

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

Hx 129981

การศึกษาสายพันธุ์โคซาโรเลสพันธุ์แท้ และโคบราห์มันพันธุ์แท้
ต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน



นางสาวชญญาพัทธ์ ตีชะรา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2564

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวชญญาพัทธ์ ดิชะรา แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ จำปาอะดี)



กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิศักดิ์ คำผา)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย โคตรดก)


กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นัตติยา ประกอบแสง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม


(รองศาสตราจารย์ ดร.รัตสสา จันทาศรี)
คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรณคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน 07 พ.ย. 2564 ปี.....

ชื่อเรื่อง : การศึกษาสายพันธุ์โคชาโรเลสพันธุ์แท้และโคบราห์มันพันธุ์แท้ต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน

ผู้วิจัย : นางสาวชญญาพัทธ์ ดิชะรา

ปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย โคตรดก

ปีการศึกษา : 2564

บทคัดย่อ

สายพันธุ์เป็นตัวบ่งชี้ต่อความเครียดจากความร้อน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเครียดจากความร้อนของสายพันธุ์ระหว่างโคชาโรเลส (Bos taurus) และ บราห์มัน (Bos indicus) อายุ 2-3 ปี น้ำหนัก 266 ± 5.6 กิโลกรัม ที่เลี้ยงอยู่ในคอกแยกซึ่งเดิมมีหลังคาบางส่วน อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิทวารหนัก อัตราการหายใจ และอุณหภูมิผิวหนัง เก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. และ 14.00 น. ผลของการตอบสนองทางสรีรวิทยาของชาโรเลสและบราห์มัน เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้น (temperature humidity index; THI) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าโคชาโรเลสและบราห์มัน มีอุณหภูมิทวารหนักในฤดูร้อน (38.5 และ 38.3 องศาเซลเซียส) และอัตราการหายใจ (33.9 และ 26.5 ครั้ง/นาที) ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันทุกฤดูกาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) จากการศึกษานี้เป็นไปได้ว่าโคบราห์มัน ใช้อุณหภูมิผิวหนังตอบสนองต่อการกระจายความร้อนในขณะที่ โคชาโรเลสกระจายความร้อนผ่านระบบทางเดินหายใจ เพื่อเพิ่มความเย็นแบบระเหย การศึกษานี้สามารถยืนยันความแตกต่างในการตอบสนองทางสรีรวิทยาเพื่อควบคุมอุณหภูมิของร่างกายภายใต้ความเครียดจากความร้อน

คำสำคัญ: การตอบสนองทางสรีรวิทยา; ความเครียดจากความร้อน; ฤดูกาล; อุณหภูมิสภาพแวดล้อม

อุทัย โคตรดก

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Study of Purebred Charolais and Brahman Physiological Responses During Different Seasons.
Author : Miss. Chanyaphat Tichara
Degree : Master of Science (Agricultural Technology)
Rajabhat Maha Sarakham Unlversity
Advisors : Assistant Professor Dr.Uthai koatdoke
Year : 2021

ABSTRACT

Breed is an indicator of heat stress. This research aims to study the physiological responses to heat stress of Charolais (*Bos taurus*) and Brahman (*Bos indicus*) aged 2-3 years, weight 266 ± 5.6 kg which caged in a separate stable with partial roof. Ambient temperature relative humidity effects on physiological responses including anal temperature, respiratory rate and skin temperature that was collect data at 06.00 A.M and 02.00 P.M. Charolais and Brahman physiological responses increased with increasing THI (Temperature Humidity Index; THI). The results show that the average of rectal temperature (38.5 and 38.3 °C) and respiration rate (33.9 and 26.5 Times/minute) between Charolais and Brahman during summer were highly significant different ($P < 0.01$). From this study, it is possible that Brahman using skin temperature response for dissipate heat while Charolais dissipate heat via respiratory system to enhanced theirs evaporative cooling. In conclusion, this study could confirm the different in physiological responses to control the body temperature under heat stress.

Keywords: Physiological responses, Heat stress, The seasons, Environment temperature

อุทัย โคตดอเก

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาชี้แนะ และช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัย โคตรटक และอาจารย์ ดร.นัตติยา ประกอบแสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิศักดิ์ คำผา ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และรองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ จำปาหวะดี ผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

อนึ่งผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา จนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

นางสาวแพรทอง ทิชะรา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 พันธูโคเนื้อ	4
2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.....	9
2.3 วัตถุประสงค์อาหารสัตว์.....	17
2.4 พฤติกรรมโค.....	18
2.5 ความเครียดจากความร้อน.....	22
2.6 การรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกายของโค.....	23
2.7 อุณหภูมิสภาพแวดล้อมและการปรับอุณหภูมิร่างกาย.....	24
2.8 การควบคุมการสูญเสียความร้อน.....	25
2.9 อิทธิพลของความเครียดจากความร้อน	29
2.10 การทนต่อความเครียดจากความร้อน.....	30
2.11 ความล้มเหลวในการขับความร้อน	31
2.12 ผลของความเครียดจากสภาพอากาศร้อน.....	33
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	35
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	35
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	35

หัวเรื่อง	หน้า
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	35
3.4 ระยะเวลาในการทดลอง.....	37
3.5 สถานที่ในการทดลอง.....	37
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	37
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
4.1 อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม.....	38
4.2 อุณหภูมิผิวหนังของโค.....	39
4.3 อุณหภูมิทวารหนักของโค.....	41
4.4 อัตราการหายใจของโค.....	42
4.5 พฤติกรรมของโค.....	43
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง.....	45
5.1 อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม.....	45
5.2 อุณหภูมิผิวหนังของโค.....	47
5.3 อุณหภูมิทวารหนักของโค.....	47
5.4 อัตราการหายใจของโค.....	48
5.5 พฤติกรรมของโค.....	50
5.6 สรุปผลการทดลอง.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	59
ภาคผนวก ก รูปภาพเกียรติบัตรการนำเสนอผลงานวิจัย.....	60
ภาคผนวก ข แบบเก็บผลการวิจัย.....	62
ภาคผนวก ค อุปกรณ์และเครื่องมืองานวิจัย.....	64
การเผยแพร่งานวิจัย.....	66
ประวัติผู้วิจัย.....	67

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สถิติอุณหภูมิจากประเทศไทยในฤดูกาลต่างๆ (พ.ศ. 2524-2553)	13
4.1	อุณหภูมิสภาพแวดล้อม, ความชื้นสัมพัทธ์ และดัชนีอุณหภูมิความชื้น.....	39
4.2	อุณหภูมิผิวหนัง บริเวณหัวใจของโคซาโรเลส และโคบราห์มัน.....	40
4.3	อุณหภูมิผิวหนัง บริเวณกลางหลังของโคซาโรเลส และโคบราห์มัน.....	40
4.4	อุณหภูมิผิวหนัง บริเวณสะโพกของโคซาโรเลส และโคบราห์มัน.....	41
4.5	อุณหภูมิทวารหนัก ของโคซาโรเลส และโคบราห์มัน	42
4.6	อัตราการหายใจ ของโคซาโรเลส และโคบราห์มัน	43
4.7	พฤติกรรมการกิน, เคี้ยวเอื้อง และขับถ่าย ของโคซาโรเลส และโคบราห์มัน.....	44



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์	7
2.2	โคเนื้อพันธุ์บราห์มัน	8
2.3	กราฟค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ของสภาพแวดล้อมในประเทศไทย.....	12
4.1	อุณหภูมิทวารหนัก ของโคชาโรเลส์และโคบราห์มัน	42



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ยหรือลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม ฯลฯ ในพื้นที่หนึ่ง (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) หรือตามกรอบอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตามของอากาศซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์ทั้งโดยทางตรง และทางอ้อมส่งผลให้องค์ประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไปนอกเหนือไปจากการเปลี่ยนแปลงหรือความแปรปรวนตามธรรมชาติ ผลกระทบที่เห็นได้ชัดเจนนี้อุณหภูมิผิวโลกสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 0.60 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นเป็น 0.74 องศาเซลเซียส ในเวลาต่อมา ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Effect) สำหรับในประเทศไทยตลอดช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ 0.05-0.10 องศาเซลเซียส หรือมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.81 องศาเซลเซียส ต่อทศวรรษ (แสงจันทร์ และคณะ, 2552) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศดังกล่าวส่งผลกระทบต่อด้านการผลิตปศุสัตว์ โดยพบว่าในภาวะที่สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงสัตว์จะมีความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ลดลง ซึ่งเมื่อถึงจุดวิกฤติ (Threshold Point) ที่สัตว์ไม่สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ สัตว์จะเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (Heat Stress) และหากเกิดในสภาพอากาศหนาว สัตว์จะเกิดความเครียดเนื่องจากความหนาว (Cold Stress) ความเครียดเนื่องจากความร้อน และความหนาว มีผลต่อระบบการผลิตปศุสัตว์ ทั้งในด้านสุขภาพ การเจ็บป่วย และโรคระบาดในสัตว์ ทำให้ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตลดลง สัตว์บางชนิดอาจสูญพันธุ์หากไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ และอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านความหลากหลายทางชีวภาพทั้งปริมาณ และชนิดของความหลากหลาย ดังนั้นการหามาตรการในการรับมือกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจึงเป็นความสำคัญอันดับต้น ๆ สำหรับการพัฒนา และปรับระบบการผลิตปศุสัตว์ให้มีประสิทธิภาพเพื่อความมั่นคงทางด้านอาหาร โดยแนวทางการปรับตัวในปัจจุบันได้แก่การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ และรูปแบบในการเลี้ยงปศุสัตว์ รวมไปถึงการปรับปรุง และคัดเลือกสายพันธุ์สัตว์ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง สำหรับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศร้อน โคจะพยายามรักษาสมดุลอุณหภูมิในร่างกายด้วย

การเพิ่มการระบายความร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของทางสรีรวิทยา ได้แก่ การเพิ่มอัตราการหายใจ (Respiration Rate: RR) อัตราการเต้นของหัวใจ (Pulse Rate: PR) อัตราการขับเหงื่อ (Sweating Rate: SR) และอุณหภูมิผิวหนัง (Skin Temperature: ST) และการควบคุมอุณหภูมิผิวหนัง ภายหลังจากเผชิญกับสภาวะเครียดเนื่องจากสภาพอากาศให้กลับเข้าสู่ค่าปกติ

โคเนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ความนิยมและความต้องการบริโภคเนื้อโคภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น รูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อในปัจจุบันจึงปรับเปลี่ยนเป็นการเลี้ยงเชิงธุรกิจมากขึ้น เกษตรกรมีรูปแบบการเลี้ยงอย่างจริงจัง เลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมต่อรูปแบบการผลิต และมีการวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ ทำให้เนื้อโคที่ได้มีคุณภาพดีกว่าเดิม และสามารถทดแทนเนื้อโคคุณภาพดีที่นำเข้าจากต่างประเทศได้ สืบเนื่องจากประเทศไทยมีจำนวนโคเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2554-2558) ลดลงถึงร้อยละ 30 จากจำนวนประชากรโคเนื้อทั้งหมดในประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2556) อีกทั้งยังมีการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็งจากกลุ่มสหภาพยุโรปสูงถึง 1,570 ตันในช่วง 7 ปีที่ผ่านมา ต่อมาโคเนื้อก็มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนขึ้นในปี 2561 พบว่ามีจำนวนโคเนื้อในประเทศทั้งหมด 4.92 ล้านตัว ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 4.89 และจากการติดตามสถานการณ์ด้านปศุสัตว์ของสำนักเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าแม้การผลิตโคเนื้อ และเนื้อโคคุณภาพจะเพิ่มขึ้น แต่ยังคงไม่เพียงพอกับความต้องการบริโภคภายในประเทศ ส่งผลให้ไทยต้องมีการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพจากต่างประเทศโดยเฉพาะออสเตรเลีย จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการผลิตโคเนื้อไม่เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ ซึ่งเดิมการเลี้ยงของเกษตรกรจะมีรูปแบบ การเลี้ยงแบบปล่อยฝูงโคไปแทะเล็มหญ้าที่ขึ้นตามท้องทุ่ง ที่รกร้างว่างเปล่า หรือเกี่ยวหญ้าให้ช่วงอาหารขาดแคลน และการเลี้ยงแบบขังคอกจากสภาพการเลี้ยง และการจัดการ การผลิตของเกษตรกร โคเนื้อมีการเลี้ยงอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ความสำคัญของการเพิ่มผลผลิตสัตว์ สิ่งที่เกี่ยวข้องมี พันธุ์ดี อาหารดี และการจัดการดี (กรมปศุสัตว์, 2561)

พันธุ์โคเนื้อที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ชาโรเลส์ (Charolais) และพันธุ์บราห์มันหรืออเมริกันบราห์มัน (Brahman; American Brahman) เป็นต้น โคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ จัดเป็นโคเขตนาว (*Bos taurus*) มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศฝรั่งเศส เป็นโคเนื้อที่มีการเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ เนื้อนุ่ม เนื้อสันมีไขมันแทรก (marbling) เป็นที่ต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดี แต่มีข้อเสีย คือ ไม่ทนต่อสภาพอากาศร้อน ส่วนโคเนื้อพันธุ์บราห์มัน จัดเป็นโคเขตร้อน (*Bos indicus*) มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในประเทศอินเดีย (India) แต่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา (กรมปศุสัตว์, 2556) เป็นพันธุ์โคเนื้อที่มีบทบาทสำคัญนิยมนำมาผสมกับโคยุโรป ลูกผสมที่ได้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนได้ดีโตเร็ว และเนื้อมีคุณภาพดี เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงโคพื้นเมือง และโคลูกผสม

เนื่องจากสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าโคพันธุ์แท้ โดยเฉพาะสายพันธุ์โคยุโรปแต่อย่างไรก็ตามในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ได้มีการเลี้ยงโคชาโรเลสส์พันธุ์แท้ที่ สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์มหาสารคาม ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อเป็นแหล่งสำรองพันธุ์โคของมูลนิธิชัยพัฒนา จึงเป็นที่น่าสนใจว่าโคเมืองหนาวอย่างสายพันธุ์ชาโรเลสส์สามารถเลี้ยงในเมืองร้อนอย่างประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งฤดูร้อนมีอากาศร้อนจัดได้อย่างไร

ตั้งนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของโคชาโรเลสส์เปรียบเทียบกับโคบราห์มันน์ที่เลี้ยงที่สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์มหาสารคาม

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของโคพันธุ์ชาโรเลสส์ และโคพันธุ์บราห์มันน์ต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาภายใต้สภาวะแวดล้อมในแต่ละฤดู

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ความแตกต่างของโคพันธุ์ชาโรเลสส์ และโคพันธุ์บราห์มันน์ต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาภายใต้สภาวะแวดล้อมในแต่ละฤดู

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงของประเทศไทย (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว) ต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของโคชาโรเลสส์พันธุ์แท้ และโคบราห์มันน์พันธุ์แท้ อายุ 1-2 ปี โดยการวัดอัตราการหายใจ อุณหภูมิผิวหนัง อุณหภูมิทวารหนัก และพฤติกรรมของโค

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การตอบสนองทางสรีรวิทยาของโคพันธุ์ชาโรเลสส์ และโคพันธุ์บราห์มันต่อสภาวะแวดล้อมในแต่ละฤดู ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. พันธุ์โคเนื้อ
2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
3. วัตถุประสงค์อาหารสัตว์
4. พฤติกรรมโค
5. ความเครียดจากความร้อน
6. การรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกายของโค
7. อุณหภูมิสภาพแวดล้อม และการปรับอุณหภูมิร่างกาย
8. การควบคุมการสูญเสียความร้อน
9. อิทธิพลของความเครียดจากความร้อน
10. การทนต่อความเครียดจากความร้อน
11. ความล้มเหลวในการขับความร้อน
12. ผลของความเครียดจากสภาพอากาศร้อนต่อระบบสืบพันธุ์

2.1 พันธุ์โคเนื้อ

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคด้านอาหารของประชากรไทยโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่า ประชากรไทยที่บริโภคอาหารกลุ่มเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์มีจำนวนมากถึงร้อยละ 95.78 ของจำนวนประชากรทั้งหมด โดยเป็นกลุ่มที่มีการบริโภคทุกวัน ประมาณร้อยละ 31.98 สะท้อนให้เห็นได้ว่าพฤติกรรมการบริโภคของประชากรไทยเป็นกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์อย่างชัดเจน นอกจากนี้ จากการรายงานของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ (พ.ศ. 2559) กล่าวถึงรายจ่ายเพื่อการบริโภคเนื้อสัตว์ของครัวเรือน พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 ประชากรไทยมีรายจ่ายในส่วนของการบริโภคเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์อยู่ที่ประมาณ 352,617 ล้านบาท หรือคิดเป็นการเติบโตเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ประมาณร้อยละ 6.9 ในส่วนอุตสาหกรรมต้นน้ำโคเนื้อ ในช่วงปี พ.ศ. 2550-2558

นั้นปริมาณโคเนื้อที่มีทิศทางลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.54 ต่อปี สำหรับปี พ.ศ. 2558 มีจำนวนโคเนื้อทั้งหมด 4,407,108 ตัว ซึ่งขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 คิดเป็นร้อยละ 0.56 แบ่งเป็นโคพื้นเมือง 2,702,299 ตัว โคพันธุ์แท้ และโคลูกผสม 1,533,002 ตัว และโคขุน 171,807 ตัว ส่วนเกษตรกรที่เลี้ยงโคเนื้อนั้น มีจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 764,668 ครัวเรือน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 คิดเป็นร้อยละ 1.08 ทั้งนี้เกษตรกรที่เลี้ยงโคเนื้อมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนจังหวัดที่มีจำนวนโคเนื้อมากที่สุด คือ นครราชสีมา สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2561)

ประเทศไทยอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น (Tropical Zone) มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการผลิตสัตว์มาก โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อน สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูง ทำให้โคที่เลี้ยงซึ่งส่วนใหญ่ มีสายพันธุ์มาจากต่างประเทศ ซึ่งอยู่บริเวณเขตอบอุ่น (Temperate) ต้องพยายามระบายความร้อน ที่เกิดขึ้นจากขบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายออกมาสู่ภายนอกด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ขบวนการนำ การพา และการแผ่รังสี เพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ (Heat Balance) หากกลไกการระบายอากาศนี้ไม่สามารถดำเนินการได้ จะทำให้โคต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (General Physiology) เพื่อปรับสภาพร่างกายให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจึงมีผลกระทบต่อการผลิต โดยเฉพาะปริมาณ และคุณภาพเนื้อโคขุน ดังนั้นจึงมีวิธีการจัดการเพื่อช่วยให้โคเนื้อปรับตัวได้ ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างการจัดการปรับปรุงสภาพโรงเรือน เพื่อให้เอื้ออำนวยต่อความเป็นอยู่ที่สุขสบาย ประกอบกับการปรับวัตถุดิบในสูตรอาหารให้เกิดความสมดุลทางด้านโภชนาของโค เพื่อจะมีผลทำให้โคเนื้อสามารถแสดงผลผลิตเต็มศักยภาพทางพันธุกรรม นั่นคือปริมาณ และคุณภาพของเนื้อโคมีค่าสูงขึ้น (ณัชวิชญ์ ติกุล และสุวิทย์ ประชุม)

โคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทยแต่เดิมเป็นพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งขนาดค่อนข้างเล็ก ขนสั้นเกรียน มีหลายสี มีน้ำหนักน้อยประมาณ 200–350 กิโลกรัม สามารถหากิน และเติบโตจากการหาหญ้ากินตามธรรมชาติ โตช้าแต่มีความต้านทานโรคเมื่อร้อนได้ดีมีสัดส่วนการเลี้ยงประมาณร้อยละ 67.5 ระยะต่อมาได้มีการนำโคพันธุ์ดีจากต่างประเทศเข้ามาผสมกับโคพันธุ์พื้นเมือง เพื่อให้ได้โคลูกผสมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ยังคงมีความต้านทานโรคเมื่อร้อน ซึ่งพันธุ์ที่นิยม และเหมาะสมที่สุดทั้งด้านใช้แรงงาน และให้เนื้อ คือพันธุ์บราห์มัน ปัจจุบันนิยมเลี้ยงพันธุ์ออสเตรเลียบราห์มัน และอเมริกันบราห์มัน ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ทางรัฐให้การส่งเสริม มีสัดส่วนร้อยละ 29 นอกจากนี้ยังมีการนำพันธุ์โค อื่น ๆ เข้ามาผสมกับโคพื้นเมืองเพิ่มขึ้น ซึ่งมีคุณสมบัติให้เนื้อโดยตรง และสามารถเติบโตได้ใน สภาพแวดล้อมของไทยได้ดี คือ พันธุ์ชาโรเลส์ ลิมุซัน และเฮียฟอร์ด มีสัดส่วนร้อยละ 3.5 ผลผลิตโคเนื้อในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดภายในประเทศ โดยยังผลิตได้น้อยกว่าความต้องการเล็กน้อย และในช่วงที่ผ่านมาเนื้อโคคุณภาพสูงยังคงต้องพึ่งพาการนำเข้าโคจากต่างประเทศทุกปี การสนับสนุนโคพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีเนื้อโคคุณภาพสูงจึงมีการส่งเสริม และสนับสนุนจากภาครัฐ และเอกชนเพิ่มมากขึ้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของโคเนื้อนั้นมีหลายอย่าง

เช่น สายพันธุ์ อาหาร ความสมบูรณ์ของร่างกาย โรค และสภาพแวดล้อม เป็นต้น โดยสายพันธุ์โคที่เลี้ยงในประเทศไทยกำลังพัฒนาสายเลือดให้สูงมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อเพิ่มปริมาณเนื้อ และคุณภาพตามความต้องการของตลาด โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลด้านลบต่อสุขภาพ และผลผลิตในประเทศไทย คือ ความร้อน และความร้อนชื้น เนื่องจากสภาพที่ตั้งของประเทศไทยอยู่เขตร้อนชื้น มีอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝนที่อาจสูงถึง 37 องศาเซลเซียส (หาญชัย และคณะ, 2557) กรมอุตุนิยมิวิทยา (2561) โดยในฤดูฝนอาจมีความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โคซึ่งเป็นพันธุ์สัตว์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในเขตอากาศหนาว และแห้ง จึงเกิดความเครียดจากความร้อน และความร้อนชื้นได้ง่าย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตของโคเนื้อ (หาญชัย อัมภพผล และคณะ, 2557)

2.1.1 โคเขตหนาว หรือ โคยุโรป (*Bos taurus*)

เป็นโคที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศยุโรป เป็นโคที่มีขนาดใหญ่ ไม่มีตะโหนก ตรงเหนียงคอมีขนาดเล็ก ใบหูสั้นมีขนาดเล็ก ซึ่งปลายใบหูมน ผิวหนังไม่มีต่อมเหงื่อ มีผิวหนังเรียบตึง แนวสันหลังตรงแข็งแรง มีระดับกระดูกตะโพก และกระดูกก้นกบอยู่ระดับเดียวกัน ซึ่งถูกคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์ ให้มีอัตราการเจริญเติบโตดี มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เปอร์เซ็นต์ซากสูง มีคุณภาพซากดี มีไขมันแทรก (Marbling) แต่มีข้อเสีย คือ ไม่ทนต่อสภาพอากาศร้อน จะมีอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำนมลดลงเมื่อนำมาเลี้ยงในเมืองไทย ไม่ทนต่อโรค และแมลงในเขตร้อน ซึ่งโคยุโรปที่ประเทศไทยนิยมนำเข้ามาเลี้ยง คือ โคพันธุ์ชาโรแลส์ (Charolais) มีถิ่นกำเนิดในเมืองชาโรแลส์ (Charolles) ประเทศฝรั่งเศส เดิมมีการเลี้ยงเป็นโคงาน (ภัทรภร ทศพงษ์, 2554) แต่ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์เพื่อใช้เป็นทั้งโคงาน และโคเนื้อ (Dual Purpose) ซึ่งเป็นพันธุ์หลักของประเทศฝรั่งเศสที่ใช้ผลิตพ่อแม่พันธุ์หรือเป็นโคขุนส่งออกไปขายยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก และยังได้มีการนำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2515 ลักษณะทั่วไปของโคพันธุ์ชาโรแลส์ คือ ลำตัวมีสีขาวถึงสีครีม ซึ่งมีผิวหนังสีแดงโดยเฉพาะบริเวณรอบจมูก ตา และใต้ท้อง เพศผู้โตเต็มที่มีน้ำหนักตัว 1,000–1,200 กิโลกรัม เพศเมีย 800–850 กิโลกรัม แม่โคให้ลูกที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูง (45 กิโลกรัม) และมีน้ำหนักตัวเมื่อหย่านมสูงถึง (270–300 กิโลกรัม) เป็นโคที่มีการเจริญเติบโตเร็ว (1.0–1.2 กิโลกรัม/วัน) เมื่ออายุได้ 15 เดือนบางตัวมีน้ำหนักถึง 500 กิโลกรัม โคพันธุ์ชาโรแลส์ มีรูปร่างยาวเพรียวกว่าโคพันธุ์ยุโรปอื่น ๆ มีขาสั้นลำตัวลึก แม่โคให้นมดี เลี้ยงลูกเก่ง มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าโคพันธุ์อื่น ๆ มีคุณภาพซากดีมาก เนื้อมีคุณภาพดี แต่มีข้อเสีย คือ ถ้าเลี้ยงเป็นพันธุ์แท้หรือมีสายเลือดสูง ๆ จะไม่ทนต่อสภาพอากาศในประเทศไทย และไม่เหมาะที่จะใช้ผสมกับแม่โคขนาดเล็ก เพราะอาจทำให้คลอดยาก ดังนั้นในประเทศไทยจึงได้นำมาผสมพันธุ์กับโคลูกผสมบราห์มันแต่รักษาระดับเลือดของพันธุ์ชาโรแลส์ให้อยู่ระหว่าง 50.0–62.5 เปอร์เซ็นต์ (สุวิช บุญโปร่ง, 2558)



