

การจัดการด้านอาหารโคเนื้อที่ถูกต้องเหมาะสม
จากข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจจับอุณหภูมิที่สามารถอ่านค่าได้ทันที

**Feeding Management for Beef Cattle (*Bos indicus*)
From Patterns of Skin Temperature data by Infrared Thermometer**

สมชาย ศรีพูล¹ จิตาภรณ์ คงดี¹ ชาญวิทย์ วัชรพุก²

Abstract

The objective was to measure the effects of management of feeding by cooling techniques (Modified roof vs. Normal roof) on the performance and body temperature data by infrared thermometer and physiology of 10 young female cattle with similar live weight 245 kg. The study was carried out at Chainath Agriculture and Technology College, Chainath Province, Thailand. The animals were divided randomly into two groups, each group comprising of 5 heifers. The two groups were used to evaluate the effects of modified roofing (normal roof fitted with woven polypropylene shade cloth) on the subjects' physiological responses to heat stress and performance under hot humid conditions.

Results indicated that the modified roof (MR) offered a more efficient way to lower heat stress of the cattle than the normal roof (NR). The difference was sufficient to enable the NR female cattle at 14:00 p.m. to have Temperature Humidity Index (THI) (82.00 ± 3.09) significantly higher than that of the MR animals (80.26 ± 3.02). Roof temperature measured by Infrared Thermometer of the MR animals was found to be statistically lower ($P < 0.01$) than that of the NR group. Rectal temperature (RT) and Live weight of the cattle kept under MR were found to be significantly higher ($P < 0.01$) than that of the NR animals while Cortisol ($\mu\text{g}\%$) and Triiodothyronine of the MR animals was found to be differed ($P > 0.05$) from that of the NR animals.

The use of roof modification has proved to be an effective method to alleviate thermal stress in young cattle and is recommended for use in monsoonal areas.

Keywords: modified roof THI Infrared Thermometer rice straw Beef Cattle

¹ Animal Science Department, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan Province, 60000, Thailand.

² Animal Science Department, Kasetsart University, Bangkok Campus, Bangkok, 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการการให้อาหารด้วยวิธีการลดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยการดัดแปลงโรงเรือนเปรียบเทียบกับการจัดการในโรงเรือนปกติ (Modified roof vs. Normal roof) เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่สามารถอ่านค่าได้ทันที จาก infrared thermometer และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของ โคเนื้อเพศเมีย 10 ตัว โดยมีขนาดและน้ำหนัก 245 กิโลกรัม ที่ใกล้เคียงกันในการศึกษาดำเนินการศึกษาวิจัยที่ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชัยนาท จ.ชัยนาท แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มใช้โคกลุ่มละจำนวน 5 ตัว

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ย Temperature Humidity Index (THI) in MR เท่ากับ (80.26 ± 3.02) ต่ำกว่า โคเนื้อในโรงเรือนปกติ NR มีค่าเท่ากับ (82.00 ± 3.09) พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อุณหภูมิภายใต้หลังคาเมื่อวัดด้วย Infrared Thermometer พบว่าอุณหภูมิภายใต้หลังคาโรงเรือนดัดแปลงต่ำกว่าอุณหภูมิหลังคาโรงเรือนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อุณหภูมิทวารหนัก (RT) และน้ำหนัก (kg) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโคเนื้อในโรงเรือนดัดแปลง MR และโคเนื้อในโรงเรือนปกติ NR โคเนื้อในโรงเรือนดัดแปลงมีอุณหภูมิทวารหนัก (RT) ต่ำกว่าโคเนื้อในโรงเรือนปกติ NR แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และจากผลการวิจัยยังพบว่า น้ำหนัก (kg) ที่เพิ่มขึ้นหลังจากการดัดแปลงโรงเรือนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างโคเนื้อในโรงเรือนดัดแปลง MR และโคเนื้อในโรงเรือนปกติ NR พบว่าโคเนื้อในโรงเรือนดัดแปลง MR โคเนื้อมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าโคเนื้อในโรงเรือนปกติ NR และเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) Cortisol ($\mu\text{g}\%$) ของโคเนื้อในโรงเรือน MR ต่ำกว่าโคเนื้อในโรงเรือนปกติ NR มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ตามลำดับ

คำสำคัญ: การดัดแปลงโรงเรือน ดัชนีการทนความร้อน Infrared Thermometer ฟางข้าว โคเนื้อ

