกลโคเจนจากตับไปเป็นกลูโคส
ตับอ่อน	กระตุ้นการปล่อยกลูคากอนจากตับอ่อน เมื่อเปลี่ยนโปรตีนไป เป็นกรดอะมิโน จากนั้น กรดอะมิโนจะถูกเปลี่ยนไปเป็น กลูโคส เพื่อสร้างพลังงานและยับยั้งอินซูลิน ซึ่งมีหน้าที่ในการ ลดระดับกลูโคสในกระแสเลือด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ewing et al. (1999)

ระบบของสมองส่วนไฮโปทาลามัส ต่อมใต้สมองและ ต่อมหมวกไตส่วนนอก

การตอบสนองต่อภาวะเครียดโดยระบบนี้เป็นการตอบสนองในระยะยาว เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้กลไกของระบบประสาทอัตโนมัติ (Ewing et al., 1999) และต่อมหมวกไตส่วนนอก โดยกลไกจะเริ่มจากการสังเคราะห์สัญญาณประสาทที่ส่วน External cerebral cortex จากนั้นสัญญาณประสาทจะถูกส่งไปยังสมองส่วนทาลามัสและไฮโปทาลามัส ที่สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของภาวะข้างต้นได้ (Martin, 1995) หลังจากนั้น ไฮโปทาลามัส จะหลั่งฮอร์โมน Corticotropin releasing hormone (CRH) ซึ่งเป็นเปปไทด์ฮอร์โมนไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้หลั่ง Adrenocorticotrophic hormone (ACTH) และฮอร์โมนดังกล่าวจะถูกส่งตามกระแสเลือด (Humoral system) ไปยังต่อมหมวกไตส่วนนอก (Adrenal cortex) และกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoid) และอัลโดสเตอโรน (Aldosterone) ออกสู่กระแสเลือด (Ewing et al., 1999, and Martin, 1995) โดยระดับของฮอร์โมน Adrenocorticotrophic hormone ต่ำสุดที่มีผลทำให้ระดับของกลูโคคอร์ติคอยด์ในไ้เนื้อเพิ่มในปริมาณสูงสุดคือ 8 นาโนกรัม/มล. (Puvadolpirod and Thaxton, 2000)

เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมเช่นเดียวกับฮอร์โมนคาติโคลามีน (Chesworth et al., 1998; Ewing et al., 1999) กลูโคคอร์ติคอยด์จะช่วยให้ปรับตัวและเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการปรับตัวในระยะเฉียบพลัน (Acute) หรือเรื้อรัง (Chronic) จากการศึกษพบว่าระดับของฮอร์โมน กลูโคคอร์ติคอยด์ จะลดลงเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนประมาณ 120 นาที ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการป้องกันการสร้างความร้อนของร่างกายที่มากเกินไปและการปรับตัวของต่อมหมวกไตต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน (Daghir, 1995)

ชีวเคมีของภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

ส่วนประกอบชีวเคมีในเลือด

เมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนไก่เนื้อ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีหลายประการเช่น ระดับกลูโคส กรดไขมัน และเอนไซม์ในกระแสเลือดจะสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนคาติโคลามีน และ กลูโคคอร์ติคอยด์ ซึ่งฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดนี้จะออกฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนกลูคาгонซึ่งมีฤทธิ์แย่งจับ (Antagonist) กับตัวรับ (Receptor) ของฮอร์โมนอินซูลิน ทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานและการหลั่งฮอร์โมนดังกล่าว ส่งผลให้ร่างกายเกิดภาวะฮอร์โมนอินซูลินในกระแสเลือดต่ำ (Hypoinsulinemia) (Esmay, 1978; Devrive and Housh, 1994) เมื่อระดับของฮอร์โมนกลูคาгонสูงขึ้น จะมีผลทำให้เกิดการสลายตัวของไกลโคเจน (glycogen) ที่ตับและกล้ามเนื้อ (Glycogenolysis) รวมทั้งมีการสลายเนื้อเยื่อไขมันและกล้ามเนื้อได้เป็นกรดไขมันและกรดอะมิโน โดยสารประกอบในกลุ่มไขมันที่เพิ่มสูงขึ้นได้แก่ ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride), โคลเลสเตอรอล (Cholesterol) และ High density lipoprotein (HDL) (Puvadolpirod and Thaxton, 2000) การที่มีการสลายไกลโคเจน เนื้อเยื่อไขมันและกล้ามเนื้อเป็นไปเพื่อเปลี่ยนเป็นกลูโคส ส่งผลให้ระดับของกลูโคสในกระแสเลือดสูงขึ้น (Hyperglycemia) ระดับกลูโคสที่สูงขึ้นนี้ส่วนหนึ่งจะเป็นพลังงาน เพื่อใช้ในกระบวนการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ (Dervive and Housh, 1994) และการที่ระดับเกิดปฏิกิริยาที่สูงขึ้นกว่าปกติส่งผลให้ระดับเอนไซม์ Alanine Amino Transferase และ Aspartate Aminotransferase ในกระแสเลือดสูงขึ้น (Phillips and Piggins, 1992)

ชีวเคมีของอุณหภูมิร่างกาย

เมื่อสัตว์อยู่ในภาวะการปรับตัวก่อนเข้าสู่ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน (Upper critical point) สัตว์จะมีการสร้างความร้อนสูงมากขึ้นกว่าระดับปกติ อุณหภูมิภายในร่างกายสัตว์จะสูงขึ้นในทางตรงกันข้ามเมื่อสัตว์อยู่ในระยะการปรับตัวก่อนเข้าสู่ภาวะเครียดเนื่องจากความเย็น (lower critical point) สัตว์จำเป็นต้องสร้างความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกาย ซึ่งกลไกดังกล่าวถูกควบคุมโดยสมองส่วนไฮโปทาลามัส (Chesworth et al., 1998)

ปกติสัตว์จะมีกลไกในการควบคุมระดับของอุณหภูมิภายในร่างกาย แต่จะสามารถรักษาสมดุลของอุณหภูมิได้ในช่วงแคบๆ เท่านั้น โดยพบว่าไก่จะมีอุณหภูมิร่างกายประมาณ 41 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของร่างกายจะสูงกว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม เมื่อไก่อยู่ในภาวะอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่าปกติ ซึ่งความร้อนทั้งหมดเกิดจากการสลายพันธะฟอสเฟตของ ATP (Gayton and Hall, 1997; Chesworth et al., 1998) กลไกสำคัญของร่างกายที่ทำให้เกิดการสร้างความร้อนที่สำคัญคือกลไก Sodium-potassium-ATPase pump ในเซลล์ประสาทซึ่งพบว่าความร้อนภายในร่างกายที่สูงขึ้นมาจากระบบนี้ประมาณ 5-50% ของความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้น นอกจากนี้กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อก็ทำให้เกิดความร้อนขึ้นในร่างกาย ในปริมาณสูงเช่นเดียวกัน (Gayton and Hall, 1997)

พฤติกรรม

เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นจาก 24 องศาเซลเซียส เป็น 35 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิร่างกายของไก่เนื้อจะเปลี่ยนจาก 41.2 องศาเซลเซียส เป็น 44.6 องศาเซลเซียส (Teeter et al., 1992) ไก่จะมีการปรับตัวในการลดอุณหภูมิโดยกินน้ำมากขึ้น (Esmay, 1978; May and Lott, 2000) แต่การกินอาหารลดลง (Esmay, 1978; Teeter et al., 1992) ซึ่งส่งผลให้น้ำหนักตัวจะลดลงด้วย (McFarlane et al., 1989; Cooper and Washburn, 1998)

โดยพบว่าการกินน้ำจะเกิดขึ้นทันทีหลังจากอุณหภูมิสูงขึ้น 2-3 ชั่วโมง แต่เมื่อไก่เคยชินกับอุณหภูมิสูงจึงจะเริ่มกินอาหาร ซึ่งการกินน้ำจะเพิ่มขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ไก่จะมีอัตราส่วนระหว่างการกินน้ำกับ อาหารเป็น 2 : 1 แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นไก่จะกินน้ำเป็น 2 เท่าของปกติ (Hoppe, 1999) ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3. สัดส่วนระหว่างท่อน้ำและการกินอาหารในไก่เนื้อที่อุณหภูมิที่สบายตามปกติ และอยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนที่เป็นวงรอบ

อุณหภูมิ (สัปดาห์)	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (องศาเซลเซียส)	
	24	24-35-24
5	1.82	2.43
6	1.89	2.84
7	2.01	3.03

ที่มา : Hoppe (1999)

การที่ไก่ขับน้ำออกมาจำนวนมากทางทวารร่วม จะทำให้ไก่สูญเสียโพแทสเซียมออกจากร่างกาย โดยพบว่าที่อยู่ในอุณหภูมิล้อม 24 องศาเซลเซียส และ 35 องศาเซลเซียส ไก่จะขับโพแทสเซียมออกจากร่างกายทางสิ่งขับถ่าย (Excreta) เท่ากับ 2.81% และ 3.98% (Smith and Teeter, 1990) ตามลำดับ

เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นไก่จะแสดงอาการหายใจหอบ เพื่อใช้พื้นที่บริเวณปากและระบบทางเดินหายใจในการระบายความร้อน (Daghir, 1995; Hoppe, 1999) และอุณหภูมิเริ่มต้นที่ไก่เริ่มหายใจเร็วคือ 29 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิร่างกายไก่อสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส (Daghir, 1995) เมื่อไก่อาศัยอยู่ในอุณหภูมิ 24 แล้วเปลี่ยนไปอยู่ในอุณหภูมิที่ระดับ 37 องศาเซลเซียส ไก่จะมีอัตราการหายใจเพิ่มจาก 25 ครั้งต่อนาทีเป็น 195 ครั้งต่อนาที (Beers et al., 1989) เมื่อไก่เริ่มหายใจหอบไก่จะสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์จากปอดทำให้คาร์บอนไดออกไซด์และไบคาร์บอเนตในกระแสเลือดลดลง (Beers et al., 1989; Daghir, 1995) เนื่องจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในกระแสเลือดลดลง ส่งผลให้ระดับของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในกระแสเลือดลดลง ทำให้ pH ของพลาสมาสูงขึ้นภาวะนี้เรียกว่าภาวะเลือดเป็นด่าง (Alkalosis) (Daghir, 1995) ในไก่ไขพบว่าในภาวะนี้จะทำให้ขาด HCO_3^- เป็นผลทำให้เปลือกไข่บางและไม่แข็งแรง (Hodges, 1969; Winget and Smith, 1962)

นอกจากการตอบสนองต่ออุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นโดยการดื่มน้ำ และหอบแล้วไก่จะมีการขับน้ำออกทางทวารร่วม (Cloaca) ในปริมาณมากโดยน้ำที่ถูกขับออกมาจะมีลักษณะ เหลว ใส และมีความเข้มข้นต่ำกว่าน้ำปัสสาวะ (Urine) ซึ่งเมื่อน้ำออกมาถึงบริเวณทวารร่วม (Cloaca) ส่วนใหญ่จะไม่มีกลิ่นคาวคั่ง ดังตารางที่ 4 นอกจากการขับน้ำออกทางทวารร่วมแล้ว ไก่ยังขับน้ำออกทางกระจกตา ช่องปาก จมอยปาก ช่องจมูก เส้นเลือด arteriovenous shunt บริเวณช่องตาและแข้งของไก่ (Daghir, 1995) ส่วนพฤติกรรมภายในฝูงพบว่าไก่จะแยกตัวออกมาจากฝูงไม่รวมกลุ่มทำให้การจัดการยากขึ้น (Ewing et al., 1999)

ตารางที่ 4. ผลของภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนต่อเมแทบอลิซึมของน้ำในไก่เนื้อ

ค่าสังเกต	อุณหภูมิที่ไก่อยู่ สบายตามปกติ	ภาวะเครียดเนื่อง จากความร้อน
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	1.82	1.93
การกินได้ของไก่ (กรัม)	127	135
ความเข้มข้นของน้ำปัสสาวะ (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม)	187	136
ความเข้มข้นของพลาสมา (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม)	309	307
การดื่ม (มิลลิลิตรต่อวัน)	285	519
การสูญเสีย (มิลลิลิตรต่อวัน)		
- ทางปัสสาวะ	95	227
- ทางมูล	81	55
- ทางการหายใจ	109	237

ที่มา : Hoppe (1999)