ภาพที่ 2.1 โคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์. ปรับปรุงจาก กรมปศุสัตว์ (2556)

2.1.2 โคเขตร้อนหรือโคอินเดีย (Bos indicus)

เป็นโคที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนมีขนาดเล็ก มีอัตราการเจริญเติบโตช้า มีเขา มีขนสั้น หลังแอ่น เล็กน้อย ระดับกระดูกตะโพก และกระดูกก้นกบอยู่คนละระดับ ซึ่งทำให้บั้นท้ายหักลาด และกลมมน ใบหูคล้ายรูปหอก ปลายหูแหลม เหนียงคอ และหนังพื้นท้องจะหย่อนยาน มีข้อดี คือ มีความทนต่อสภาพอากาศร้อน ทนทานต่อโรค และแมลงได้ดี กินอาหารที่มีคุณภาพต่ำได้ดี และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อน และกึ่งร้อนได้ดี (ภัทรภร ทศพงษ์, 2554) ซึ่งโคอินเดียที่ประเทศไทยนิยมนำเข้ามาเลี้ยง คือโคพันธุ์บราห์มัน หรืออเมริกันบราห์มัน (Brahman; American Brahman) มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในประเทศอินเดีย ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา (กรมปศุสัตว์, 2556) ในเขตมลรัฐจอร์เจียของสหรัฐอเมริกาเมื่อปี ค.ศ. 1854 (ภัทรภร ทศพงษ์, 2554) จึงมีชื่อเรียกว่าพันธุ์อเมริกันบราห์มัน (American Brahman) ซึ่งกรมปศุสัตว์ โดยกองบำรุงพันธุ์สัตว์ได้นำโคพันธุ์อเมริกันบราห์มันจากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2497 และทำการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์มาโดยตลอด ลักษณะโดยทั่วไปลำตัวมีสีหลากหลายตั้งแต่ สีขาว เทาอ่อน สีลาย และจนถึงเกือบดำ จมูก กีบ และพู่หางมีสีดำ บางตัวอาจมีสีแดง จึงเรียกว่า บราห์มันแดง (Red Brahman) แต่ที่นิยมเลี้ยงกันมากที่สุด คือ สีขาว และสีเทา ซึ่งโคสายพันธุ์อเมริกันบราห์มันเป็นโคขนาดกลาง เพศผู้มีน้ำหนักตัวประมาณ 800–900 กิโลกรัม และมีพ่อพันธุ์บางตัวน้ำหนักโตเต็มที่มากถึง 1,800 กิโลกรัม ส่วนเพศเมียจะมีน้ำหนักมาตรฐาน 500–700 กิโลกรัม และมากที่สุดถึง 800 กิโลกรัม ซึ่งแม่โคจะให้ลูกเมื่อน้ำหนักแรกเกิดปานกลาง (30–32 กิโลกรัม) และน้ำหนักลูกเมื่อหย่านมค่อนข้างน้อย (220–230 กิโลกรัม) เป็นโคที่มีเขาชั้นชั้น และขม

มีตระโหนกซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ต่อมาจากกล้ามเนื้อไหล่ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย ส่วนหูนั้นจะยาวชี้ลงข้างล่างจนถึงริมฝีปาก แต่จะสั้นกว่าพันธุ์อินดูบราห์ซิลซึ่งมีหนังหลวม เหนียงใต้คางจะใหญ่ หนอกใหญ่ และหย่อน ขณะที่ผิวหนังใต้ท้องก็จะหย่อน พูหางสีดำ ส่วนขา นั้นค่อนข้างยาว และจะมีกล้ามเนื้อตรงขาหลังมาก โคนขาใหญ่ มีร่างกายลำสัน ลำตัวมีความยาวมาก และยาวได้สัดส่วนหน้าผากยาว คอสั้น ส่วนอกกว้างลึก หลังค่อนข้างตรง (กรมปศุสัตว์, 2556)

แม้ว่าจะเป็นโคที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนของประเทศไทยได้ดี มีความทนทานต่อโรค และแมลง โตเร็ว และสามารถใช้งานได้ แต่ยังมีข้อเสีย คือ มีอัตราการผสมติดค่อนข้างต่ำ ให้ลูกตัวแรกช้า และให้ลูกค่อนข้างห่าง ส่วนใหญ่เลือกกินเฉพาะหญ้าที่มีคุณภาพดี เมื่อหญ้าขาดแคลนจะทรุดง่าย ซึ่งจะเห็นได้จากเมื่อปล่อยเข้าแปลงหญ้าจะเดินตระเวนไปทั่วแปลงหญ้าก่อนแล้วจึงค่อยเลือกกินหญ้า นิยมนำมาผสมกับโคยุโรป ลูกผสมที่ได้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนได้ดี โตเร็ว และเนื้อีคุณภาพดี ซึ่งลูกผสมเหล่านี้บ้างก็ได้รับการปรับปรุงพันธุ์เป็นพันธุ์ใหม่เช่นพันธุ์แบรงกัส (Brangus) มีเลือดบราห์มัน 3/8, แองกัส 5/8 พันธุ์บราห์ฟอร์ด (Braford) มีโลหิตบราห์มัน 3/8, เฮียร์ฟอร์ด 5/8 พันธุ์ชาร์เบรย์ (Chabray) มีโลหิตบราห์มัน 3/16-3/8, ซาโรเลส 5/8-13/16 (ภัทรกร, 2554)



ภาพที่ 2.2 โคเนื้อพันธุ์บราห์มันหรืออเมริกันบราห์มัน. ปรับปรุงจาก จิตรกร บัวป्ली. (2552)

2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สภาวะโลกร้อนหรือภาวะเรือนกระจก เกิดจากการเผาไหม้ของไฮโดรคาร์บอนซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (ตุลยวรรธ สุธิแพทย์, 2550) ปรากฏการณ์โลกร้อน (Global Warming) หรือการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศของโลก (Climate Change) เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น และสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ต่าง ๆ เปลี่ยนแปลง โดยทั่วไปสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่จะมีรูปแบบที่แน่นอน ซึ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดลักษณะของภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ เส้นรุ้ง (Latitude) คุณสมบัติของพื้นดิน และพื้นน้ำ (Land And Sea) ความกดอากาศ (Atmospheric Pressure) ลม และมวลอากาศ (Wind And Air Mass) ความสูงของพื้นที่ (Altitude) ภูเขา (Mountain) กระแสน้ำ (Current) และ พายุต่าง ๆ (Storm) แต่ในปัจจุบันมีสัญญาณของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศหลายประการที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิที่ร้อนขึ้น การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล และการเกิดภัยธรรมชาติบ่อยครั้งขึ้น เช่น ความแห้งแล้ง และ น้ำท่วม เป็นต้น (ธารรงค์ดี พลบำรุง, 2552)

2.2.1 ภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยมีภูมิอากาศเป็นแบบเขตร้อน (Tropical Climate) มีอุณหภูมิ และฝนเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดเขตภูมิอากาศ พื้นที่ทั้งหมดของประเทศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม (monsoons) 2 ฤดู คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากแถบมหาสมุทรอินเดียเป็นช่วงฤดูฝน มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากทะเลจีนใต้เป็นช่วงฤดูแล้งซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 18–34 องศาเซลเซียส พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคใต้มีลักษณะภูมิอากาศแบบสะวันนาคือมีช่วงฤดูฝน และฤดูแล้งสลับกันอย่างชัดเจน ส่วนภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงใต้มีภูมิอากาศแบบป่าฝนเมืองร้อน คือ ฝนตกเกือบตลอดปีซึ่งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดผ่านในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งจะนำอากาศเย็น และแห้งจากประเทศจีนจะพัดเข้าสู่ประเทศไทย ส่วนช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งนำอากาศอุ่นขึ้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทย เป็นเหตุให้มีฝนตกมากทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันตก การเริ่มของมรสุมจะไม่คงที่เสมอไปแต่โดยปกติมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มในเดือนพฤษภาคม และสิ้นสุดในเดือนกุมภาพันธ์แต่บางครั้งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งอาจจะมีอยู่ในเดือนมีนาคมหรือจนถึงเดือนเมษายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553) ดังนั้นประเทศไทยนั้นจึงจัดเป็นประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อน และชื้น (hot and humid climatic conditions) โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 27 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 74 เปอร์เซ็นต์ (วุฒิไกร บุญคุ้ม และคณะ, 2553)

2.2.2 ฤดูกาลประเทศไทย

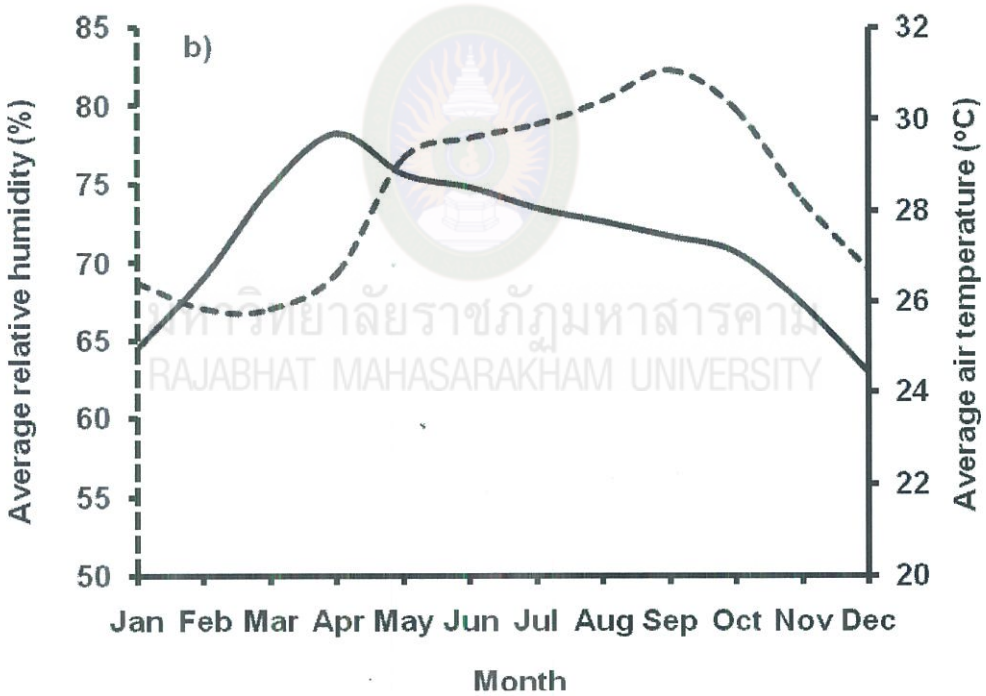
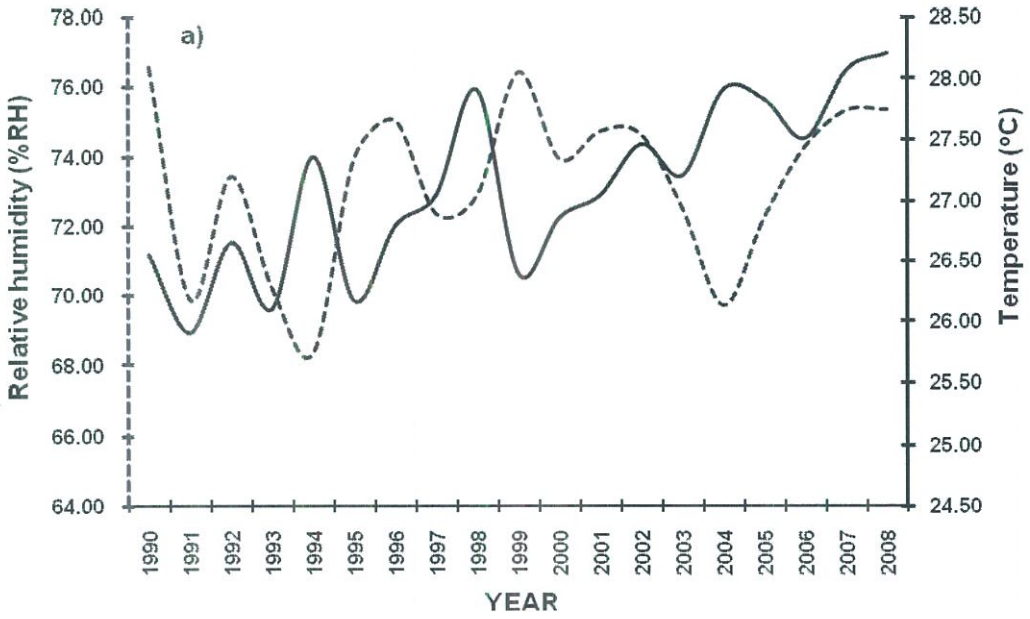
ประเทศไทยมี 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว โดยฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระยะที่ทั่วโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์โดยเฉพาะเดือนเมษายน ซึ่งบริเวณประเทศไทยมีดวงอาทิตย์อยู่เกือบตรงศีรษะในเวลาเที่ยงวันทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ สภาพอากาศจึงร้อนอบอ้าวทั่วไปในฤดูนี้แม้ว่าโดยทั่วไปจะมีอากาศร้อน และแห้งแล้งแต่บางครั้งอาจมีมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมถึงประเทศไทยตอนบนจะทำให้เกิดการปะทะกันของมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมอยู่เหนือประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองและลมกระโชกแรงหรืออาจมีลูกเห็บตก ส่งผลให้เกิดความเสียหายได้พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูนี้มักเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพายุฤดูร้อน ลักษณะอากาศในฤดูร้อน ซึ่งพิจารณาจากอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวันโดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้ อากาศร้อนอุณหภูมิระหว่าง 35.0 องศาเซลเซียสถึง 39.9 องศาเซลเซียส และอากาศร้อนจัดอุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 องศาเซลเซียส ขึ้นไป (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) ส่วนฤดูฝนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเมื่อมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยและร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านประเทศไทยทำให้มีฝนตกชุกทั่วไปร่องความกดอากาศต่ำนี้ปกติจะพาดผ่านภาคใต้ในเดือนพฤษภาคมแล้วจึงเลื่อนขึ้นไปทางเหนือตามลำดับ จนถึงช่วงประมาณปลายเดือนมิถุนายน ที่จะพาดผ่านอยู่บริเวณประเทศจีนตอนใต้ซึ่งทำให้ฝนในประเทศไทยลดลงระยะหนึ่งและเรียกว่าเป็นช่วงฝนทิ้งช่วงซึ่งอาจนานประมาณ 1-2 สัปดาห์หรือบางปีอาจเกิดขึ้นรุนแรง และมีฝนน้อยยาวนานนับเดือนซึ่งในเดือนกรกฎาคมปกติร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาทางใต้พาดผ่านบริเวณประเทศไทยอีกครั้ง ทำให้มีฝนชุกต่อเนื่องจนกระทั่งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย แทนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประมาณกลางเดือนตุลาคมประเทศไทยตอนบนจะเริ่มมีอากาศเย็น และฝนลดลงโดยเฉพาะภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือวันแต่ภาคใตียังคงมีฝนชุกต่อไปจนถึงเดือนธันวาคม และมักมีฝนหนักถึงหนักมากจนก่อให้เกิดอุทกภัยโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งจะมีปริมาณฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตกการเริ่มต้นฤดูฝนอาจจะช้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) และฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย ตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมซึ่งในช่วงกลางเดือนตุลาคมนานราว 1-2 สัปดาห์เป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาวอากาศแปรปรวนไม่แน่นอนอาจเริ่มมีอากาศเย็นหรืออาจยังมีฝนฟ้าคะนองโดยเฉพาะบริเวณภาคกลางตอนล่าง และภาคตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งจะหมดฝน และเริ่มมีอากาศเย็นช้ากว่าภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะอากาศในฤดูหนาว พิจารณาจากอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวันโดยมีเกณฑ์การพิจารณา คือ อากาศหนาวจัดอุณหภูมิต่ำกว่า 8.0 องศาเซลเซียส อากาศหนาวอุณหภูมิ

ระหว่าง 8.0 องศาเซลเซียสถึง 15.9 องศาเซลเซียส และอากาศเย็นอุณหภูมิระหว่าง 16.0 องศาเซลเซียสถึง 22.9 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

2.2.3 อุณหภูมิประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนสภาวะอากาศโดยทั่วไปจึงร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปีมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทย มีค่าประมาณ 27.0 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) อุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ซึ่งบริเวณพื้นที่ด้านในแผ่นดินบริเวณตั้งแต่ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไปจนถึงภาคเหนือ ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฤดูร้อน และฤดูหนาวจะมีมากกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ซึ่งมีพื้นที่อยู่ติดกับทะเลซึ่งในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิสูงสุดในตอนบ่ายปกติจะสูงเกือบ 40 องศาเซลเซียส หรือมากกว่านั้นโดยเฉพาะเดือนเมษายนซึ่งเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนจัดที่สุดในรอบปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) ส่วนฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำสุดในตอนเช้ามีค่า ซึ่งจะลดลงอยู่ในเกณฑ์หนาวถึงหนาวจัด โดยเฉพาะเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมเป็นช่วงที่มีอากาศหนาวมากที่สุดในรอบปีซึ่งในช่วงดังกล่าวอุณหภูมิจากลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณพื้นที่ซึ่งเป็นเทือกเขา หรือบนยอดเขาสูงสำหรับพื้นที่ที่อยู่ติดทะเลได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงวัน และฤดูกาลจะน้อยกว่าโดยฤดูร้อนอากาศไม่ร้อนจัด และฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัดเท่าพื้นที่ซึ่งอยู่ด้านในเข้าไป (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558)

พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 28.1 องศาเซลเซียส สูงกว่าที่เคยเกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่ในอดีตรอบ 30 ปี (พ.ศ. 2524–2553) หรือค่าปกติ 11.0 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทยในรอบ 69 ปี (พ.ศ. 2494–2562) และสูงกว่าปี พ.ศ. 2561 ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.5 องศาเซลเซียส (สูงกว่าปกติ 0.4 องศาเซลเซียส) โดยในปี พ.ศ. 2562 มีปริมาณฝนน้อยกว่าที่เคยเกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงเดือนมกราคม และสิงหาคมเท่านั้นที่มีปริมาณฝนมากกว่าปกติจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย คือ พายุโซนร้อน “ปาบึก” (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมมีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณความชื้นในบรรยากาศมีค่าสูงกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ในแต่ละปี (วุฒิไกร บุญคุ้ม และคณะ, 2553) ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ส่วนสถิติอุณหภูมิของประเทศไทยในฤดูกาลต่าง ๆ ในช่วง 30 ปี (พ.ศ. 2524–2553) แสดงในตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.3 กราฟค่าเฉลี่ยอุณหภูมิจ (เส้นทึบ) และความชื้นสัมพัทธ์ (เส้นประ) ของสภาพแวดล้อมในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2536-2551(a), และแยกรายเดือน (b)

ตารางที่ 2.1 สถิติอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของประเทศไทยในฤดูกาลต่าง ๆ (พ.ศ. 2524–2553)

อุณหภูมิ	ภาค	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
เฉลี่ย	เหนือ	23.4	28.1	27.3
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	24.2	28.6	27.6
	กลาง	26.2	29.7	28.2
	ตะวันออก	26.7	29.1	28.3
	ใต้			
	– ฝั่งตะวันออก	26.3	28.2	27.8
	– ฝั่งตะวันตก	27.0	28.4	27.5
สูงสุดเฉลี่ย	เหนือ	31.1	36.1	32.4
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	30.6	35.2	32.6
	กลาง	32.3	36.2	33.4
	ตะวันออก	32.0	34.1	32.3
	ใต้			
	– ฝั่งตะวันออก	30.4	33.0	32.7
	– ฝั่งตะวันตก	32.0	34.1	31.6
ต่ำสุดเฉลี่ย	เหนือ	17.5	21.8	23.8
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	18.7	23.2	24.4
	กลาง	21.2	24.6	24.8
	ตะวันออก	22.3	25.2	25.2
	ใต้			
	– ฝั่งตะวันออก	22.8	24.1	4.4
	– ฝั่งตะวันตก	23.2	24.0	24.3

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2558)

2.2.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมมีบทบาท และความสำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์มาก ทั้งนี้เพราะเมื่อคนนำสัตว์มาเลี้ยงก็เท่ากับการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมของสัตว์ จากสภาพธรรมชาติมาอยู่ในสภาพแวดล้อมที่คนจัดให้ การที่สัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ผิดจากเดิมอาจเกิดผลได้ทั้งผลดี และผลเสีย ผลดีก็ได้แก่ การจัดสัตว์ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกว่าเดิม กล่าวคือ มีโรงเรือนคุ้มกันแดด และฝน อากาศไม่

ร้อนจัด หนาวจัด มีอาหารอุดมสมบูรณ์ ในแง่ผลเสีย ได้แก่ การนำสัตว์มาอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่สุขสบายเหมือนเดิม เช่น การนำโคที่เคยเลี้ยงในสภาพแวดล้อมอากาศเย็นมาเลี้ยงในสภาพอากาศร้อนจะทำให้โคชนิดนั้นได้ผลผลิตต่ำลง เป็นต้น ซึ่งสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบ และเกี่ยวของกับการเลี้ยงโคเนื้อ มีดังนี้คือ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณฝนตก กระแสลม แสงแดด และแสงสว่าง สภาพภูมิอากาศจะผันแปรไม่แน่นอน เนื่องมาจากที่ตั้ง ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน กระแสน้ำในมหาสมุทร ตลอดจนพืชพรรณต่าง ๆ ภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสัตว์ทั้งทางตรง และทางอ้อม ดังนี้

2.2.4.1 อุณหภูมิ โดยทั่วไปอุณหภูมิของภูมิอากาศในประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระหว่าง 25–28 องศาเซลเซียส โดยอากาศในภาคเหนือจะเย็นกว่าภาคกลางเล็กน้อย สำหรับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมในภาคใต้จะค่อนข้างสบายสม่ำเสมอตลอดปี ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในฤดูร้อนอากาศแห้งแล้ง และอุณหภูมิก่อนข้างสูง โคในเขตร้อนอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 15–27 องศาเซลเซียส ส่วนโคพันธุ์ยุโรปอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 5 – 15 องศาเซลเซียส ดังนั้นหากอุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ ตัวสัตว์สูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่เหมาะสมต่อสัตว์แต่ละชนิด จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของสัตว์ เช่น อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง นอกจากนี้ ในสภาพอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงจะมีผลกระทบทางอ้อม โดยเป็นสาเหตุให้อาหารสัตว์เสื่อมคุณภาพหรือเสียหายได้ เช่น วิตามินบางชนิดสลายตัว เป็นต้น (หาญชัย อัมภผล และคณะ, 2557)