บทนำ

โคเนื้อเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ประเทศไทยมีจำนวนโคทั้งประเทศค่อนข้างคงที่ หรือมีการเพิ่มจำนวนขึ้นเพียงเล็กน้อย แม้ว่าในปัจจุบันได้มีการขยายการค้นคว้าทางด้านสรีรวิทยาไปอย่างกว้างขวางและอย่างรวดเร็ว ปัจจัยต่างๆ ทางด้านสภาพแวดล้อมยังมิได้ให้คำจำกัดความไว้อย่างแน่นอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยร่วม ระหว่างสภาพอากาศและชีวภาคนั้นยังเข้ากันน้อยมาก ตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิอากาศเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบ่งถึงสภาพแวดล้อมได้อย่างชัดเจน ถ้าไม่กล่าวถึงความเร็วลม ความชื้น และการแผ่รังสี นอกจากนี้การปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาโดยการเคลื่อนไหวทางเมแทบอลิซึม (metabolism) ทางร่างกายโดย การออกกำลังกาย การหายใจ หรือการไหลเวียนโลหิตเป็นต้น ก็ยังไม่เป็นที่เข้าใจว่าสิ่งต่างๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างไร

การตอบสนองของสัตว์ต่อความเครียดเนื่องจากความร้อนโดยลดกระบวนการสร้างความร้อนและพยายามรักษาความสมดุลของร่างกายโดยการเปลี่ยนแปลงระบบต่างๆ ทางสรีระวิทยา ผลกระทบของอุณหภูมิสูงต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางสรีระวิทยาจะทำให้ร่างกายของสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงโดยลดการให้ผลผลิตและสัตว์อาจตายได้ (Willmer et al., 2000) รายงานการปรับตัวของสัตว์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมไม่สามารถทำได้ในทุกสถานการณ์ ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากภายนอกสามารถลดการกินได้ของสัตว์ (DMI) และเพิ่มปริมาณน้ำที่กิน เมื่อสัตว์ประสบปัญหาความเครียดเนื่องจากความร้อนสัตว์จะต้องระบายความร้อนและลดการเผาผลาญเพื่อลดกระบวนการสร้างความร้อนในร่างกายเพื่อการอยู่รอดในการดำรงชีวิตของสัตว์เอง (Khongdee et al., 2006) ความเครียดมีหลายสาเหตุ เช่น ความเครียดเนื่องจากความร้อนมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, การแผ่รังสี, ความชื้น, และความเร็วลม ทำให้ค่าทางสรีระวิทยาของสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งค่าที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของสัตว์ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ, อัตราการหายใจ และ อัตราการขับเหงื่อ เป็นต้น อุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นของสัตว์ทำให้สัตว์ประสบปัญหาความเครียดเนื่องจากความร้อน หากเกิดปัญหาดังกล่าวเป็นเวลานานสามารถทำให้สัตว์ตายได้ (Vajrabukka, 1992 ; Blackshaw and Blackshaw, 1994) การใช้ Polypropylene fabric sheet หรือ Shade cloth เข้ามาเป็นทางเลือกในการดัดแปลงโรงเรือนปศุสัตว์เพื่อลดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะการเลือกใช้ที่มีความเข้ม 70-80 % (Bucklin et al., 1993) สามารถทำให้อุณหภูมิภายในได้หลังลดลงได้จริงในโคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย Khongdee et al. (2005) ได้ศึกษาการออกแบบโรงเรือนหลังคาสองชั้น โดยสร้างโครงหลังคาแบบใช้เหล็กเพื่อความแข็งแรงทนทานและติดตั้ง Polypropylene fabric sheet 80 % สูงกว่าหลังคาปกติ

ประมาณ 80-100 ซม. เนื่องจากวัสดุดังกล่าว มีคุณสมบัติในการตัดแสง เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ตกกระทบที่วัสดุจึงทำหน้าที่ตัดแสง และเมื่อมีการตัดแสงแล้วนั้นแสงที่เหลือจะตกกระทบหลังคาเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนที่น้อยลง เมื่อพลังงานความร้อนตกกระทบลงสู่ตัวสัตว์เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพที่ไม่ได้มีการตัดแปลงโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้น