โลหิตวิทยาและระบบภูมิคุ้มกัน

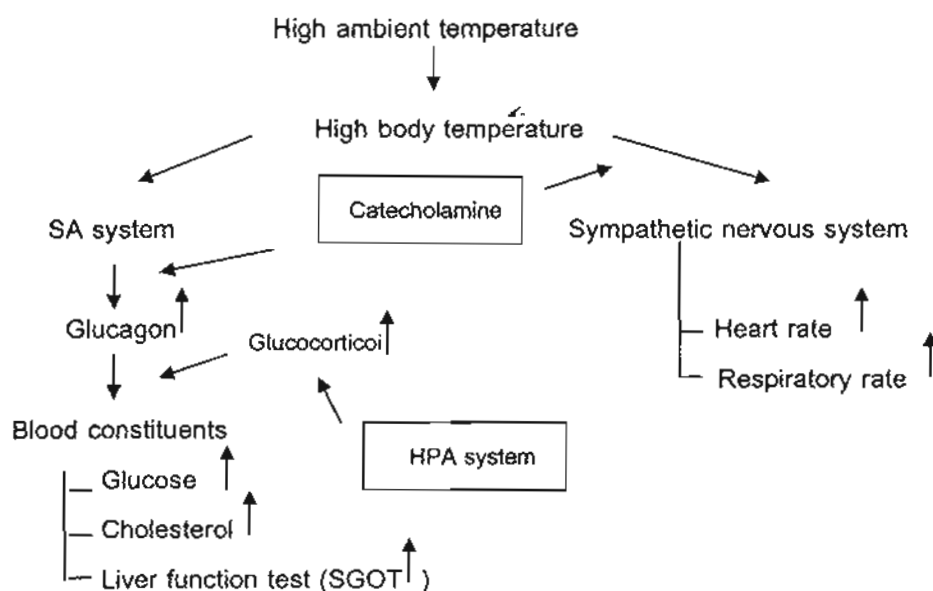
จากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเพื่อตอบสนองต่อภาวะเครียด จะส่งผลกระทบต่อระบบหมุนเวียนเลือดหลายประการ ทั้งนี้ผลส่วนใหญ่เกิดมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ ซึ่งออกฤทธิ์ทั้งต่ออวัยวะที่สร้างเม็ดเลือดและต่อเม็ดเลือดเอง โดยฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ จะไปมีผลลดการทำงานของระบบการสร้างเม็ดเลือด (Hemopoietic system) ที่สร้างทั้งจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดบี-ลิมโฟไซต์ (B-lymphocyte) เม็ดเลือดแดงและส่วนประกอบเช่น ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เป็นต้น นอกจากระบบการสร้างเม็ดเลือดแล้ว อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับเม็ดเลือดขาวชนิดที-ลิมโฟไซต์ (T-lymphocyte) ได้แก่ ม้าม ต่อมไทมัส และต่อมเบียร์ซายังได้รับผลกระทบเช่นกัน โดยพบว่าเมื่อไก่เนื้อได้รับฮอร์โมน Adrenocorticotrophic hormone จะมีอวัยวะทั้ง 3 ผ่อเล็กลงกว่าปกติ (Puvadolpirod and Thaxton, 2000) นอกจากนี้ ฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ ยังมีผลต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์โดยตรง โดยจะจับกับเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งส่งผลให้เกิดความผิดปกติของเยื่อหุ้มเซลล์เองและเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ (Daghir, 1995) ผลจากการกดการสร้างและทำลายเซลล์เม็ดเลือดขาว จะมีผลทำให้เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (lymphocyte) ลดลง โดยจะพบว่าการกระจายตัวของลิมโฟไซต์ในกระแสเลือดจะต่ำ ในทางตรงกันข้ามเม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล

(Heterophil) จะสูงขึ้น เนื่องจากการกระจายตัวออกสู่กระแสเลือดมากขึ้น (Jain, 1993) ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ (H/Lratio) สูงขึ้นซึ่งสามารถใช้ค่าดังกล่าวเป็นดัชนีบ่งชี้ภาวะเครียดที่เกิดกับไก่ทางอ้อมได้ นอกจากผลที่เกิดขึ้นกับเม็ดเลือดขาวแล้ว ภาวะเครียดยังมีผลทำให้จำนวนเม็ดเลือดแดงทั้งหมดลดลง (Puvadolpirod and Thaxton, 2000) รวมถึงค่าฮีโมโกลบิน (hemoglobin) และเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น (%PCV) ลดลง (Yahav et al., 1997)

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงได้กำหนดกรอบการวิจัยโดยอาศัยสมมติฐานการวิจัยหลัก 3 ประการได้แก่

1. จากการทำงานของระบบ the hypothalamic–adrenal medullary stress response system หรือ SA system ซึ่งประกอบด้วยการทำงานของระบบประสาทและต่อมไร้ท่อ (Neuroendocrine) และระบบประสาทอัตโนมัติ ซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) ทำให้ร่างกายตอบสนองต่อภาวะอุณหภูมิร่างกายสูงโดยอาศัยอิทธิพลของฮอร์โมนคาติโคลามีน ดังภาพที่ 1

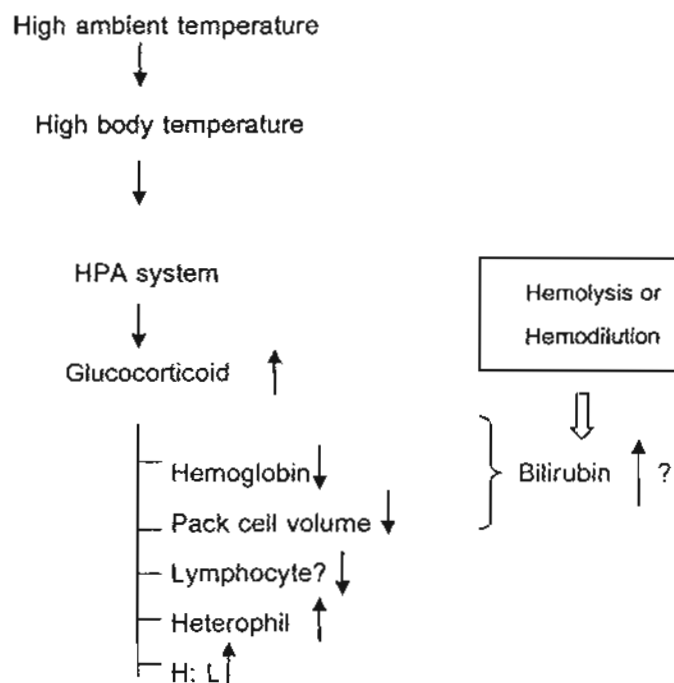


ภาพที่ 1 การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนโดยระบบ SA system

ผลจากการทำงานของระบบ SA system และระบบประสาทอัตโนมัติส่งผลทำให้ไ้มีกลไกการปรับตัวดังต่อไปนี้คือ อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น หัวใจเต้นเร็วขึ้น ระดับกลูโคส โคเลสเตอรอล และระดับเอนไซม์ Serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) ในกระแสเลือดสูงขึ้น จากข้อมูลข้างต้นตั้งสมมติฐานการศึกษาที่ 1 ได้ดังต่อไปนี้

สมมติฐานที่ 1 : เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น จะส่งผลทำให้อุณหภูมิร่างกายของไก่สูงขึ้น ทำให้ไก่เกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ร่างกายไก่จะมีการปรับตัวเพื่อลดความร้อนโดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ เมื่อตรวจค่าสังเกตจะพบว่าอุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ ระดับกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบินและระดับเอนไซม์ (SGOT) ในกระแสเลือดสูงขึ้น และเมื่อให้บอระเพ็ดที่มีคุณสมบัติ ระบายความร้อน และลดระดับโคเลสเตอรอลในกระแสเลือดลง เมื่อตรวจระดับของค่าสังเกตได้แก่อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ ระดับกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และระดับเอนไซม์ (SGOT) ในเลือดที่เพิ่มขึ้นจะลดลง

2. จากการทำงานของระบบ HPA system หลังจากที่ไม่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ ออกมาซึ่งฮอร์โมนดังกล่าวจะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโทโรฟิล และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโทโรฟิลต่อลิมโฟไซต์เพิ่มขึ้นตามลำดับ (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนโดยระบบ HPA system จากข้อมูลข้างต้นจึงตั้งสมมติฐานประการที่ 2 ได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 2 : เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น ทำให้เกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนร่างกายจะมีการตอบสนองต่อความร้อนโดยอาศัยระบบ HPA system ทำให้ร่างกายตอบสนองต่อฮอร์โมนดังกล่าวดังนี้คือ ฮีโมโกลบิน เฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น เฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง ส่วนเฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล และอัตราส่วนระหว่างเฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์สูงขึ้น ดังนั้นเมื่อให้บอระเพ็ดซึ่งมีฤทธิ์ระงับความร้อน และลดระดับของโคเลสเตอรอลในกระแสเลือด จะทำให้การตอบสนองของไ้โดยระบบ HPA system ลดลง ส่งผลให้ฮีโมโกลบิน เฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น เฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่ลดลงเพิ่มขึ้น ส่วนเฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล และอัตราส่วนระหว่างเฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อเฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่เพิ่มขึ้นลดลง

(*หมายเหตุ: การที่ระดับของฮีโมโกลบิน เฮอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น ลดลงอาจเกิดได้จากปัจจัย 2 ประการได้แก่ การแตกสลายตัวของเม็ดเลือด (Hemolysis) และการเจือจางของเลือด (Hemodilution) ดังนั้นการตรวจระดับของบิลิรูบินทั้งหมด จะเป็นตัวบ่งชี้ได้)

3. จากการที่อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการกินได้ของไก่ลดลง ในขณะที่ร่างกายต้องการพลังงานเพื่อใช้ Maintenance ร่างกายเพิ่มขึ้น ทำให้ร่างกายไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มศักยภาพ ส่วนหนึ่งไก่ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นได้และตายในที่สุดจากข้อมูลข้างต้นจึงตั้งสมมติฐานประการที่ 3 ได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 3 : เมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนไก่จะมีอัตราการกินได้ของร่างกายลดลง การเจริญเติบโตต่ำและอัตราการตายเพิ่มขึ้น เมื่อให้บอระเพ็ดในขนาดที่เหมาะสม ซึ่งมีคุณสมบัติรับความร้อนและกระตุ้นให้ความอยากกินอาหารแก่ไก่แล้ว ไก่จะมีอัตราการกินได้เพิ่มขึ้น ร่างกายเจริญเติบโตดีขึ้น และอัตราการตายลดลง

4. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดต่ออัตราการกินได้ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการตายของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน
2. เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดต่ออุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน
3. เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดในการช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากการทำงานที่มากเกินไปของตับ โดยการตรวจวัดจากระดับเอนไซม์ Serum glutamic oxaloacetic transaminase ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน
4. เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดต่อระดับของส่วนประกอบในเลือดได้แก่ ระดับของกลูโคส โคลเลสเตอรอล บิลิรูบินทั้งหมด ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน
5. เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของความเข้มข้นฮีโมโกลบิน และเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น
6. เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล และ อัตราส่วนระหว่าง เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน
7. เพื่อศึกษาผลของบอระเพ็ดต่อน้ำหนักตับสัมพัทธ์ (Relative liver weight) และไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ (Relative abdominal fat) ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. องค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้บรอะเพ็ดในการลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่เนื้อ
2. เนื่องจากในปัจจุบันการผลิตไก่กำลังได้รับความสนใจเนื่องจากความต้องการของตลาดต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นดังนั้นหากการศึกษานี้สามารถช่วยลดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่กระทงได้เมื่อนำไปเผยแพร่ จะทำให้สามารถลดการนำเข้าเทคโนโลยีที่มีราคาสูงจากต่างประเทศ
3. สามารถเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกรรายย่อยผู้เลี้ยงไก่กระทงที่ไม่สามารถซื้อเทคโนโลยีราคาสูงมาใช้ได้
4. เป็นการยกระดับการใช้สมุนไพรไทยในเชิงการค้าและการอุตสาหกรรมในอนาคต