2.2.4.2 ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นหน่วยวัดที่นิยมใช้ในการวัดระดับความชื้นในอากาศ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity: RH) หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำ ที่มีในอากาศ ณ ขณะนั้นเทียบกับ ปริมาณไอน้ำที่อากาศจะรองรับได้ ความชื้นสัมพัทธ์มีผลกระทบต่อการระบายความร้อนจากร่างกายสัตว์ โดยธรรมชาติสัตว์จะพยายามระบายความร้อนจากร่างกายได้ดีที่สุด ขณะที่อยู่ในสภาพแวดล้อมอากาศร้อนด้วยวิธีระเหยน้ำ เช่น ระเหยโดยเหงื่อหรือลมหายใจ ในโคจะมีต่อมเหงื่อที่ผิวหนังของร่างกาย ถ้าเหงื่อออกมาก และระเหยไปโดยเร็ว ความร้อนก็จะระบายออกไปได้มาก แต่ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง น้ำก็ระเหยได้ช้า โดยเฉพาะถ้าความชื้นสัมพัทธ์ถึงจุดอิ่มตัวถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เหงื่อจะระเหยไม่ได้เลย ถ้าสภาพอากาศแห้งน้ำก็จะระเหยได้เร็ว โดยเหตุนี้ถ้าอากาศร้อนจัด และความชื้นสัมพัทธ์สูง สัตว์จะไม่สบาย เพราะไม่สามารถระบายความร้อนจากร่างกายได้ นอกจากความชื้นในอากาศจะมีผลต่อสัตว์โดยตรงแล้ว ยังมีผลโดยอ้อมต่อการผลิตสัตว์ เช่น ทำให้การเกิดโรคกับสัตว์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ยังส่งผลให้แมลงที่เป็นพาหะของโรคมียังมีจำนวนมากขึ้น และมีผลต่อการเก็บรักษาอาหารสัตว์หรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง และความชื้นสูง

ง่ายต่อการเกิดเชื้อรา และเมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ มีผลทำให้สัตว์ป่วย เจริญเติบโตช้าหรือชะงักการเจริญเติบโต และตายในที่สุด

2.2.4.3 ลมหรือการระบายอากาศ ลมมีส่วนสำคัญในการถ่ายเทระบายความร้อนส่วนที่เกินของสัตว์ โดยทั่วไปอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวสัตว์ บริเวณที่ติดกับผิวหนัง มักจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่อยู่ไกลออกไป ดังนั้น หากมีการถ่ายเทอากาศที่อยู่รอบตัวสัตว์ ก็จะช่วยให้การระบายความร้อนจากตัวสัตว์ได้มากขึ้น เนื่องจากอากาศที่เย็นกว่าจะเข้ามาแทนที่ นอกจากนี้ลมยังช่วยให้การระเหยของน้ำหรือเหงื่อเร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยระบายความร้อนจากตัวสัตว์อีกทางหนึ่ง จึงมีผลทำให้สัตว์รู้สึกสบายใจในสภาพการเลี้ยงสัตว์แบบหนาแน่นภายในโรงเรือน ลมหรือการระบายอากาศที่ดีจะช่วยลดความร้อนของอากาศ และควบคุมความชื้นภายในโรงเรือน ตลอดจนระบายอากาศเสียที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน แอมโมเนีย และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์ และการเจริญเติบโต แต่ถ้าหาก ลมพัดแรงเกินไปก็จะเกิดผลเสียต่อสัตว์ได้เช่นกัน กล่าวคือสัตว์อาจจะป่วยหรือเกิดโรคบางอย่างกับสัตว์ได้ด้วย

2.2.4.4 แสงแดด แสงแดดมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโต และความแข็งแรงของสัตว์ เนื่องจากผิวหนังเมื่อถูกแสงแดดจะสามารถสังเคราะห์วิตามินดี ซึ่งร่างกายสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของกระดูกซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของร่างกาย สัตว์เลี้ยงที่ไม่ได้รับแสงแดดจะเกิดโรคกระดูกอ่อน ในทางตรงข้ามหากสัตว์ได้รับแสงแดดหรือถูกแสงแดดตลอดเวลา จะทำให้อุณหภูมิของร่างกายสัตว์สูง มีผลกระทบต่ออาการกินอาหารของสัตว์ เช่นเดียวกับผลกระทบที่เกิดจากอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูง ดังนั้นการทำให้สัตว์ในเวลากลางวัน จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้สัตว์สามารถหลบความร้อนจากแสงแดดได้ ผลของแสงแดดกล้า ส่งผลให้สัตว์รู้สึกร้อนและอึดอัดไม่สบาย นอกจากนี้แสงแดดยังทำให้เกิดความแห้งแล้ง สร้างความเสียหายต่อพืชอาหารสัตว์โดยจะเหี่ยวเฉา และตายในที่สุด ทำให้สัตว์ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ แต่ถ้าแสงแดดอ่อน ๆ จะมีความจำเป็นต่อชีวิตของพืช และสัตว์ เพราะแสงแดดก่อให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงในพืช ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ และมนุษย์ ในสัตว์แต่ละชนิด และแต่ละสายพันธุ์จะมีความทนทานต่อแสงแดดต่างกัน โคจะทนต่อแสงแดดได้ดีกว่ากระบือ ซึ่งโคเนื้อจะทนต่อแสงแดดได้ดีกว่าโคนม สัตว์บางชนิดไม่ทนทานต่อแสงแดดเลย เช่น สุกร ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องจัดหาร่มเงาให้กับสัตว์แต่ละชนิด ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายของแสงแดดที่จะเกิดกับตัวสัตว์ได้ (หาญชัย อัมภพผล และคณะ, 2557)

2.2.4.5 ปริมาณน้ำฝน ฝนมีส่วนเกี่ยวข้องกับความชื้น และอุณหภูมิของภูมิอากาศ โดยฝนมีส่วนทำให้ความชื้นของอากาศสูงขึ้น แต่ในขณะเดียวกันจะช่วยให้อุณหภูมิของอากาศเย็นสบาย ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ และการให้ผลผลิตดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในเรื่องของอุณหภูมิ และความชื้น นอกจากนี้ ฝนยังมีผลกระทบทางอ้อมต่อสัตว์ คือ มีผลต่อชนิด และปริมาณพืชอาหารสัตว์

โดยตรง โดยทั่วไปประเทศไทยมีปริมาณฝนตก โดยเฉลี่ยปีละ 1,200 มิลลิเมตร โดยมีฝนตกชุกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งถือว่าเป็นฤดูฝน ส่วนฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และมีฝนตกน้อยมาก แต่ยังมีควมชื้นพอที่พืชจะเจริญได้บ้าง ในฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน สภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้ง และร้อนแห้ง ในฤดูร้อนมักจะขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ ดังนั้นสัตว์เลี้ยงที่เลี้ยงในฤดูร้อน โดยเฉพาะโคเนื้อ ซึ่งเกษตรกรมักปล่อยเลี้ยงให้หากินแบบธรรมชาติ จึงมีอัตราการเจริญเติบโตช้า และการผสมติดต่ำ เนื่องจากปริมาณอาหารที่ได้รับไม่เพียงพอ นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนยังมีผลต่อการเกิดโรค และพยาธิในสัตว์ โดยเฉพาะพยาธิต่าง ๆ จะเจริญเติบโต และแพร่ระบาดได้ดีในช่วงฤดูฝน ฝนที่ตกติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ อย่างภาคใต้ของประเทศไทยก็มีผลต่อสัตว์เลี้ยงเช่นกัน เนื่องจากสัตว์จะเกิดโรคได้ง่าย หรืออาจเป็นผลต่ออาหารสัตว์ ทำให้อาหารสัตว์มีความชื้นสูง อาจเกิดเชื้อราได้ ดังนั้นปริมาณฝนหากมากเกินไปหรือน้อยไปก็เกิดผลเสียต่อการเลี้ยงสัตว์ทั้งสิ้น

2.2.4.6 แสงสว่าง แสงสว่างในที่นี้หมายถึง ความยาวช่วงแสงระหว่างเวลาพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตก ซึ่งจะผันแปรไปตามฤดูกาล เช่น ในฤดูร้อนความยาวช่วงแสงจะยาวนานกว่าในฤดูหนาว สำหรับความยาวของช่วงแสงนั้นมีผลกระทบต่อพืชอาหารสัตว์ และการแสดงออกของโค ส่วนมากจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเลี้ยงโคในเขตอบอุ่น และในเขตนานกกล่าวคือ ในฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศสูง และความยาวช่วงแสงยาวจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมทางเพศ โดยโคเพศเมียจะมีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง คุณภาพของน้ำเชื้อเพศผู้ลดลง แต่จะกระตุ้นการกินอาหาร สำหรับในประเทศไทยนั้น ความยาวของแสงในแต่ละฤดูจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่จะไม่ส่งผลกระทบต่อ การเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะในโคเนื้อ (สุวิช บุญโปร่ง, 2558)

สภาพภูมิอากาศร้อนมีอิทธิพลจากสภาวะโลกร้อน มีผลกระทบต่อทำให้ผลผลิต และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในร่างกาย ซึ่งความสัมพันธ์ของความร้อนกับผลผลิตของโค โดยได้แบ่งแหล่งความร้อนจากสภาพแวดล้อมทางสรีรวิทยาเป็น 2 ทาง คือ ผลทางตรง และผลทางอ้อม โดยผลทางตรง ได้แก่ อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม (Ambient Air Temperature) รังสีจากแสงอาทิตย์ (Radiation) ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity) และความเร็วลม (Wind Velocity) ซึ่งมีผลต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง ส่วนผลทางอ้อม ได้แก่ ผลตอบสนองการกินอาหาร (Feed Intake) อัตราเมตาบอลิซึม (Metabolism Rate) และการเปลี่ยนแปลงของต่อมไร้ท่อต่าง ๆ (Endocrine Functions) ซึ่งปัจจัยดังที่กล่าวมานี้ ล้วนเป็นผลสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของโค ในสภาพได้รับความเครียดจากความร้อน (Umpapol, 2002)

สภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน จะมีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต สุขภาพ และการปรับตัวให้เข้าสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะร่างกายจะต้องปรับปรุงเพื่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป เพื่อให้สามารถรักษาสมดุลความร้อนใน

ร่างกายให้คงที่ จึงกระทบต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของสัตว์ แต่ในโคพื้นเมืองที่มีพันธุกรรมที่อาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical zone) ซึ่งมีวิวัฒนาการทางพันธุกรรมมาเป็นเวลานาน จึงเป็นไปได้ที่มีขบวนการทางสรีรวิทยาที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมนี้ หากมีสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เช่นในสภาพโลกร้อน ก็จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพ จึงมีผลกระทบน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (หาญชัย อัมภามผล และคณะ, 2557)

2.3 วัตถุดิบอาหารสัตว์

2.3.1 อาหารหยาบ

อาหารหยาบ คือ วัตถุดิบที่มีโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักต่ำจะมีเยื่อใยสูงกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ โคเป็นสัตว์ที่ธรรมชาติสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบเป็นหลัก ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั้งในยุโรป สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลียว่า การเลี้ยงโคเนื้อ และโคนมที่มีประสิทธิภาพโดยใช้ต้นทุนต่ำต้องเลี้ยงด้วยอาหารหยาบเป็นหลัก ควรเก็บอาหารชั้นให้สัตว์ที่ใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบไม่ได้ และสามารถใช้อาหารชั้นให้เป็นเนื้อได้มีประสิทธิภาพสูงกว่าซึ่ง ได้แก่ สัตว์ปีก และสุกร จะดีกว่า ดังนั้นการเลี้ยงโคเนื้อควรให้อาหารหยาบเป็นหลัก (กรมปศุสัตว์, 2563) โดยอาหารหยาบแบ่งออกเป็น อาหารหยาบสดหรืออาหารหยาบที่อยู่ในสภาพสดมีความชื้นสูง 70–85 เปอร์เซ็นต์ได้แก่พืชที่ตัดสดมาให้สัตว์กิน และพืชอาหารสัตว์ในทุ่งที่สัตว์เข้าไปแทะเล็ม อาหารหยาบแห้งอยู่ในรูปที่มีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีจุดประสงค์ในการเก็บรักษาไว้ใช้ในยามขาดแคลนอาหารโดยนำเอาอาหารหยาบสดมาระเหยความชื้นออกด้วยการตากแดด 2–3 แดดหรือการอบด้วยความร้อนให้เหลือความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ซึ่งจะอยู่ในสภาพที่เชื้อรา และราเมือกเจริญได้ยากจึงสามารถเก็บได้นานขึ้นตัวอย่างของอาหารหยาบแห้งได้แก่พืชโอชาหรือพืชแห้งเป็นพืชที่เก็บเกี่ยวในระยะที่มีคุณค่าทางอาหารสูงแล้วนำมาระเหยความชื้นออกไป ส่วนอาหารหยาบหมักอยู่ในรูปที่มีความชื้น 70–75 เปอร์เซ็นต์ระดับ pH ประมาณ 4.2 หมักในหลุมหมักที่มีสภาพไร้ออกซิเจนเพื่อจุดประสงค์ในการเก็บรักษาไว้ใช้ในยามขาดแคลนอาหาร และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานนับสิบปีถ้าไม่เปิดหลุมหมัก โดยการนำอาหารหยาบสดที่เก็บเกี่ยวในระยะคุณค่าทางอาหารสูง และมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตมากพอมีความชื้น 70–75 เปอร์เซ็นต์ นำมาสับเป็นท่อนเล็ก ๆ บรรจุอัดแน่นลงหลุมหมักหรือบ่อหมักปิดปากหลุมหมักให้สนิทแน่นป้องกันไม่ให้อากาศเล็ดลอดเข้าไปประมาณ 21 วันซึ่งขบวนการหมักก็จะเสร็จสมบูรณ์ตัวอย่างอาหารหยาบหมักได้แก่พืชหมักแต่ถ้าใช้อาหารหยาบสดที่มี

ความชื้น 55–60 เปอร์เซ็นต์มาทำการหมักเรียกว่าฟิชหมักแห้งในประเทศไทยหลุมหมักที่นิยมใช้กันมากคือหลุมหมักแบบวางนอนใต้ดิน (อาณัติ จันท์ถิระติกุล และจักรพงษ์ ชายคงอิทธิพล, 2560)

2.3.2 อาหารชั้น

อาหารชั้นอาหารชั้น หมายถึง อาหารที่มีความเข้มข้นทางโภชนะอยู่สูง โดยเฉพาะโปรตีน มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยต่ำ เมื่อสัตว์กินเข้าไปสามารถย่อยได้ง่าย จำแนกเป็น อาหารชนิดเดียว เช่น รำ ปลายข้าว ข้าวโพดบด กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง และกากปาล์ม เป็นต้น อาหารชั้นสำเร็จรูปใช้เลี้ยงเสริมกับอาหารหยาบสามารถนำมาใช้เลี้ยงโคได้เลย โดยผู้เลี้ยงไม่ต้องนำวัตถุดิบอย่างอื่นมาผสมอีกอาจอยู่ในรูปอาหารผงหรืออัดเม็ดก็ได้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย รำ ปลายข้าว หรือข้าวโพดบด กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสงหรือกากปาล์ม ปลาป่น ไบโกระถินป่น ไวตามิน และแร่ธาตุ หัวอาหารเป็นอาหารที่ประกอบด้วยอาหารโปรตีนสูงผสมกัน เช่น กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง ปลาป่น ไบโกระถินป่น ไวตามิน และเกลือแร่ เมื่อจะใช้ผู้เลี้ยงจะต้องนำวัตถุดิบอย่างอื่นซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานสูงที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นมาผสมตามสัดส่วนที่ผู้ผลิตหัวอาหารกำหนดไว้จึงจะได้คุณค่าทางอาหารตามที่ต้องการ อาหารสำเร็จรูป หรือ อาหารที่เอ็มอาร์ (Total Mixed Ration: TMR) เป็นอาหารผสมระหว่างอาหารหยาบ และอาหารชั้น สามารถนำไปใช้เลี้ยงโคได้เลยโดยไม่ต้องให้อาหารหยาบอีก เหมาะสำหรับฟาร์มที่หาอาหารหยาบได้ยาก (กรมปศุสัตว์, 2561)

2.4 พฤติกรรมโค

กระบวนการทางพฤติกรรมการปรับความร้อนของร่างกายในสัตว์ คือ กระบวนการทั้งหลายที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมดของสัตว์ในสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวสัตว์ สัตว์อาจใช้วิธีการเข้าไปอยู่ในที่อุณหภูมิที่สัตว์ชอบ พฤติกรรมในการรักษาหรือปรับอุณหภูมิ อาจรวมไปถึงการกระทำต่าง ๆ เช่น การสร้างที่อยู่อาศัยที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวน และการเปลี่ยนแปลงท่าทางของร่างกาย ที่มีผลทำให้พื้นที่ของร่างกายด้านนอกสามารถถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปได้ ปฏิบัติการตอบสนองทางพฤติกรรมทั้งหลายที่มีผลต่อความเครียดที่เกิดจากความร้อนหรือความหนาวเย็นจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวอย่างซับซ้อนของกล้ามเนื้อที่เป็นโครงสร้างของร่างกาย กล่าวคือการประสานงานนั้นกระทำโดยสมองชั้นนอกหรือบางส่วนของสมองชั้นนอก อย่างน้อยที่สุดก็ในกรณีการเริ่มต้นของปฏิบัติการตอบสนองทางพฤติกรรมเนื่องจากการปรับอุณหภูมิในสถานการณ์ที่มีความเครียดที่เกิดขึ้นจากความร้อนหรือความหนาวเย็น จะเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่ออุณหภูมิที่อยู่แล้วสบายหรือไม่นั้น (ชอบหรือไม่ชอบอุณหภูมิสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ปฏิบัติการตอบสนองทางพฤติกรรมดังกล่าวแล้วนั้นเป็นไปทางสรีรวิทยาทั้งสิ้น

นั่นคือเป็นการทำงานตามปกติของร่างกาย) ดังนั้นความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนไหวทางพฤติกรรม และสรีรวิทยาในการปรับอุณหภูมิจึงแยกออกจากกันได้ยาก ในปัจจุบันมักจะคำนึงถึงการเคลื่อนไหวทางพฤติกรรมโดยอัตโนมัติในการปรับอุณหภูมิมากกว่าทำไปเพื่อเปลี่ยนอัตราการสร้างความร้อนหรืออัตราการไหลของความร้อนจากร่างกายโดยวิธีต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมด (Boonprong, 2010)

2.4.1 พฤติกรรมการกินอาหาร

การกินอาหารของโค จะมีการใช้อวัยวะเริ่มที่ริมฝีปาก ฟัน และลิ้น โดยลิ้นจะดึงอาหารเข้าปาก ปลายลิ้นจะแข็ง และสาก เนื่องจากมีหนาม และในการกินอาหารจะใช้ฟันกัดให้ขาด และเป็นชิ้นส่วนที่เล็กลง ซึ่งโดยปกติโคจะไม่มีฟันบนมีแต่ฟันล่าง และฟันกราม ต่อมาจะเป็นการเคี้ยวการทำให้อาหารเป็นชิ้นเล็ก ๆ การเคี้ยวของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะเป็นในแนวซ้าย-ขวา หรือ ขวา-ซ้าย เนื่องจากกรามบน และกรามล่างมีความกว้างไม่เท่ากัน พฤติกรรมการกินอาหารของโค ซึ่งพบว่าโคจะกินอาหารตลอดทั้งกลางวัน และกลางคืน แต่จะใช้เวลาในการกินอาหารนานที่สุดในช่วงของการเปลี่ยนอาหารใหม่ ของแต่ละวันคือในเวลาประมาณ 9.00 น. ในตอนเช้า และเวลาประมาณ 16.00 น. ในตอนเย็น โคจะกินทั้งอาหารข้น และอาหารหยาบสลับกันไปส่วนใหญ่โคมักจะเลือกกินอาหารข้นก่อนแล้วจึงเลือกกินอาหารหยาบ คือ ฟางข้าว อย่างไรก็ตาม พิพัฒน์ สมภาร และคณะ (2552) รายงานว่าส่วนใหญ่โคมักจะเลือกกินอาหารหยาบคือหญ้าสดก่อนแล้วจึงเลือกกินอาหารข้นที่มีขนาดใหญ่ เช่น มันเส้น ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกกินของสัตว์ ได้แก่ ชนิดของพืช โครงสร้างของพืช และสัตว์แต่ละตัว ซึ่งการเลือกกินของสัตว์จะลดน้อยไปถ้าปริมาณอาหารมีน้อยลง และสัตว์อาจจะกินอาหารบางส่วนที่สัตว์ไม่ต้องการ ซึ่งหลังจากนั้นพบว่าโคจะยืนพักหรือนอนพักระหว่างนั้นโคจะมีการเคี้ยวเอื้องสลับกับการนอนหรือยืนพัก โดยการเคี้ยวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ถ้าโคกินเมล็ดธัญพืชจะใช้เวลาในการบดอาหาร 4,700 ครั้ง/วัน ถ้าโคกินหญ้าแห้งจะใช้เวลาในการบดอาหาร 10,530 ครั้ง/วัน ในระหว่างการเคี้ยวจะกระตุ้นให้น้ำลายออกมาจากต่อมน้ำลายทั้งหมด 6 ต่อมน้ำลายจะประกอบไปด้วย โขเดียม โปแตสเซียม ฟอสเฟต และไบคาร์บอเนต โดยการขับน้ำลายจะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร (มนัสนันท์ ชายคงอิทธิพล, 2552) โคที่ปกติเมื่อกินอาหารติดต่อกันเป็นเวลานานประมาณ 1-3 ชั่วโมงแล้วจะหยุดนิ่งหรือนอนนิ่งประมาณ 10-20 นาที ต่อจากนั้นก็เริ่มเคี้ยวเอื้องอีกประมาณ 10-20 นาที แล้วจึงเริ่มแทะเล็มหญ้า และต่อด้วยหยุดนิ่งเคี้ยวเอื้อง ขณะที่โคอยู่ในคอกจะเคี้ยวเอื้อง และหยุดนิ่งสลับกันไป ในขณะที่หยุดนิ่งอาจยืนหรือนอนก็ได้ บางครั้งก็หลับตาแต่หู และหางยังกระดิกไถ่แมลงอยู่ตลอดเวลา ส่วนการดื่มน้ำ โคมักจะดื่มน้ำในตอนกลางวัน และดื่มน้ำในตอนกลางคืนแต่พบน้อยหรือไม่ดื่มเลย และโคส่วนใหญ่จะดื่มน้ำหลังจากที่มีการนอนหรือยืนพักนาน ๆ ส่วนการเลียพรีมิคซ์จะเลียหลังจากที่กินอาหารหรือดื่มน้ำแต่จะไม่ใช่เป็นเวลาที่แน่นอนระหว่างนั้นจะมีการหยอกล้อกันภายในคอก และยังพบอีกว่าโคที่เลี้ยงกันเป็นกลุ่ม

รวมกันจะมีพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งคล้ายกันเช่นเมื่อโคทั้งฝูงนอนอยู่แล้วมีโคตัวใดตัวหนึ่งลุกขึ้นมากินอาหาร หรือทำกิจกรรมใด ๆ โคตัวอื่นก็จะลุกมาทำกิจกรรมนั้นด้วย นอกจากนี้ ตามธรรมชาติของโคแล้ว หากโคตัวหนึ่งตัวใดเริ่มกินอาหารขึ้นโคตัวอื่น ๆ ก็จะเริ่มกินอาหารขึ้นตามไปด้วย (พิพัฒน์ และคณะ, 2552)