วิธีการวิจัย

1. การดัดแปลงโรงเรือนเพื่อใช้ในการทดลองโดยดัดแปลงการสร้างโรงเรือน ขึ้นโครงด้วยเหล็กสูงจากหลังคาเดิม 80 เซนติเมตร และใช้แสลน (WPSC) สีดำ 80% (WPSC = shade cloth with 80 % shade factor, Polysac Co., Bangkok, Thailand) กางบนโครงเหล็ก
2. ฟางข้าวอาหารสัตว์เพื่อใช้ในการทดลอง
3. การทดลองใช้โคเนื้อเพศเมียลูกผสม (1/2 Hindu Brazil X 1/2 Brahman) 10 ตัว ที่มีอายุ 2 ปี น้ำหนัก (ประมาณ 245 กก.) ใกล้เคียงกัน โดยแบ่งออกเป็น Treatment ที่ 1 ใช้โคเนื้อ 5 ตัวเป็นกลุ่ม control และ Treatment ที่ 2 ใช้โคเนื้อ 5 ตัวเป็นกลุ่ม treatment
4. โคทุกตัวได้รับการฉีด Ivermac[®] ก่อนเริ่มงานทดลอง 14 วัน
5. กำหนดการให้อาหารตามความต้องการของร่างกายสัตว์ (NRC, 2001) การจัดการ ด้านอาหารข้นและอาหารหยาบและมีน้ำให้กินตลอดเวลาจนเสร็จสิ้นการทดลอง
6. เตรียมชุดเครื่องมือซึ่งประกอบไปด้วยปรอท [Shanghai Yilian Control Temperature Apparatus Factory, Yangpu, Shanghai, China (Mainland)] ในการศึกษาสภาพอากาศ ทั้งภายใน-ภายนอกโรงเรือน เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ (DB), (WB), ความชื้น (RH), ค่าการแผ่รังสีของแสง โดยใช้ Black Globe (Somparn, 2004) และคำนวณหาค่า (THI) ฯลฯ เก็บข้อมูลเวลา 08:00 น. 14:00 น. และ 17:00 น. และเก็บข้อมูลอุณหภูมิ Infrared Thermometer (Infrared Thermometer Model ST-660, Sentry Optronics Corps., China) ภายใต้อาคารโรงเรือน
7. เตรียมอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์ T_3 , Cortisol เก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ และวิเคราะห์ T_3 ด้วยเครื่อง Elecsys 2010/1010 (Roche, Mannheim, Germany) และ cortisol ด้วยเครื่อง IMMULITE[®] and IMMULITE[®] 1000 systems (Siemens Medical Solutions Diagnostics, Erlangen, Germany) ที่ห้องปฏิบัติการ ทางฮอโมนส์ของ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. อาหารสัตว์ทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบในห้องปฏิบัติการ (Van Soest et al., 1991; AOAC, 2000)

9. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ - การทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) พร้อมด้วย การวิเคราะห์ข้อมูล (ANOVA) เพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (NR and MR) ซึ่งเป็นปัจจัย และสัตว์แต่ละตัวเป็นซ้ำ (Steel and Torrie 1980) และโมเดลที่ใช้คือ

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \xi_{ij}$$

คือ Y_{ij} = ค่าที่อ่านจากโคตัวที่ No. j, ซึ่งอยู่ในกลุ่ม ith ;

μ = population mean;

A_i = คือ อิทธิพล ของกลุ่ม No. i (I = 1, 2).

ξ_{ij} = the experimental error from random;

$\xi_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$; และ NID is normally independently distributed.

T-test โดยใช้ PROC TTEST ของ SAS V. 9.0 (SAS Institute 1999) เพื่อหาความแตกต่างระหว่าง ทริตเมนต์ และค่าที่แสดง เป็น ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE.

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 สามารถอธิบายได้ว่าค่า Black Globe Temperature ที่เวลา 8:00 น. อุณหภูมิภายนอกมีค่าเท่ากับ 24.75 ± 2.39 °C มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเทียบกับ ที่ NR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 22.85 ± 1.89 °C และ MR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.37 ± 2.24 °C ตามลำดับ และพบว่าค่า Black Globe Temperature ที่เวลา 14:00 น. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเทียบกับที่ NR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.14 ± 2.82 °C และ MR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.02 ± 2.77 °C ตามลำดับ

ตารางที่ 1 Mean $\pm$ SD °C ของ Black Globe Temperature เก็บข้อมูลที่เวลา 8:00 น., 14:00 and 17:00 น.