6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 การจัดสภาพโรงเรือนทดลอง

1. โรงเรือนทดลอง

- เป็นโรงเรือนทดลองทรงสูงวางตัวในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก
- แบ่งกันห้องขนาด 70 ลบ.ม. ผนังทุกด้านเป็นตาข่ายบุด้วยผ้าพลาสติกหนาสี่ดำทุกด้าน
- ติดพัดลมดูดอากาศ 2 ตัวซึ่งต่อเข้ากับ Thermostate และ Timer relay เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง
- ติด Hygrometer เพื่อตรวจอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- ให้ความร้อนโดยใช้หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ จำนวน 22 หลอด

2. การจัดหน่วยทดลอง

สัตว์ทดลองจะถูกเลี้ยงบนกรงดับที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่ที่จัดไว้ภายในห้องปรับอุณหภูมิเพื่อเก็บข้อมูลรายตัว

3. การควบคุมอุณหภูมิ

อุณหภูมิที่ใช้เลี้ยงไก่จะเป็นแบบวงจรรอบ(Cyclic) เพื่อให้ไก่มีโอกาสพักกินอาหารโดยจะเลียนแบบอุณหภูมิตามธรรมชาติ ระดับอุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง $29.15 \pm 1.03 - 37.80 \pm 1.61 - 19.15 \pm 1.03$ องศาเซลเซียส โดยไก่จะสัมผัสกับช่วงอุณหภูมิ 37.80 ± 1.61 องศาเซลเซียส วันละ 4 ชั่วโมง

6.2 การวางแผนการทดลอง

ออกแบบการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 5 ทรีตเมนต์ 3 บล็อก แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 15 หน่วยการทดลอง ๆ ละ 10 ตัว รวม 150 ตัว

Model ของการศึกษาคือ

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ข้อมูลที่ได้จากทรีตเมนต์ที่ j Block ที่ i

μ = Overall mean

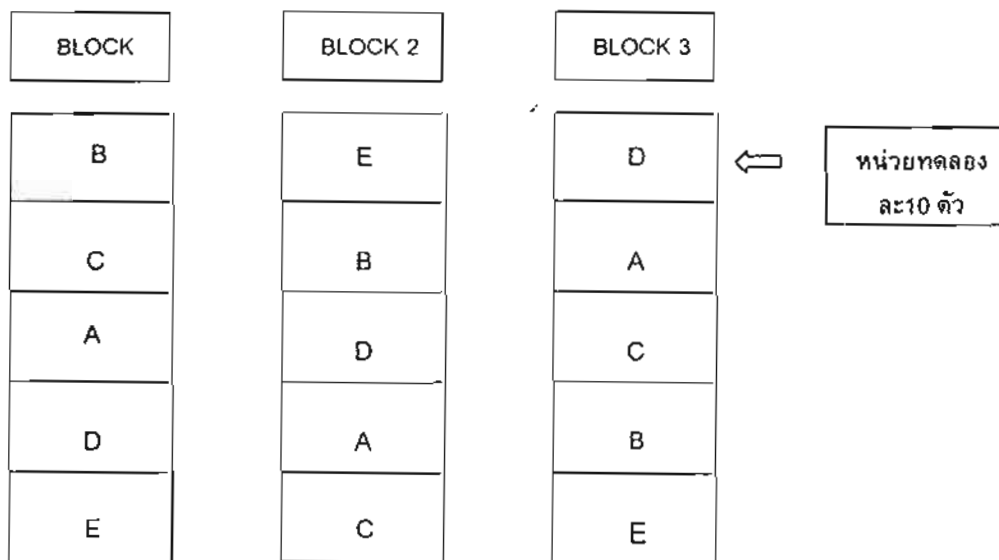
β_i = อิทธิพลของ Block ที่ i

T_j = อิทธิพลของทรีตเมนต์ที่ j

E_{ij} = random error

6.3 การจัดทรีตเมนต์ลงในหน่วยทดลอง

กำหนดให้แต่ละหน่วยทดลองมีไก่หน่วยละ 10 ตัวและสัญลักษณ์ A, B, C, D และ E แทน Treatment ที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 การจัดแผนผังการทดลอง

รายละเอียดของทรีตเมนต์ (Treatment)

1. กลุ่มควบคุม (control) ไม่เสริมบอระเพ็ด
2. กลุ่ม Positive control ทำการเสริมวิตามินซี (Ascorbic acid) ที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร
3. กลุ่มที่เสริมบอระเพ็ดที่ระดับ 5 กรัมของบอระเพ็ด/กิโลกรัมของอาหาร
4. กลุ่มที่เสริมบอระเพ็ดที่ระดับ 14 กรัมของบอระเพ็ด/กิโลกรัมของอาหาร
5. กลุ่มที่เสริมบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมของบอระเพ็ด/กิโลกรัมของอาหาร

* หมายเหตุ

1. สารสกัดของบอระเพ็ดขนาด 0.3 กรัมมีฤทธิ์เท่ากับ ยาแอสไพริน (Aspirin) 6.5 มิลลิกรัมในการลดไข้ในหนูทดลองได้ภายใน 1 ชั่วโมง (อาทร, 2533)
2. ระดับของบอระเพ็ดที่เลือกใช้ผสมอาหารในไก่ดัดแปลงมาจากการเสริมยาแอสไพริน (Aspirin) เพื่อลดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่โดย Stilborn et al. (1988) ที่เสริมยาแอสไพรินที่ระดับ 125 250 และ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหารไก่ โดยการศึกษานี้ได้แบ่งระดับของบอระเพ็ดให้เทียบเท่ากับแอสไพริน 100 300 และ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหารไก่ตามลำดับ

** หมายเหตุ ส่วนของบอระเพ็ดที่ใช้คือส่วนของลำต้นโดยนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสแล้วบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดก่อนเสริมในอาหาร

วิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ผลการทดลองแบบงานทดลองที่มีการวัดซ้ำในลักษณะ Split-plot in time in RCBD ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ทั้งอิทธิพลที่เกิดจากทรีตเมนต์และปัจจัยเนื่องมาจากเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนและกำหนดความเชื่อมั่นที่ระดับ $P < 0.05$

6.4 ค่าสังเกตที่เก็บจากการทดลอง

1. ปริมาณการกินได้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการตาย
2. อุณหภูมิร่างกาย โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดทางทวารและนับอัตราการหายใจโดยตรงจากการขึ้นลงบริเวณสวาป
3. ระดับเอนไซม์ Serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) ระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล และบิลิรูบินทั้งหมด
4. ฮีโมโกลบิน และ เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น

5. เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์
6. น้ำหนักตัวสัมพัทธ์ และน้ำหนักไขมันช่องท้องสัมพัทธ์กับน้ำหนักตัว

6.5 กิจกรรมวิจัย

1. นำไก่เนื้อสายพันธุ์ ROSE ที่ผลิตในเชิงการค้าเพศผู้จำนวน 200 ตัวที่มีขนาดสม่ำเสมอในชุดเดียวกันอายุ 18 วัน มาเลี้ยงในโรงเรือนทดลองโดยจัดให้ไก่อยู่ในกรงตับไก่ให้ อาหารไก่เนื้อแบบเต็มที และให้น้ำตลอดเวลาเพื่อให้ไก่ปรับสภาพร่างกายเป็นเวลา 9 วัน
2. เมื่อไก่อายุ 27 วันคัดเลือกไก่ที่มีขนาดสม่ำเสมอจำนวน 150 ตัว
3. ในวันที่ 28 ย้ายไก่เข้าไปในห้องปรับอากาศให้อาหารไก่กระตักที่มีส่วนผสมของ บอระเพ็ด 4 ระดับได้แก่ 0 5 14 และ 23 กรัม/กิโลกรัมของอาหาร และ Positive control ที่เสริม วิตามินซีระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร ตามลำดับ ในแต่ละหน่วยทดลอง ที่สุ่มแบบ สมบูรณ์ไว้ให้อาหารและน้ำแบบเต็มที และจัดให้แสงตลอด 24 ชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 28-49 ของการทดลอง
4. ชั่งน้ำหนักไก่ทุกตัวในวันที่ 28 35 42 และ 49 ของการทดลอง (เก็บข้อมูลอาหารที่ ไก่กินตั้งแต่วันที่ 28-49 ของการทดลอง) โดยใช้เครื่องชั่งแบบละเอียดในหน่วยกรัม
5. เก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือด brachial vein เพื่อตรวจค่าทางโลหิตวิทยา และซีรัม เพื่อตรวจค่าชีวเคมีโลหิตในวันที่ 28 35 42 และ 49 ของการทดลอง (โดยสุ่มไก่จากหน่วยทดลอง หน่วยละ 5 ตัว)
6. เก็บข้อมูลอัตราการหายใจและอุณหภูมิลำไส้ตรงหน่วยทดลองละ 5 ตัวในช่วงเวลาที่ ไก่อยู่ในอุณหภูมิ 38 ± 2 องศาเซลเซียส (ในวันที่ 28 35 42 และ 49 ของการทดลอง)
7. เก็บข้อมูลอัตราการตายแต่ละหน่วยทดลองในระหว่างวันที่ 28-34 วันที่ 35-41 และ วันที่ 42-49 ของการทดลอง
8. วันที่ 49 ของการทดลองทำการสุ่มไก่จากหน่วยทดลองละ 5 ตัว ชั่งน้ำหนัก จากนั้น ทำการฆ่าไก่โดยวิธี cervical dislocation แล้วเปิดผ่าช่องท้องตัดอวัยวะภายในส่วนตับออกมาจาก ซาก นอกจากนี้ทำการเก็บไขมันในช่องท้องทั้งหมดของไก่แต่ละตัว แล้วทำการชั่งน้ำหนักตับและ ไขมันช่องท้องในหน่วยกรัม
9. บันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
10. บันทึกผลค่าพารามิเตอร์

6.6 วิธีการตรวจทางห้องปฏิบัติการ

1. การหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น (Packed cell volume) ใช้วิธี microcapillary tube บั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Hematocrite centrifuge ความเร็วรอบ 2500 รอบ/ นาที (Campbell, 1995)
2. การหาค่า ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ใช้วิธี Cyanmethemoglobin โดยใช้สารละลาย Drabkin's solution แล้วตรวจวัดคลื่นแสงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (Ritchie et al., 1994)
3. การหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิลและลิมโฟไซต์กระทำโดยการเสมียร์เลือดบนสไลด์ ทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ แล้วทำการย้อมด้วยสีย้อมชนิด Giemsa-Wright จากนั้นนับแยกชนิดของเม็ดเลือดต่อ 100 เซลล์ (Ritchie et al., 1994)
4. หาค่า Serum Glutamic Oxaloacetic, Bilirubin, Cholesterol และ Glucose โดยใช้วิธี Reitman and Frankel, Modified Jandrossik and Grof, Enzymatic method และ Enzymatic technique ตามลำดับ โดยใช้การตรวจจากสารเคมีแบบรีเอเจนต์สำเร็จรูป (งนงุช และคณะ, 2531)

7. ผลการทดลอง

เลี้ยงไก่เนื้อในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน และเสริมบอระเพ็ดในอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหารเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมสารเสริมในทางการค้าซึ่งได้แก่ ไวตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร จากนั้นทำการวัดค่าสังเกตทางสรีรวิทยาในวันที่ 1 7 14 และ 21 ของการทดลอง และประสิทธิภาพการให้ผลผลิตในวันที่ 1-7 8-14 และ 15-21 ของการทดลองตามลำดับ ผลการศึกษามีดังนี้

1.ผลของบอระเพ็ดและวิตามินซีต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการตาย และน้ำหนักตับและน้ำหนักไขมันช่องท้อง สัมพัทธ์ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วทำการเสริมบอระเพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมไวตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร พบว่าปริมาณการกินได้ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการตายและน้ำหนักตับและน้ำหนักไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ของไก่เนื้อ แต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และน้ำหนักตับสัมพัทธ์ของไก่ที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร มีค่าสูงกว่าไก่ในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนน้ำหนักไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ของไก่ที่ได้รับบอระเพ็ดระดับต่าง ๆ และวิตามินซีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดัง ตารางที่ 5

ตารางที่ 5. ผลของบอระเพ็ด (*Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) และวิตามินซี ต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการตาย น้ำหนักตับ และไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