2.4.2 พฤติกรรมการขับถ่าย

พฤติกรรมการขับถ่ายของโคพบว่าโคมีการขับถ่ายอุจจาระ และปัสสาวะไม่แน่นอน และไม่เลือกสถานที่ในการขับถ่ายการถ่ายอุจจาระ ซึ่งโคสามารถถ่ายได้ทั้งทำยืน และทำนอนแต่การขับถ่ายปัสสาวะโคจะถ่ายในทำยืนเท่านั้นแม้ในขณะที่กินอาหารหรือดื่มน้ำ และโคก็สามารถถ่ายมูลได้ทั้งการถ่ายอุจจาระไม่จำเป็นว่าจะต้องถ่ายพร้อมกับการถ่ายปัสสาวะขณะถ่ายมูลโคจะโก่งหลัง และยกหางแล้วจึงถ่ายมูล ซึ่งลักษณะของอุจจาระมีทั้งลักษณะแข็ง และเหลว สีของอุจจาระขึ้นกับชนิดของอาหารที่โคกิน คือโคที่กินหญ้าสดซึ่งลักษณะของอุจจาระจะมีสีค่อนข้างเขียว และมีลักษณะแข็งส่วนโคที่กินอาหารข้นหรือ อาหารTMR อุจจาระจะมีสีดำ ซึ่งมีส่วนของวัตถุดิบอาหารที่โคย่อยไม่หมดเห็นได้ชัดและอุจจาระค่อนข้างเหลว การขับถ่ายมูลพบว่ามี การขับถ่ายมูล (อุจจาระ และปัสสาวะ) ไม่เป็นเวลาและไม่จำกัดว่าเป็นเวลากลางวันหรือกลางคืน โคจะถ่ายมูลตลอดทั้งวัน ซึ่งไม่มีช่วงใดมากหรือน้อยอย่างเด่นชัด โดยปกติแล้วโคจะยืนถ่ายมากกว่านอนถ่ายซึ่งทั้งนี้รวมทั้งขณะกินหญ้าด้วย การถ่ายมูลของโคไม่มีความสัมพันธ์กับการถ่ายปัสสาวะ โคปกติถ่ายอุจจาระวันละประมาณ 8 ครั้ง คือ กลางวัน 5 ครั้ง และกลางคืน 3 ครั้ง รวมอุจจาระประมาณ 4-5เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ซึ่งลักษณะอุจจาระขึ้นกับอาหาร ส่วนจำนวนครั้งในการถ่ายมูลหรือปัสสาวะในแต่ละวันจะมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ความร้อน ความชื้น ลักษณะ และคุณภาพของอาหาร (อาณัติ จันทรธิระติกุล และจักรพงษ์ ชายคงอิทธิพล, 2560)

2.4.3 การเคี้ยวเอื้องของโค

โดยทั่วไปสัตว์เคี้ยวเอื้อง จะกินอาหารอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีการเคี้ยวอาหารให้ละเอียดเสียก่อนเมื่อกินอาหารจนเต็มกระเพาะจึงจะหยุดกินอาหาร จากนั้นจะเริ่มขยอกอาหารที่ยังเคี้ยวไม่ละเอียดออกมาทำการเคี้ยวเอื้อง เพื่อให้ชิ้นอาหารมีขนาดเล็กลง ระยะเวลาที่ใช้ในการกินอาหารในแต่ละวันหรือแต่ละมื้อซึ่งอาหารจะแตกต่างกันไปขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะอาหารมีความน่ากินมากหรือน้อยสภาพแวดล้อม และอุณหภูมิของอากาศ ถ้าอุณหภูมิสูงหรืออากาศร้อนโคจะกินอาหารลดลง และใช้เวลาในการกินอาหารน้อยกว่าปกติ โดยลักษณะอาหารที่มีความน่ากิน เช่น หญ้าอ่อนโคจะกินอย่างรวดเร็วซึ่งเมื่อกินอาหารครั้งแรกจะมีการเคี้ยว และการหลั่งน้ำลายคลุกเคล้าอาหารเป็นก้อนเรียกว่า Bolus แล้วกลืนลงไปผ่านหลอดอาหาร (Esophagus) ลักษณะคล้ายการสั่นไหลไปเรื่อย ๆ เรียกว่า คลื่นของ Peristalsis ขบวนการเคี้ยวเอื้อง เป็นการขยอกอาหารออกมาเคี้ยวใหม่โดยประกอบด้วย

2.4.3.1 Regurgitation เป็นการขย้อนกลับของ Ingesta จากกระเพาะหมัก (Reticulo-Rumen) เข้าสู่หลอดอาหาร และต่อไปที่ปาก

2.4.3.2 Swallowing การกลืนกลับของเหลว คือ หลังจากที่ Ingesta จาก Reticulo-Rumen ขย้อนกลับมาถึงปากแล้ว สัตว์จะกลืนกลับส่วนของเหลวที่ขย้อนกลับมาด้วยลงสู่กระเพาะรูเมน

2.4.3.3 Remastication การเคี้ยวอาหารที่ขย้อนออกมาเคี้ยวให้ละเอียดยิ่งขึ้น

2.4.3.4 Reinsalivation ในขณะที่สัตว์ทำการเคี้ยวอาหารอีกครั้ง และจะมีการขับหลั่งน้ำลายออกมาเพิ่ม และผสมคลุกเคล้ากับอาหารอีก (พิพัฒน์ สมภาร และคณะ, 2552)

2.4.3.5 Reswallowing การกลืนกลับอาหารกลับลงสู่กระเพาะหมักเกิดขบวนการโดยการหดตัวของเรติคูลัมเพิ่มมากขึ้นทำให้บริเวณ Cardia มีความดันสูง การสูดลมหายใจเข้าสู่ปอดมากกว่าปกติเกิดการหดตัวของกระบังลมเกิด Negative Pressure ส่วนปลายของหลอดอาหารโปร่งออก ก้อนอาหาร และของเหลวในส่วนเรติคูลัมถูกดันขึ้นมาโดยคลื่น Antiperistaltic กลับเข้ามาในปากแล้วทำการเคี้ยวใหม่ การเคี้ยวเอื้อง เป็นขั้นตอนสำคัญในการย่อยอาหารในโค ซึ่งมีผลให้อาหารมีขนาดเล็กลง เกิดจากการขย้อนอาหารที่กินเข้าไปออกมาเคี้ยวใหม่ จนอาหารมีขนาดเล็กลงมีรายงานว่โคที่เลี้ยงแบบปล่อยให้แทะเล็มในแปลงหญ้าตลอดทั้งวัน สามารถให้อาหารที่กินเข้าไปแต่ละครั้งถูกขย้อนกลับขึ้นมาเคี้ยวเอื้องใหม่ถึง 30-40 ครั้ง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเคี้ยวเอื้อง คือ ชนิดของอาหาร อาหารข้นหรืออัดเม็ด การเคี้ยวเอื้องก็จะมีน้อยกว่าอาหารหยาบ และใช้เวลานานกว่า ปริมาณการกินได้จะกินได้มากระยะเวลาในการเคี้ยวเอื้องก็น้อย โคใช้เวลากิน 6-10 ชม./วัน เคี้ยวเอื้อง 9-18 ครั้ง/วัน โดยการเคี้ยวเอื้องจะเกิดในช่วงกลางคืนมากกว่ากลางวัน และความถี่ในการเคี้ยวเอื้องประมาณ 9-18 ครั้ง/วัน แต่แต่ละครั้งจะมีก้อนอาหาร (Bolus) ถูกขย้อนออกมาเฉลี่ย 31 ก้อน ซึ่งประโยชน์ของการเคี้ยวเอื้องทำให้การบดของอาหารละเอียดยิ่งขึ้น ทำให้มีการขับน้ำลายเพิ่มขึ้น ช่วยรักษาภาวะประชากรจุลินทรีย์ให้สมดุล ทำให้กระบวนการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์เป็นไปอย่างปกติ เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหารได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ (VFA) และจุลินทรีย์โปรตีนเพิ่มขึ้น สัตว์ได้รับโภชนะสูงขึ้น (อาณัติ จันทรธิระติกุล และจักรพงษ์ ชายคงอิทธิพล, 2560)

2.4.4 การนอนพักผ่อน

โคเนื้อที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงร่างกายสูง จะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป จะส่งผลต่อการเพิ่มการหายใจ การทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลมที่สูงขึ้น ซึ่งในกระบวนการนี้ ต้องใช้พลังงานสูงขึ้น พลังงานส่วนนี้ได้จากอาหารที่กินเข้าไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของไขมัน หากพลังงานส่วนนี้เหลือน้อยจะมีผลกระทบต่อกระบวนการนำไปสร้างผลผลิต เช่น การเจริญเติบโต หรือคุณภาพซากที่ดีต่อไป ดังนั้นในสภาพที่อุณหภูมิสูงโคจึงมีการ

ปรับตัว โดยการลดกิจกรรมการเคลื่อนไหวของร่างกาย คือการอยู่นิ่ง โดยการนอนพักผ่อน เพื่อลดการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (Berg, et al., 2007)

2.5 ความเครียดจากความร้อน

สัตว์ควรถูกเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อสวัสดิภาพที่ดีของสัตว์ ไม่เลี้ยงหนาแน่นมากเกินไป ไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป หากเลี้ยงแบบไต่ทุ่งต้องมีร่มเงาสำหรับหลบแดดฝน และลมหนาว หากเลี้ยงภายในโรงเรือนต้องมีการระบายอากาศที่ดี และไม่มีมลพิษทางอากาศเช่น ก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศส่งผลกระทบต่อสวัสดิภาพสัตว์ทั้งทางตรง และทางอ้อม เช่น อากาศร้อนจะทำให้สัตว์ไม่สุขสบาย กินอาหารน้อยลง พฤติกรรมเปลี่ยนแปลง ภูมิคุ้มกันลดลง ส่งผลให้ร่างกายอ่อนแอ และง่ายต่อการเกิดโรค (พิพัฒน์ สมภาร, 2555) โดยทั่วไปสัตว์จำเป็นต้องใช้เวลาส่วนใหญ่ (>70 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงที่อยู่ในแปลงหญ้าทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกินอาหาร (พิพัฒน์ และสุพรชัย, 2553) จึงอาจทำให้สัตว์ให้ความสำคัญในเรื่องความร้อนของสภาพอากาศน้อยลง ทำให้สัตว์เกิดความเครียดจากความร้อน และขาดสวัสดิภาพได้ (อนุชาติ แซ่ตั้ง และคณะ, 2551)

ความเครียดจากความร้อน (Heat Stress) คือ ภาวะที่ร่างกายสัตว์พยายามปรับตัวจากสภาพที่อุณหภูมิร่างกายสูงให้กลับมาอยู่ที่อุณหภูมิร่างกายปกติ (อุทัย โคตรटक, 2548) หรือ ภาวะที่ร่างกายพยายามระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิร่างกาย หรือรักษาสมดุลของอุณหภูมิร่างกายซึ่งเรียกว่า พยายามรักษาสมดุล Homeostasis (มนต์ชัย ดวงจินดา และคณะ, 2554) สาเหตุที่อุณหภูมิร่างกายสัตว์สูงเนื่องจากตัวสัตว์ไม่สามารถขจัดความร้อนที่ผลิตขึ้นภายในร่างกาย และความร้อนที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมโดยผ่านทาง การนำ การพา และการแผ่รังสี ออกจากร่างกายได้ (ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และจันทร์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร, 2550) ทำให้โคมีการสะสมความร้อนที่ได้รับขึ้นภายในร่างกาย และก่อผลเสียหายต่อเนื้อเยื่อ และการทำงานของเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย (มนต์ชัย ดวงจินดา และคณะ, 2554) จึงทำให้สัตว์เกิดความเครียดจากความร้อน โดยทั่วไปแล้วช่วงอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สัตว์มีความเป็นอยู่อย่างสุขสบายโดยปราศจากความเครียดจากอุณหภูมิหรือเป็นช่วงอุณหภูมิที่กลไกการขจัดความร้อนออกจากร่างกาย และการผลิตความร้อนเกิดขึ้นอย่างสมดุลกัน อุณหภูมิร่างกายสัตว์จึงไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ช่วงอุณหภูมินี้ นักสรีรวิทยาทางด้านอุณหภูมิเรียกว่า Thermo Neutral Zone (TNZ) ซึ่งช่วงอุณหภูมินี้จะแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละสายพันธุ์ เช่น โคในเขตร้อนจะมี TNZ อยู่ในช่วง 10–27 องศาเซลเซียส โคเขตหนาวจะมี TNZ อยู่ในช่วง 2–21 องศาเซลเซียส (อุทัย โคตรटक, 2548) แต่พบว่าในบางช่วงสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิอยู่นอกเหนือช่วงอุณหภูมิอยู่สบายโดยเฉพาะในช่วงเดือนมีนาคม–เมษายน (เอกชัย ภักดีรัตน์ และคณะ, 2553) ที่สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเฉลี่ยของ

ประเทศไทยอยู่ระหว่าง 29.37–32.91 องศาเซลเซียส จากอุณหภูมิที่รายงานจะพบว่าไม่ว่าโคเขตร้อนหรือโคเขตหนาวที่เลี้ยงอยู่ภายในประเทศไทย ต่างอาศัยอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่สูงกว่า TNZ (อุทัย โคตรตก, 2548) การที่โคเนื้ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงนาน ๆ จะทำให้โคเนื้อเกิดความเครียดจากความร้อนซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตโดยทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง (Brown-Brandl, et al., 2005) จากอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างกะทันหัน และมีความแปรปรวนสูง ทำให้โคที่เลี้ยงในประเทศไทยประสบปัญหาในการปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศ และเกิดความเครียดจากความร้อนอยู่ตลอดเวลา (อุทัย โคตรตก, 2548)

2.6 การรักษาสสมดุลอุณหภูมิร่างกายของโค

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางเคมี และฟิสิกส์ในระดับเซลล์ และเนื้อเยื่อซึ่งเป็นส่วนประกอบของร่างกาย (Cunnigham, 2002) โคเป็นสัตว์เลือดอุ่น (Homeothermic Animals) เนื่องจากมีอุณหภูมิของร่างกายอยู่ในระดับค่อนข้างคงที่ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 38.3–39.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของร่างกายจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ซึ่งการรักษาสสมดุลอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ (Homeostasis) ถือเป็นหัวใจสำคัญต่อการดำรงชีวิตของโคทั่วไปการควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายของโคให้คงที่นั้นจะมีระบบประสาทอัตโนมัติที่มีศูนย์ควบคุมอยู่ในไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ (วุฒิไกร บุญคุ้ม และคณะ, 2553) ดังนั้นสัตว์จึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่โดยการรักษาสสมดุลระหว่างความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้นมา และความร้อนที่สูญเสียไปบวกด้วยความร้อนที่เก็บไว้ โดยหากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้นร่างกายสัตว์จะรับรู้ได้จากจตุรับรู้ความร้อนที่อยู่บริเวณผิวหนังและอวัยวะภายใน แล้วจะส่งข้อมูลไปสู่ระบบประสาทส่วนกลาง โดยหากอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมดังกล่าวทำให้อุณหภูมิร่างกายส่วนลึกสูงกว่าอุณหภูมิที่จุดกำหนด (Setpoint Temperature) ในสมองส่วนไฮโปทาลามัส (อนุชาติ แซ่ตั้ง และคณะ, 2551) เมื่อไฮโปทาลามัสได้รับข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิหรือได้รับการกระตุ้นจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อม (วุฒิไกร บุญคุ้ม และคณะ, 2553) กลไกการระบายความร้อนออกนอกร่างกายจะเริ่มขึ้นเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ ไฮโปทาลามัสจะมีตัวรับสัญญาณ 2 ชนิด ได้แก่ Anterior Hypothalamus ควบคุมการระบายความร้อน (Heat Loss) และ Posterior Hypothalamus ควบคุมการผลิตความร้อน (Heat Production) ซึ่งหากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย ดังนั้นเพื่อควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ ทำให้เส้นเลือดที่นำเลือดมาเลี้ยงผิวหนังหดตัว ทำให้เลือดที่มาเลี้ยงผิวหนังลดปริมาณลง ร่างกายจะสูญเสียความร้อนน้อยลง และไปกระตุ้นเส้นประสาทควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อโคนขนทำให้ขนลุกชัน

และกล้ามเนื้อให้หดตัวจนเกิดอาการสั่น พร้อมทั้งกระตุ้นให้ต่อมไร้ท่อหลังฮอริโมนไปกระตุ้นปฏิกิริยาการสลายอาหารให้ปล่อยพลังงานออกมาเพิ่ม เพื่อชดเชยความร้อนที่ร่างกายสูญเสียไป เมื่อใดที่อุณหภูมิร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพิ่มสูงขึ้นระดับตัวควบคุมอุณหภูมิที่กำหนดไว้ เส้นเลือดที่อยู่ใกล้บริเวณผิวหนังจะขยายตัวเพิ่มปริมาณเลือดไปเลี้ยงผิวหนังมากขึ้น เมื่ออากาศเย็นกว่าที่ผิวหนังก็จะมี การถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศ นอกจากนั้นความร้อนอาจสูญเสียไปในการระเหยออกมากับน้ำลาย และเหงื่อทำให้ความร้อนระเหยผ่านออกมาทางน้ำลายได้ จึงช่วยลดอุณหภูมิของร่างกายได้ (วุฒิไกร บุญคุ้ม และคณะ, 2553) หากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิผิวหนัง และกลไกดังกล่าวไม่สามารถทำให้อุณหภูมิร่างกายคงที่ได้ การระบายความร้อนโดยการระเหย จะเริ่มต้นขึ้น โดยกลไกการขับเหงื่อ หรือการหายใจ หรือใช้ทั้งสองอย่างรวมกัน (มนต์ชัย ดวงจินดา และคณะ, 2554) โดยในโคส่วนใหญ่จะใช้การเพิ่มอัตราการหายใจเป็นกลไกหลักในการระบายความร้อน (Koatdoke, 2008) อย่างไรก็ตาม หากสภาพภูมิอากาศมีความชื้นสูงจะทำให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนด้วยการระเหยลดลง เนื่องจากความสามารถในการรับเอาไอน้ำของบรรยากาศลดลง (Cunningham, 2002)

2.7 อุณหภูมิสภาพแวดล้อม และการปรับอุณหภูมิร่างกาย

สัตว์แต่ละชนิดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ร่างกายสามารถอยู่ได้อย่างสบายแตกต่างกันไป ช่วงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า TNZ คือ อุณหภูมิวิกฤตต่ำ ซึ่งเป็นจุดที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ที่สัตว์ปรับตัวด้วยการสร้างความร้อนโดยวิธีการสั่นของกล้ามเนื้อ เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมค่อย ๆ ลดลง มีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมลดต่ำลงเรื่อย ๆ อัตราการสร้างความร้อนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนกระทั่งไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้อีก ซึ่งเรียกว่าจุดสูงสุดของอัตราการสร้างความร้อน หรืออัตราเมตาบอลิซึมสูงสุด การสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นมักจะเพียงพอ ที่จะรักษาสสมดุลระหว่างความร้อนที่สร้างขึ้นมากับความร้อนที่สูญเสียออกไป ซึ่งทำให้อุณหภูมิในส่วนลึกของร่างกายอยู่ในจุดที่คงตัว แต่หากอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมลดต่ำลงไปมาก ๆ ร่างกายสัตว์ไม่สามารถรักษาสสมดุลได้ อุณหภูมิส่วนลึกของร่างกายจะลดต่ำลง และเมื่อลดต่ำลงมาก ๆ จะทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า hypothermia สัตว์จะเสียชีวิตในที่สุด การปรับตัวตามฤดูกาลทำให้สัตว์มีการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม หรือ เกิดการสร้างฉนวนความร้อนเพิ่มขึ้น เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อยู่ในแถบขั้วโลกเหนือที่มีน้ำหนักร่างกาย 10 กิโลกรัม หรือ มากกว่า จะมีขนหนาประมาณ 50–70 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิวิกฤตต่ำ ซึ่งอาจต่ำถึง -40 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น (ชาญวิทย์ บัวปสี, 2550)

ช่วงอุณหภูมิที่สูงกว่า TNZ คือ อุณหภูมิวิกฤติสูง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ทำให้สัตว์ระบายความร้อนโดยการระเหย วิธีหอบ และขับเหงื่อ เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิวิกฤติสูง อัตราการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนเกิดความสมดุลระหว่างความร้อน และการสูญเสียความร้อน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในส่วนลึกของร่างกายนัก หากอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงกว่านี้ การระบายความร้อนจะมีน้อยกว่าความร้อนในร่างกาย และยังได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อมด้วย ทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจมาจากความร้อนแฝงในการรักษาระดับการระบายความร้อนโดยการระเหย ก่อให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า Heat Fatigue การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่วนลึกของร่างกายส่งผลให้อัตราเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิร่างกายอย่างรวดเร็วจนกระทั่งมากกว่า 42 ถึง 43 องศาเซลเซียส จะส่งผลกระทบต่อประสาทส่วนกลาง และโครงสร้างอื่น ๆ ทำให้สัตว์เสียชีวิตในที่สุด เมื่อสัตว์เกิดการปรับตัวกับสภาวะธรรมชาติ อุณหภูมิวิกฤติอาจเปลี่ยนแปลงไป ในการปรับตัวอาจโดยวิธีการเพิ่มความหนาของไขมันที่บริเวณใต้ผิวหนัง และความหนาของชั้นขน เป็นการเพิ่มฉนวนความร้อน (ชาญวิทย์ วัชรพุกก์, 2550)

2.8 การควบคุมการสูญเสียความร้อน

การปรับตัว หรือ การพยายามของร่างกายสัตว์ที่เพิ่มการทำงานหรือเปลี่ยนแปลงระดับการทำงานของร่างกาย เพื่อตั้ง หรือ พยายามรักษาสมดุลทางความร้อนของร่างกาย เมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น เกิดขึ้นกระบวนการปรับความร้อนในร่างกายโดยอัตโนมัติเป็นการสูญเสียความร้อนจากร่างกาย ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ แบ่งออกได้เป็น การสูญเสียความร้อนแบบไม่ใช้ทางการระเหย หรือการสูญเสียที่อาจวัดได้ เพราะว่าความร้อนที่ไหลออกไปสู่สภาพแวดล้อมสามารถสัมผัสได้ในรูปของความร้อน และการสูญเสียความร้อนแบบที่มีการระเหย หรือไม่สามารถจะสัมผัสได้ เพราะทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป และสามารถวัดได้โดยการวัดความชื้น ไม่ใช่ความร้อน การสูญเสียความร้อนแบบไม่มีการระเหย นั้นเป็นไปได้ยากกว่าการสูญเสียความร้อนโดยมีการระเหย ส่วนมากความร้อนจะไหลออกจากตัวสัตว์ไปสู่สภาพแวดล้อมภายนอก เพราะในสภาพธรรมชาติอุณหภูมิร่างกายสัตว์จะสูงกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ยกเว้นในกรณีที่สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงมาก เช่น เวลากลางวันในทะเลทรายความร้อนจะไหลจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่ร่างกายโค ปัจจัยหลักที่ทำให้ฉนวนความร้อนของเนื้อเยื่อบริเวณส่วนริมของร่างกายเปลี่ยนแปลงไป คือการทำงานของประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อของผนังหลอดเลือดที่อยู่บริเวณริมของร่างกาย (Peripheral Vasomotor Tone) ทำการเปลี่ยนแปลงระดับการทำงานของเส้นโลหิตต่าง ๆ ที่แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อบริเวณใต้ผิวหนัง และชั้นที่ถัดเข้ามา

โดยปกติแล้วใต้ผิวหนังจะมีชั้นไขมันอยู่แต่ความหนานั้นแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของโค ฤดูกาล และสัตว์แต่ละตัวก็ไม่เหมือนกัน (หาญชัย อัมภพผล และคณะ, 2557)