Time	MR $\pm$ SD	NR $\pm$ SD	OS $\pm$ SD	P- value
08:00	23.37 ± 2.24^y	22.85 ± 1.89^y	24.75 ± 2.39^x	<0.0001
14:00	33.02 ± 2.77^y	33.14 ± 2.82^y	43.10 ± 3.10^x	<0.0001
17:00	30.53 ± 2.12	30.05 ± 1.77	30.53 ± 1.99	NS

x, y – Means with different superscripts are highly significantly different ($P < 0.01$).

ตารางที่ 2 Mean±SD ของ Temperature Humidity Index เก็บข้อมูลที่เวลา 8:00 น., 14:00 and 17:00 น.

Time	MR±SD	NR±SD	OS±SD	P- value
8:00	71.49±3.43	71.97±3.34	72.29±3.49	0.4421
14:00	80.26±3.02 ^z	82.00±3.09 ^y	86.73±3.39 ^x	<.0001
17:00	78.88±2.90 ^y	79.75±2.72 ^y	80.80±2.91 ^x	0.0015

a, b – Means with different superscripts are significantly different (P<0.05).

x, y, z – Means with different superscripts are highly significantly different (P<0.01).

จากตารางที่ 2 สามารถอธิบายได้ว่าค่า Temperature Humidity Index ที่เวลา 14:00 น. อุณหภูมิภายนอกมีค่าเท่ากับ 86.73±3.39 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับ ที่ NR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 82.00±3.09 และ MR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 80.26±3.02 ตามลำดับ และพบว่าค่า Temperature Humidity Index ที่เวลา 17:00 น.มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเทียบกับที่ NR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 79.75±2.72 และ MR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 78.88±2.90 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 น้ำหนัก (kg) ของโคเนื้อ ภายใต้โรงเรือนดัดแปลง Modified roof (MR ± SE) เปรียบเทียบกับ โรงเรือนปกติ Normal roof (NR ± SE).

Time	MR ± SE	NR ± SE	P- value
T1	248.80 ± 3.67	236.80 ± 5.53	0.0519
T2	248.80 ± 3.67	236.80 ± 5.53	0.1080
T3	262.40 ± 5.15 ^a	241.20 ± 5.50 ^b	0.0227
T4	271.80 ± 6.51 ^a	246.00 ± 4.82 ^b	0.0129
T5	281.40 ± 6.40 ^x	249.40 ± 4.09 ^y	0.0029
T6	310.60 ± 5.56 ^x	267.20 ± 3.44 ^y	0.0002
T7	344.80 ± 4.20 ^x	279.40 ± 1.66 ^y	<0.0001

All	280.77 ± 5.94^x	249.20 ± 3.46^y	<0.0001
-----	---------------------	---------------------	---------

a, b - Means within a rows with different superscripts are statistically different ($P < 0.05$).

x, y - Means within a rows with different superscripts are statistically different ($P < 0.01$).

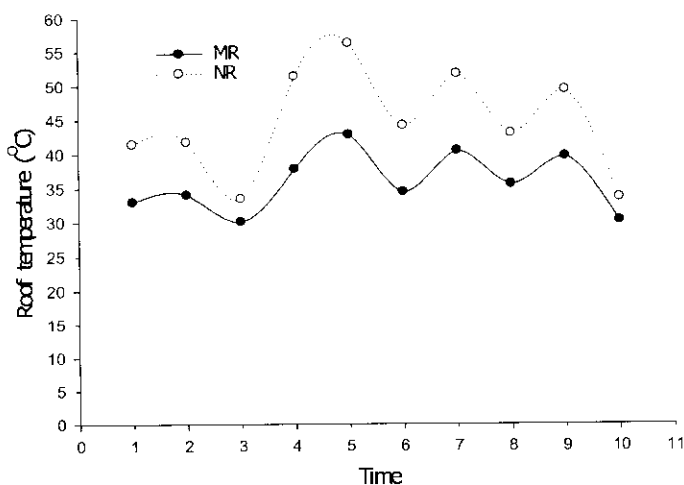
จากตารางที่ 3 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพบว่า ที่ T5 T6 T7 และ T All น้ำหนักของโคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการดัดแปลงและโรงเรือนปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 4 อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ภายใต้หลังคาโรงเรือนดัดแปลง (MR) และอุณหภูมิภายใต้หลังคาโรงเรือนปกติ (NR)

Roof temp. ($^{\circ}\text{C}$)	MR $\pm$ SE	NR $\pm$ SE	P- value
Roof temp	35.67 ± 1.35^y	44.49 ± 2.40^x	0.0050

x, y - Means within a rows with different superscripts are statistically different ($P < 0.01$).