ค่าสังเกต			ระดับของบอระเพ็ด(ก./ก.ก. อาหาร)			SEM
	กลุ่มควบคุม	วิตามินซี	5	14	23	
ปริมาณการกินได้ (ก./วัน)	88.92	95.82	88.03	88.69	86.35	5.44
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (ก./วัน)	36.09	38.59	38.71	35.01	34.26	4.77
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.63	2.57	2.42	2.66	2.75	0.34
อัตราการตาย (%)	15.56	14.44	13.33	14.44	13.33	5.92
น้ำหนักตับสัมพัทธ์ (ก./ก.ก. น้ำหนักตัว)	2.49 ^{ab}	2.42 ^b	2.60 ^a	2.50 ^a	3.20 ^a	0.15
ไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ (ก./ก.ก. น้ำหนักตัว)	1.91	2.30	1.59	1.84	1.92	0.24

^{a, b} ภายใต้อาณัติตามแนวอนเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

SEM = standard error of the mean

2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกินได้น้ำหนักตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการตายของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (21 วัน)

ปริมาณการกินได้ของไก่ในสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ต่ำกว่าสัปดาห์ที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่ในสัปดาห์ที่ 2 ไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 3 ทางสถิติ ($P > 0.05$) ประสิทธิภาพการใช้อาหารในสัปดาห์ที่ 1 ต่ำกว่าสัปดาห์ที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และอัตราการตายของไก่ในสัปดาห์ที่ 1 สูงกว่าในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6. การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกินได้ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการตายของไก่เนื้อ เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (21 วัน)

ค่าสังเกต	สัปดาห์ที่ไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน			SEM
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	
ปริมาณการกินได้ (ก./วัน)	88.48	87.76	92.45	5.44
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (ก./วัน)	42.04 ^a	31.58 ^b	35.98 ^b	4.77
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.11 ^b	2.93 ^a	2.77 ^a	0.34
อัตราการตาย (%)	26.00 ^a	10.00 ^b	6.67 ^b	5.92

^{a, b} ภายในแถวตามแนวนอนเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

SEM = standard error of the mean

3. ผลของบอระเพ็ดและวิตามินซีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น ความเข้มข้นฮีโมโกลบิน อุณหภูมิลำไส้ตรง และอัตราการหายใจ ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่นของไก่เนื้อกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดในอาหารทั้ง 3 ระดับ และกลุ่มที่ได้รับวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมของอาหาร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบินของไก่เนื้อกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนไก่กลุ่มที่ได้รับวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมของอาหาร มีค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบินต่ำกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 กรัมต่อ กิโลกรัมของอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าอุณหภูมิลำไส้ตรงของไก่เนื้อที่ได้รับวิตามินซี และกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อ กิโลกรัมของอาหาร ต่ำกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และอุณหภูมิลำไส้ตรงของไก่เนื้อที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อ กิโลกรัมของอาหาร ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับวิตามินซี และกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 และ 14 กรัมต่อ กิโลกรัมของอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และอัตราการหายใจของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับวิตามินซีและไก่เนื้อที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อ กิโลกรัมของอาหาร ต่ำกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุมและไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 และ 14 กรัมต่อ กิโลกรัมของอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7. ผลของบอระเพ็ด (*Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) และวิตามินซีต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน อุณหภูมิลำไส้ตรง และอัตราการหายใจ ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเฉลี่ยในวันที่ 28 35 42 และ 49 ของการทดลอง

ค่าสังเกต	ระดับของบอระเพ็ด(ก./ก.ก. อาหาร)					SEM
	กลุ่มควบคุม	วิตามินซี	5	14	23	
เม็ดเลือดอัดแน่น (%)	30.13	30.05	31.35	29.86	30.33	1.31
ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (ก.%)	10.93 ^{กข}	10.63 ^ข	11.56 ^ก	11.24 ^{กข}	11.31 ^{กข}	0.44
อุณหภูมิลำไส้ตรง (องศาเซลเซียส)	44.04 ^ก	43.80 ^ข	43.84 ^ข	43.76 ^ข	43.28 ^ก	0.12
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	163.28 ^ก	155.70 ^ข	163.23 ^ก	161.82 ^ก	155.80 ^ข	3.81

^{a, b} ภายในแถวตามแนวนอนเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

SEM = standard error of the mean

4. ผลของระยะเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น ค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบิน อุณหภูมิร่างกายและ อัตราการหายใจ ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่นของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในวันที่ 7 ต่ำกว่าวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) วันที่ 14 ต่ำกว่าวันที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และวันที่ 21 สูงกว่าวันที่ 14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบินของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในวันที่ 7 สูงกว่าวันที่ 14 และ 21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อุณหภูมิลำไส้ตรงของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในวันที่ 7 สูงกว่าวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) วันที่ 14 ต่ำกว่าวันที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และวันที่ 21 ต่ำกว่าวันที่ 14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อัตราการหายใจของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในวันที่ 7 ต่ำกว่าวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) วันที่ 14 ต่ำกว่าวันที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และวันที่ 21 ต่ำกว่าวันที่ 14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8. การเปลี่ยนแปลงระดับของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน อุณหภูมิลำไส้ตรง และอัตราการหายใจ ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน เป็นเวลา 21 วัน

ค่าสังเกต	วันที่ไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน				SEM
	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	
เม็ดเลือดอัดแน่น (%)	34.89 ⁿ	31.27 ^b	26.41 ^c	28.81 ⁿ	1.31
ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (ก.%)	11.28 ^{mn}	11.82 ⁿ	10.58 ⁿ	10.85 ^{mn}	0.44
อุณหภูมิลำไส้ตรง (องศาเซลเซียส)	44.17 ^b	44.56 ⁿ	43.55 ⁿ	42.70 ^c	0.12
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	185.48 ⁿ	174.63 ^b	162.29 ⁿ	117.46 ^c	3.81

หมายเหตุ: ภายในแถวตามแนวนอนเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

SEM = standard error of the mean

5. ผลของบอระเพ็ดและวิตามินซีต่อค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล ลิ้มโฟไซด์ และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิ้มโฟไซด์เมื่อไก่เนื้ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

เมื่อทำการเสริมบอระเพ็ดระดับต่างๆและวิตามินซีในอาหารไก่เนื้อ เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนแล้วทำการวัดค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล ลิ้มโฟไซด์ และ อัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิ้มโฟไซด์ พบว่าการเสริมบอระเพ็ดทุกระดับและวิตามินซีไม่มีผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล ลิ้มโฟไซด์ และ อัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิ้มโฟไซด์ แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลของบอระเพ็ด (*Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) ผลของบอระเพ็ดต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล ลิมโฟไซต์ และ อัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

ค่าสังเกต	ระดับของบอระเพ็ด (ก./ก.ก อาหาร)				SEM	
	กลุ่มควบคุม	วิตามินซี	5	14		23
เฮทเทอโรฟิล (%)	39.88	34.77	37.67	37.47	40.06	3.06
ลิมโฟไซด์ (%)	45.88	49.71	47.56	49.08	44.59	3.28
เฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซด์	0.90	0.78	0.88	0.79	0.91	0.14

SEM = standard error of the mean

6. ผลของระยะเวลาต่อค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล ลิมโฟไซต์ และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ เมื่อไก่เนื้ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

เมื่อเลี้ยงไก่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน แล้วทำการตรวจวัดค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล ลิมโฟไซต์ และ อัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซด์ในวันที่ 1 3 7 14 และ 21 ของการทดลอง พบว่าในวันที่ 3 7 14 และ 21 ของการทดลอง ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลของไก่เนื้อจะสูงกว่าวันที่ 1 ของการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซด์ของไก่ในวันที่ 1 ของการทดลอง จะสูงกว่าวันที่ 3 ของการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) วันที่ 7 และ 14 ของการทดลองมีค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซด์ ไม่แตกต่างกับวันที่ 3 ของการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และ วันที่ 21 ของการทดลองจะมีค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซด์ต่ำกว่าวันที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซด์ของไก่เนื้อในวันที่ 3 7 14 และ 21 ของการทดลอง มีค่าสูงกว่าวันที่ 1 ของการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล ลิมโฟไซต์ และ อัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 21 วัน

ค่าสังเกต	วันที่เมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน					SEM
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	
เฮเทอโรฟิล (%)	27.39 ^u	39.23 ⁿ	40.45 ⁿ	39.88 ⁿ	42.39 ⁿ	3.06
ลิมโฟไซต์ (%)	54.39 ⁿ	48.45 ^u	44.11 ^{u,n}	46.06 ^{u,n}	43.80 ⁿ	3.26
เฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์	0.51 ^u	0.84 ⁿ	1.01 ⁿ	0.90 ⁿ	1.00 ⁿ	0.14

ก และ ก ภายในแถวตามแนวนอนเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

SEM = standard error of the mean

7. ผลของบอระเพ็ดและวิตามินซีต่อระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และ เอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกอ็อกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) เมื่อไก่เนื้ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

เมื่อเสริมบอระเพ็ดและวิตามินซีระดับต่างๆในอาหารไก่เนื้อ ที่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน แล้ววัดระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกอ็อกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่ม พบว่าการเสริมบอระเพ็ดและวิตามินซีระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้ระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกอ็อกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่มของไก่เนื้อแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดัง ตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลของบอระเพ็ด (*Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook. F. & Thoms) และ วิตามินซีต่อระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกอ็อกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่มของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

ค่าสังเกต	ระดับของบอระเพ็ด(ก./ก.ก. อาหาร)					SEM
	กลุ่มควบคุม	วิตามินซี	5	14	23	
กลูโคส (มก./100 มล.)	223.17	226.11	227.13	213.29	204.18	14.45
โคเลสเตอรอล (มก./100 มล.)	167.05	164.81	161.01	161.01	160.89	7.96
บิลิรูบิน (มก./100 มล.)	0.34	0.34	0.30	0.30	0.27	0.048
SGOT (IU)	160.47	155.21	165.88	154.45	158.68	15.09

SEM = standard error of the mean

8. ผลของระยะเวลาต่อระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกอ็อกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่ม เมื่อไก่เนื้ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

เมื่อเลี้ยงไก่เนื้อในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนแล้วทำการวัดระดับ ของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกอ็อกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่ม พบว่าในวันที่ 1 7 14 และ 21 ของการทดลองระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล และเอนไซม์ซีรั่ม กลูตามิกอ็อกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่มของไก่ในวันที่ 1 7 14 และ 21 ของการทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนระดับของบิลิรูบินในวันที่ 7 และ 14 ของการทดลองสูงกว่าวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) วันที่ 7 และ 14 ของการทดลองสูงกว่าวันที่ 21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และวันที่ 21 ของการทดลองมีค่าบิลิรูบินสูงกว่าวันที่ 1 ของการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดัง ตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกออกซาลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่ม ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 21 วัน

ค่าสังเกต	วันที่ไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน				SEM
	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	
กลูโคส (มก./100 มล.)	219.65	229.54	212.88	213.03	14.45
โคเลสเตอรอล (มก./100 มล.)	165.71	165.94	158.73	158.27	7.96
บิลิรูบิน (มก./100มล.)	0.07 ^ก	0.52 ^ก	0.48 ^ก	0.17 ^ข	0.048
SGOT (IU)	158.94	158.09	161.35	157.63	15.09

ก ข และ ค ภายในแถวตามแนวนอนเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

SEM = standard error of the mean

8. การสรุปผลตามสมมติฐาน

สมมติฐานที่ 1 : เมื่อให้บอระเพ็ดที่มีคุณสมบัติลดความร้อนในไก่เนื้อที่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน จะมีผลทำให้อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ ระดับกลูโคส โคเลสเตอรอล และระดับเอนไซม์ Serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) ที่เพิ่มขึ้นจะลดลง

การสรุปผลตามสมมติฐานที่ 1

เมื่อเลี้ยงไก่เนื้อในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน อุณหภูมิร่างกายของไก่จะเพิ่มสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิร่างกายปกติ และพบว่าเมื่อเสริมบอระเพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร พบว่ามีผลทำให้อุณหภูมิร่างกายของไก่เนื้อต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และอัตราการหายใจของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหารต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนระดับกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบินในเลือด และ ระดับเอนไซม์ Serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

สมมติฐานที่ 2: เมื่อให้บอร์เพ็ดซึ่งมีฤทธิ์ระงับความร้อนและลดระดับของโคเลสเตอรอล ในกระแสเลือด จะทำให้ความเข้มข้นฮีโมโกลบิน เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่ลดลงเพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโมโกลิน และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโมโกลินต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่เพิ่มขึ้นลดลง

การสรุปผลตามสมมติฐานที่ 2

เมื่อเลี้ยงไก่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน และเสริมบอร์เพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหารพบว่า ไม่มีผลต่อค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบิน และเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโมโกลิน และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโมโกลินต่อเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