2.8.1 การไหลเวียนของโลหิต

เมื่อหลอดเลือดไร้ขนเยื่อที่สมบูรณ์ของกลุ่มเส้นโลหิตใต้ผิวหนังขยายตัวเต็มที่ กระแสโลหิตแดง จะผ่านชั้นไขมันโดยไม่มีอะไรมาขัดขวาง และจะสูญเสียความร้อนให้แก่ชั้นไขมันเพียงเล็กน้อย อุณหภูมิผิวหนังก็จะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิในส่วนลึกของร่างกาย และความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิผิวหนังกับสภาพแวดล้อมจะมีค่าสูงสุด แม้เช่นนั้นก็ตามอัตราการไหลของความร้อนก็ยัง ขึ้นอยู่กับการเป็นฉนวนความร้อนของขน (Hair) ขนสัตว์ (Wool) เสื้อผ้า หรือวัสดุ รองพื้นซึ่งมี แนวโน้มที่จะมีค่าสูงสุดในฤดูหนาว และมีค่าต่ำสุดในฤดูร้อน เมื่อหลอดเลือดไร้ขนเยื่อที่สมบูรณ์ที่ บริเวณผิวหนังหดตัวอย่างเต็มที่เมื่อได้รับอิทธิพลของระบบประสาทซิมพาเทติก จะทำให้กระแสโลหิต ที่ถูกส่งมายังเส้นโลหิตฝอยที่บริเวณผิวหนังหยุดไหล กระแสโลหิตจึงผ่านเส้นโลหิตแดงที่เล็กมาก (Arterioles) ไปยังเส้นโลหิตดำที่เล็กมาก (Venules) ใต้ชั้นไขมันใต้ผิวหนังซึ่งกลายเป็นชั้นที่มีเนื้อเยื่อ ที่มีความเป็นฉนวน นั่นคือมีความต้านทานต่อความร้อนค่อนข้างสูง ในสถานการณ์เช่นนี้ อุณหภูมิของ บริเวณรอบริมเนื้อเยื่อผิวหนังของร่างกายจะเย็นลงทำให้อุณหภูมิผิวหนังมีค่าใกล้เคียงกับ สภาพแวดล้อมมากกว่าอุณหภูมิในส่วนลึกของร่างกาย ทำให้ความร้อนที่ไหลจากส่วนลึกมาบริเวณ ผิวหนัง และจากบริเวณผิวหนังไปสู่สภาพแวดล้อมจะลดลงเป็นอย่างมาก ในสภาพเช่นนี้ปกติจะ เกิดขึ้นเป็นการตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดจากความหนาวเย็น นอกจากนี้อาจมีการทำขนพอง หรือขนลุก ซึ่งเกิดขึ้นโดยกล้ามเนื้อ ไพโลอีเร็คเตอร์ (pilo-erector) ที่อยู่ระหว่างผิวหนัง และฐาน ของขนบนหนัง ทำให้ขนตั้งชัน ดังนั้นอากาศนิ่งที่อยู่ในชั้นขนจะทวีความหนาขึ้นซึ่งเป็นการเพิ่มชั้น ฉนวนให้หนาขึ้น (หาญชัย อัมภพผล และคณะ, 2557)

การไหลเวียนโลหิตเป็นการเคลื่อนตัวของความร้อนจากส่วนลึก หรือแกนกลางของร่างกายไป ยังผิวหนังจะขึ้นอยู่กับ การนำ (Conduction) ผ่านเนื้อเยื่อต่าง ๆ และ การพา (Convection) กระแสโลหิตมีความสำคัญในการพาความร้อนเป็นจำนวนมากไปยังผิวหนัง แม้กระทั่งกรณีที่อุณหภูมิ สภาพแวดล้อมอยู่ในระดับสบายสำหรับสัตว์เมื่อสัตว์ต้องตกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อน อุณหภูมิ ผิวหนังจะสูง การไหลของความร้อนจากผิวหนังไปสู่สภาวะแวดล้อมจะเร็วขึ้นส่วนอัตราการไหลของ ความร้อนจากแกนกลางของร่างกายไปยังผิวหนังจะลดลง โดยอัตราการไหลของความร้อนโดยการนำ ซึ่งสัตว์จะปรับการไหลเวียนโดยการขยายตัวของเส้นเลือดฝอย (Vasodilation) ที่มีขนาดเล็กที่สุด บริเวณใกล้ผิวหนัง การไหลเวียนเลือดบริเวณผิวหนังซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างทันที ถือได้ว่าเป็นปฏิกิริยาตอบโต้ ของร่างกายสัตว์ที่มีต่อสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น การขยายตัวของเส้นเลือดโดยทั่วไปตกอยู่ ภายใต้การบังคับของศูนย์ปรับความร้อนซึ่งควบคุมโดยการกระตุ้นของเส้นประสาท แต่การขยายตัว ของเส้นเลือดอาจเกิดขึ้นโดยการกระตุ้นโดยตรงของอุณหภูมิที่มีต่อผิวหนัง สำหรับความดันเลือดของ

โคมีค่าสูงสุดเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 40.5 องศาเซลเซียส ส่วนเลือดที่ถูกส่งออกมาจากหัวใจ และปอด มีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ความดันเลือดของเส้นเลือดจากปอดมีค่าลดลง (ชาณวิทย์ วัชรพุกก์, 2550)

2.8.2 การหายใจ

หากผิวหนังมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้นกะทันหัน ทำให้เกิดการหยุดหายใจไปชั่วขณะหนึ่ง และตามมาด้วยการหายใจอย่างแรง และเร็วขึ้น อาการที่เรียกว่าการหอบ ประกอบด้วยการหายใจทางปากอย่างรวดเร็ว และตื้น ความชื้นที่ถูกขับออกมาที่บริเวณปาก และลำคอจะถูกระเหยไปโดยการเคลื่อนไหวของลมหายใจที่ผ่านเข้าออกในบริเวณลำคอ และปาก ความร้อนแฝงของการระเหยนั้นส่วนมากมาจากพื้นที่ผิวบริเวณลำคอ และปาก ซึ่งบริเวณเหล่านี้มีเส้นโลหิตอยู่อย่างหนาแน่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ลิ้น ดังนั้นความร้อนจากกระแสโลหิตแดงที่เข้ามาถึงเส้นโลหิตฝอยจึงถูกขับออกไปในรูปความร้อนแฝงทำให้ อุณหภูมิลดลงในขณะที่กระแสโลหิตถูกดันไปตามทางของเส้นโลหิตฝอย กระแสโลหิตดำ ที่เย็นลงแล้วก็จะเดินทางกลับไปสู่หัวใจทำให้โลหิตเย็นลง การหายใจถี่ และตื้นในระหว่างการหอบทำให้ปริมาตรของอากาศที่ไหลเข้าออกที่บริเวณปาก และลำคามีค่าสูงสุดโดยไม่ต้องมีการระบายอากาศจากปอดเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้สูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป จนทำให้ความสมดุลระหว่างกรด และด่างในกระแสโลหิตสูญเสียไป และการสูญเสียของเหลวที่อยู่รอบ ๆ เซลล์ก็สูญเสียไปด้วย ทราบกันดีว่าการหอบบางชนิดหรือพฤติกรรมบางอย่างที่คล้ายคลึงกับการหอบซึ่งเกิดขึ้นในสัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไปนั้น การหอบเป็นกระบวนการสูญเสียความร้อนโดยการระเหย และมีมาเป็นเวลาช้านาน

สัตว์หลาย ๆ ชนิดเมื่อการระบายความร้อนโดยการระเหยไม่เพียงพอ ระบบการหายใจก็จะเข้ามาช่วยปรับอุณหภูมิร่างกาย เมื่อสัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อน สัตว์เหล่านี้จะเพิ่มอัตราการหายใจขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อระบายความร้อนทางระบบทางเดินหายใจ การเพิ่มอัตราการหายใจในสัตว์ เป็นสิ่งจำเป็นในการขับความร้อนให้ออกจากร่างกาย การหายใจถี่ขึ้นของสัตว์เป็นปฏิกิริยาการตอบโต้ต่อความเครียดอันสืบเนื่องมาจากความร้อน (Heat Stress) ซึ่งการเพิ่มอัตราการหายใจเกิดขึ้นภายหลังการปรับการไหลเวียนของเลือด และการขับเหงื่อ หากปริมาณอากาศที่สัตว์หายใจเข้าไปยิ่งมาก อากาศจะทำให้อุ่นขึ้น และเกิดการระเหยจากผิวภายในของทางเดินลมหายใจ และสัตว์ก็สามารถขับไล่ความร้อนให้ออกจากร่างกายได้มากขึ้น ในโค กระบือ แพะ แกะ และสุกรนั้น การเพิ่มอัตราการหายใจเป็นการใช้กลไกการรักษาสมดุลทางความร้อนในขั้นต้น เมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของโคจะเพิ่มขึ้น และการเพิ่มอัตราการหายใจจะมีค่าสูงเมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 29 องศาเซลเซียสขึ้นไป (ชาณวิทย์ วัชรพุกก์, 2550)

2.8.3 การขับเหงื่อ

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดมีต่อมเหงื่อซึ่งขับน้ำเหงื่อออกมาปริมาณมากจนกระทั่งไหลกระจายทำให้ผิวหนังเปียกชื้น ซึ่งก็ทำให้สูญเสียความร้อนโดยการระเหยจากผิวหนังของร่างกายอย่าง

ต่อเนื่อง ตัวต่อมเหงื่อเองนั้นก็มาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์แล้ว และได้พัฒนามาจากต่อมในผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำ สะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน ซึ่งเช่นเดียวกับต่อมเหงื่อของสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม ต่อมเหงื่อจะถูกเครือข่ายของไมโอเอพิทีเลียม (Myoepithelium) ล้อมรอบอยู่ ต่อมเหล่านี้มีการทำงานหลาย ๆ อย่างเช่น ผนังบริเวณฝ่าเท้าของ สุนัข เพื่อให้ไม่ลื่นเมื่อเดิน ขับสิ่งเหม็น ๆ ออกมา ขับกลิ่นเพื่อขบไล่ศัตรู ขับน้ำมันในสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม และขับกลิ่นเพื่อเรียกคู่ผสมพันธุ์ เป็นต้น ในสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมส่วนมากมีต่อมเหงื่อชนิดที่เรียกว่า อะโปครีน (Apocrine Sweat Gland) ซึ่งจะอยู่รวมกับรูขุมขนชั้นแรก (Primary Follicle) ต่อมเหงื่อชนิดนี้มีกระบวนการขับเหงื่อแบบอะโปครีน ผนังของเซลล์สำหรับขับเหงื่อจะแตกออก และปล่อยน้ำเหงื่อภายในเซลล์ออกมา แต่ต่อมบางต่อมก็ไม่ได้มีการขับน้ำเหงื่อโดยกระบวนการอะโปครีน ดังกล่าว จึงไม่สามารถทำให้เหงื่อไหลออกมาอย่างชุ่มได้

ต่อมเหงื่ออาจมีบทบาทสำคัญต่อการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยในสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมแต่เพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น ส่วนมากแล้วสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมก็ยังคงใช้วิธีหอบซึ่งเป็นการสูญเสียความร้อนโดยการระเหย อย่างไรก็ตามหลักฐานทางด้านกายภาพของต่อมเหงื่อมิได้ยืนยันถึงการมีส่วนในการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยดังตัวอย่าง เช่น ในสุกรซึ่งมีต่อมเหงื่อแต่ไม่มีน้ำเหงื่อไหลออกมาเมื่ออยู่ในสภาพเครียดจากความร้อน ในแกะมีต่อมเหงื่อเอพิพิทริเคียล ซึ่งจะขับน้ำเหงื่อออกมาระยะสั้นเป็นครั้งคราวพร้อมกันทั่วผิวหนัง และไม่สามารถขับเหงื่อออกมาติดต่อกันอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อความเครียดจากความร้อน ส่วนในโคนั้นจะขับเหงื่อออกมาเป็นระยะ ๆ เป็นช่วง ๆ พร้อม ๆ กันทั่วร่างกายซึ่งแสดงให้เห็นถึงการหุดตัวเป็นช่วง ๆ เนื่องมาจากการหุดตัวเป็นระลอกของกล้ามเนื้อไมโอเอพิทีเลียม ที่ล้อมรอบต่อมเหงื่อ แต่เมื่อตอบสนองต่อความเครียดจากความร้อนก็จะขับเหงื่อออกมาที่ผิวหนังอย่างต่อเนื่องซึ่งคาดว่าเป็นกระบวนการขับแบบเอ็คครีน ซึ่งในมนุษย์ก็มีการขับเหงื่ออย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อความเครียดจากความร้อน หรือการออกกำลังกาย และการขับเหงื่อดังกล่าวในมนุษย์ยังแสดงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ขึ้น ๆ ลง ๆ เหล่านี้ไม่มีผลแต่อย่างใด มีสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมไม่กี่ชนิดที่มีการพัฒนาต่อมเหงื่อจนกระทั่งสามารถขับเหงื่อได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นปริมาณมากเพียงพอแก่การสูญเสียความร้อนโดยการระเหยอย่างมีประสิทธิภาพ ในสัตว์บางชนิดเช่น โค จะเกิดการหอบ และขับเหงื่อ ทั้งสองอย่าง ในขณะที่สัตว์ไม่กี่ชนิดซึ่งรวมทั้ง ม้า และมนุษย์ การขับเหงื่อมีความสำคัญมากกว่าการหอบ (หาญชัย อัมภพผล และคณะ, 2557)

2.8.4 อุณหภูมิร่างกาย

ปริมาณความร้อนที่มีอยู่มากไปในร่างกายทำให้เกิดผลเสียต่าง ๆ ต่อขบวนการทางสรีรวิทยาทั้งหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อขบวนการเมตาบอลิซึม การเพิ่มของอุณหภูมิร่างกาย อาจแสดงให้เห็นว่าสัตว์ไม่สามารถปรับตัวหรือใช้กลไกต่าง ๆ เข้ามาช่วยให้สามารถรักษาความสมดุลของร่างกายได้

การเพิ่มของอุณหภูมิร่างกายที่มีข้อเสียเปรียบหลายประการ แต่ในสัตว์บางชนิดอาจเป็นสิ่งที่ได้เปรียบก็ได้ เช่น อุณหภูมิร่างกายสูงกว่าปกติถึง 4–5 องศาเซลเซียสในช่วงกลางวันเพื่อรักษาอัตราการสูญเสียความร้อนโดยการนำให้อยู่ในระดับสูง ทำให้ความจำเป็นในการระเหยทางผิวหนังลดน้อยลง ซึ่งทำให้อุณหภูมิร่างกายในร่างกายนี้อุ่นกว่าปกติ (ซาญูวิทช์ วิชรพุกก์, 2540) แม้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิร่างกายเพียง 0.5 องศาเซลเซียสหรือมากกว่านี้จะทำให้สัตว์ลดปริมาณอาหารที่กิน การเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ และการลดลงของสมรรถนะการผลิต บางทีก็อาจปล่อยให้อุณหภูมิร่างกายพุ่งขึ้นสูง เพื่อช่วยในการสูญเสียความร้อนโดยการนำ เนื่องจากไม่มีกลไกการขับเหงื่อที่มีประสิทธิภาพเหมือนมนุษย์ ยังไม่เป็นที่ทราบกันแน่นอนว่าอุณหภูมิร่างกายจะต้องสูงขึ้นกว่าปกติมากน้อยเท่าใดจึงจะทำให้ขบวนการทางสรีรวิทยาเกี่ยวกับการขับความร้อนเริ่มทำงาน (ซาญูวิทช์ วิชรพุกก์, 2550)

2.9 อิทธิพลของความเครียดจากความร้อน

หลายประเทศ เช่น บราซิล นิวซีแลนด์ อิสราเอล สหรัฐอเมริกา รวมทั้งประเทศไทย ได้ศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางลดผลกระทบของความเครียดเนื่องจากความร้อนที่มีต่อผลผลิตความสมบูรณ์พันธุ์ และสุขภาพ เช่น ดัดแปลงโรงเรือนให้สามารถระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้น โดยใช้พัดลมระบายอากาศร่วมกับการพ่นละอองน้ำรวมทั้งเพิ่มจุดให้น้ำ และร่มเงาภายในฟาร์ม (Marcillac-Embertson, et al., 2009) สำหรับการจัดการด้านอาหาร และการให้อาหารมีการพัฒนาสูตรอาหารหรือให้สารเสริมเพื่อลดกระบวนการสร้างความร้อนในขณะกิน ย่อย และดูดซึมอาหาร โดยโคยังคงได้รับโภชนาเพียงพอต่อความต้องการ รวมถึงมีการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการปล่อยโคแทะเล็มในแปลงหญ้าเป็นช่วงเวลาที่อากาศเย็น เป็นต้น (Moore, et al., 2005) หรืออาจต้องวางแผนระบบการผสมพันธุ์ข้ามพันธุ์ (Crossbreeding System) ระหว่างโคตระกูล *Bos taurus* กับ *Bos indicus* นอกจากนี้ในลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ ทำได้โดยการปรับเปลี่ยนเวลาการผสมเทียมหรือผสมจริงไม่ให้อยู่ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงหรือจัดโคให้มีการผสมพันธุ์แบบกลุ่มซึ่งวิธีการทั้งหมดที่กล่าวมาล้วนมีข้อจำกัดบางประการ เช่น งบประมาณลงทุนสูง อีกทั้งต้องปรับเปลี่ยนวิถีปฏิบัติไปตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาความเครียดเนื่องจากความร้อนได้อย่างถาวร (วุฒิไกร บุญคุ้ม และคณะ, 2553)

สภาพอากาศในเขตร้อนชื้นของประเทศไทย จะมีช่วงฤดูที่มีอากาศร้อนค่อนข้างยาวนาน และมีฤดูที่มีอากาศเย็นค่อนข้างสั้น และในแต่ละวันจะมีช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงค่อนข้างยาวนานเช่นกัน รวมทั้งมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศค่อนข้างสูง ทำให้โคได้รับผลกระทบความเครียดจากความร้อนขึ้นเกือบตลอดเวลา ผลกระทบจากความร้อนจะลดหรือบรรเทาลงได้บ้างในช่วงเวลา

กลางคืน ในช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงโคจะพยายามลดกิจกรรมต่าง ๆ และหว่ามเงาเพื่อลดความร้อนที่จะเกิดขึ้น และเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะกระตุ้นกลไกที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้ทำงานเพื่อลดอุณหภูมิของร่างกายให้เป็นปกติ ได้แก่ การกระตุ้นการหายใจถี่ขึ้น (หอบ) มีเหงื่อมากขึ้น ลดการกินอาหาร ลดกระบวนการเผาผลาญอาหาร และลดการผลิตน้ำนม (ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และจันท์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร, 2550) การเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนส่งผลต่อการให้ผลผลิต เช่น ผลผลิตน้ำนมในโคนมลดลง อัตราการเจริญเติบโตลดลง (Ravagnolo, et al., 2000) ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลงเนื่องมาจากการพัฒนาของ Follicle ลดลง (Sartori, et al., 2004) การกลับสัดของแม่โค (Ravagnolo and Misztal, 2002) การหลั่งของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเป็นสัด (Acosta, et al., 2005) ส่งผลให้มีอัตราการผสมติด และการตั้งท้องต่ำ (Lopez-Gatius, 2003) นำไปสู่การคัดทิ้ง และการตายของโค (Dechowand Gooding, 2008) แต่อย่างไรก็ตามสัตว์ที่มีความสามารถในการทนร้อนจะได้รับผลกระทบจากการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนน้อยลง (มนต์ชัย ดวงจินดา และคณะ, 2554) ความร้อนที่เกิดขึ้น และสะสมในร่างกายรวมทั้งความสามารถในการระบายความร้อนออกนอกร่างกายที่ลดลงเนื่องจากสภาพอากาศของสิ่งแวดล้อมภายนอก เป็นสาเหตุให้โคมีอุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้น และเกิดความเครียดจากความร้อนขึ้นในร่างกาย และส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิต และระบบร่างกาย (ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และจันท์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร, 2550)

2.10 การทนต่อความเครียดจากความร้อน

ความสามารถในการทนร้อน (Thermotolerance) เป็นลักษณะที่สำคัญต่อการผลิตสัตว์ในเขตร้อน เนื่องจากอากาศร้อนทำให้สัตว์เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (Heat Stress) ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตอย่างมาก ความเครียดเนื่องจากความร้อนเหนี่ยวนำให้เซลล์สังเคราะห์ HSPs 70 เพิ่มมากขึ้น โดย HSPs เป็นกลุ่มโปรตีนที่พบการแสดงออกได้จากเซลล์สิ่งมีชีวิตทุกชนิด หลังจากที่เซลล์ได้รับความเครียด เนื่องจากความร้อนทำให้กลุ่ม HSPs สังเคราะห์ขึ้นมาอย่างรวดเร็วใช้เวลาประมาณ 3-5 ชั่วโมง และสิ้นสุดการสังเคราะห์ใช้เวลา 8 ชั่วโมง (King, et al., 2002) มีหลายรายงานวิจัยพบว่าสาเหตุที่เซลล์สามารถทนร้อนได้อาจเนื่องมาจากการมีอยู่ของ HSP70 เนื่องจากความร้อนจะกระตุ้นให้เซลล์สังเคราะห์ HSPs 70 เพิ่มขึ้น เซลล์ที่ทนร้อนจะมีปริมาณ HSPs 70 สูงกว่าเซลล์ทั่ว ๆ ไป (มนต์ชัย ดวงจินดา และคณะ, 2554) นอกจากนี้ King, et al. (2002) พบว่าเซลล์ตับของหนู Mouse ที่ได้รับการเหนี่ยวนำด้วยความร้อน (41 องศาเซลเซียส, 30 นาที) และสามารถทนร้อนหรือมีชีวิตรอดจะมีปริมาณ HSP70 สูงกว่าเซลล์ที่ไม่เคยได้รับการเหนี่ยวนำด้วย

ความร้อน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า หนูที่ได้รับความร้อนมาแล้วครั้งหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนครั้งต่อมา จะสามารถทนทานต่อความร้อนนั้นได้ดีกว่าหนูที่ไม่เคยได้รับความร้อน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเซลล์ที่รับ ความร้อนมาแล้วครั้งหนึ่ง และทนร้อนจะมี HSP70 ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าเซลล์ที่ทนร้อนให้ HSP70 ที่ได้สะสมไว้ก่อนแล้ว ทำให้เซลล์สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เร็วกว่า เนื่องจาก HSP70 ที่มีอยู่ในเซลล์สามารถปฏิบัติหน้าที่ซ่อมแซม และป้องกันความเสียหายได้ทันทีโดยไม่ต้องรอการ สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ที่จะต้องใช้เวลา และสูญเสียทรัพยากรตลอดจนพลังงานในการสังเคราะห์ จากข้อมูลที่กล่าวมาแสดงให้เห็นเหตุผลว่าทำไมสัตว์ทนร้อนจึงได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากความ ร้อนน้อยกว่าสัตว์ที่ไม่ทนร้อน ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจเนื่องจากเซลล์ของสัตว์ทนร้อนมี HSP70 ในระดับสูง ทำให้สามารถปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ทันทีโดยที่เซลล์ไม่ต้องสูญเสียพลังงานใน ขั้นตอนดังกล่าว ทำให้สามารถนำพลังงานนั้นไปใช้ในกระบวนการอื่น ๆ ได้โดยไม่กระทบต่อความอยู่ รอดของเซลล์ อีกทั้งยังทำให้กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน และพลังงานต่าง ๆ ภายในเซลล์เป็นปกติ อย่างรวดเร็ว ดังนั้นเมื่อวัดการตอบสนองต่อความร้อนในด้านสรีรวิทยา การให้ผลผลิต และ ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์ที่ทนร้อนจึงพบว่าการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าสัตว์ที่ไม่ทนร้อน (จักรกริช เจริญศิลป์สุภกร, 2555)

2.11 ความล้มเหลวในการขับความร้อน

ความสมบูรณ์ของร่างกาย เป็นสภาวะอีกอย่างที่มีอิทธิพลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน ของสัตว์ เนื่องจากระบบต่าง ๆ ส่วนมากของร่างกายมักเข้ามาเกี่ยวข้องไม่ทางใดก็ทางหนึ่งในการปรับ ความร้อน ซึ่งการทำให้การทำงานของร่างกายส่วนใดขัดข้องย่อมส่งผลไปถึงประสิทธิภาพของการ ควบคุมความร้อน ทำนองเดียวกันโรคภัยหรือการขัดข้องในระบบร่างกายส่วนใด ก็อาจส่งผลต่อระบบ ร่างกายทั้งหมด เพราะการควบคุมความร้อนของร่างกาย การอักเสบ มักทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น (ชาณวิทย์ วัชรพุกก์, 2550) โดย Legates, et al. (2003) รายงานว่า อุณหภูมิของอากาศมี ผลกระทบมากที่สุดต่อการตอบสนองของร่างกาย รองลงมา คือ การแผ่รังสีความร้อน ความกดอากาศ และการเคลื่อนที่ของอากาศ ตามลำดับ การเพิ่มสูงขึ้นของอากาศจะทำให้ความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิของอากาศ และอุณหภูมิของร่างกายโคลดลง ทำให้การระบายความร้อนในร่างกายโคออกสู่ สิ่งแวดล้อมภายนอกทำได้ลำบากขึ้น ดังนั้นเมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ที่มีความชื้น สูงหรือพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำ กลไกที่ควบคุมการระบายความร้อนในร่างกายจะเปลี่ยนแปลงจากระบบ ที่ไม่อาศัยกระบวนการระเหยของน้ำ เช่น กระบวนการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน เป็นระบบที่มีการระบายความร้อนโดยอาศัยการระเหยของน้ำ อย่างกระบวนการขับเหงื่อ และการ