จากตารางที่ 4 การอ่านค่าด้วยเครื่อง Infrared Thermometer สามารถอ่านค่าอุณหภูมิภายใต้หลังคาโรงเรือนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยหลังคาโรงเรือนดัดแปลงเพื่อลดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับหลังคาโรงเรือนปกติสามารถอ่านค่าได้ ดังนี้คืออุณหภูมิที่หลังคาโรงเรือนดัดแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่หลังคาโรงเรือนปกติพบว่า อุณหภูมิที่หลังคาโรงเรือนดัดแปลง MR $\pm$ SE มีค่าเท่ากับ 35.67 ± 1.35 ($^{\circ}\text{C}$) ซึ่งมีค่าต่ำกว่า อุณหภูมิที่หลังคาโรงเรือนปกติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 44.49 ± 2.40 ($^{\circ}\text{C}$) เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพบว่า โคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการดัดแปลงอยู่ภายใต้หลังคาที่มีอุณหภูมิต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้หลังคาโรงเรือนปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Roof temperature ($^{\circ}\text{C}$) of the modified roof (MR) and normal roof (NR) used in the present experiment.

ตารางที่ 5 อุณหภูมิทวารหนัก ($^{\circ}\text{C}$) ของโคเนื้อภายใต้โรงเรือนดัดแปลง ($\text{MR} \pm \text{SE}$) เปรียบเทียบกับอุณหภูมิทวารหนัก ($^{\circ}\text{C}$) ของโคเนื้อภายใต้โรงเรือนปกติ ($\text{NR} \pm \text{SE}$).

Time	Time	MR $\pm$ SE	NR $\pm$ SE	P- value
T1	x Dec	39.28 $\pm$ 0.09	39.14 $\pm$ 0.17	0.4931
T2	Jan wk1	38.98 $\pm$ 0.21	39.44 $\pm$ 0.20	0.1511
T3	Jan wk 2	39.02 $\pm$ 0.16 ^b	39.62 $\pm$ 0.19 ^a	0.0397
T4	Jan wk3	38.88 $\pm$ 0.28	39.52 $\pm$ 0.16	0.0834
T5	Jan wk4	38.98 $\pm$ 0.13	39.28 $\pm$ 0.24	0.2954
T6	Feb wk 1	38.82 $\pm$ 0.13 ^y	39.54 $\pm$ 0.16 ^x	0.0089
T7	Feb wk 2	38.94 $\pm$ 0.12 ^b	39.58 $\pm$ 0.17 ^a	0.0142
T8	Feb wk 3	38.66 $\pm$ 0.22 ^y	39.78 $\pm$ 0.10 ^x	0.0019
T9	Feb wk 4	38.70 $\pm$ 0.12 ^y	39.64 $\pm$ 0.04 ^x	<.0001
T10	Mar wk1	38.72 $\pm$ 0.14 ^y	40.46 $\pm$ 0.26 ^x	0.0004
T11	Mar wk2	38.90 $\pm$ 0.19 ^y	40.36 $\pm$ 0.26 ^x	0.0020

T12	Mar wk3	38.80 ± 0.12^y	40.20 ± 0.20^x	0.0003
T13	Mar wk4	38.50 ± 0.00^y	40.38 ± 0.49^x	0.0048
T14	Apr wk1	39.30 ± 0.12^y	40.42 ± 0.31^x	0.0093
T15	Apr wk2	39.54 ± 0.13^y	40.68 ± 0.22^x	0.0020
T16	Apr wk3	39.46 ± 0.16^y	40.38 ± 0.07^x	0.0006
T17	Apr wk4	39.22 ± 0.12^y	40.68 ± 0.22^x	0.0004
T18	May wk1	39.42 ± 0.18^y	40.42 ± 0.16^x	0.0029
T19	May wk2	39.16 ± 0.09^y	40.64 ± 0.16^x	<.0001
T20	May wk3	39.30 ± 0.12^y	40.66 ± 0.15^x	0.0001
T21	May wk4	38.92 ± 0.11^y	40.16 ± 0.24^x	0.0016
T _{all}	All	39.02 ± 0.04^y	40.05 ± 0.07^x	<.0001

a, b – Means within a rows with different superscripts are statistically different ($P < 0.05$).

x, y - Means within a rows with different superscripts are statistically different ($P < 0.01$).

จากตารางที่ 5 สามารถอธิบายได้ว่าอุณหภูมิ RT ($^{\circ}\text{C}$) ที่ T_{all} ของโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนตัดแปลงมีค่าเท่ากับ 39.02 ± 0.04 ($^{\circ}\text{C}$) ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิ RT ($^{\circ}\text{C}$) ของโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนปกติ มีค่าเท่ากับ 40.05 ± 0.07 ($^{\circ}\text{C}$) เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพบว่าอุณหภูมิ RT ($^{\circ}\text{C}$) ของ T6, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21 และ T_{all} ของโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนตัดแปลงมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) Khongdee และคณะ (2005) ได้ศึกษาการออกแบบโรงเรือนหลังคาสองชั้น โดยสร้างโครงหลังคาแบบใช้เหล็กเพื่อความแข็งแรงทนทานและ ติดตั้ง Polypropylene fabric sheet 80 % สูงกว่าหลังคาปกติประมาณ 80-100 ซม. เนื่องจากวัสดุดังกล่าวมีคุณสมบัติในการตัดแสง เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ตกกระทบที่วัสดุจึงทำหน้าที่ตัดแสง และเมื่อมีการตัดแสงแล้วนั้นแสงที่เหลือจะตกกระทบหลังคาเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนที่น้อยลงเมื่อพลังงานความร้อน ตกกระทบลงสู่ตัวสัตว์เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพที่ไม่ได้มีการตัดแปลงโรงเรือนแบบหลังคาสองชั้น สามารถลดอุณหภูมิทวารหนัก (RT) อีกทั้งการทำงานของระบบสอร์โมนต่างๆ เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรือนแบบปกติ (Khongdee, 2008) ส่วนมากค่าที่วัดได้จะสูงเมื่อวัดในตอนช่วงบ่ายของวันมากกว่าเมื่อวันช่วงเช้า (Amakiri และ Funsho, 1979). โดยทั่วไป RT ช่วง $21-26^{\circ}\text{C}$ in

Bos taurus สูงกว่า 32°C ในโคนม *Bos indicus* ในวัยหนุ่มสาวจะมีค่าต่ำกว่าโคนมที่มีอายุมาก เมื่อเปรียบเทียบในสภาพอากาศร้อน (Dobinson, 1951; Bianca, 1965; Johnson, 1972). และโคนมสามารถตายได้เมื่อมีค่า RT ของ *Bos taurus* ที่สูงกว่า 41.7°C (Vajrabukka, 1978).

ตารางที่ 6 Cortisol ($\mu\text{g}\%$) ของโคเนื้อภายใต้โรงเรือนดัดแปลง (MR) เปรียบเทียบกับ Cortisol ($\mu\text{g}\%$) โคเนื้อภายใต้โรงเรือนปกติ (NR).

Month	MR $\pm$ SE (pg/ml)	NR $\pm$ SE (pg/ml)	P- value
Dec	0.93 $\pm$ 0.38	0.70 $\pm$ 0.15	0.6028
Jan	0.77 $\pm$ 0.12	1.40 $\pm$ 0.51	0.2958
Feb	1.60 $\pm$ 0.50	2.23 $\pm$ 0.62	0.4711
Mar	2.03 $\pm$ 0.58	2.07 $\pm$ 0.64	0.9711
Apr	1.70 $\pm$ 0.38	2.77 $\pm$ 0.77	0.2812
May	2.03 $\pm$ 0.58	2.83 $\pm$ 0.03	0.2433
All	1.51 $\pm$ 0.20	2.00 $\pm$ 0.26	0.1402

ตารางที่ 7 Free triiodotyronine (pg/ml) ของโคเนื้อภายใต้โรงเรือนดัดแปลง (MR) เปรียบเทียบกับ Free triiodotyronine (pg/ml) โคเนื้อภายใต้โรงเรือนปกติ (NR).

Month	MR $\pm$ SE (pg/ml)	NR $\pm$ SE (pg/ml)	P -value
Dec	4.69 $\pm$ 0.19 ^x	3.41 $\pm$ 0.16 ^y	0.0066
Jan	4.23 $\pm$ 0.22	4.83 $\pm$ 0.54	0.3580
Feb	4.04 $\pm$ 0.29	3.15 $\pm$ 0.16	0.0546
Mar	4.55 $\pm$ 0.53	4.58 $\pm$ 0.51	0.9729
Apr	3.40 $\pm$ 0.32	2.78 $\pm$ 0.25	0.2040
May	3.59 $\pm$ 0.36	3.74 $\pm$ 0.31	0.7611
All	4.08 $\pm$ 0.16	3.75 $\pm$ 0.22	0.2254

x, y - Means within a rows with different superscripts are statistically different ($P<0.01$).

จากตารางที่ 6-7 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนปกติ Cortisol มีค่าเท่ากับ 2.00 ± 0.26 ($\mu\text{g}\%$) แต่พบว่าเมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเปลี่ยนแปลง Free triiodotyronine (pg/ml) (FT3) เมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนดัดแปลง FT3 มีค่าเท่ากับ 4.69 ± 0.19 (pg/ml) ซึ่ง มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนปกติ FT3 มีค่าเท่ากับ 3.41 ± 0.16 (pg/ml) พบว่าเมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) การเปลี่ยนแปลง (FT3) เมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนดัดแปลงกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนปกติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ใช้ในการทดลอง

	Straw	Grass	Feed
Moisture (%)	7.04	7.80	7.63
Protein (%)	5.26	7.92	18.83
Lipid (%)	1.21	2.40	4.83
Ash (%)	13.72	9.73	11.74
Total fibre (%)	30.91	26.55	9.16
NDF (%)	69.08	61.97	31.31
ADF (%)	48.10	34.93	18.48
Ca (%)	0.22	0.40	1.38
P (%)	0.01	0.24	0.98
NaCl (%)	0.25	NA	0.45

สรุปผลการวิจัย

การวัดการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ Black Globe Temperature ที่เวลา 14:00 น. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับที่ NR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.14 ± 2.82 และ MR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.02 ± 2.77 ตามลำดับ สัตว์ประสบปัญหาความเครียดเนื่องจากความร้อน หากเกิดปัญหาดังกล่าวเป็นเวลานานสามารถทำให้สัตว์ตายได้ (Blackshaw และ Blackshaw, 1994)

ค่าดัชนีการทนความร้อน ที่เวลา 14:00 น. Temperature Humidity Index ภายนอกมีค่าเท่ากับ 86.73 ± 3.39 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับ ที่ NR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 82.00 ± 3.09 และ MR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 80.26 ± 3.02 ตามลำดับ ค่า Temperature Humidity Index (THI) เป็นค่าบ่งชี้ความสามารถในการทนต่อความร้อนของสัตว์สามารถคำนวณได้จากสภาพอากาศได้แก่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และอุณหภูมิสภาพอากาศ (Igono และคณะ, 1992)

น้ำหนักตัว (kg) เปรียบเทียบน้ำหนัก (kg) ของโคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการดัดแปลง (MR) และ โคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ (NR) เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ T3 และ T4 น้ำหนักของโคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการดัดแปลงและโรงเรือนปกติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพบว่า ที่ T5 T6 T7 และ T All น้ำหนักของโคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการดัดแปลงและโรงเรือนปกติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

อุณหภูมิภายใต้หลังคาเมื่อวัดด้วย Infrared Thermometer อุณหภูมิที่หลังคาโรงเรือนดัดแปลง MR $\pm$ SE มีค่าเท่ากับ 35.67 ± 1.35 ($^{\circ}\text{C}$) ซึ่งมีค่าต่ำกว่า อุณหภูมิที่หลังคาโรงเรือนปกติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 44.49 ± 2.40 ($^{\circ}\text{C}$) เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพบว่า โคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการดัดแปลงอยู่ภายใต้หลังคาที่มีอุณหภูมิต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับ โคเนื้อที่อยู่ภายใต้หลังคาโรงเรือนปกติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

อุณหภูมิทวารหนัก ($^{\circ}\text{C}$) เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพบว่าที่ T3 และ T7 โคเนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการดัดแปลงมีอุณหภูมิ RT ($^{\circ}\text{C}$) ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนปกติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) Bianca, 1965; Amakiri และ Funsho, 1979; Legates และคณะ (1991) รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของ Rectal temperature (RT) จากรายงานดังกล่าวจะเห็นได้ว่าค่าต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการทนต่อความร้อนและสามารถนำมาใช้คำนวณเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบได้ (McDowell, 1958; Bianca, 1965) ปกติค่า RT จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าวัดกับสัตว์ชนิดใดซึ่งความกว้างไม่มากกว่า 2.5°C . โดยปกติ RT ในโคนมจะอยู่ที่ประมาณ 38.0°C ถึง 39.3°C โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณไม่เกิน 38.6°C (Frandsen, 1986)

Cortisol ($\mu\text{g}\%$) และ Free triiodothyronine (pg/ml) (FT3) การเปลี่ยนแปลง Cortisol ($\mu\text{g}\%$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนดัดแปลง Cortisol มีค่าเท่ากับ 1.51 ± 0.20 ($\mu\text{g}\%$) ซึ่ง มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนปกติ Cortisol มีค่าเท่ากับ 2.00 ± 0.26 ($\mu\text{g}\%$) แต่พบว่าเมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Free triiodothyronine (pg/ml) (FT3) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนดัดแปลง FT3 มีค่าเท่ากับ 4.69 ± 0.19 (pg/ml) ซึ่ง มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่อยู่ภายใต้โรงเรือนปกติ FT3 มีค่าเท่ากับ 3.41 ± 0.16 (pg/ml) แต่พบว่าเมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) จากการทดลองจะเห็นได้ว่าผลกระทบของอุณหภูมิสูงต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางสรีรวิทยาจะทำให้ร่างกายของสัตว์ มีการเปลี่ยนแปลงโดยลดการให้ผลผลิตและสัตว์อาจตายได้ (Willmer และคณะ, 2000 ; Khongdee และคณะ, 2006) Khongdee (2008) รายงานความเข้มข้นของ cortisol ในสัตว์ที่ทำการทดลองแบบ Modified roof (MR) มีค่าสูงกว่าสัตว์ที่ใช้วิธีการดัดแปลงโรงเรือนแบบ Normal roof (NR)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา โครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนา มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ สภากาชาดไทยในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการฮอร์โมน วิจัยเกษตรและเทคโนโลยีชันนาท

เอกสารอ้างอิง

- Blackshaw, J.K. and A.W. Blackshaw. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Aust. J. Exp. Agri.** 34: 285-295.
- Bucklin, R.A., R.W. Bottcher, G.L. Van Wicklen and M. Czarick. 1993. Reflective roof coatings for heat stress relief in livestock and poultry housing. **Appl. Eng. Agr.** 9(1): 123-129.
- Igono, M.O., G. Jotvedt and H.T. Sanford-Crane. 1992. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. **Int. J. Biometerol.** 36: 77-87.
- Khongdee, S., K. Makvichit , G. Hinch , N. Chaiyabutr, S. Tummabood and C. Vajrabukka. 2005. A survey of calving seasons on dairy reproductive performance and milk

- production undertropical conditions. **Thai Journal of Agricultural Science** (3-4): 95-100.
- Khongdee, S., N. Chaiyabutr, G. Hinch, K. Markvichitr and C. Vajrabukka. 2006. Effects of evaporative cooling on reproductive performance and milk production of dairy cows in hot wet conditions. **Int. J. Biometeorol.** 50: 253–257.
- Khongdee, S. 2008. **The Effects of High Temperature and Housing Modification on the Productive and Reproductive Performance of Dairy Cows.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. 123.
- Lehman, J.F. and B.J. De Lateur, 1990. Therapeutic heat. In: Lehman JF, Ed. **Therapeutic heat and cold.** 4th ed. London: Willium & Wilkin :417-440.
- Vajrabukka, C. 1992. **Environmental Physiology of Domestic Animals.** Department of Animal Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai).
- Van Soest P.J, Roberts J.B, and Lewis B.A. 1991 Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to nutrition. **J Dairy Sci** 74:3583–3597
- Willmer, P., G. Stone and I. Johnston. 2000. **Environmental Physiology of Animals.** Blackwell Science Ltd., Oxford, England. 644. SAS Institute, 1999. SAS/STATs User's Guide V.9. SAS Institute Inc, Cary NC pp. 3884.
- Somporn, P 2004. **Intensive grazing management strategies for managing swamp buffaloes during thermal stress.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. p 143.
- Steel, R.G., D and J.H. Torrie. 1980 **Principles and procedure of statistics,** 3rd edn. Macmillan, New York, p 521.