สมมติฐานที่ 3: เมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ไก่จะมีอัตราการกินได้และเจริญเติบโตลดลง ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการตายเพิ่มขึ้น เมื่อให้บอร์เพ็ดในขนาดที่เหมาะสม ซึ่งมีคุณสมบัติระงับความร้อนและกระตุ้นให้ไก่อยากกินอาหารแล้ว ไก่จะมีอัตราการกินได้และการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการตายจะลดลง

การสรุปผลตามสมมติฐานที่ 3

เมื่อเลี้ยงไก่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน และเสริมบอร์เพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร พบว่าปริมาณการกินได้ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการตายของไก่เนื้อ ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

9. วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของบอร์เพ็ดต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน พบว่าทั้งบอร์เพ็ดและวิตามินซี ไม่มีผลทำให้ปริมาณการกินได้ น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนแตกต่างจากกลุ่มควบคุม โดยวิตามินซีซึ่งเป็น Positive control ที่มีการใช้แพร่หลายในทางการค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไก่เนื้อในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในปัจจุบันนั้น จากการตรวจสอบเอกสารพบว่าสามารถจำแนกผลการศึกษาเกี่ยวกับวิตามินซีได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่วิตามินซีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ได้แก่ Pardue et al. (1985) (ได้ผลเฉพาะเพศเมีย) Dzhambulatov et al. (1996) และ Raja

and Qureshi (2000) ส่วนกลุ่มที่พบว่าไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต คือ Stilborn et al. (1988) McKee et al. (1997) และ Abou and Ismail (1999) ตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าการใช้วิตามินซีในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน มีทั้งกลุ่มที่เสริมวิตามินซีแล้วได้ผลเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ผลผลิต แต่ในขณะเดียวกันกลุ่มงานวิจัยที่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตก็มีในอัตราส่วนที่ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ไขมันช่องท้องสัมพัทธ์ของไก่ที่ได้รับบอระเพ็ดระดับต่างๆและวิตามินซีก็ไม่แตกต่างกันเช่นกัน แต่น้ำหนักตับสัมพัทธ์ของไก่กลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดในระดับสูง มีน้ำหนักตับสัมพัทธ์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดในระดับต่ำ ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ไก่จะมีการดึงเอาไกลโคเจนจากตับออกมาใช้เป็นแหล่งของพลังงาน ส่งผลทำให้ระดับของไกลโคเจนในตับลดลง แต่ไก่กลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดระดับสูง มีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับในระดับต่ำ ทำให้มีการดึงไกลโคเจนจากตับมาใช้ต่ำกว่า ดังนั้นกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดในระดับสูงจึงมีค่าน้ำหนักตับสัมพัทธ์สูง อย่างไรก็ตามจำนวนไก่ในแต่ละหน่วยทดลองที่ใช้ในการศึกษานี้มีไม่มากนัก ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดลองในการการศึกษาประสิทธิภาพการผลิต เนื่องจากมีจุดประสงค์เพื่อศึกษานี้เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาเป็นหลัก ดังนั้นจำนวนสัตว์ทดลองต่อหน่วยทดลองสำหรับการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตอาจไม่เพียงพอ ส่งผลทำให้ไม่สามารถไปถึงประสิทธิภาพการผลิตได้ชัดเจนนัก หากได้มีการทดลองในกลุ่มที่ใหญ่ขึ้นอาจทำให้เห็นผลชัดเจนยิ่งขึ้น

เมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนพบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่ในสัปดาห์ที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.04 กรัมต่อวัน ลดลงเป็น 31.58 และ 35.98 กรัมต่อวัน ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ การที่น้ำหนักของไก่ลดลงนั้นมีสาเหตุเนื่องมาจากปัจจัย 2 ประการคือ ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ประการที่ 2 คือในช่วงสัปดาห์ที่ 2 เป็นช่วงที่ไก่ได้รับผลกระทบจากภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน สังเกตได้จากค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาว ที่เริ่มเพิ่มสูงขึ้นจาก 0.51 0.84 1.01 และ 0.90 ในวันที่ 1 3 7 และ 14 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึงค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดแดงอัดแน่น ที่ใช้เป็นค่าสังเกตบ่งชี้ถึงระบบการนำออกซิเจนของร่างกาย ในการศึกษานี้พบว่าได้ลดลงจาก 34.89 ในวันที่ 1 เป็น 31.27 26.41 และ 28.81 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7 14 และ 21 ตามลำดับ ซึ่งหากการนำออกซิเจนในร่างกายลดลง จะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตลดลงเช่นกัน และเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในสัปดาห์ที่ 3 พบว่าน้ำหนักตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ) ซึ่งสอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดแดงอัดแน่นที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน จะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 โดยเพิ่มจาก 2.11 เป็น 2.93 และ 2.77 ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพการใช้อาหารนี้มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ทั้งนี้เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับสัปดาห์ที่ 1 ในขณะที่ปริมาณการกินได้ทั้ง 3 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน โดยปริมาณการกินได้ในสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 88.48 87.76 และ 92.45 กรัมต่อวันตามลำดับ

อัตราการตายของไก่ในสัปดาห์ที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.00 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.00 และ 6.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อไก่เนื้ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานาน พบว่าอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจของไก่มีแนวโน้มลดลงทางสถิติ ซึ่งตามปกติอุณหภูมิร่างกายของไก่เนื้อจะอยู่ระหว่าง 41 – 42 องศาเซลเซียส (Donkoh, 1989) แต่เมื่อไก่ถูกเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37.80 ± 1.61 ในวันแรกและวันที่ 7 ของการทดลองจะพบว่าอุณหภูมิร่างกายของไก่เพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิร่างกายปกติเป็น 44.17 องศาเซลเซียส และ 44.56 องศาเซลเซียส ในวันที่ 1 และ 7 ของการทดลอง และลดลงเหลือ 43.55 องศาเซลเซียส และ 42.70 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 และ 21 ของการทดลอง ตามลำดับ ซึ่งการลดลงของอุณหภูมิร่างกาย มีความสอดคล้องกับการลดลงของอัตราการหายใจ โดยอัตราการหายใจของไก่จะลดลงจากวันที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 185.48 เป็น 174.63 162.29 และ 117.46 ครั้งต่อนาที ในวันที่ 1 7 14 และ 21 ของการทดลองตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผลจากการทดลองนี้ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการตายเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิร่างกายลดลงนั้น สอดคล้องกับการตรวจเอกสารของ Moberg and Mench (2000) ซึ่งกล่าวว่าเมื่อสัตว์อยู่ในภาวะเครียดในระยะแรก สัตว์นั้นจะตอบสนองต่อภาวะเครียดนั้นสูง แต่ต่อมาเมื่อสัตว์นั้นสัมผัสกับตัวที่ทำให้เกิดภาวะเครียด (Stressor) นั้นซ้ำแล้วซ้ำอีก สัตว์นั้นจะปรับตัวได้และการตอบสนองต่อภาวะเครียดนั้นจะลดลง

เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนพบว่าการเสริมบอระเพ็ดในทุกระดับ และวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร มีผลทำให้อุณหภูมิร่างกายของไก่ลดลง โดยไก่กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับวิตามินซีและกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหาร มีอุณหภูมิร่างกายเท่ากับ 44.04 43.80 43.84 43.76 และ 43.28 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งขัดแย้งกับ Davies et al. (1991) ที่ให้ข้อเสนอแนะว่าวิตามินซีมีผลทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น แสดงว่าทั้งวิตามินซีและบอระเพ็ดให้ผลในการช่วยลดอุณหภูมิร่างกาย ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ซึ่งการค้นพบนี้ถือได้ว่าเป็นการรายงานครั้งแรก แต่บอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร มีผลทำให้อุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร ซึ่งผลของบอระเพ็ดในการช่วยลดอุณหภูมิร่างกายในการทดลองนี้ สอดคล้องกับการตรวจเอกสารของอาหาร (2533) วชิรและคมสัน (มปป) ยุวดี (มปป) และ นันทวัน (มปป) ที่พบว่าบอระเพ็ดมีผลลดอุณหภูมิร่างกายสูงเนื่องจากภาวะไข้ได้ นอกจากนี้บอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร และวิตามินซีมีผลทำให้อัตราการหายใจของไก่อ่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 และ 14 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร โดยอัตราการหายใจของไก่กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับวิตามินซีและกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหาร มีอัตราการหายใจเท่ากับ 163.28 155.70 163.23 161.82 และ 155.80 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ

Furlan et al. (1998) ทำการศึกษาผลของยา Indomethacin ซึ่งเป็นยาลดอาการไข้ อักเสบ และแก้ปวดในกลุ่ม Cyclooxygenase inhibitors พบว่าไม่มีผลในการลดอุณหภูมิร่างกายของไก่เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นขณะที่ไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน เกิดจากอุณหภูมิที่ร่างกายสร้างขึ้นโดยการควบคุมของสมองส่วน Hypothalamus ดังนั้นการที่อุณหภูมิร่างกายของไก่ลดลงเมื่อได้รับบอร์เพ็คที่ระดับต่าง ๆ นั้น อาจเป็นไปได้ว่า สมุนไพรรักษาโรคนี้น่าจะออกฤทธิ์กับระบบประสาทส่วนกลางดังกล่าว และผลจากการที่อัตราการหายใจต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ในกลุ่มที่ได้รับบอร์เพ็คที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร นอกจากจะเกิดจากการที่อุณหภูมิร่างกายลดลงแล้วอาจเป็นไปได้ว่า บอร์เพ็คอาจไปมีผลกับสมองส่วน Parabrachial nucleus ซึ่งเป็นสมองส่วนที่ควบคุมการเพิ่มอัตราการหายใจเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียด (Gregory, 1998) หรือเกิดขึ้นจากการที่บอร์เพ็คมีผลช่วยลดอุณหภูมิของร่างกาย แล้วส่งผลให้อัตราการหายใจของไก่เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนลดลงด้วย ส่วนการเสริมวิตามินซีนั้นอาจเกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกับผลที่เกิดขึ้นจากบอร์เพ็ค ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาในทางลึกต่อไป

เมื่อเลี้ยงไก่เนื้อในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 37.80 ± 1.61 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง โดยค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล และลิมโฟไซต์ของไก่เนื้อในวันที่ 1 3 7 14 และ 21 มีค่าเท่ากับ 27.39 39.23 40.45 39.88 และ 42.39 ; และ 54.39 48.45 44.11 46.06 และ 43.80 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Altan et al., (2000) ที่พบว่าเมื่อสัตว์อยู่ในภาวะเครียดค่าของเม็ดเลือดขาวทั้ง 2 ชนิดนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลง และค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ของไก่เพิ่มขึ้นจาก 0.51 ในวันที่ 1 เป็น 0.84 1.01 0.90 และ 1.00 ในวันที่ 3 7 14 และ 21 ตามลำดับ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Mcfarlane et al., (1989) แสดงว่าไก่กลุ่มดังกล่าวอยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน และเมื่อเสริมบอร์เพ็คระดับต่างๆ และวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร พบว่าไม่มีผลต่อการลดลงของค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Mckee et al., (1997) ซึ่งพบว่าวิตามินซีที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร มีผลช่วยลดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนได้ และลดระดับของค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ อย่างไรก็ตามเนื่องจากการศึกษานี้ทำการทดลองในภาวะอุณหภูมิที่สูงมาก (37.80 ± 1.61 องศาเซลเซียส) เมื่อเทียบกับการศึกษาอื่น ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าในภาวะที่อุณหภูมิสูงมากนี้อาจทำให้ฤทธิ์ของวิตามินซีแสดงออกได้ไม่ชัดเจนเนื่องจากไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนอย่างรุนแรง

เมื่อไก่เนื้ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานาน ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่นของไก่จะมีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.89 เป็น 31.27 26.41 และ 28.81 ในวันที่ 7 14 และ 21 ของการทดลอง ซึ่งค่าดังกล่าวจะลดลงต่ำที่สุดในวันที่ 14 ของการทดลอง เช่นเดียวกับ