หายใจมากขึ้น ดังนั้น เมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น กระบวนการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน ออกจากร่างกายจะทำงานลดลง ในขณะที่เดียวกันกระบวนการขับเหงื่อกระบวนการหายใจจะทำงานมากขึ้น ส่งผลให้โคที่เลี้ยงอยู่ภายนอกโรงเรือนมีอัตราการหายใจ และอุณหภูมิร่างกายสูงกว่าโคที่เลี้ยงอยู่ในโรงเรือนปิดอย่างมีนัยสำคัญ

(Sartori, et al., 2004) ได้ศึกษาการประเมินความแตกต่างของความสามารถในการควบคุม อุณหภูมิของโคเขตหนาวพบว่าโคพันธุ์แองกัสมีอุณหภูมิทวารหนัก อัตราการหายใจ และการขับเหงื่อ สูง เมื่ออุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นในช่วงที่เกิดความเครียดจากความร้อนส่วนโคพันธุ์แองกัสตัวผู้ที่ตอน เกิดความเครียดเพิ่มขึ้นสูงสุด และชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทางทวารหนักเป็นสิ่งสำคัญ เหมือนกับต่อมไร้ท่อ เช่น โพรแลคตินซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่าโคยุโรปมีความไวต่อความร้อน

การตอบสนองของโคเมื่อได้รับความเครียดจากความร้อนขึ้นมากขึ้น จะมีอาการหายใจเร็วขึ้น และมีเหงื่อมากขึ้น แต่ถ้าร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้อย่างเพียงพอจะทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้โคมีการกินอาหารลดลง และมีความต้องการพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพมากขึ้น เพื่อช่วยในการหายใจที่เร็วขึ้นหรือใช้ในกระบวนการระบายความร้อนออกนอกร่างกายมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการให้ผลผลิตมี ประสิทธิภาพลดลงด้วย เมื่อโคไม่สามารถกินอาหารได้เพียงพอกับความต้องการจึงมีการนำพลังงานที่ สะสมไว้มาใช้ทดแทนจนกว่าจะสามารถกินอาหารได้เพียงพอหรือมีพลังงานมากกว่าความต้องการ ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนัก และเกิดภาวะการขาดสมดุลของพลังงาน (อาณัติ และจักรพงษ์, 2560) จาก การศึกษาโคขุนในช่วงฤดูร้อนปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีผลต่อความเครียด เนื่องจากอิทธิพลของความร้อนที่ โคได้รับ และผลจากความเร็วลม การฉายรังสีแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิความชื้นซึ่งการประเมินผลของ ความเครียดจากความร้อนขึ้นอยู่กับค่าคะแนนการหอบ ซึ่งหากสัตว์ตกอยู่ในภาวะความร้อน ส่งผลให้ ประสิทธิภาพการทำงานลดลง สวัสดิภาพสัตว์ลดลง และตายในที่สุด (Koatdoke, 2008) หากสัตว์ไม่ สามารถปรับความสมดุลความร้อนได้โดยวิธีต่าง ๆ แล้ว สภาพร่างกายของสัตว์ก็จะถดถอยลงไป เรื่อย ๆ โดยมีอาการท้องเสีย ศูนย์บังคับการปรับความร้อนไม่ทำงาน ร่างกายอ่อนเพลีย เดินไม่ได้ อาเจียน และเสียชีวิตในที่สุด ความล้มเหลวของการทำงานของศูนย์ควบคุมความร้อน ที่ปรากฏในโค เห็นได้ว่าโคจะมีอาการเดินขาสั้น ต่อมาขาหลังจะแข็ง (อัมพาต) และเสียชีวิตด้วยไตล้มเหลว จากการ ตรวจภายหลังพบว่ากล้ามเนื้อที่บริเวณขาหลังแตก เนื่องจากเส้นประสาทไม่ทำงาน ผลจาก เส้นประสาทเสื่อมที่เซลล์ในระบบประสาทส่วนกลาง หรือตามจุดควบคุมอื่น ๆ การเสื่อมเนื่องจาก อิทธิพลโดยตรงจากความร้อนจะเกิดขึ้นได้น้อยเพราะสัตว์จะพยายามป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น โดยการ เปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรม หรือโดยการลดการสร้างความร้อนอย่างทันทีทันใด (ชาญวิทย์ วัชรพุก, 2550)

2.12 ผลของความเครียดจากสภาพอากาศร้อน

ในบรรดาสาเหตุของความเครียดต่าง ๆ ที่ สัตว์ต้องเผชิญในสภาพฟาร์มปัจจุบัน อากาศร้อน นับว่าเป็นสาเหตุที่สร้างความเครียดให้แก่สัตว์ไม่น้อย โดยเฉพาะในสภาพภูมิอากาศร้อนขึ้นอย่างเช่น ประเทศไทย อากาศร้อนมีผลทำให้อัตราการปฏิสนธิลดลง อัตราการตายของตัวอ่อนเพิ่มขึ้น ส่วนรอบการเป็นสัดแปรปรวน และการพัฒนาของร่างกายชะงัก อย่างไรก็ตามการลดลงของประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ เนื่องจากสภาพอากาศร้อนไม่ได้มาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นของบรรยากาศโดยตรง แต่เนื่องจากอากาศร้อนที่ทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น และการที่อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ดังกล่าว จากการศึกษาของ

(Lopez-Gatius, 2003) พบว่า อุณหภูมิร่างกาย (วัดจากทวารหนัก) เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส สำหรับโคพันธุ์ Jersey และเพิ่มขึ้น 1.4 องศาเซลเซียส สำหรับโคพันธุ์ Holstein เมื่ออุณหภูมิบรรยากาศ เพิ่มขึ้นจาก 18–24 องศาเซลเซียส เป็น 32–35 องศาเซลเซียส อัตราการตั้งท้องของโค ลดลงจาก 61 เปอร์เซ็นต์ เป็น 45 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิที่วัด จากทวารหนักหลังผสม 12 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจาก 37.5 องศาเซลเซียส เป็น 38.5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ (Ravagnolo. et al., 2000) รายงานว่า ความร้อนที่สัตว์ได้รับในอุณหภูมิที่สูงมีความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างอัตราการผสมติด กับอุณหภูมิที่วัดจากทวารหนักของโคสาวเมื่อต้องอยู่ในสภาพอากาศร้อน (32.2 องศาเซลเซียส) ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าอุณหภูมิสูงของบรรยากาศมีผลกระทบต่ออายุที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของโคพันธุ์ Shorthorn และ Brahman ที่เลี้ยงในสภาวะอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ล่าช้ากว่าโคพันธุ์เดียวกันที่เลี้ยงในสภาวะอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ (Moore, et al., 2005) ระบุว่าอายุ ที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แตกต่างกันตามสายพันธุ์ของสัตว์ อย่างไรก็ตามอายุที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์สัมพันธ์ กับน้ำหนักตัวมากกว่าอายุ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจาก การที่ความเครียดจากอากาศร้อนทำให้อัตราการ เจริญเติบโตของสัตว์ลดลง ส่งผลกระทบบำทำให้สัตว์เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ล่าช้า

ผลของความเครียดจากสภาพอากาศร้อนต่อวงจรการเป็นสัด (Oestrous cycle) ส่งผลต่อระยะของวงจรการเป็นสัด วงจรการเป็นสัดของโคพันธุ์ Guernsey ซึ่งเครียดจากสภาพอากาศร้อนมีระยะยาวกว่าโคที่ไม่เครียด โดยพบว่าระยะวงจรการเป็นสัดเฉลี่ยของโคที่ เครียดจากอากาศร้อน (33.5 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 21.6 วัน เทียบกับ 19.5 วัน ในโคที่ไม่เครียด (18 องศาเซลเซียส) เช่นเดียวกับ Sawyer (1979) ซึ่งรายงานว่าวงจรการเป็นสัดของแกะที่เลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูงมีระยะยาวขึ้นเมื่อเทียบกับแกะที่เลี้ยงที่ 21.9 องศาเซลเซียส (18.2 ถึง 16.9 วัน) การที่วงจรการเป็นสัดยืดยาวออกไปในสัตว์ที่เครียดจากอากาศร้อนอาจเกิดจากการที่มี ฮอโมนโปรเจสเตอโรนในระดับสูงเป็นเวลานาน กว่าปกติ หรือเกิดความล้มเหลวในการพัฒนาของ ฟอลลิเคิล เนื่องจากขาดฮอโมนโกนาโด

โทรปิน ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นระยะการเป็นสัดซึ่งเป็นระยะหนึ่งในวงจร การเป็นสัด และเป็นระยะที่สัตว์แสดงอาการเป็นสัด เพื่อพร้อมรับการผสมพันธุ์ก็ถูกกระทบจากความเครียดเนื่องจากสภาพอากาศร้อน ระยะการเป็นสัดในโคที่เลี้ยงที่ 33.5 องศาเซลเซียส จะสั้นกว่าโคที่เลี้ยงที่ 18.2 องศาเซลเซียส ระยะการเป็นสัดโดยเฉลี่ยของโคสาวที่เลี้ยงในสภาพอากาศเย็น (62–65 องศาฟาเรนไฮต์) เท่ากับ 20 ชั่วโมง ซึ่งนานกว่าโคสาวที่เลี้ยงในสภาพอากาศร้อน (75–95 องศาฟาเรนไฮต์) คือ มีค่าเฉลี่ยเพียง 11 ชั่วโมง นอกจากนี้พฤติกรรมการเป็นสัดของโคที่เลี้ยงในสภาพอากาศเย็นยังเด่นชัดมากกว่าโคสาวบางตัวที่เครียดจากความร้อนไม่แสดงพฤติกรรมขึ้นทับ หรือไม่ยอมให้สัตว์ตัวอื่นขึ้นทับ ในระยะเป็นสัดอากาศร้อนมีผลทำให้สัตว์ปรับตัวเพื่อลดการสร้างความร้อนภายในร่างกาย โดยลดปริมาณอาหารที่กิน และลดระยะเวลาในการกิน

ระยะตั้งท้อง กิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งอาจรวมถึงพฤติกรรมการเป็นสัดด้วย ขณะที่ (Marcillac–Emberson, et al., 2009) ชี้ว่าความเครียดจากสภาพอากาศร้อนน่าจะมีผลต่อสมดุลงและสภาพการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อภายในร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อมใต้สมอง ต่อมหมวกไต ต่อมไทรอยด์ และรังไข่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระยะการเป็นสัด และพฤติกรรมการเป็นสัดในที่สุดซึ่งส่งผลต่ออัตราการผสมติด (Conception Rate) และ การตายของตัวอ่อนระยะแรก (Early Embryo Mortality) ผลต่ออัตราการตกไข่ (Ovulation Rate) และรูปร่างลักษณะของไข่ (Ova Morphology) อย่างไรก็ตามหากสัตว์กระทบกับความร้อนในช่วงเริ่มระยะการเป็นสัดจนกระทั่งไข่ผ่านเข้าไปในปีกมดลูกจะทำให้สัดส่วนของไข่ที่ผิดปกติมีมากขึ้น อัตราการผสมติดของโคจะลดลงเมื่ออุณหภูมิร่างกายที่วัดจากทวารหนักสูงกว่า 39 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับอัตราการปฏิสนธิ (Fertility Rate) ของโคพันธุ์ Holstein–Friesian ที่ลดน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนที่ร้อนที่สุดของปีในเมือง Arizona สหรัฐอเมริกา เปรียบเทียบกับ 35–50 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนอื่น (Acosta, et al., 2005) ส่วนทัศนีย์ อภิชาติสร่างกูร (2545) กล่าวว่าโคที่เลี้ยงในสภาพอากาศร้อน 22.3–31.7 องศาเซลเซียส ในช่วง 10 วัน หลังคลอด ไม่แสดงความผิดปกติใด ๆ ในระบบสืบพันธุ์ และยังพบว่าการเข้าอู่ของมดลูกกลับเร็วขึ้นเมื่อเทียบกับโคที่ไม่เครียด ซึ่งก็อาจเป็นไปได้ว่าความเครียดจากความร้อนมีผลกระตุ้นการหลั่งสาร PGF_{2a} เพิ่มขึ้น ซึ่งโดยปกติสาร PGF_{2a} จะช่วยในกระบวนการเข้าอู่ของมดลูก นอกจากนี้ (Moore, et al., 2005) ยังรายงานวาระหว่างฤดูร้อนในประเทศซาอุดีอาระเบีย ซึ่งมีอุณหภูมิในรอบวันสูงสุดที่ 44–53 องศาเซลเซียส และต่ำสุดที่ 24.5–35 องศาเซลเซียส อัตราการมีชีวิตของตัวอ่อนของโคลลดลงจาก 59 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7 ของการตั้งท้องเหลือเพียง 27 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 14 ของการ ตั้งท้อง ซึ่งเหตุการณ์นี้ไม่พบในช่วงฤดูหนาว ขณะเดียวกันอัตราการตั้งท้องที่ 25 ถึง 35 วัน ในฤดู ร้อนก็ต่ำกว่าในฤดูหนาว (21 ถึง 36 เปอร์เซ็นต์)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

โคชาโรเลสส์พันธุ์แท้ อายุ 1-2 ปี จำนวน 6 ตัว เพศผู้ 3 ตัว เพศเมีย 3 ตัว และโคบราห์มันพันธุ์แท้ อายุ 1-2 ปี จำนวน 6 ตัว เพศผู้ 3 ตัว เพศเมีย 3 ตัว โดยเลี้ยงในโรงเรือนแบบขังเดี่ยว ให้อาหารชั้นโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน และให้อาหารหยาบ และน้ำแบบเต็มที่

3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

3.2.1 นาฬิกาจับเวลา

3.2.2 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบระบบอินฟราเรด

3.2.3 เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล

3.2.4 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีกระเปาะแห้ง และกระเปาะเปียก

3.2.5 เครื่องนับจำนวน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลจากโคชาโรเลสส์พันธุ์แท้ และโคบราห์มันพันธุ์แท้ตลอดระยะเวลา 1 ปี โดยแบ่งออกเป็น 3 ฤดูกาล ดังนี้

ฤดูร้อน ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม (16 ก.พ.-15 พ.ค. 2560)

ฤดูฝน ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม (16 พ.ค.-15 ต.ค. 2560)

ฤดูหนาว ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ (16 ต.ค. 60-15 ก.พ. 2561)

โดยเก็บข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของโค ดังนี้

3.3.1 อัตราการหายใจของโค

การวัดอัตราการหายใจของโค ใช้นาฬิกาจับเวลา นับจำนวนครั้งของการพอง และยุบของสวาบของโคแต่ละตัวนาน 15 วินาที นำค่าที่ได้ไปเทียบหาอัตราการหายใจต่อนาที โดยวัด 2 ครั้งต่อ

วัน ครั้งที่ 1 เวลา 06.00 น. และครั้งที่ 2 เวลา 14.00 น. โดยวัดสองครั้งต่อสัปดาห์ ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดีตลอดการทดลอง และจัดบันทึกการทดลอง

3.3.2 อุณหภูมิผิวหนังของโค

การวัดอุณหภูมิผิวหนังของโค ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิระบบอินฟราเรดวัดสามจุด ได้แก่ บริเวณหัวไหล่ หลัง และท้าย โดยวัด 2 ครั้งต่อวัน ครั้งที่ 1 เวลา 06.00 น. และครั้งที่ 2 เวลา 14.00 น. โดยวัดสองครั้งต่อสัปดาห์ ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดีตลอดการทดลอง และจัดบันทึกการทดลอง

3.3.3 อุณหภูมิทวารหนักของโค

การวัดอุณหภูมิทวารหนักของโค ใช้เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอลวัดอุณหภูมิทวารหนักยาว 4 นิ้วสอดเข้าทางทวารหนักของโคลึกอย่างน้อย 2 นิ้ว ทิ้งไว้นาน 2 นาที โดยวัด 2 ครั้งต่อวัน ครั้งที่ 1 เวลา 06.00 น. และครั้งที่ 2 เวลา 14.00 น. โดยวัดสองครั้งต่อสัปดาห์ ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดีตลอดการทดลอง และจัดบันทึกการทดลอง

3.3.4 อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม

การวัดอุณหภูมิของสภาพอากาศภายในโรงเรือน และภายนอกโรงเรือน โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีกระเปาะแห้ง และกระเปาะเปียก วัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยวัด 2 ครั้งต่อวัน ครั้งที่ 1 เวลา 06.00 น. และครั้งที่ 2 เวลา 14.00 น. โดยวัดสองครั้งต่อสัปดาห์ ในวันอังคาร และวันพฤหัสบดีตลอดการทดลอง และจัดบันทึกการทดลอง

3.3.5 พฤติกรรมการกิน

การนับจำนวนครั้งในการเคี้ยวของโค โดยการสังเกตการเคี้ยวในการกินอาหารขึ้น และอาหารหยาบแล้วนับจำนวนครั้งที่เคี้ยว นับจำนวนครั้งที่เข้ากินอาหาร และจับเวลา โดยสังเกตตลอด 24 ชั่วโมง โดยวัดสองครั้งต่อฤดูกาล และจัดบันทึกการทดลอง

3.3.6 พฤติกรรมการเคี้ยวเอื้อง

การนับจำนวนครั้งในการเคี้ยวเอื้องของโค โดยการสังเกตการเคี้ยวแล้วนับจำนวนครั้ง นับจำนวนก้อนที่สำรอกออกมาแต่ละครั้ง และจับเวลา โดยสังเกตตลอด 24 ชั่วโมง โดยวัดสองครั้งต่อฤดูกาล และจัดบันทึกการทดลอง

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลา 1 ปี แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงฤดูร้อน ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝน ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูหนาว ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

3.5 สถานที่ในการทดลอง

สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์มหาสารคาม ตำบลเวียง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองมาประมวลผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) การทดลองที่มีแผนแบบ t-test และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม

จากการวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อม โดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์ (ตุ้มเปียก ตุ้มแห้ง) ระหว่างฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ของการทดลองโดยแบ่งเป็นสองช่วงเวลา คือ ช่วงเช้า และช่วงบ่าย พบว่ามีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมของฤดูร้อนเฉลี่ยช่วงเช้าเท่ากับ 28.5 องศาเซลเซียส และช่วงบ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 38.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสภาพแวดล้อมของฤดูฝนในช่วงเช้า และช่วงบ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 25.9 และ 30.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสภาพแวดล้อมของฤดูหนาวในช่วงเช้า และช่วงบ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 18.8 และ 29.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ของฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยช่วงเช้าเท่ากับ 84 เปอร์เซ็นต์ และช่วงบ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 44 เปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยช่วงเช้าเท่ากับ 91 เปอร์เซ็นต์ และช่วงบ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ และความสัมพันธ์ของฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยช่วงเช้าเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ และช่วงบ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความผันแปรของค่าความชื้น ซึ่งพบว่ามีรูปแบบตรงข้ามกับอุณหภูมิอากาศโดยทั่วไป โดยมีความชื้นสูงสุดในช่วงเช้า และลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดต่ำสุดระหว่างเวลา 11:30–13:00 น. หลังจากนั้นจะเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ อุณหภูมิความชื้นของช่วงเช้าจะสูงกว่าช่วงบ่ายของทั้งฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว จะมีความแตกต่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ใกล้เคียงกันของช่วงเช้า และช่วงบ่ายใน ฤดูฝน แต่มีความชื้นช่วงเช้า และช่วงบ่ายที่แตกต่างกันมากในฤดูร้อน และฤดูหนาว ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นห่างกันเกือบเท่าตัว หากนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละฤดูกาลทั้งวันฤดูร้อนมีความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยเท่ากับ 64 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนมีความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ และฤดูหนาวมีความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยเท่ากับ 74 เปอร์เซ็นต์ เห็นได้ว่าฤดูฝนมีความชื้นที่สูงที่สุด รองลงมาคือฤดูหนาว และฤดูร้อนมีความชื้นที่ต่ำที่สุด ส่วนดัชนีอุณหภูมิความ (THI) ช่วงเช้า และช่วงบ่าย ของฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.6 และ 86.6 ฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.9 และ 81.4 และฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.1 และ 77.8 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (AT), ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และดัชนีอุณหภูมิความชื้น (THI)

ฤดูกาล	Time	AT ($^{\circ}$ C)	RH (%)	THI
ฤดูร้อน	6.00	28.5	84	77.6
	14.00	38.5	44	86.6
ฤดูฝน	6.00	25.9	91	76.9
	14.00	30.3	85	81.4
ฤดูหนาว	6.00	18.8	90	66.1
	14.00	29.6	58	77.8

4.2 อุณหภูมิผิวหนังของโค

จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิผิวหนังบริเวณหัวไหล่ของโคซาโรเลส และโคบราห์มันน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงเช้าเท่ากับ 31.97 องศาเซลเซียส และ 33.21 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงบ่ายเท่ากับ 37.65 องศาเซลเซียส และ 37.20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงเช้าเท่ากับ 30.60 องศาเซลเซียส และ 31.46 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงบ่ายเท่ากับ 33.90 องศาเซลเซียส และ 34.30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงเช้าเท่ากับ 28.24 องศาเซลเซียส และ 25.14 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงบ่ายเท่ากับ 33.46 องศาเซลเซียส และ 31.57 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ส่วนอุณหภูมิผิวหนังบริเวณกลางหลังของโคซาโรเลส และโคบราห์มันน์มีค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงเช้าเท่ากับ 32.15 องศาเซลเซียส และ 33.20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงบ่ายเท่ากับ 37.82 องศาเซลเซียส และ 37.66 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงเช้าเท่ากับ 30.25 องศาเซลเซียส และ 31.20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงบ่ายเท่ากับ 34.04 องศาเซลเซียส และ 34.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงเช้าเท่ากับ 24.56 องศาเซลเซียส และ 27.47 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงบ่ายเท่ากับ 31.63 องศาเซลเซียส และ 33.14 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิผิวหนังบริเวณสะโพกของโคซาโรเลส และโคบราห์มันน์มีค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงเช้าเท่ากับ 31.67 องศาเซลเซียส และ 32.81 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงบ่ายเท่ากับ 37.84 องศาเซลเซียส และ 37.52 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงเช้าเท่ากับ 29.90 องศาเซลเซียส และ 30.56 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงบ่ายเท่ากับ

33.80 องศาเซลเซียส และ 33.96 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงเช้าเท่ากับ 24.80 องศาเซลเซียส และ 27.14 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงบ่ายเท่ากับ 31.64 องศาเซลเซียส และ 32.92 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวหนัง ($^{\circ}\text{C}$) บริเวณหัวไหล่ของโคซาโรเลส (CH) และโคบราห์มัน(BH)

ฤดูกาล	Time	CH	BH
ฤดูร้อน	06.00	31.97	33.21
	14.00	37.65	37.20
ฤดูฝน	06.00	30.60	31.46
	14.00	33.90	34.30
ฤดูหนาว	06.00	28.24	25.14
	14.00	33.46	31.57

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวหนัง ($^{\circ}\text{C}$) บริเวณกลางหลังของโคซาโรเลส (CH) และโคบราห์มัน (BH)

ฤดูกาล	Time	CH	BH
ฤดูร้อน	06.00	32.15	33.20
	14.00	37.82	37.66
ฤดูฝน	06.00	30.25	31.20
	14.00	34.04	34.50
ฤดูหนาว	06.00	24.56	27.47
	14.00	31.63	33.14

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวหนัง ($^{\circ}\text{C}$) บริเวณสะโพกของโคชาโรเลส (CH) และโคบราห์มัน (BH)

ฤดูกาล	Time	CH	BH
ฤดูร้อน	06.00	31.67	32.81
	14.00	37.84	37.52
ฤดูฝน	06.00	29.90	30.56
	14.00	33.80	33.96
ฤดูหนาว	06.00	24.80	27.14
	14.00	31.64	32.92

