



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

สัณยเลขที่ HERB20314/2545

เรื่อง: ผลของบอร์เพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิต อุณหภูมิร่างกายอัตราการหายใจ โลหิตวิทยา และชีวเคมีโลหิตในไก่เนื้อ
เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

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 จรรรณ ชินราตรี

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 จรรวรรณ ชินราตรี

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	
1	การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนโดยระบบ SA system	11	ส
2	การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนโดยระบบ HAP system จากข้อมูลข้างต้นจึงตั้งสมมติฐานประการที่ 2 ได้ดังนี้	13	เ
3	การจัดแผนผังการทดลอง	16	ไ
			าร
			เบ
			ก
			้น
			น
			น
			เ
			ม
			มี
			ร
			(

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า	
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 และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกออกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่มของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน	26	บ ก :
12	การเปลี่ยนแปลงระดับของกลูโคส โคเลสเตอรอล บิลิรูบิน และเอนไซม์ซีรั่มกลูตามิกออกซาโลอะซีติกทรานซามิเนส (SGOT) ในซีรั่ม ของไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลา 21 วัน	27	น น ง ม ป ผู้ 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 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น	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	อ

ภาพผนวกที่	หน้า	ใบ
1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันของห้องทดลอง	41	ส
2 สภาพภายนอกโรงเรือนทดลอง	52	
3 ไก่กำลังปรับสภาพก่อนนำเข้าในห้องปรับอุณหภูมิ	52	1
4 สภาพของไก่ที่กำลังหอบขณะที่อยู่ในภาวะเครียด		2
เนื่องจากความร้อน	52	
5 ไก่ที่อยู่ในสภาพหอบจนหมดแรง	53	
6 กำลังเก็บตัวอย่างเลือดและซีรัม	53	
7 เก็บซีรัมที่ -80 องศาเซลเซียสก่อนส่งตรวจหาค่าชีวเคมีโลหิต	53	ไป
8 ตรวจหาค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน	54	
9 ตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดอัดแน่น	54	าร
10 ย้อมสียสไลด์เลือดเพื่อตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาว	54	
11 เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิล (E) ลิมโฟไซต์ (L)		
และแบโซฟิล (B)	55	
12 เม็ดเลือดขาวชนิดเอทโทโรฟิล	55	
13 เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์	55	บ
14 ชั่งน้ำหนักไก่ก่อนฆ่าเพื่อเก็บตับและไขมันช่องท้อง	56	ก
15 ฆ่าไก่โดยวิธี Cervical dislocation	56	น
16 ไก่ที่เตรียมพร้อมก่อนผ่าซาก	56	น
17 กำลังผ่าซากไก่	57	ง
18 เปิดผ่าซากเพื่อเก็บตับก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก	57	บ
19 ตับและไขมันช่องท้องที่เก็บออกจากซากแล้ว	57	จ

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), โคเลสเตอรอล (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) ส่วนใหญ่จะไม่มี การดูดซึมกลับดัง ตารางที่ 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 (มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม)	187	136
ความเข้มข้นของพลาสมา (มิลลิออสโมลต่อกิโลกรัม)	309	307
การดื่มน้ำ (มิลลิลิตรต่อวัน)	285	519
การสูญเสีย น้ำ (มิลลิลิตรต่อวัน)		
- ทางปัสสาวะ	95	227
- ทางมูล	81	55
- ทางการหายใจ	109	237

ที่มา : Hoppe (1999)