การลดลงของค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบิน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Teeter et al. (1992), Deaton et al. (1996), Yahav et al. (1997), Zhou et al. (1998), Borges et al. (1999), Furlan et al. (1999) และ Altan et al. (2000) ตามลำดับ Jain (1993) กล่าวว่าเมื่อเม็ดเลือดแดงแตก ฮีโมโกลบินจะถูกปล่อยออกจากเม็ดเลือดแดงเข้าสู่พลาสมาและถูกเปลี่ยนเป็น บิลิรูบินในที่สุด การที่ระดับของบิลิรูบินสูงขึ้นในกระแสเลือด บ่งบอกได้ว่าเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก (hemolysis) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าระดับของบิลิรูบินจะเพิ่มขึ้นจากวันที่ 1 ซึ่งมีค่าบิลิรูบินเท่ากับ 0.07 เป็น 0.52 และ 0.48 ในวันที่ 7 และ 14 จากนั้นจึงลดลงเป็น 0.17 ในวันที่ 21 ของการทดลอง ร่วมกับการลดลงของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น และค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ดังนั้นแสดงว่าเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน จะมีผลทำให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก ซึ่งผลการศึกษานี้ได้ช่วยอธิบายปรากฏการณ์การลดลงของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น และค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบิน ที่มีการศึกษามาก่อนหน้านี้

เมื่อทำการเสริมวิตามินซีในระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร เป็น Positive control ในการทดลองผลปรากฏว่า ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่นและค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบินไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ถึงแม้ว่าวิตามินซีจะมีคุณสมบัติในการช่วยดูดซึมธาตุเหล็กที่ละลายได้ ช่วยรักษาสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ของเม็ดเลือดแดงร่วมกับวิตามินอี และช่วยในการรีดิวส์ Fe^{3+} ไปเป็น Fe^{2+} (Davies et al., 1991) ซึ่งทั้ง 3 ประการมีความเกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของเม็ดเลือดแดงโดยตรง และเมื่อเปรียบเทียบผลของบอระเพ็ดทั้ง 3 ระดับ ต่อดัชนีเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่นและค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบินกับกลุ่มควบคุม พบว่าค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบินของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร ซึ่งมีค่าฮีโมโกลบินเท่ากับ 11.31 กรัม (เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับวิตามินซี ที่มีค่าฮีโมโกลบินเท่ากับ 10.93 กรัม (เปอร์เซ็นต์) เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน แต่ไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร ซึ่งมีค่าฮีโมโกลบินเท่ากับ 11.24 และ 11.31 กรัม (เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ปรากฏการณ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าวิตามินซี มีผลทำให้ระดับของฮีโมโกลบินในกระแสเลือดลดลง เมื่อไก่เนื้ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนแต่ไม่ทราบกลไกที่เกิดขึ้น

Yersin et al. (1992) ทำการศึกษาค่าชีวเคมีในเลือดของไก่ พบว่าในระดับที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100 เมตร (ระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลที่ใกล้เคียงกับศึกษาครั้งนี้) พบว่าไก่เนื้อจะมีค่าเอนไซม์ซีรั่มกลูตาไมก้ออกซาลออะซีติกทรานซามิเนส โคเลสเตอรอล และ กลูโคส ในซีรั่ม เท่ากับ 124 ± 15.3 IU 148.7 ± 22.2 mg/dl และ 204.6 ± 15.5 mg/dl ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเอนไซม์ซีรั่มกลูตาไมก้ออกซาลออะซีติกทรานซามิเนส โคเลสเตอรอล และ กลูโคส ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับวิตามินซีและกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 5 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 160.47 155.21 165.88 154.45 และ 158.68; 167.05 164.81 161.01 161.01 และ 160.89; และ 223.17 226.11 227.13 213.29 และ 204.18 ตามลำดับ จะพบว่า

มีเพียงค่าเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกออกซาลอะซีติกทรานซามิเนสเท่านั้น ที่สูงกว่าช่วงของค่าที่ศึกษาของ Versin et al.(1992) เล็กน้อย ซึ่งผลการศึกษาบ่งชี้ว่าเมื่อให้บอระเพ็ดเป็นเวลา 21 วัน ไม่ได้เป็นสาเหตุทำให้ไก่เกิดภาวะตับอักเสบ (Hepatitis) ทั้งนี้เนื่องจาก Ritchie et al. (1994) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในสัตว์ปีกหากค่าเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกออกซาลอะซีติกทรานซามิเนส สูงกว่า 230 IU จึงจะวินิจฉัยว่าตับมีความผิดปกติ ส่วนค่ากลูโคสถึงแม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อได้รับบอระเพ็ดระดับต่างๆกับกลุ่มควบคุม แต่จะพบว่าไก่ในกลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดในระดับสูงจะมีแนวโน้มของน้ำตาลในเลือดต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิร่างกาย ทั้งนี้เนื่องจากกลูโคสเป็นแหล่งของพลังงานและการสร้างความร้อนในไก่ เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน (วรพล และสุจินต์, 2545) ดังนั้นการที่ระดับกลูโคสในกระแสเลือดลดลง อาจส่งผลทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลงด้วย ซึ่งผลการศึกษาที่ได้มีความสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักตับสัมพัทธ์ของไก่กลุ่มที่ได้รับบอระเพ็ดที่ระดับ 23 กรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร โดยพบว่าไก่ในกลุ่มนี้มีค่าน้ำหนักตับสัมพัทธ์สูงกว่ากลุ่มอื่น นั้นแสดงว่ามีการดึงเอาไกลโคเจนจากตับเพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้น้ำตาลในกระแสเลือดลดลง และอุณหภูมิของร่างกายก็ลดลงด้วยเช่นเดียวกัน

จากผลการศึกษาข้างต้นทำให้ได้ข้อมูลของบอระเพ็ดต่อไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนที่น่าสนใจในระดับหนึ่งคือ บอระเพ็ดสามารถลดอุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ และลดการดึงไกลโคเจนจากตับเพื่อเปลี่ยนเป็นกลูโคสในกระแสเลือด สำหรับการศึกษาในลำดับต่อไปนั้น ควรจะเป็นการศึกษาเพื่อหาระดับของบอระเพ็ดที่เหมาะสมสำหรับไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะนี้ โดยทำการศึกษาในกลุ่มประชากรไก่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อศึกษาถึงผลของบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิตอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากจำนวนประชากรของไก่สำหรับศึกษานี้เพื่อดูผลของประสิทธิภาพการผลิตนั้นน้อยเกินไป

10. เอกสารอ้างอิง

- นนุช เศรษฐเสถียร วิสุทธิ์ กังวานตระกูล และ เยาวลักษณ์ ชีวเจตกุล. 2531. ปฏิบัติการเคมีคลินิก เล่ม 1. คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นันทวัน บุญยะประภัตร. มปป. ก้าวไปกับสมุนไพร. ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรมป่าไม้และโครงการสมุนไพรพึ่งตนเอง. ไม่ปรากฏสถานที่พิมพ์.
- ภาควิชาสรีรวิทยา. 2542. ปฏิบัติการชีวเคมี. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ยุวดี จอมพิทักษ์. มปป. รักษาโรคด้วยสมุนไพร. สำนักพิมพ์หอสมุดกลาง 09. กรุงเทพมหานคร.
- วรพล เองวานิช และ สุจินต์ สิมารักษ์. 2545. ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่.
- ว. สงขลานครินทร์ วทท 24(1): 159-167.

- วัชรวิทย์ วัฒนวิไล และคณะ. 2533. หุตะแพทย์. มปป. สมุนไพรประจำบ้าน: ประโยชน์สมุนไพรใช้เอง. ไม่ปรากฏสถานที่พิมพ์.
- อาหาร รวีไพบูรณ์. 2533. หลักการใช้สมุนไพรและสมุนไพรที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อ. ภาควิชาเภสัชพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.
- Abou, E. E. M, and Ismail, A. M. 1999. Ascorbic acid, sodium bicarbonate and ammonium chloride supplementation in broiler diets at high environmental temperatures. Proceedings of the 7th Scientific Conference on Animal Nutrition (ruminants, poultry and fish), 19-21 October. (Abstract)
- Altan, O., Altan, A., Cabuk, M. and Bayraktar, H. 2000. Effect of heat stress on some blood parameter in broilers. Turk Veterinerlik Ve Hayvancilik Dergisi. 24: 2, 145 – 148. (Abstract)
- Beers, K. W., Raup T.J., and Bottje W. G. 1989. Physiological responses of heat stressed broilers. Poult. Sci. 68: 428-434.
- Borges, S. A., Ariki, J., Martins, C. L. and Moraes, V. M. B. de. 1999. Potassium chloride supplementation in heat stressed broilers. Revista Brasileira de Zootecna, 28: 2, 313 – 319. (Abstract)
- Campbell, T. W. 1995. Avian Hematology and Cytology. Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Chesworth, J. M., Stuchbury T., and Scaife J. R. 1998. Agricultural Biochemistry. St. Edmundsbury Press, Suffolk.
- Cooper, M. A. and Washburn, K. W. 1998. The relationship of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. Poult. Sci. 77: 237-242.
- Daghir, N. J. 1995. Poultry Production in Hot Climates. University Press Cambridg.
- Davies, M. B., Austin, J. and Partridge, D. A. 1991. Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. p. 91 –114.
- Deaton, J. W., Reece, F. N. and Tarver, W. J. 1996. Hematological, hemoglobin and plasma protein level of broilers reared under constant temperature. Poult. Sci. 48: 1993 – 1996.
- Devries, H. A. and Housh, T. J., 1994. Physiology of Exercise. W. C. Brown Communication, Inc, Dubuque.

- Donkoh, A. 1989. Ambient temperature: a affecting performance and physiological response of broiler chickens. Int. J. Biometeorol. 33: 259 – 265.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F test. Biometric 11: 1-42.
- Dzhambulatoev, M. M., Viktorov, P. I., Alisheikhov, A. M. and Akhmedkhanova, R. R. 1996. Setting norms for vitamin C and B12 in feeds for laying hens and broiler chickens subjected to heat stress. Russian Agricultural Science, 10: 28 - 30.
- Esmay, M. L. 1978. Principles of Animal Environment. The Avi Publishing Company, Inc., Connecticut.
- Evan, T. 2002. Executive Guide to World Poultry Trend: A statistical reference for poultry executive. Watt Publising Co., Hampshire.
- Ewing, S. A., Lay, D. C. Jr., and Borell, E. V. 1999. Farm Animal Well – Being. Simon & Schuster company, New Jersey.
- Foss, M. L. and Keterian, S. J. 1998. Physiology for Exercise and Sport. The McGraw – Hill, Inc, Singapore.
- Furlan, R. L., Macari, M., Malheiros, E. B., Secato, E. R. and Guerreiro, J. R. 1998. Effect of indomethacin on hyperthermia induced by heat stress in broiler chickens. Int. J. Bio. 42: 2, 73 - 76.
- Furlan, R. L., Macari, M., Moraes, R. D., Malheiros, E. B. and Secato, E. R. 1999. Hematological and gasometric response of different broiler chickens strains under acute heat stress. Revista Brasileira de Ciencia Avicola. 1: 1, 77 – 84. (Abstract)
- Gregory, N. G. 1998. Animal Welfare and Meat Science. CABI Publising, The University Press, Cambridge, pp 64-93.
- Guyton, A. C. and Hall, J. E. 1997. Human Physiology and Mechanisms of Disease. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Hodges, R. D. 1969. pH and mineral ion levels in the blood for the laying hen (*Gallus domesticus*) in reaction to egg shell formation. Comp. Biochem. Physiol. 28: 1243 – 1257.
- Hoppe, P. P. 1999. Wet litter in broilers. Poultry International. 38 (11): 52-62.
- Institute of Food Science & Technology. 2000. Phytosterol esters (plant sterol and stanol esters). [Http:// www.ifs.org/hotspot_29.html](http://www.ifs.org/hotspot_29.html)
- Jain, N. C. 1993. Essential of veterinary Hematology. Lea&Febiger, Philadelphia.

- Jhonson, L.R. 1998. Essential medical physiology. Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia.
- Kuchel, P. W. and Raiston, G. B. 1988. Theory and problems of Biochemistry. McGraw – Hill Book Inc. Singapore.
- Martin, F. H., 1995. Fundamental of Anatomy and Physiology. Simon & Schuster Company, New Jersey.
- May, J. D. and Lott, B. D. 1992. Feed and water consumption patterns of broilers at high environmental temperature. Poult. Sci.71: 331-336.
- May, J. D. and Lott, B. D. 2000. The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age. Poult. Sci. 79: 669 – 671.
- Mckee, J. S., Harrison, P. C. and Riskowski, G. L. 1997. Effect of supplemental ascorbic acid on the energy conversion of broiler chicks during heat stress and feed withdrawal. Poult. Sci. 76: 1278-1286.
- Mcfarlane, J. M., Curtis, S. E., Shanks, R. D., and Carmer, S. G. 1989. Multicurrent stressors in Chicks: Effect on weight gain, feed intake, and Behavior. Poult. Sci.68: 501-509.
- Moberg, G. P. and Mench, J. A. 2000. The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare. CABI Publishing, Wallingford, p. 1- 42.
- Pardue, S. L., Thaxton, J. P. and Brake, J. 1985. Influence of supplemental ascorbic acid on broiler performance following exposure to high environmental temperature. Poult. Sci. 64: 1334 – 1338.
- Philips, C. and Piggins, D. 1992. Farms Animals and Environment. University Press, Cambridge.
- Puvadolpirod, S. and J. P. Thaxton. 2000. Physiology stress in chickens 1. Response parameters. Poult. Sci. 76: 363 – 369.
- Raja, A. Q. and Qureshi, A. 2000. Effectiveness of supplementation of vitamin C in broilers feeds in hot season. Pakistan Veterinary Journal, 20: 2, 100. (Abstract)
- Reddy, C.V. 2000. Maintaining growth and production. Poultry International: Asia Pacific Edition. 31(1): 36 – 40.
- Ritchie, B. W., Harrison, J. G. and Harrison, R. L. 1994. Avian Medicine. Winger's Publishing, Inc, Florida.

- Rogers, R. A. and Roberts, S. O., 1997. Exercise physiology. Mosby – Year Book, Inc, Singapore.
- Smith, M. O. and Teeter, R. G. 1990. Potassium balance of the 5 To 8 - week - old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. *Poult. Sci.* 71: 487-492.
- Stilborn, H. L., Harris Jr, G. C., Bottje, W. G. and Waldroup, P. W. 1988. Ascorbic acid and acetylsalicylic acid (Aspirin) in the diet of broilers maintained under heat stress conditions. *Poult. Sci.* 67: 1183 - 1187.
- Winget, C. M., and Smith, A. H., 1962. Dissociation of the calcium protein complex of laying hen's plasma. *Am. J. Physiol.* 196: 371 – 374.
- Yahav, S, Straschnow, A., Plavnik, I., and Hurwizf, S. 1997. Blood system response of chickens to changes in the environmental temperature. *Poult. Sci.* 76: 627 – 633.
- Yersin, A. G., Huff, W. E., Kubena, M. H., Elissalde, R. B., Harvey, D. A. and Giroir, L.E. 1992. Changes in hematological, blood gas, and serum biochemical variables in broilers during exposure to simulated high altitude. *Avian disease* 36: 189-196.
- Zhou, W.T., Fujita, M., Yamamoto, S., Iwasaki, K., Oyama, H. and Holikawa, H. 1998. Effect of glucose in drinking water on the change in whole blood viscosity and plasma osmolarity of broiler chickens during high temperature exposure. *Poult. Sci.* 77: 644 – 647.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลงานวิจัย

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ Proximate analysis บอระเพ็ดที่อบแห้งและบดแล้ว

ค่าสังเกต	ผลการวิเคราะห์
% วัตถุแห้ง	97.83
% ความชื้น	2.17
เยื่อใย	16.05
ไขมัน	6.89
โปรตีน	4.28
NFE	63.26

ตารางผนวกที่ 2 สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง

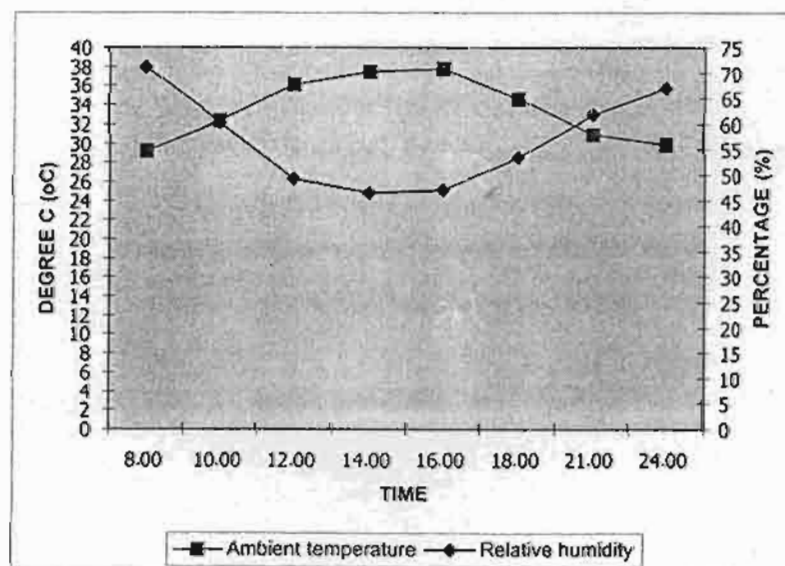
วัตถุดิบ	กลุ่มควบคุม	เสริมบอระเพ็ด 5 g	เสริมบอระเพ็ด 14 g	เสริมบอระเพ็ด 23 g
ข้าวโพดบด	58.10	57.50	56.50	55.50
บอระเพ็ด	0.00	0.50	1.40	2.30
ปลาป่น (55%CP)	7.00	7.00	7.00	7.00
กากถั่วเหลือง (44%CP)	26.60	26.70	26.80	26.90
ไคแคลเซียม	1.80	1.80	1.80	1.80
หินปูน	0.70	0.70	0.70	0.70
ฟอสฟอรัส	0.50	0.50	0.50	0.50
DL เมทไธโอนีน	0.22	0.22	0.22	0.22
L ไลซีน	0.08	0.08	0.08	0.08
NaCl	0.50	0.50	0.50	0.50
น้ำมันพืช	4.50	4.50	4.50	4.50
	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบ				
โปรตีน	20.83	20.84	20.84	20.84
ME, Kcal/kg	3,350	3,330	3,300	3,270
Ca, %	1.52	1.52	1.51	1.50
P, avail, %	1.07	1.07	1.07	1.07

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ Proximate analysis อาหารที่ไก่เนื้อที่ได้รับในแต่ละกลุ่มทดลอง

ค่าสังเกต	กลุ่มควบคุม	เสริมบอระเพ็ด 5 ก.	เสริมบอระเพ็ด 14 ก.	เสริมบอระเพ็ด 23 ก.
% ความชื้น	8.53±0.10	8.51±0.11	8.59±0.15	8.17±0.08
% วัตถุแห้ง	91.47±0.10	91.49±0.11	91.41±0.15	91.83±0.08
% เถ้า	6.9±0.11	7.27±0.18	6.84±0.10	6.63±0.08
เยื่อใย	2.36±0.31	2.43±0.20	2.57±0.33	2.43±0.20
ไขมัน	7.52±1.28	7.45±0.52	7.38±0.39	7.41±0.16
โปรตีน	19.35±0.57	19.16±0.37	19.18±0.22	19.19±0.25
NFE	55.30±1.70	54.40±0.96	55.14±0.41	56.19±0.52

ตารางผนวกที่ 4 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง

ค่าสังเกต / เวลา	8.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.	18.00 น.	21.00 น.	24.00 น.
อุณหภูมิ (°C)	29.15±1.03	32.35±1.28	36.14±2.20	37.45±2.02	37.80±1.61	34.58±1.48	30.95±1.02	29.90±0.95
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	71.13±4.38	60.41±5.06	49.30±6.24	46.57±6.76	47.13±5.60	53.48±5.38	61.86±6.74	67.05±5.77



ภาพผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันของห้องทดลอง

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาเรียนรู้ของค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่งอก

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	15.47	7.73	1.50	0.24
Trt	4	16.57	4.14	0.80	0.54
Block*Trt	8	38.29	4.78	0.93	0.51
Day	3	591.05	197.02	38.15	0.00
Block*Day	6	58.99	9.83	1.90	0.12
Trt*Day	12	37.42	3.12	0.60	0.82
Error	24	123.95	5.16		
Total	59	881.75			

C.V. = 7.49 %

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์หาเรียนรู้ของค่าความเข้มข้นของฮิโมโกลบิน

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	4.74	2.37	4.08	0.03
Trt	4	6.26	1.56	2.69	0.05
Block*Trt	8	10.13	1.27	2.18	0.07
Day	3	13.16	4.39	7.55	0.00
Block*Day	6	5.62	0.94	1.61	0.20
Trt*Day	12	13.31	1.11	1.91	0.09
Error	24	13.96			
Total	59	67.17			

C.V. = 6.85 %

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าเรียนรู้ของอุณหภูมิร่างกาย

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	1.09	0.54	12.34	0.00
Trt	4	3.86	0.96	21.93	0.00
Block*Trt	8	1.40	0.18	3.99	0.00
Day	3	29.69	9.90	225.17	0.00
Block*Day	6	0.81	0.14	3.08	0.02
Trt*Day	12	0.37	0.03	0.71	0.73
Error	24	1.05			
Total	59	38.27			

C.V. = 0.48 %

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าเรียนรู้ของอัตราการหายใจ

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	141.67	70.83	1.63	0.22
Trt	4	727.58	181.89	4.19	0.01
Block*Trt	8	1947.50	243.44	5.60	0.00
Day	3	40166.89	13388.96	308.23	0.00
Block*Day	6	1221.27	203.55	4.69	0.00
Trt*Day	12	569.05	47.42	1.09	0.41
Error	24	1042.51			
Total	59	45816.47			

C.V. = 4.12 %

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	68.54	34.27	0.50	0.61
Trt	4	149.89	37.47	0.55	0.70
Block*Trt	8	804.12	100.52	1.47	0.24
Week	2	827.62	413.81	6.07	0.01
Block*Week	4	444.60	111.15	1.63	0.22
Trt*Week	8	389.61	48.70	0.71	0.67
Error	16	1091.60			
Total	44	3775.98			

C.V. = 22.61 %

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการใช้อาหาร

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	0.10	0.05	0.15	0.86
Trt	4	0.54	0.13	0.40	0.81
Block*Trt	8	4.53	0.57	1.69	0.18
Week	2	5.62	2.81	8.37	0.00
Block*Week	4	2.31	0.58	1.72	0.19
Trt*Week	8	2.29	0.29	0.85	0.57
Error	16	5.37			
Total	44	20.77			

C.V. = 22.24 %

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ของปริมาณการกินได้

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	187.26	93.63	1.05	0.37
Trt	4	476.61	119.15	1.34	0.30
Block*Trt	8	1570.04	196.25	2.21	0.08
Week	2	191.03	95.52	1.08	0.36
Block*Week	4	346.48	86.62	0.98	0.44
Trt*Week	8	335.96	41.99	0.47	0.86
Error	16	1421.11			
Total	44	4528.49			

C.V. = 10.52 %

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ของอัตราการตาย

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	284.44	142.22	1.35	0.29
Trt	4	31.11	7.78	0.07	0.99
Block*Trt	8	248.89	31.11	0.30	0.96
Week	2	3204.44	1602.22	15.22	0.00
Block*Week	4	1848.89	462.22	4.39	0.01
Trt*Week	8	595.56	74.44	0.71	0.68
Error	16	1684.44			
Total	44	7897.78			

C.V. = 72.14 %

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าเรียนซ์ของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรไฟล์

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	35.39	17.69	0.63	0.54
Trt	4	277.98	69.50	2.47	0.06
Block*Trt	8	407.02	50.88	1.81	0.11
Day	3	2182.60	545.65	19.36	0.00
Block*Day	6	189.37	23.67	0.84	0.58
Trt*Day	12	785.62	49.10	1.74	0.09
Error	24	901.90			
Total	59	47779.88			

C.V. = 13.98 %

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าเรียนซ์ของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	41.52	20.77	0.64	0.53
Trt	4	275.80	68.95	2.14	0.10
Block*Trt	8	257.74	32.22	1.00	0.45
Day	3	1132.78	283.20	8.79	0.00
Block*Day	6	194.27	24.28	0.75	0.64
Trt*Day	12	565.31	35.33	1.10	0.40
Error	24	1030.61			
Total	59	3498.10			

C.V. = 11.98 %

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของค่าอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์
เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโมโทฟิลล์ต่อลิมโฟไซต์

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	0.05	0.03	0.43	0.66
Trt	4	0.21	0.05	0.85	0.50
Block*Trt	8	0.82	0.10	1.64	0.15
Day	3	2.51	0.63	10.00	0.00
Block*Day	6	0.37	0.05	0.74	0.66
Trt*Day	12	0.99	0.06	0.98	0.49
Error	24	2.01			
Total	59	6.96			

C.V. = 29.36 %

ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของค่ากลูโคสในเลือด

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	191.66	95.83	0.15	0.86
Trt	4	4630.43	1157.61	1.85	0.15
Block*Trt	8	3246.03	405.75	0.65	0.73
Day	3	2766.29	922.09	1.47	0.25
Block*Day	6	1884.09	314.02	0.50	0.80
Trt*Day	12	7243.99	603.67	0.96	0.51
Error	24	15025.82			
Total	59	34988.31			

C.V. = 11.44 %

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ของค่า SGOT ในเลือด

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	347.57	173.78	0.27	0.77
Trt	4	1210.04	302.51	0.46	0.76
Block*Trt	8	5801.33	725.17	1.11	0.39
Day	3	181.53	60.51	0.09	0.96
Block*Day	6	1721.18	286.86	0.44	0.85
Trt*Day	12	20138.30	1678.19	2.56	0.02
Error	24	15072.66			
Total	59	44472.61			

C.V. = 16.44 %

ตารางผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ของค่าโคเลสเตอรอลในเลือด

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	26.49	13.25	0.07	0.93
Trt	4	722.29	180.57	0.95	0.45
Block*Trt	8	1571.16	196.39	1.03	0.44
Day	3	806.16	268.72	1.41	0.26
Block*Day	6	1887.70	314.62	1.66	0.18
Trt*Day	12	3827.39	318.95	1.68	0.14
Error	24	4560.76			
Total	59	13401.95			

C.V. = 8.50 %

ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าปัสสาวะในเลือด

Source	df	S.S.	M.S.	F	Pr>F
Block	2	0.03	0.01	2.02	0.15
Trt	4	0.05	0.01	1.75	0.17
Block*Trt	8	0.03	0.00	0.64	0.74
Day	3	2.24	0.75	110.07	0.00
Block*Day	6	0.04	0.01	1.09	0.40
Trt*Day	12	0.10	0.01	1.26	0.30
Error	24	0.16			
Total	59	2.66			

C.V. = 26.58 %

ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าน้ำหนักตัวสัมพัทธ์

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	0.22	0.11	1.55	0.27
Trt	4	1.22	0.40	4.28	0.04
Error	8	0.57			
Total	14	2.01			

C.V. = 10.11 %

ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าไขมันช่องท้องสัมพัทธ์

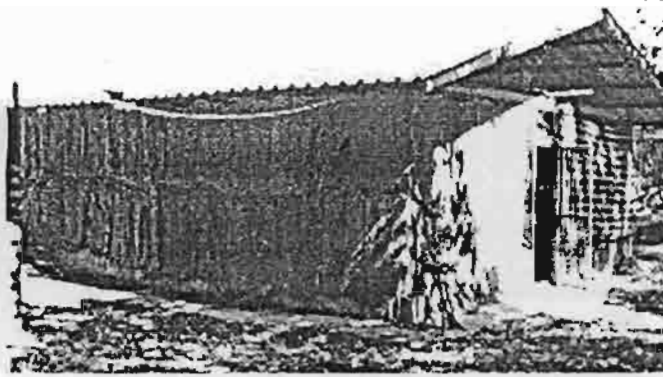
Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Block	2	0.05	0.03	0.16	0.85
Trt	4	0.78	0.19	1.16	0.39
Error	8	1.34			
Total	14	2.18			

C.V. = 21.42 %

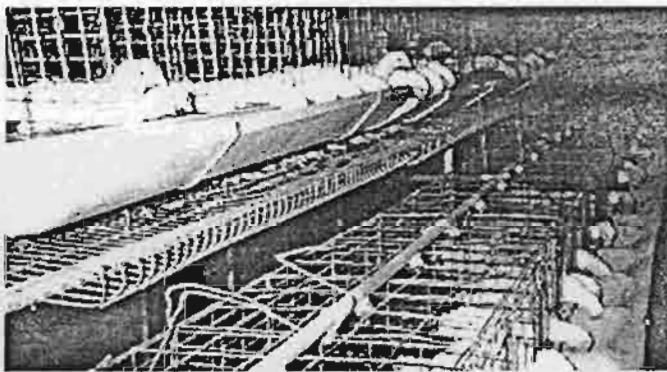
ภาคผนวก ค.

ภาพกิจกรรมวิจัย

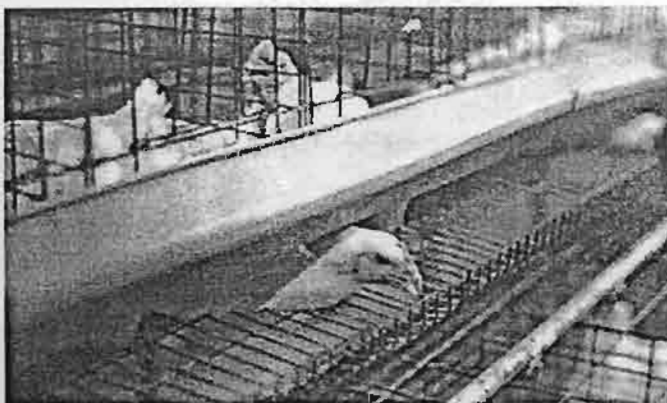
๕



ภาพผนวกที่ 2 สภาพภายนอกโรงเรียนหาดลอง



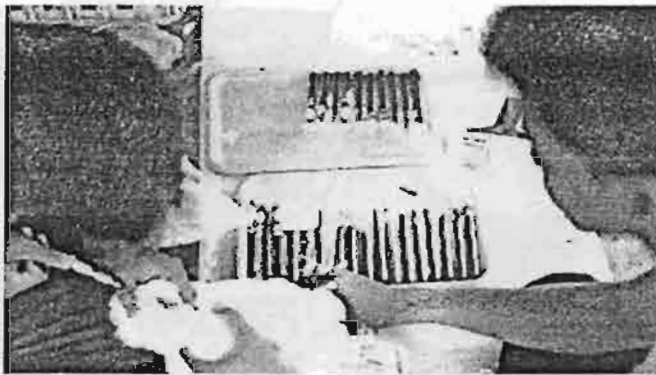
ภาพผนวกที่ 3 ไก่กำลังปรับสภาพก่อนนำเข้าในห้องปรับอุณหภูมิ



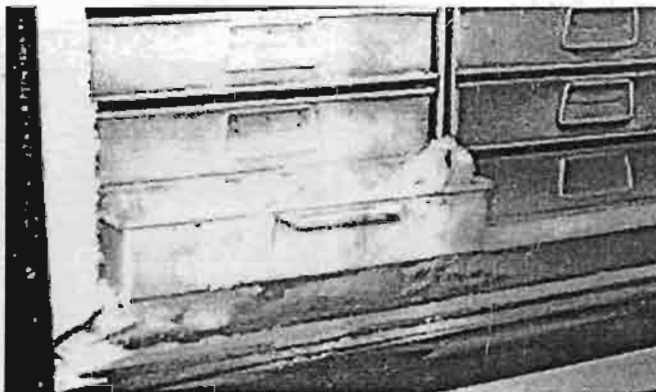
ภาพผนวกที่ 4 สภาพของไก่ที่กำลังหอบขณะที่อยู่ในภาวะเครียด
เนื่องจากความร้อน



ภาพผนวกที่ 5 ไก่ที่อยู่ในสภาพหอบจนหมดแรง



ภาพผนวกที่ 6 กำลังเก็บตัวอย่างเลือดและซีรัม



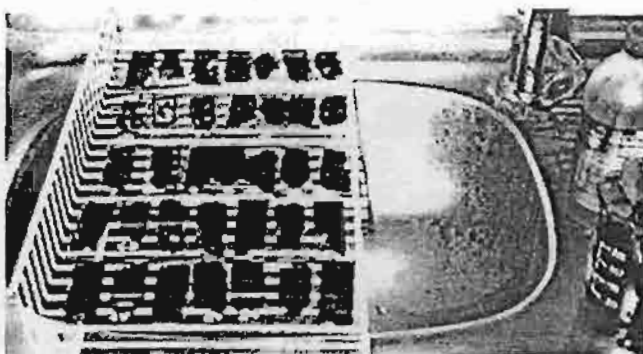
ภาพผนวกที่ 7 เก็บซีรัมที่ -80 องศาเซลเซียสก่อนส่งตรวจ
หาตัวชีวเคมีโลหิต



ภาพผนวกที่ 8 ตรวจสอบค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน



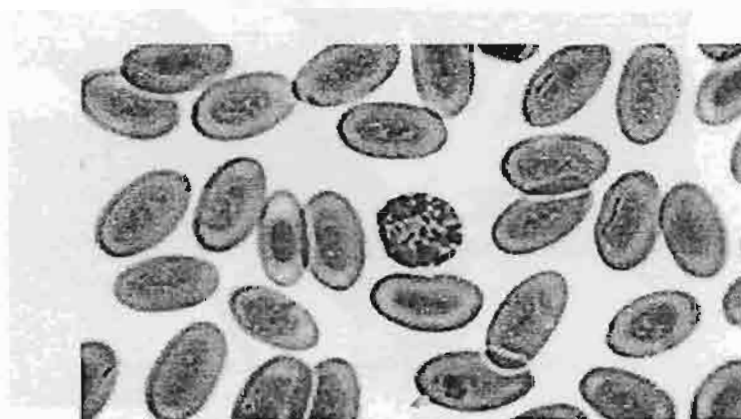
ภาพผนวกที่ 9 ตรวจสอบค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น



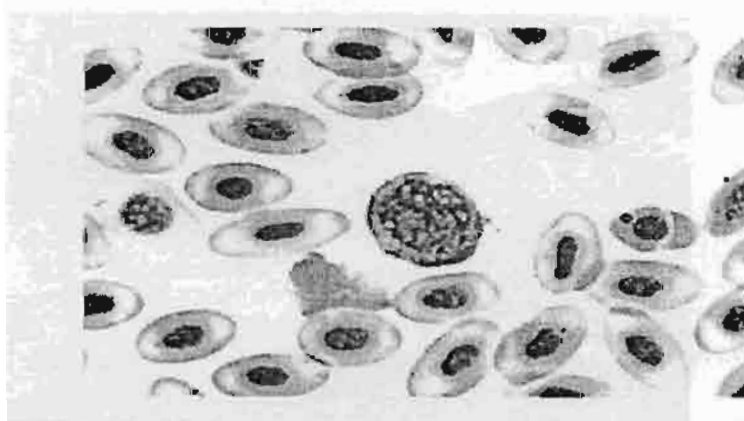
ภาพผนวกที่ 10 ย้อมสไลด์เลือดเพื่อตรวจสอบค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาว



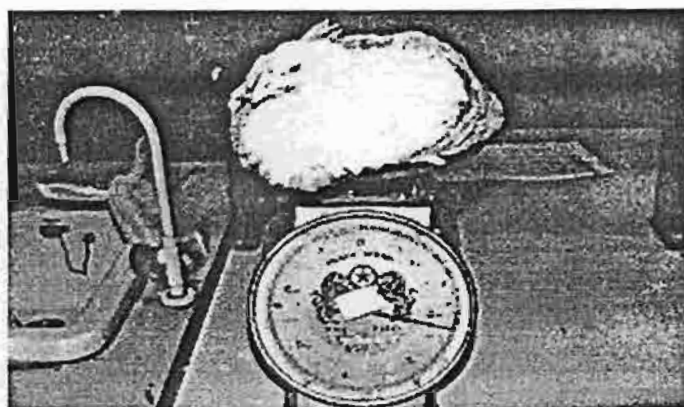
ภาพผนวกที่ 11 เม็ดเลือดขาวชนิด อีโอซิโนฟิล (E) ลิมโฟไซต์ (L)
และแบโซฟิล (B)



ภาพผนวกที่ 12 เม็ดเลือดขาวชนิดเฮมาโทโรฟิล



ภาพผนวกที่ 13 เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์



ภาพผนวกที่ 14 ชั่งน้ำหนักไก่ก่อนฆ่าเพื่อเก็บตับและไขมันช่องท้อง



ภาพผนวกที่ 15 ฆ่าไก่โดยวิธี Cervical dislocation



ภาพผนวก 16 ไก่ที่เตรียมพร้อมก่อนผ่าซาก