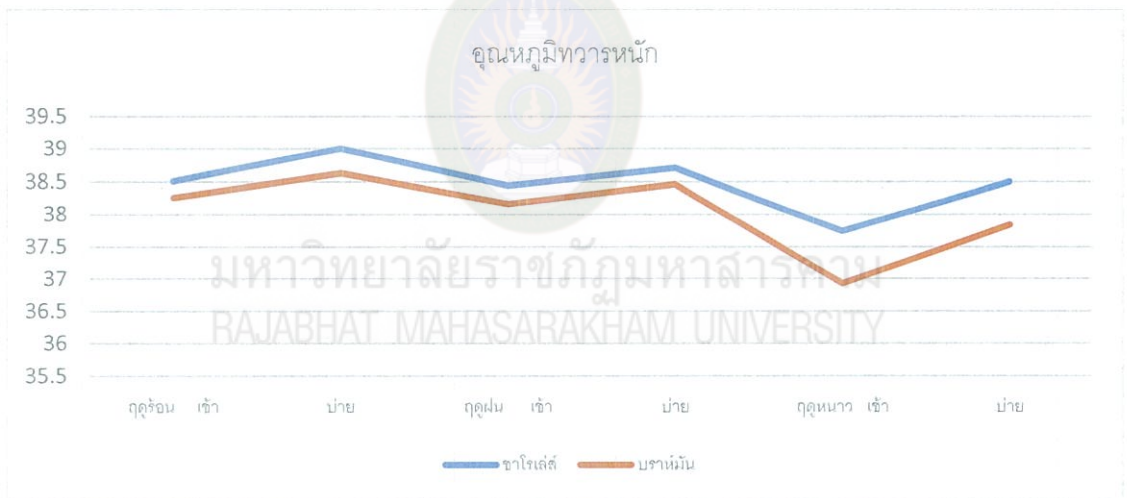
4.3 อุณหภูมิทวารหนักของโค

จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิร่างกายซึ่งวัดทางทวารหนักของโคชาโรเลส และโคบราห์มันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยโคชาโรเลสจะมีอุณหภูมิทวารหนักสูงกว่าโคบราห์มันในทุกฤดูกาลที่ทำการศึกษา สำหรับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิทางทวารหนักของโคชาโรเลส และโคบราห์มันในฤดูร้อนช่วงเช้าเท่ากับ 38.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส และ 38.2 ± 0.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงบ่ายเท่ากับ 39.0 ± 0.3 องศาเซลเซียส และ 38.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงเช้าเท่ากับ 38.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส และ 38.1 ± 0.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงบ่ายเท่ากับ 37.8 ± 0.3 องศาเซลเซียส และ 38.4 ± 0.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงเช้าเท่ากับ 37.8 ± 0.3 องศาเซลเซียส และ 36.9 ± 0.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงบ่ายเท่ากับ 38.5 ± 0.3 องศาเซลเซียส และ 37.5 ± 0.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.5 อุณหภูมิทวารหนัก ($^{\circ}\text{C}$) ของโคซาโรเลสส์ (CH) และโคบราห์มัน (BH)

ฤดูกาล	Time	CH	BH
ฤดูร้อน	06.00	38.5 ± 0.2^b	38.2 ± 0.1^a
	14.00	39.0 ± 0.3^b	38.5 ± 0.2^a
ฤดูฝน	06.00	38.5 ± 0.2^b	38.1 ± 0.1^a
	14.00	38.7 ± 0.2^b	38.4 ± 0.1^a
ฤดูหนาว	06.00	37.8 ± 0.3^b	36.9 ± 0.4^a
	14.00	38.5 ± 0.3^b	37.5 ± 0.4^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.01$



ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิทวารหนัก (RT) ของโคซาโรเลสส์(CH) และโคบราห์มัน (BH)

4.4 อัตราการหายใจของโค

จากการศึกษาพบว่าอัตราการหายใจของโคซาโรเลสส์ และโคบราห์มันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยโคซาโรเลสส์จะมีอัตราการหายใจในมากกว่าโคบราห์มันในทุกฤดูกาลที่ทำการศึกษา ยกเว้นฤดูหนาวในช่วงเช้า โดยมีค่าอัตราการหายใจของโคซาโรเลสส์ และโคบราห์มันเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงเช้าเท่ากับ 33.9 ± 2.1 ครั้ง/นาที และ 26.5 ± 1.3 ครั้ง/นาที ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนช่วงบ่ายเท่ากับ 49.7 ± 3.8 ครั้ง/นาที และ 37.7 ± 1.3 ครั้ง/นาที ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝน

ช่วงเช้าเท่ากับ 32.3 ± 1.5 ครั้ง/นาทีก และ 24.2 ± 0.7 ครั้ง/นาทีก ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูฝนช่วงบ่ายเท่ากับ 40.2 ± 4.6 ครั้ง/นาทีก และ 30.5 ± 1.4 ครั้ง/นาทีก ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงเช้าเท่ากับ 26.9 ± 4.3 ครั้ง/นาทีก และ 28.7 ± 0.7 ครั้ง/นาทีก ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยฤดูหนาวช่วงบ่ายเท่ากับ 39.2 ± 5.7 ครั้ง/นาทีก และ 26.2 ± 0.7 ครั้ง/นาทีก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาทีก) ของโคซาโรเลส (CH) และโคบราห์มัน (BH)

ฤดูกาล	Time	CH	BH
ฤดูร้อน	06.00	33.9 ± 2.1^b	26.5 ± 1.3^a
	14.00	49.7 ± 3.8^b	37.7 ± 1.3^a
ฤดูฝน	06.00	32.3 ± 1.5^b	24.2 ± 0.7^a
	14.00	40.2 ± 4.6^b	30.5 ± 1.4^a
ฤดูหนาว	06.00	26.9 ± 4.3^b	28.7 ± 0.7^a
	14.00	39.2 ± 5.7^b	26.2 ± 0.7^a

หมายเหตุ. ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.01$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.5 พฤติกรรมของโค

จากการทดลองพบว่าโคซาโรเลส มีพฤติกรรมการกิน ในส่วนของการใช้เวลาเข้ากินแต่ละครั้ง ที่น้อยกว่าโคบราห์มัน โดยโคซาโรเลสมีค่าเฉลี่ยการเข้ากินเท่ากับ 16.5 ± 1.3 นาที/ครั้ง และโคบราห์มันมีค่าเฉลี่ยการเข้ากินเท่ากับ 28.8 ± 2.4 นาที/ครั้ง ส่วนจำนวนการเข้ากินอาหารพบว่าโคซาโรเลส และโคบราห์มันมีจำนวนการเข้ากินอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 23.3 ± 1.3 ครั้ง/วัน และ 29.3 ± 1.1 ครั้ง/วัน ตามลำดับ

การเคี้ยวอาหารของโคซาโรเลส และโคบราห์มันมีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ $9,165.0 \pm 269.0$ ครั้ง/วัน และ $13,602.5 \pm 795.8$ ครั้ง/วัน ตามลำดับ ส่วนพฤติกรรมการเคี้ยวเอื้อง พบว่า โคซาโรเลสใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้องน้อยกว่าโคบราห์มัน ($P < 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยของโคซาโรเลส และโคบราห์มันเท่ากับ $32. \pm 1.3$ นาที/ครั้ง และ 40.5 ± 1.2 นาที/ครั้ง ตามลำดับ ส่วนจำนวนการเคี้ยวเอื้องของโคซาโรเลส และโคบราห์มันเท่ากับ 10.0 ± 1.3 นาที/ครั้ง และ 15.5 ± 1.2 นาที/ครั้ง ตามลำดับ สำหรับพฤติกรรม

การขับถ่ายอุจจาระโคซาโรเลส และโคบราห์มันพบว่ามี การขับถ่ายเท่ากับ 8.0 ± 0.4 ครั้ง/วัน และ 7.3 ± 0.5 ครั้ง/วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 พฤติกรรมการกิน พฤติกรรมการเคี้ยวเอื้อง และพฤติกรรมการขับถ่าย ของโคซาโรเลส (CH) และโคบราห์มัน (BH) ในช่วงฤดูหนาว

	ซาโรเลส	บราห์มัน
พฤติกรรมการกิน		
เวลาการเข้ากินแต่ละครั้ง (นาที/ครั้ง)	16.5 ± 1.3	28.8 ± 2.4
จำนวนการเข้ากินอาหาร (ครั้ง/วัน)	23.3 ± 1.3^a	29.3 ± 1.1^b
จำนวนการเคี้ยวอาหาร (ครั้ง/วัน)	$9,165.0 \pm 269.0^a$	$13,602.5 \pm 795.8^b$
พฤติกรรมการเคี้ยวเอื้อง		
เวลาการเคี้ยวเอื้อง (นาที/ครั้ง)	$32. \pm 1.3^a$	40.5 ± 1.2^b
จำนวนการเคี้ยวเอื้อง (ครั้ง/วัน)	10.0 ± 1.3^a	15.5 ± 1.2^b
จำนวนก้อน (ก้อน/วัน)	14.3 ± 0.8^a	23.1 ± 0.9^b
พฤติกรรมการขับถ่าย		
อุจจาระ (ครั้ง/วัน)	8.0 ± 0.4	7.3 ± 0.5
ปัสสาวะ (ครั้ง/วัน)	6.0 ± 0.4	7.0 ± 0.3

หมายเหตุ. ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.01$

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิสภาพแวดล้อมตลอดช่วงการทดลองพบว่าในช่วงฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยช่วงเช้าอยู่ที่ 28.5 องศาเซลเซียส และช่วงบ่ายอยู่ที่ 38.5 ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ในช่วงฤดูหนาว โดยมีค่าเฉลี่ยช่วงเช้าอยู่ที่ 18.8 องศาเซลเซียส และช่วงบ่ายอยู่ที่ 29.6 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามในช่วงที่ดำเนินการทดลองอากาศมีความแปรปรวน ในบางครั้งมีแสงแดดจ้าตั้งแต่เช้า บางครั้งฝนตกทั้งวัน บางครั้งท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก ส่วนอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันของฤดูร้อนอยู่ในช่วง 24–38 องศาเซลเซียส ฤดูฝนอยู่ในช่วง 23–35 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวอยู่ในช่วง 12–34 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเช้า และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดระหว่างเวลา 12:00–14:00 น. สอดคล้องกับ พิพัฒน์ สมภาร และสุพร ชัยฟ้ารี (2552) รายงานว่าอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเช้านั้น และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดระหว่างเวลา 11:30–13:00 น. หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงอย่างช้า ๆ และจะเห็นได้ว่าอุณหภูมಿಸິ່งแวดล้อมฤดูร้อนเฉลี่ยจะสูงกว่าฤดูฝน และฤดูหนาว ของช่วงเดียวกันอย่างเห็นได้ชัด โดยในช่วงฤดูร้อนมีอากาศที่ร้อนอบอ้าวมีแสงแดดมาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน กลุ่มภูมิอากาศ (2561) เนื่องจากฤดูร้อนเป็นระยะที่ขั้วโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะเดือนเมษายน เป็นเดือนที่ร้อนที่สุดซึ่งบริเวณประเทศไทยมีดวงอาทิตย์อยู่ตรงศีรษะในเวลาเที่ยงวัน ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ ท้องฟ้าปราศจากเมฆปกคลุม สภาพอากาศจึงร้อนอบอ้าวทั่วไป

ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์พบว่าในช่วงฤดูฝนจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าอยู่ที่ 91 เปอร์เซ็นต์ และช่วงบ่าย 85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือช่วงฤดูหนาวซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าอยู่ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ และช่วงบ่าย 58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฤดูร้อนจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุด โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าอยู่ที่ 84 เปอร์เซ็นต์ และช่วงบ่าย 44 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา (2563) พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือฤดูร้อนมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ และฤดูหนาวมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 69 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุที่ฤดูร้อนมีความชื้นที่ต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงฤดูที่มีอุณหภูมิที่สูงที่สุด ไม่ค่อยมีเมฆปกคลุม และมีแสงแดดมาก ส่วนความชื้นที่สูงมาจากในวันเก็บผลการทดลองในฤดูฝนมีฝนตกบ่อย อากาศมีดีดริ่ม มีเมฆเป็นส่วนมาก ไม่ค่อยมีแสงแดด ซึ่งเป็นปัจจัยธรรมชาติ

ของฤดูฝน เพราะฤดูนี้จะเริ่มเมื่อมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมชื้นพัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้มีฝนตกชุกโดยทั่วไป (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563)

นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ยังมีความสัมพันธ์กัน เมื่อนำมาคิดในลักษณะดัชนีอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ (THI) แล้วพบว่าเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าสูงขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับค่า THI ที่สูงขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาความผันแปรของค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้น ซึ่งพบว่ามีรูปแบบเดียวกันกับอุณหภูมิอากาศโดยทั่วไป คือดัชนีอุณหภูมิความชื้น ต่ำสุดในช่วงเช้าตรู่ และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดระหว่างเวลา 11:30– 13:00 น. หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงอย่างช้า ๆ จากการคำนวณค่า THI ในระหว่างการทดลองพบว่า ค่า THI สูงสุดในช่วงฤดูร้อน (THI เฉลี่ย = 77.6–86.6) รองลงมาคือฤดูฝน (THI เฉลี่ย = 76.9–81.4) และต่ำสุดในฤดูหนาว (THI เฉลี่ย = 66.1–77.8) ซึ่งจะเห็นได้ว่า THI ตลอดการทดลองค่อนข้างสูง และอยู่ในระดับที่ทำให้เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนได้ เนื่องจากมีค่า THI มากกว่า 72 (Habeeb, et al., 2018) นอกจากนี้ วุฒิไกร บุญคุ้ม และคณะ (2553) รายงานว่าค่า THI ที่ ระดับ 75 ส่งผลให้แมโคเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน และ สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเลี้ยงโคควรมีค่า THI ไม่เกิน 72 ถ้าสภาพแวดล้อม มีค่า THI อยู่ระหว่าง 72–79 โคนมจะอยู่ในสภาพเครียดเล็กน้อย โดยโคนมจะปรับตัวโดยมองหาที่ร่ม มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น อาจมีผลต่อการสืบพันธุ์เล็กน้อย ถ้า THI สูงกว่า 79 โคนมจะมีความเครียดสูง มีการผลิตน้ำลาย และอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น กินอาหารน้อยลง กินน้ำมากขึ้น และถ้า THI สูงกว่า 90 โคจะอยู่ในสภาวะเครียดจัด โดยโคจะแสดงอาการอึดอัดมีอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น หายใจถี่ มีน้ำลายมาก และส่งผลต่อระบบสืบพันธุ์ชัดเจน

โคมีการระบายความร้อน (Heat Loss) อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากร่างกายมีขบวนการผลิตความร้อน (Heat Production) ตลอดเวลาเช่นเดียวกัน ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมเหมาะสม (Neutral Temperature) สัดส่วนของการระบายความร้อนกับการผลิตความร้อนจะสมดุลกัน ทำให้อุณหภูมิของร่างกายสัตว์คงที่ ในทางกลับกันเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมไม่เหมาะสม จะทำให้สัดส่วนของกลไกทั้งสองเปลี่ยนแปลงไปด้วย ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมโคสูงขึ้นใกล้กับอุณหภูมิของร่างกายโคจะเริ่มระบายความร้อนโดยการระเหยน้ำผ่านการหายใจมีการหายใจถี่ขึ้น เพื่อระบายความร้อน และความชื้นทางปอด เกิดการหอบมีผลทำให้จำนวนกรดในเลือดลดลง เป็นสาเหตุของสภาวะการเป็นด่างของเลือด (Alkalosis) เพราะมีการคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นโดยตรงนอกจากนี้การกินอาหารของโคจะลดลงโดยอัตโนมัติ เพื่อลดการผลิตความร้อนจากการกินอาหาร และโคจะมีอุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นถ้าโคไม่สามารถระบายความร้อนออกได้ทัน (หาญชัย อัมภพผล และคณะ, 2557)

Legates, et al. (1991) อุณหภูมิแวดล้อมตัวสัตว์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุณหภูมิของร่างกาย และอัตราการหายใจของโค กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้นอุณหภูมิ ร่างกาย และ

อัตราการหายใจสูงขึ้นตาม สำหรับการแผ่รังสี ความดันไอน้ำในบรรยากาศ และการเคลื่อนที่ของอากาศมีความสัมพันธ์รองลงมาตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเพื่อควบคุมอุณหภูมิของร่างกายดังกล่าวของสัตว์มีความสำคัญอย่างมาก ต่อการให้ผลผลิตทั้งการสร้างเนื้อ และนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตน้ำนมจากโคนม ที่พันธุ์กรรมมีสมรรถนะในการให้น้ำนมสูง เนื่องจากพันธุ์โคที่มีผลผลิตน้ำนมสูงมักเป็นพันธุ์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์มาจากเขตอบอุ่น หรือเขตอบอุ่น ไม่เคยชินกับสภาพอากาศที่ร้อนมีอุณหภูมิสูง เมื่อมีการนำโคพันธุ์ดังกล่าวมาเลี้ยงในสภาพอากาศที่ร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ร้อนขึ้นอย่างประเทศไทย ความชื้นทำให้การระบายความร้อนเป็นไปได้ยากขึ้น โคจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด ส่งผลให้โคกินอาหารน้อยลง แมโคได้รับโภชนาการต่าง ๆ ไม่พอเพียงต่อการผลิตน้ำนม ทั้งยังต้องสูญเสียพลังงานที่ได้จากอาหารไปในการปรับตัวเป็นจำนวนมาก เป็นผลทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลงกว่าระดับผลผลิตที่ควรจะได้ เมื่อเลี้ยงในเขตอากาศที่หนาวเย็นกว่า

5.2 อุณหภูมิผิวหนังของโค

จากการวัดอุณหภูมิผิวหนังของโคบริเวณหัวไหล่ กลางหลัง และสะโพกของโค พบว่าอุณหภูมิผิวหนังของโคซาโรเลส และโคบราห์มันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่อุณหภูมิผิวหนังของโคทั้ง 2 พันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยอุณหภูมิผิวหนังโคมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนช่วงบ่าย โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยจากการวัดทั้ง 3 บริเวณ เท่ากับ 37.77 องศาเซลเซียส สำหรับโคซาโรเลส และ 37.46 องศาเซลเซียส สำหรับโคบราห์มัน เนื่องจากในฤดูกาลดังกล่าวมีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูง และมีค่า THI สูงกว่าฤดูกาลอื่น ๆ ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิผิวหนังโคจะมีค่าต่ำสุดในฤดูหนาวช่วงเช้า โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 25.87 องศาเซลเซียส สำหรับโคซาโรเลส และ 26.58 องศาเซลเซียส สำหรับโคบราห์มัน เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวมีมีอุณหภูมิมสภาพแวดล้อม และค่า THI ต่ำนั่นเอง สอดคล้องกับ วาณิชชา และคณะ (2553) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับความชื้นสัมพัทธ์ ค่า THI อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวหนัง และอัตราการหายใจของโคนม เช่นเดียวกับค่า THI ที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวหนัง

5.3 อุณหภูมิทวารหนักของโค

จากการวัดอุณหภูมิร่างกายโดยการวัดอุณหภูมิทวารหนักของโคซาโรเลส และโคบราห์มัน พบว่า โคซาโรเลสมีอุณหภูมิทวารหนักสูงกว่าโคบราห์มัน ($P < 0.01$) โดยโคซาโรเลสมีอุณหภูมิทวารหนักเฉลี่ย 37.8–39.0 องศาเซลเซียส และโคบราห์มันมีอุณหภูมิทวารหนักเฉลี่ย 37.5–38.5 องศาเซลเซียส

ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าอุณหภูมิร่างกายซึ่งวัดจากทวารหนักของโคจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม แม้ว่าจะอยู่ในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน โคจะพยายามรักษาอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในช่วงปกติ แม้ว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจะเพิ่มสูงขึ้นมากในช่วงฤดูร้อน หรืออยู่ในช่วงค่า THI ที่ก่อให้เกิดความเครียดกับโคได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโคซาโรเลสส์จะเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนได้มากกว่าโคบราห์มัน เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น และโคไม่สามารถระบายความร้อนออกได้ทันทำให้โคเกิดความเครียดจากความร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิทวารหนักของโคเพิ่มสูงขึ้น ถ้าอุณหภูมิทวารหนักของโคสูงขึ้นเพียง 0.50 องศาเซลเซียส แสดงว่าโคเริ่มมีปัญหาในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย แต่โคก็มีการพยายามปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นด้วย หรือมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบางอย่าง ซึ่ง Umpapol (2002) รายงานว่าอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของโค โดยทั่วไปสัตว์เลือดอุ่นมีช่วงอุณหภูมิแวดล้อม ที่ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสบาย (Thermo Neutral Zone) มีอัตราเมตาบอลิซึมต่ำสุดโดยปราศจากการใช้กลไกการควบคุมอุณหภูมิโดยวิธีเพิ่มการระบายความร้อนเพื่อควบคุมร่างกายให้อุณหภูมิคงที่ ซึ่งช่วงอุณหภูมิกกลางนี้ มีความแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ แต่ละตัว เช่น ในโคพันธุ์ยุโรป ที่มีอุณหภูมิกกลางอยู่ในช่วง 2–21 องศาเซลเซียส และโคพันธุ์อินเดียที่อุณหภูมิกช่วง 10–27 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิแวดล้อมสัตว์ต่ำ หรือสูงเกินกว่าช่วงนี้โคจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยา และพฤติกรรม เพื่อควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ ซึ่งสามารถแบ่งกลไกในการควบคุมความร้อนออกเป็น 2 แบบ คือ การปรับตัวที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้น เช่น ควบคุมโดยขบวนการอัตโนมัติเป็นปฏิกิริยาการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่มีต่อความร้อนที่เกิดขึ้น โดยการทำงานร่วมกันของระบบประสาทกับฮอร์โมน และลดการเดินเข้าพักในร่มเงา โดยการแช่ปลัก ลดการกินอาหาร ลดการเคี้ยวเอื้อง และการเปลี่ยนแปลงเวลาแกะเล็มหญ้า เป็นต้น

5.4 อัตราการหายใจของโค

จากการศึกษาพบว่าโคซาโรเลสส์มีอัตราการหายใจสูงกว่าโคบราห์มันในทุกฤดูกาล ($P < 0.01$) โดยมีอัตราการหายใจสูงสุดในช่วงฤดูร้อน (โคซาโรเลสส์ 33.9–49.7 ครั้ง/นาที โคบราห์มัน 26.5–37.7 ครั้ง/นาที) และมีอัตราการหายใจต่ำสุดในช่วงฤดูหนาว (โคซาโรเลสส์ 26.9–39.2 ครั้ง/นาที โคบราห์มัน 28.7–26.2 ครั้ง/นาที) เนื่องจากสิ่งแรกที่โคมีปฏิกิริยาตอบสนองต่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงก็คืออัตราการหายใจ จึงใช้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการทนต่อความร้อนของโคได้ และพบว่าเป็นกลไกการควบคุมอุณหภูมิร่างกายอันดับแรกที่เกิดขึ้น เมื่อเกิดความเครียดจาก

ความร้อน โคจะมีอาการหอบเกิดขึ้นก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทวารหนัก จากการทดลองจะเห็นได้ว่าโคซาโรเลสส์จะมีความเครียดเนื่องจากความร้อนมากกว่าโคบราห์มัน เนื่องจากมีอัตราการหายใจที่สูง เพื่อพยายามระบายความร้อนออกจากร่างกายด้วยการเพิ่มอัตราการหายใจ สอดคล้องกับ วาณิซซา และคณะ (2553) รายงานว่าที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส แมโครีดนมมีค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจเท่ากับ 39 ครั้ง/นาที และอัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นเป็น 78 ครั้ง/นาที เมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 34 องศาเซลเซียส

Singh and Bhattacharya (1990) พบว่าโคฮีรีฟอร์ดเลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ระดับ 21 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ จากนั้นนำมาเลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม 35.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า มีอัตราการหายใจสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเพิ่มขึ้นจาก 33.0 ท 1.0 ครั้งต่อนาที เป็น 69.0 ท 2.0 ครั้งต่อนาที