โลหิตวิทยาและระบบภูมิคุ้มกัน

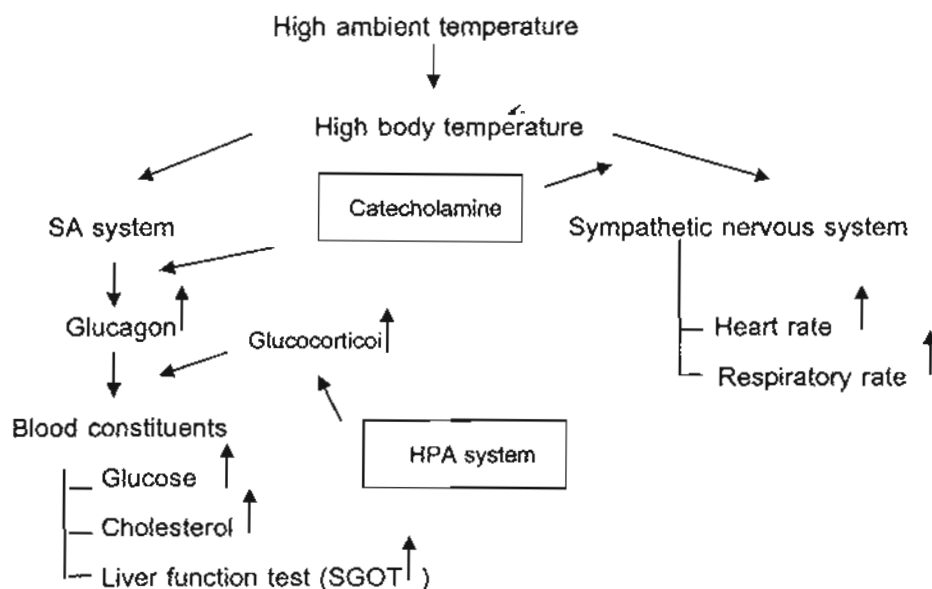
จากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเพื่อตอบสนองต่อภาวะเครียด จะส่งผลกระทบต่อระบบหมุนเวียนเลือดหลายประการ ทั้งนี้ผลส่วนใหญ่เกิดมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ ซึ่งออกฤทธิ์ทั้งต่ออวัยวะที่สร้างเม็ดเลือดและต่อเม็ดเลือดเอง โดยฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ จะไปมีผลลดการทำงานของระบบการสร้างเม็ดเลือด (Hemopoietic 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

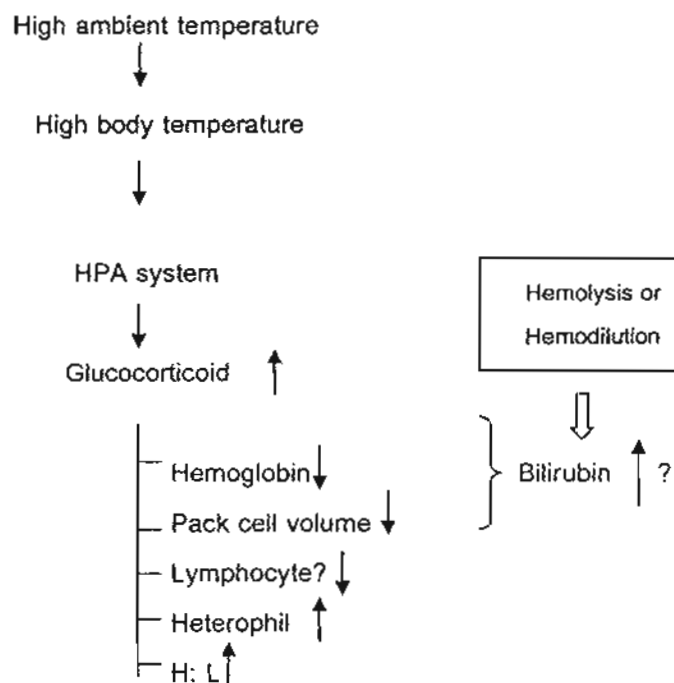


ภาพที่ 1 การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนโดยระบบ SA system

ผลจากการทำงานของระบบ SA system และระบบประสาทอัตโนมัติส่งผลทำให้ไก่มีกลไกการปรับตัวดังต่อไปนี้คือ 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 หลังจากที่ถูกอยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ ออกมาซึ่งฮอร์โมนดังกล่าวจะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโทโรฟิล และอัตราส่วนระหว่างเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮโทโรฟิลต่อลิมโฟไซต์เพิ่มขึ้นตามลำดับ (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การตอบสนองของร่างกายต่อภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนโดยระบบ HPA system จากข้อมูลข้างต้นจึงตั้งสมมติฐานประการที่ 2 ได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 2 : เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น ทำให้เกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนร่างกายจะมีการตอบสนองต่อความร้อนโดยอาศัยระบบ HPA system ทำให้ร่างกายตอบสนองต่อฮอร์โมนดังกล่าวดังนี้คือ ฮีโมโกลบิน เฟอร์เรตินเม็ดเลือดอัดแน่น เฟอร์เรตินเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง ส่วนเฟอร์เรตินเม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล และอัตราส่วนระหว่างเฟอร์เรตินเม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์สูงขึ้น ดังนั้นเมื่อให้บอร์เพ็คซึ่งมีฤทธิ์ระงับความร้อน และลดระดับของโคเลสเตอรอลในกระแสเลือด จะทำให้การตอบสนองของไ้โดยระบบ HPA system ลดลง ส่งผลให้ฮีโมโกลบิน เฟอร์เรตินเม็ดเลือดอัดแน่น เฟอร์เรตินเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่ลดลงเพิ่มขึ้น ส่วนเฟอร์เรตินเม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิล และอัตราส่วนระหว่างเฟอร์เรตินเม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลต่อเฟอร์เรตินเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่เพิ่มขึ้นลดลง

(*หมายเหตุ: การที่ระดับของฮีโมโกลบิน เฟอร์เรตินเม็ดเลือดอัดแน่น 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. องค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้บรเพ็ดในการลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่เนื้อ
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

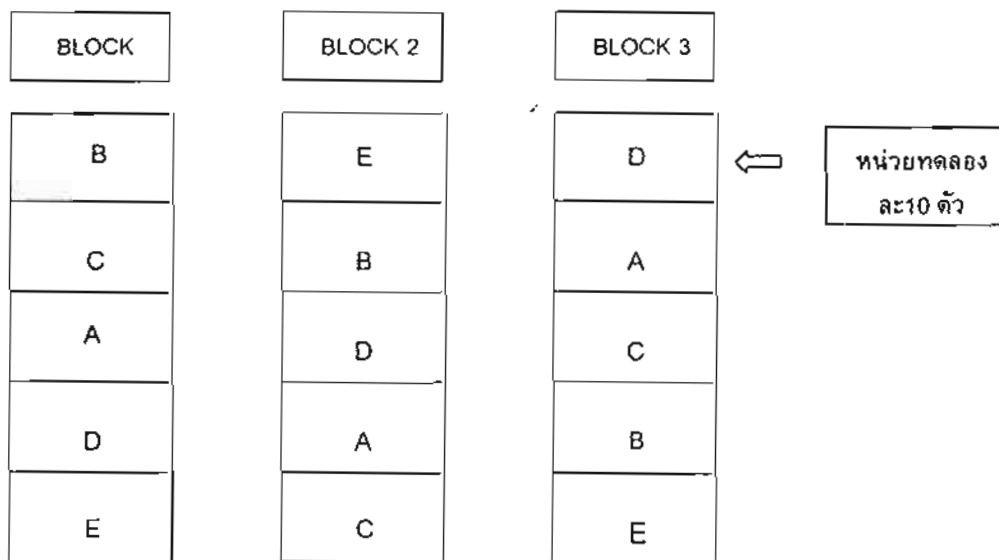
β_i = อิทธิพลของ Block ที่ i

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 ย้ายไก่เข้าไปในห้องปรับอากาศให้อาหารไก่กระตังที่มีส่วนผสมของ 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. การหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิลและลิมโฟไซต์กระทำได้โดยการเสมียร์เลือดบนสไลด์ 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