โดยปกติโคมีอัตราการหายใจอยู่ที่ประมาณ 10-30 ครั้งต่อนาที และจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นในเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น โดยกำหนดค่าวิกฤติของอัตราการหายใจ คือ 80 ครั้งต่อนาที เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมยิ่งสูงขึ้น อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ และโคจะแสดงอาการหายใจแบบ “หอบ” (panting) นั่นคือ อ้าปากหายใจ และมีน้ำลายไหลยืด อัตราการหายใจในระดับนี้จะอยู่ที่ประมาณ 200 ครั้งต่อนาที (หาญชัย และคณะ, 2557) เช่นเดียวกับ รายงานของ McDowell (1972) ซึ่งพบว่าโคสายพันธุ์อินเดียนที่เลี้ยงในอุณหภูมิสภาพแวดล้อม 32 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว Singh and Battaglia (2001) ได้ทดลองให้โคอยู่ในอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูง โดยทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 18 วัน โคจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นการระบายความร้อนผ่านทางกระเพาะ และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของขบวนการเมตาบอลิซึม ในอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงขึ้น การตอบสนองของโคสาว และแมโคจะเหมือนกัน โดยมีอัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงแรกที่โคสัมผัสกับอากาศร้อน และจะรักษาระดับนี้ไปเรื่อย ๆ ในช่วงต่อมา ๆ มาซึ่งแตกต่างจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทวารหนักที่มีการเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างช้า ๆ

เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น โคจะระบายความร้อนแบบมีการระเหยของน้ำ เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยการปรับอัตราการหายใจให้ถี่ขึ้น จนกระทั่งเป็นลักษณะการหอบ ซึ่งการหอบมี 2 ระยะเวลาแรกโคจะหายใจยาว และลึกตามด้วยการหายใจถี่ ระยะที่สองการหายใจจะถี่สั้น และมีความถี่มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบอาการลิ้นห้อย และน้ำลายไหลยืด เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องลมหายใจมักจะไม่ถึงปอด สามารถกล่าวได้ว่า การแสดงการหอบระยะแรกของโคเป็นการแสดงให้รู้ว่าโคมีความเครียดเกิดขึ้น ซึ่งอาการหอบหายใจเป็นกลไกภายในร่างกายที่ถูกสั่งการ โดยระบบงานในสมองสิ่งที่ตามมากับการหอบ ก็คือการไม่กินอาหาร การไม่เคี้ยวเอื้อง ซึ่งเป็นกลไกการลดปริมาณความร้อนที่จะถูกสร้างขึ้นในร่างกาย การเปลี่ยนแปลงระยะที่หนึ่งเป็นระยะที่สอง ในโคที่โตเต็มวัยจะเกิดขึ้นเมื่อ

อุณหภูมิทวารหนักประมาณ 40.5 องศาเซลเซียส และในระยะที่สองนี้อัตราการบีบตัวของหัวใจเพิ่มขึ้นตามมาด้วย (หาญชัย อัมภพผล และคณะ, 2557) อัตราการหายใจที่สูงมีประสิทธิภาพในการกำจัดความร้อนออกจากร่างกายภายในระยะเวลาสั้น ๆ หากสัตว์นั้นยังคงมีอัตราการหายใจที่สูงติดต่อกันหลายชั่วโมง จะรบกวนการกินอาหาร การเคี้ยวเอื้องเพิ่มการผลิตความร้อนจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการหายใจ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการสร้างผลผลิตน้ำนม

ความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อม มีอิทธิพลต่ออัตราการหายใจน้อยกว่าอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส มีผลต่ออัตราการหายใจของสัตว์มากกว่าความชื้นที่เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ถึง 41–43 เท่า อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสัตว์จะอยู่อย่างสุขสบาย ถึงแม้จะมีความแปรปรวนของความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ระหว่าง 20–90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจ แต่ในขณะที่อุณหภูมิสูงกว่าช่วงอุณหภูมิสุขสบาย และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จะพบว่าอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่ออัตราการเต้นของชีพจรของโค อัตราการเต้นของชีพจรมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เป็นอันดับสามรองจากอุณหภูมิทวารหนัก และอัตราการหายใจ และในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ แต่ละตัว จะมีอัตราการเต้นชีพจรแตกต่างกันไป ค่าปกติของอัตราการเต้นของชีพจรของโค คือ 60–80 ครั้งต่อนาที นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างเมื่ออยู่ในฤดูกาลที่ต่างกัน อัตราการเต้นของชีพจรในฤดูหนาวมีค่าต่ำสุด และในฤดูร้อนมีค่าสูงสุด

เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น จะทำให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้นด้วย อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้นในระยะแรก และหลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง โคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมระดับ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการเต้นของชีพจรต่ำกว่าโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม 26.7 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของชีพจร เมื่อโคเกิดความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ร้อน

5.5 พฤติกรรมของโค

จากการทดลองจะเห็นว่าโคซาโรเลสมีพฤติกรรมการกิน โดยเฉพาะการเข้ากินอาหาร และจำนวนการเคี้ยวอาหารน้อยกว่าโคบราห์มัน ($P < 0.01$) เช่นเดียวกับพฤติกรรมการเคี้ยวเอื้อง ซึ่งมีเวลาการเคี้ยวเอื้อง และจำนวนการเคี้ยวเอื้อง ในโคซาโรเลสมีน้อยกว่าโคบราห์มัน ($P < 0.01$) ในขณะที่พฤติกรรมการขับถ่ายไม่แตกต่างกัน จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถบ่งชี้ได้ว่าโคซาโรเลสอาจเกิดความเครียดมากกว่าโคบราห์มัน จึงมีการกินอาหาร และการเคี้ยวเอื้องลดลง สอดคล้องกับ วาณิชชา

และคณะ (2553) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์แมโครตินที่มีการเคี้ยวเอื้องลดลงเมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนสูงขึ้น และจากการสังเกตพฤติกรรมของโคจะพบว่าโคมีพฤติกรรมการกินในช่วงเช้า และเย็น เมื่ออากาศไม่ร้อนมากนัก หากช่วงอากาศร้อนโคจะมีการดื่มน้ำ และนอนพักเป็นส่วนมาก สอดคล้องกับ Willmer, et al. (2000) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระบบย่อยอาหาร กรดเบส และฮอร์โมนในเลือดในช่วงอากาศร้อน จะส่งผลให้โคตอบสนองต่อการกินอาหารที่ลดน้อยลง การดูดซึมสารอาหารลดลง และปรับเปลี่ยนการเผาผลาญสารอาหาร ส่งผลต่อการให้ผลผลิตที่ลดลง

อิทธิพลสภาพแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติโซล ความเครียดเนื่องจากความร้อนที่รุนแรง อาจมีผลทำให้การไหลเวียนเลือดไปยังลำไส้ใหญ่ลดลง เพื่อลดการผลิตความร้อนจากการเผาผลาญอาหาร แต่เพิ่มการไหลเวียนเลือดไปที่ลิ้น และต่อมหมวกไต ส่งผลให้เมตาบอลิซึมของต่อมหมวกไตเพิ่มขึ้น ในวันที่โคเกิดความเครียดจากความร้อน ระดับฮอร์โมนคอร์ติโซลมีค่าสูงขึ้นชี้ให้เห็นถึงการตอบสนองของต่อมหมวกไตอย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นผลจากการกระตุ้นตัวรับความรู้สึกที่บริเวณผิวหนังเกิดกระแสประสาทไปยังไฮโปทาลามัส และต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำให้เกิดการ ทำงานของกลไก การหลั่งฮอร์โมนคอร์ติโซลจากต่อมหมวกไต แต่เมื่อพบกับความเครียดจากความร้อนอย่างคงที่ เป็นระยะเวลาานาน ฮอร์โมนคอร์ติโซลมีปริมาณลดลง อาจเป็นเพราะกลไกการปรับตัวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตความร้อนจากขบวนการเผาผลาญสารอาหาร เนื่องจากการทำงานของฮอร์โมนคอร์ติโซลที่มากเกินไปหรืออาจเป็นเพราะการปรับตัวของเมตาบอลิซึมของฮอร์โมนคอร์ติโซล โดยการทำให้เอนไซม์ 17-hydroxylase ซึ่งเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ฮอร์โมนคอร์ติโซลจากฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ในส่วนเปลือกของต่อมหมวกไต ไม่สามารถทำงานได้ (หาญชัย อัมภผล และคณะ, 2557)

Beatty, et al. (2014) ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของโคยุโรป และโคอินเดียจากความร้อน และความชื้นเป็นเวลานานอย่างต่อเนื่อง พบว่าโคยุโรป (แองกัส) และโคอินเดีย (บราห์มัน) ซึ่งทดลองในห้องควบคุมสภาพภูมิอากาศเพื่อใช้ในการส่งออกในช่วงฤดูหนาว และฤดูร้อน พบว่าเมื่อเวลาห้องควบคุมสภาพภูมิอากาศไม่ได้ ปริมาณอาหารที่กินของโคยุโรปลดลง ในขณะที่โคอินเดียไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีอัตราการกินน้ำเพิ่มขึ้นทั้งโคยุโรป และโคอินเดีย เกิดการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ แสดงให้เห็นว่าโคยุโรปมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สำคัญในระหว่างการสัมผัสกับความร้อน และความชื้นสูงเป็นเวลานาน และต่อเนื่อง

5.6 สรุปผลการทดลอง

จากศึกษาพบว่าโคซาโรเลส และโคบราห์มัน ที่อยู่ในสภาพโรงเรือนปกติมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ อุณหภูมิผิวหนัง อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ และพฤติกรรมการกิน และการเคี้ยวเอื้อง โดยผลของการตอบสนองทางสรีรวิทยาของซาโรเลส และบราห์มัน เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของค่าดัชนีอุณหภูมิ และความชื้น (THI) จากการทดลองของ แสดงให้เห็นว่าโคซาโรเลส และบราห์มัน มีอุณหภูมิทวารหนักในฤดูร้อน (38.5 และ 38.3 องศาเซลเซียส) และอัตราการหายใจ (33.9 และ 26.5 ครั้ง/นาที) ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันทุกฤดูกาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) จากการศึกษานี้เป็นไปได้ว่า โคบราห์มัน ใช้อุณหภูมิผิวหนังตอบสนองต่อการกระจายความร้อนในขณะที่ โคซาโรเลสกระจายความร้อนผ่านระบบทางเดินหายใจเพื่อเพิ่มความเย็นแบบระเหย การศึกษานี้สามารถยืนยันความแตกต่างในการตอบสนองทางสรีรวิทยาเพื่อควบคุมอุณหภูมิของร่างกายภายใต้ความเครียดจากความร้อน





บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

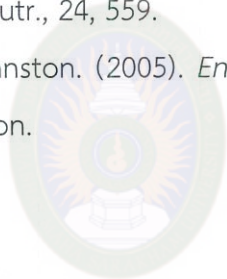
- กรมปศุสัตว์. (2556). รายงานสรุปข้อมูลโคเนื้อประจำปี 2558. สืบค้นจาก <http://ict.dld.go.th>.
- กรมปศุสัตว์. (2561). ยุทธศาสตร์โคเนื้อ 5 ปี พ.ศ.2561-2565. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมอุตุนิยมวิทยา.(2562). ฤดูกาลของประเทศไทย. สืบค้นจาก <http://www.tmd.go.th>.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2553). ภูมิอากาศไทย. สืบค้นจาก <http://www.songkhla.tmd.go.th/index.php?modules=knowledge>.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2558). ความรู้อุตุนิยมวิทยาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. สืบค้นจาก <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. สืบค้นจาก <http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/files/20version%20test/CC.pdf>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2563). ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2562. ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา.
- จักรกริช เจริญศิลป์สุภกร กตเวทิน ยุพินผาสุข และ สุรางคนา สุขเลิศ. (2555). การตอบสนองทางสรีรวิทยา และปริมาณ HSP70 ในเม็ดเลือดขาวของโคพื้นเมืองไทยต่อสภาพอากาศในรอบวัน. *แก่นเกษตร*. ฉบับพิเศษ 2, 377-380.
- จิตรกร บัวปลี. (2552). คู่มือการเพาะเลี้ยง “โคเนื้อ&โคงาม”. การเลี้ยงโคขุน. สืบค้นจาก <http://www.thaicattle.org/knowledge/know29.php>
- ชาญวิทย์ วัชรพุกก์. (2550). สรีรวิทยาสภาพแวดล้อมของสัตว์เลี้ยงในเขตร้อน. ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัชชวิษณุ ตีกุล และสุวิทย์ ประชุม. (2562). ผลกระทบจากรูปแบบโรงเรือนและสภาพแวดล้อมต่อความสบายของโคในฟาร์มรายย่อยในจังหวัดเชียงใหม่. *คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ตุลยวรรธ สุธิแพทย์. (2550). ภาวะโลกร้อนกับผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต. *เชียงใหม่สัตวแพทยสาร*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 5(1), 1-3.
- ธำรงค์ดี พลบำรุง. (2552). เทคนิคการผลิตสัตว์เพื่อลดสภาวะโลกร้อน. *วารสารสาส์นไก่อ และสุกร*, 2, 73-75.
- พิพัฒน์ สมภาร. (2555). การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับสวัสดิภาพของสัตว์. *วารสารแก่นเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 40, 107-108.

- พิพัฒน์ สมภาร และสุพร ชัยฟ้ารี. (2553). การเลือกกินอาหารของกระบือปลักสาวที่ปล่อยแทะเล็มหญ้าที่และถั่วฮามาต้า. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 28, 90-99.
- พิพัฒน์ สมภาร, อนุชาติ ตั้งภูมิระพีวงศ์, สุพรชัย ฟ้ารี และสุริยะ สะวานนท์. (2552). ผลของการเสริมไบโอมันสำปะหลังแห้งต่อพฤติกรรมและผลผลิตของกระบือปลักที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็ม. *วารสารเกษตร*, 25, 287-299
- ภัทรภร ทศพงษ์. (2554). *การผลิตและการจัดการโคเนื้อ-โคขุน*. สาขาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- มนต์ชัย ดวงจินดา, วิโรจน์ ภัทรจินดา, สุภร กตเวทินและวุฒิไกร บุญคุ้ม. (2554). *การพัฒนาโคนมที่ร้อนด้วยเทคนิคการคัดเลือกจากเครื่องหมายพันธุกรรมร่วมกับการประเมินพันธุกรรมที่ปรับประสิทธิภาพเนื่องจากดัชนีอุณหภูมิความชื้น*. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มนัสนันท์ ภาโนชิต, ปฎิวัติ คามวุฒิ และเพ็ญทิพย์ ภูอินนา. (2551). *ผลของสภาพพื้นคอกที่แห้งและแฉะเป็นโคลน ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของโคนมระยะให้นมใน คอกปล่อยอิสระ*. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วุฒิไกร บุญคุ้ม, มนต์ชัย ดวงจินดา, วิโรจน์ ภัทรจินดา, ศรเทพ ธีมาสาร, จุริรัตน์ แสนโกษณ์ และ วาณิชชา ไชยวงศ์, สุพิชฌาย์ แก้วมา, เทิดศักดิ์ ญาโน และ สุวิชัย โรจนเสถียร. (2553). ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนกับ อัตราการหายใจ และการเคี้ยวเอื้องของแม่โครีดนมในฟาร์มโคนม จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. กรุงเทพฯ: สาขาสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และจันทร์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร. (2550). *ผลของความเครียดจากความร้อน-ความชื้นต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์และการให้น้ำนมของแม่โคเลี้ยงในเขตร้อนชื้น*. ภาควิชาสัตวศาสตร์เขตร้อนและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิช บุญโปร่ง. (2558). *คู่มือการเลี้ยงโคสำหรับเกษตรกรไทย*. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สายัณห์ บัวบาน. (2553). จุดวิกฤตของดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และ ระดับเลือดโคนมไฮลอสไตน์ที่มีต่อผลผลิตน้ำนมและค่า พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมภายใต้สภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน. *แก่นเกษตร*, 38, 275-284.

- แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล, อัศมน ลิ้มสกุล และทวิวงศ์ ศรีบุรี. (2552). *การประเมินสภาวะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- หาญชัย อัมภพล ชุมพล ทรงวิชา ธราตล จิตจักร โอนทัย แพทย์กิจ และเจษฎา ศรีพันดอน (2557). *การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการต่อสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชน*. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อุทัย โคตรดก. (2548). *เกณฑ์ที่ใช้ชี้วัดความเครียดจากความร้อนในโคนม*. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- อนุชาติ แซ่ตั้ง,ไพโชค ปัญจะและพิพัฒน์ สมภาร. (2551). *การแปรผันประจำวันของอุณหภูมิร่างกายและพฤติกรรมของกระบือปลักสาวในช่วงฤดูร้อน*. ประชุมทางวิชาการ ม.อบ.วิจัยครั้งที่ 2. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- อาณัติ จันท์ธีระติกุล และ จักรพงษ์ ชายคงอิทธิพล. (2560). *ของสภาพพื้นที่ในช่วงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวข้าวต่อ พฤติกรรมโคเนื้อที่เลี้ยงภายใต้การจัดการของเกษตรกร*. แก่นเกษตร
- เอกชัย ภักดีรัตน์, สมชัย สวาสติพันธ์, กังวาน ธรรมแสง, วิชรพงษ์ วัฒนกุล และวรพงษ์ สุริยภัทร. (2553). *การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างโคลูกผสมแองกัสโลว์ไลน์กับ โคพื้นเมืองภายใต้สภาพการเลี้ยงแบบปล่อยแปลง*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- Acosta TJ, Beg MA, Ginther OJ. 2005. Effects of modified FSH surges on follicle selection andcodominance in heifers.*Anim. Reprod*, 2, 28-40
- Alsaied Alnaimy Habeeb, A.A., Gad, A.E. and Atta, M.A. (2018). Temperature-Humidity Indices as Indicators to Heat Stress of Climatic Conditions with Relation to Production and Reproduction of Farm Animals. *J Biotechnol Recent Adv*, 1(1), 35-50.
- Battaglia, R.A. (2001). *Handbook of Livestock Management*. Prentice hall Upper Saddle River, New Jersey.
- Berg, G.M., J.L. Tymoczko and L. Stryer. (2007). *Biochemistry*. 6th ed. New York. WH. Freeman and Company.
- Boonprong, S. (2010). *Heat Tolerance Indicators for Beef Cattle in the Tropics With Special Reference to blood Biochemical Properties*. Kasetsart University. Bangkok.

- Brown-Brandl, T.M., Eigenberg, R.A., Hahn, G.L., Nienaber, J.A., Mader, T.L., Spiers, D.E. and Parkhurst, A.M. (2005). *Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves. Int. J. Biometeorol*, 49, 285-296.
- Cunningham, J.G. (2002). *Textbook of Veterinary Physiology 3rd ed.* An imprint of Elsevier Science Philadelphia, Pennsylvania.
- Dash, S., A. K. Chakravarty, A. Singh, A. Upadhyay, M. Singh, and S. Yousuf. (2016). Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary world*, 9, 235-244.
- Dechow, C.D., and R.C. Gooding. (2008). Mortality, culling by sixty days in milk, and production profiles in high-and low-survival Pennsylvania herds. *J. Dairy Sci*, 91, 4630-4639
- Graham, N. McC. (1972). *Units of metabolic body size for comparisons among adult sheep and cattle. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 9:352. Legates, J.E., B.R. Farthing, R.B. Casady and M.S.
- King, Y.T., C.S. Lin, J.H. Lin, and W.C. Lee. (2002). Whole-body hyperthermia-induced thermotolerance is associated with the induction of heat shock protein 70 in mice. *J. Exp. Biol*, 205, 273-278.
- Koatdoke, U. (2008). *Comparative study on physiological mechanism and cellular responses related to heat tolerance between Bos indicus and Bos Taurus.* Ph.D. Thesis in Animal Science. The Graduate School, KhonKaen University.
- Lopez-Gatius, F. (2003). Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*, 60, 89-99.
- Marcillac-Emberson, N. M., P. H. Robinson, J. G. Fadel, and F. M. Mitloehner. (2009). Effects of shade and sprinklers on performance, behavior, physiology, and the environment of heifers. *J. Dairy Sci*, 92, 506-517.
- McDowell, R.E. (1972). *Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. J. Dairy Sci*, 52, 188-191.
- Moore, C. E., J. K. Kay, R. J. Collier, M. J. VanBaale, and L. H. Baumgard. 2005. Effect of supplemental conjugated linoleic acids on heat-stressed Brown Swiss and Holstein cows. *J. Dairy Sci*, 88, 1732-1740.

- Ravagnolo, O., and I. Misztal, (2002). *Effect of heat stress on nonreturn rate in Holsteins: Genetic Analyses* J. Dairy Sci, 85, 3092-3100.
- Ravagnolo, O., I. Misztal, and G. Hoogenboom. (2000) *Genetic component of heat stress in dairy cattle. development of heat index function.* J. Dairy Sci, 83, 2120-2125.
- Singh, K. and N.K. Bhattacharya. (1990). *Thermosensitivity of Bos indicus cattle and their F1 crosses with three breeds of Bos Taurus.* Anim. Prod, 52, 57-65.
- Umpapol, H. (2002). *Enhancing milk production performance of Australian Friesian – Sahiwal crossbred dairy cow under heat stress conditions in Thailand.* Kasetsart University. Bangkok.
- Vercoe, J.E. (2007). *The Fasting metabolism of Brahman, Africander and Hereford X Shorthorn cattle.* Br. J. Nutr., 24, 559.
- Willmer, P., G. Stone and I. Johnston. (2005). *Environmental Physiology of Animals.* Blackwell Science, London.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

รูปภาพเกียรติบัตรการนำเสนอผลงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Pearthong Tichara, Sittisak Khampa and Uthai koatdoka. (2017, January). *Study of Physiological responses of Chalolais purebreed*. Poster Presentation during the 7th international conference on sciences and social sciences 2017 : Innovation Research to Stability, Prosperity and Sustainability (ICSSS 2017) , Mahasarakham.



ภาคผนวก ข

แบบเก็บผลการวิจัย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบเก็บผลการวิจัย
เรื่อง การศึกษาสายพันธุ์โคซาโรเลสพันธุ์แท้และโคบราห์มันพันธุ์แท้ต่อการตอบสนอง
ทางสรีรวิทยาในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน
บันทึกผลฤดู.....ครั้งที่.....สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์มหาสารคาม

สัตว์ทดลอง	อุณหภูมิผิวหนัง C บริเวณ	อุณหภูมิ						อัตราการหายใจ		หมายเหตุ	
		หัวไหล่		กลางหลัง		สะโพก		หายใจ			
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย		
1	MK 9/57										เมีย
2	MK 18/57										เมีย
3	MK 11/57										เมีย
4	MK 22/57										ผู้
5	MK 21/57										ผู้
6	MK 19/57										ผู้
7	ช 3/58										เมีย
8	ช 2/58										เมีย
9	ช 4/57										เมีย
10	ช 2/57										ผู้
11	ช 7/57										ผู้
12	ช 9/57										ผู้

อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ในโรงเรือนช่วงเช้าตุ้มแห้ง...เปียก...ในโรงเรือนช่วงบ่าย ตุ้มแห้ง...เปียก...
 อุณหภูมิสภาพแวดล้อม นอกโรงเรือนช่วงเช้าตุ้มแห้ง...เปียก...นอกโรงเรือนช่วงบ่ายตุ้มแห้ง...เปียก...

เก็บรวบรวมข้อมูล

ฤดูร้อน

ฤดูฝน

ฤดูหนาว

ภาคผนวก ค

อุปกรณ์และเครื่องมืองานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) นาฬิกาจับเวลา
- 2) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบระบบอินฟราเรด
- 3) เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล
- 4) เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีกระเปราะแห้งและกระเปราะเปียก
- 5) เครื่องนับจำนวน

1. นาฬิกาจับเวลา



2. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบระบบอินฟราเรด



3. เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล



4. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีกระเปราะแห้ง และกระเปราะเปียก



5. เครื่องนับจำนวน



การเผยแพร่ผลงานวิจัย

Chanyaphat Tichara, Sittisak Khampa and Uthai Koatdoke. (2017). *Study of Physiological responses of Chalolais purebreed*. Poster Presentation during the 7th international conference on sciences and social sciences 2017 : Innovation Research to Stability, Prosperity and Sustainability (ICSSS 2017) , Mahasarakham.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวชญญาพัทธ์ ทิชะรา
วันเกิด	5 สิงหาคม พ.ศ. 2531
ที่อยู่ปัจจุบัน	131 หมู่ 1 ตำบลเสือโก้ก อำเภอกวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่ทำงาน	สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดระนอง
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) วิชาเอก สัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2552	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอก สัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2564	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY