



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการผลกระทบของฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายต่ออัตราการผสม  
ติดของแม่โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้น

โดย อ.น.สพ.ดร. ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และคณะ

มิถุนายน 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการผลกระทบของฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายต่ออัตราการผสม  
ติดของแม่วิวที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้น

ผู้วิจัย

สังกัด

1. อ.น.สพ.ดร. ศิริวัฒน์ ทรวงทอง คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. นางสาว จันทร์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย  
และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5380151

ชื่อโครงการ: ผลกระทบของฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายต่ออัตราการสมมติของแม่โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้น

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: อ.น.สพ.ดร. ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และ นางสาว จันท์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร

ภาควิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ และวิทยาการสืบพันธุ์

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อีเมล: ssuadsong@hotmail.com; suwimonteerabutr@yahoo.com

ระยะเวลาโครงการ: มิถุนายน 2553 – มิถุนายน 2555

บทคัดย่อ:

ความเครียดจากความร้อนชื้นทำให้แม่โคนมมีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง ซึ่งทำให้แม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้นมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตลดลง ทำให้มีต้นทุนการผลิตน้ำนมสูง ความเครียดจากความร้อนชื้นทำให้แม่โคนมมีอัตราการสมมติในช่วงฤดูร้อนลดลง 20-30 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคม ความเครียดจากความร้อนชื้นนี้มีผลกระทบโดยตรงต่อการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญของตัวอ่อนระยะแรกและการทำหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์ แม่โคนมที่มีอุณหภูมิร่างกายสะสมสูงกว่า 38.5 องศาเซลเซียสนานมากกว่า 4-8 ชั่วโมงต่อวัน จะมีผลกระทบทำให้แม่โคนมมีอัตราการสมมติลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และจากผลการศึกษาการใช้ระบบทำความเย็นโดยใช้วิธีการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศเป็นช่วงๆ เวลาห่างกันทุก 2-3 ชั่วโมง วันละ 8 ครั้ง ระยะเวลา 45 นาที จะช่วยลดอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนได้ และช่วยทำให้แม่โคนมสามารถรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในแต่ละวันให้อยู่ในช่วงเกณฑ์ปกติได้นานมากขึ้น ทำให้แม่โคนมที่ใช้ระบบทำความเย็นโดยวิธีดังกล่าวมีอัตราการสมมติสูงกว่าแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ ซึ่งจากผลการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าสภาพอากาศแบบร้อนชื้นมีผลกระทบอย่างมากต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนมโดยเฉพาะสภาพอากาศร้อนสูงในช่วงฤดูร้อน ดังนั้นการจัดการโดยใช้ระบบทำความเย็นเพิ่มให้กับแม่โคนมอย่างต่อเนื่อง จะช่วยลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนชื้นต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้นได้

คำหลัก : ฤดูกาล อุณหภูมิร่างกาย อัตราการสมมติ อากาศร้อนชื้น โคนม

## Abstract

---

**Project Code : MRG5380151**

**Project Title : Effect of seasonal variation and diurnal temperature patterns on conception rates in dairy cows under tropical conditions**

**Investigator : Dr. Siritwat Suadsong and Miss Junpen Suwimonteerabutr**

**Department of obstetrics gynaecology and reproduction,**

**Faculty of veterinary science, Chulalongkorn university**

**E-mail Address : ssuadsong@hotmail.com; suwimonteerabutr@yahoo.com**

**Project Period : June 2010 - 2012**

**Abstract :**

Heat stress cause infertility and represented a major source of economic loss in dairy cows under tropical conditions. The conception rate of dairy cows decrease 20-30 % in hot season. The conception rate was lower in April and May when compared to other month, which lowest in summer and highest in winter. The effects of heat stress can be directly related to the increase in body temperature of dairy cow, which affects the reproductive function and embryonic development. Dairy cow had a cumulative hours of body temperature greater than 38.5 °C more than 4-8 h per day, significantly ( $P<0.05$ ) decline in conception rate. This study indicated that long period of hyperthermia (body temperature  $> 38.5$  °C) had an adverse effect on dairy cows and suggested that dairy cows in the tropical area need additional cooling system to completely eliminate the effects of heat stress. The intensive cooling cows with the combination of sprinklers and fans were used for improved reproductive performance. Cows were cooled in the holding area for a total 8 cooling periods and 6 cumulative h/day. Each cooling period combined cycles of sprinkling (0.5 min) and forced ventilation (4.5 min). This intensive cooling had significantly affected on decreased body temperature and allowed cows to maintain normal body temperature throughout the day. The conception rate of intensively cooled cows with sprinkler and forced ventilation was significantly higher than that of uncooled cows. In conclusion, in hot and humid climatic conditions there is a large decrease in the fertility of dairy cows during summer months. In addition, intensively cooling cows has the potential to eliminate the decline in conception rate of dairy cows under tropical conditions. Therefore, intensive cooling is essential in dairy cows under tropical conditions to prevent hyperthermia and its harmful effects on those cows.

---

**Keywords :** season, heat stress, body temperature, conception rate, dairy cows

## Executive summary

เนื่องจากการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยได้มีการส่งเสริมการและพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลายาวนานไม่น้อยกว่า 40-50 ปี แต่อย่างไรก็ตามภายใต้ข้อจำกัดของสภาพอากาศที่ร้อนชื้น ทำให้การเลี้ยงโคนมของเกษตรกรส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนชื้นนั้นทำให้แม่โคนมเกิดความเครียดจากความร้อนซึ่งส่งผลให้กินอาหารลดลงและทำให้มีผลผลิตน้ำนมรวมทั้งความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง การปรับปรุงพันธุ์โคนมเพื่อให้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่ร้อนและมีความทนทานต่อโรคได้ดีขึ้นโดยการผสมพันธุ์แบบผสมข้ามพันธุ์เพื่อให้ได้โคนมพันธุ์ลูกผสมที่สามารถเลี้ยงง่ายและปรับตัวได้ดีในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นนั้น เป็นแนวทางการจัดการที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาเพื่อลดผลกระทบจากสภาพอากาศที่ร้อนชื้น แต่อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่ผ่านมาโคนมพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ได้รับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีผลผลิตน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น โดยการผสมพันธุ์แบบยกระดืบสายเลือดจากน้ำเชื้อของพ่อโคพันธุ์แท้จากต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้แม่โคนมมีความทนทานต่อสภาพอากาศที่ร้อนได้น้อยลง ไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มที่ และมีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง มีปัญหาสมติดยากและมีระยะท้องว่างยาวนานมากกว่าเกณฑ์ปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แม่โคนมมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำ

สภาพอากาศแบบร้อนชื้นทำให้แม่โคนมเกิดความเครียดจากความร้อนและมีอัตราการผสมติลดลง เนื่องจากความเครียดจากความร้อนทำให้แม่โคนมมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้นมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญของตัวอ่อนในระยะแรกทำให้เกิดปัญหาการตายของตัวอ่อนระยะแรกและปัญหาการผสมติดยากหรือปัญหาผสมช้าในแม่โคนม เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมี 3 ฤดู คือฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ซึ่งสภาพอากาศจะเปลี่ยนแปลงทุกวันและจะมีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปีโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวันซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อากาศจะมีอุณหภูมิสูงยาวนานตลอดทั้งวัน แต่อุณหภูมิอากาศจะลดลงในช่วงเวลากลางคืนจนถึงตอนเช้าและเพิ่มสูงขึ้นอีกในตอนกลางวัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศนั้นมีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของแม่โคในแต่ละวัน (diurnal temperature patterns) รวมทั้งระยะเวลาที่ร่างกายมีความร้อนสูงสะสมในแต่ละวัน (hyperthermia) ซึ่งจะมีผลกระทบต่ออัตราการผสมติของแม่โคนม จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนของสภาพอากาศนั้นมีผลกระทบโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายและอัตราการผสมติ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศนั้นมีผลกระทบต่อความสามารถในการระบายความร้อนและการรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายของแม่โค แม่โคที่มีความร้อนสะสมในร่างกายสูงหรือแม่โคที่ไม่สามารถรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายในแต่ละวันให้คงที่ได้และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างสูงกว่าระดับปกติเป็นช่วงเวลานานในแต่ละวัน ส่งผลกระทบต่อการเจริญของตัวอ่อนในระยะแรกและอัตราการผสมติ ดังนั้นการจัดการแม่โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นเพื่อช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายของแม่โคในแต่ละวันให้มีระดับใกล้เคียงกับระดับปกติได้นานมากที่สุดหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เพื่อลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนที่จะเกิดขึ้น โดยการให้ระบบทำความเย็นให้กับแม่โคด้วยวิธีการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศห่างกันครั้งละประมาณ 2-3 ชั่วโมง โดยใช้ระบบนี้วันละ 8 ครั้ง ระยะเวลา 45 นาที ตั้งแต่เวลา 05.00 – 22.00 น. ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า การให้ระบบทำความเย็นนี้จะช่วยทำให้แม่โคสามารถรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในช่วงเกณฑ์ปกติในแต่ละวันได้นานมากขึ้น และมีอัตราการผสมติเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ และสามารถลดผลกระทบของฤดูกาลต่ออัตราการผสมติของแม่โคนมได้ ทำให้แม่โคนมที่ได้รับการผสมพันธุ์ในช่วงเดือนต่างๆ มีความแปรผันของอัตราการผสมติลดลง และมีอัตราการผสมติเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้แม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้นมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้นเช่นกัน และจะทำให้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้

## วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมในฤดูกาลต่างๆ และประเมินผลกระทบที่มีต่ออัตราการผสมติด
2. เพื่อใช้ผลการวิจัยจากข้อ 1 เป็นแนวทางในการจัดสิ่งแวดล้อมให้โคนมมีความเย็นสบายมากขึ้นและมีอุณหภูมิร่างกายคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างกายน้อยลง เพื่อลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนขึ้น
3. เพื่อประเมินผลวิธีการที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมให้มีความเย็นสบายมากขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างกายและอัตราการผสมติดของแม่โคนม

## วิธีการศึกษาวิจัย

1. การศึกษาวิจัยนี้มีระยะเวลาดำเนินงานโครงการ 2 ปี โดยมีหัวข้อการศึกษาวิจัยดังนี้ คือ
  - 1.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการหายใจของแม่โครีตนม
  - 1.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของฤดูกาลและสภาพอากาศกับอัตราการผสมติดของแม่โครีตนม
  - 1.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติดแม่โครีตนม
  - 1.4 ศึกษาผลของการการระบายความร้อนโดยใช้วิธีการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศต่ออัตราการผสมติดของแม่โครีตนม
2. สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินงานศึกษาวิจัยและเก็บข้อมูลครั้งนี้เป็นฟาร์มโคนมเอกชนแห่งหนึ่งที่มีแม่โครีตนมประมาณ 150 ตัว
3. การเก็บบันทึกอุณหภูมิและความชื้นของสภาพอากาศในโรงเรือนในช่วงเดือนต่างๆตลอดทั้งปีโดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูลแบบต่อเนื่อง (data logger) และคำนวณค่าดัชนีวัดความเครียดจากความร้อนขึ้น (THI) โดยใช้สูตร  $THI = 0.72(C_{dry} + C_{wet}) + 40.6$  (McDowell, 1972 cited by Ashutosh et al., 2001)
4. เก็บบันทึกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในสัตว์หลังจากได้รับการเทียมผสมเทียมในเดือนต่างๆ จำนวน 320 ตัว โดยการสอดอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิร่างกาย (data logger) ทิ้งไว้ในช่องคลอดเป็นเวลา 7 วัน เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในแต่ละวัน โดยกำหนดให้มีการบันทึกอุณหภูมิร่างกายทุก 5 นาที
5. ตรวจการตั้งท้องแม่โคนมด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ที่ประมาณ 30 วันหลังผสมและ 60 วันหลังผสม และหาอัตราการผสมติดของแม่โค
6. นำข้อมูลสภาพอากาศ อุณหภูมิร่างกาย และอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ผสมในฤดูกาลต่างๆมาวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย
7. เปรียบเทียบอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ และแม่โคนมที่ใช้ระบบทำความเย็นโดยใช้วิธีการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศเป็นช่วงๆเวลาห่างกันทุก 2-3 ชั่วโมง วันละ 8 ครั้งๆละ 45 นาที โดยในแต่ละครั้งที่อาบน้ำนั้นระบบทำความเย็นจะมีวิธีการทำงานดังนี้คือในช่วงเวลาที่ระบบทำงาน(45 นาที) นั้นพัดลมจะมีการเปิดทำงานเพื่อเป่าระบายอากาศตลอดเวลา และทุกๆช่วงเวลา 5 นาที จะมีการเปิดหัวฉีดน้ำเป็นเวลา 1 นาทีเพื่อให้ตัวโคเปียก หลังจากนั้นจะปล่อยให้พัดลมเป่าระบาย

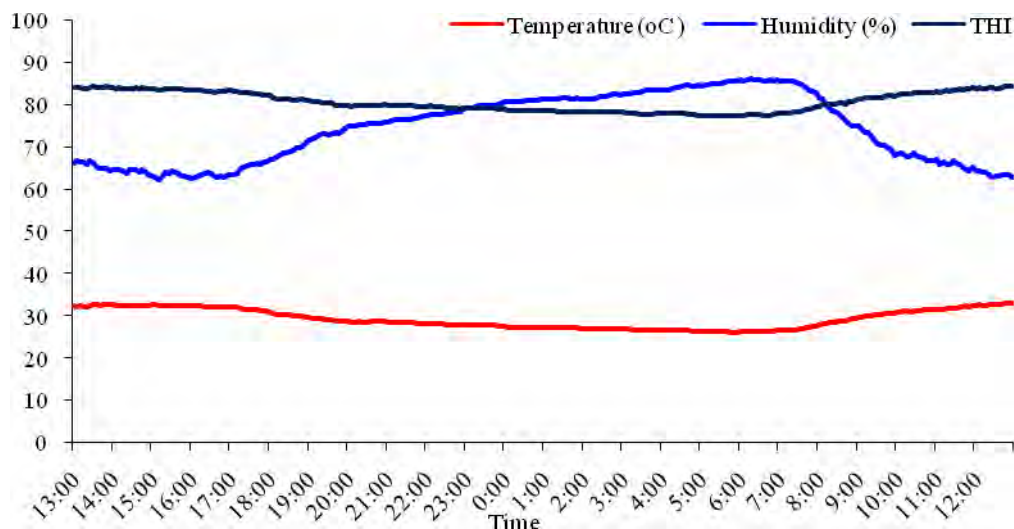
อากาศจนตัวโคเริ่มแห้งประมาณ 4 นาทีเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกายโค และหลังจากนั้นจึงเริ่มเปิดหัวฉีดน้ำใหม่ ทำงานสลับกันจนครบเวลาประมาณ 45 นาที โดยจะให้โคเริ่มอาบน้ำครั้งแรกที่เวลา 02.00 น. และ 05.00 น., 09.00 น., 11.00 น., 13.00 น. 16.00 น. 19.00 น. 22.00 น. ตามลำดับ

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Generalized linear models by SAS วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปร ค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และอัตราการผสมติดของแม่โค

## ผลการศึกษาวิจัย

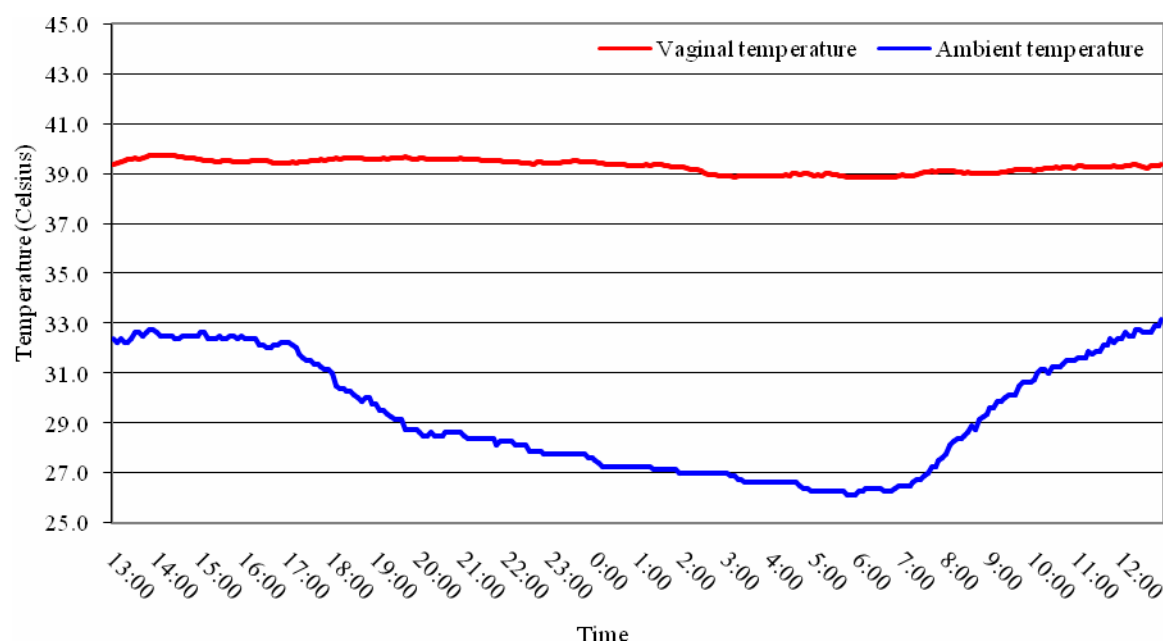
### 1. ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจของแม่โคนม

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในแต่ละวันพบว่า การเปลี่ยนแปลงอากาศในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI ของอากาศในโรงเรือนนั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยในช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นคือตอนกลางวันนั้นจะพบว่าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลง และในช่วงเวลากลางคืนจนถึงตอนเช้าอากาศจะมีอุณหภูมิลดลง แต่ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มสูงขึ้น ( $r = -0.983$ ,  $P < 0.0001$ ) และในช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น จะพบว่าทำให้ค่า THI ของอากาศเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ( $r = 0.996$ ,  $P < 0.0001$ ) นอกจากนี้ค่า THI มีความสัมพันธ์สูงกับความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเช่นกัน ( $r = -0.986$ ;  $P < 0.0001$ ) (รูปที่ 1) จากผลการศึกษานี้จะเห็นได้ว่าสภาพอากาศในโรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งวัน และมีค่าดัชนี THI อยู่ในระดับที่แม่โคนมจะเกิดความเครียดจากความร้อนได้ตลอดเวลาเช่นกันขึ้นกับสภาพอากาศ โดยแม่โคจะมีโอกาสเกิดความเครียดจากความร้อนในระดับเล็กน้อย (mild stress) ในช่วงเวลากลางคืน และจะมีโอกาสเกิดความเครียดจากความร้อนสูงขึ้นในระดับปานกลาง (medium stress) ในช่วงเวลากลางวันและสูงสุดในช่วงบ่าย



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

สภาพอากาศร้อนหรือความเครียดจากความร้อนจะมีผลต่อการตอบสนองของร่างกายของแม่โครีดนมเช่นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจของแม่โค ซึ่งจากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในช่องคลอดของแม่โครีดนมทุกๆ 5 นาที ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงพบว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกลุ่มแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนตามปกติ นั้น จะมีความสัมพันธ์สูงมากกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และค่า THI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $r=0.714$ ,  $P < 0.0001$ ;  $r=-0.750$ ,  $P < 0.0001$  และ  $r=0.709$ ,  $P < 0.0001$  ตามลำดับ) โดยเมื่ออากาศมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้แม่โคมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน จากรูปที่ 2 จะเห็นว่า แม่โคนมจะมีอุณหภูมิร่างกายลดต่ำลงในช่วงเวลากลางคืน และมีระดับต่ำที่สุดในช่วงกลางดึกถึงช่วงเช้ามืด (ต่ำกว่า  $39^{\circ}\text{C}$ ) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ หลังจากนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นและอยู่ในระดับสูงตลอดทั้งวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าร่างกายของแม่โคนมเกิดความร้อนสะสมและเกิดภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูง (hyperthermia) มากกว่าช่วงเกณฑ์ปกติ ( $38.5 - 39^{\circ}\text{C}$ ) ติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนานหลายชั่วโมงในแต่ละวัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานและสรีรวิทยาของระบบต่างๆในร่างกาย ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ การให้ผลผลิต และความสมบูรณ์พันธุ์

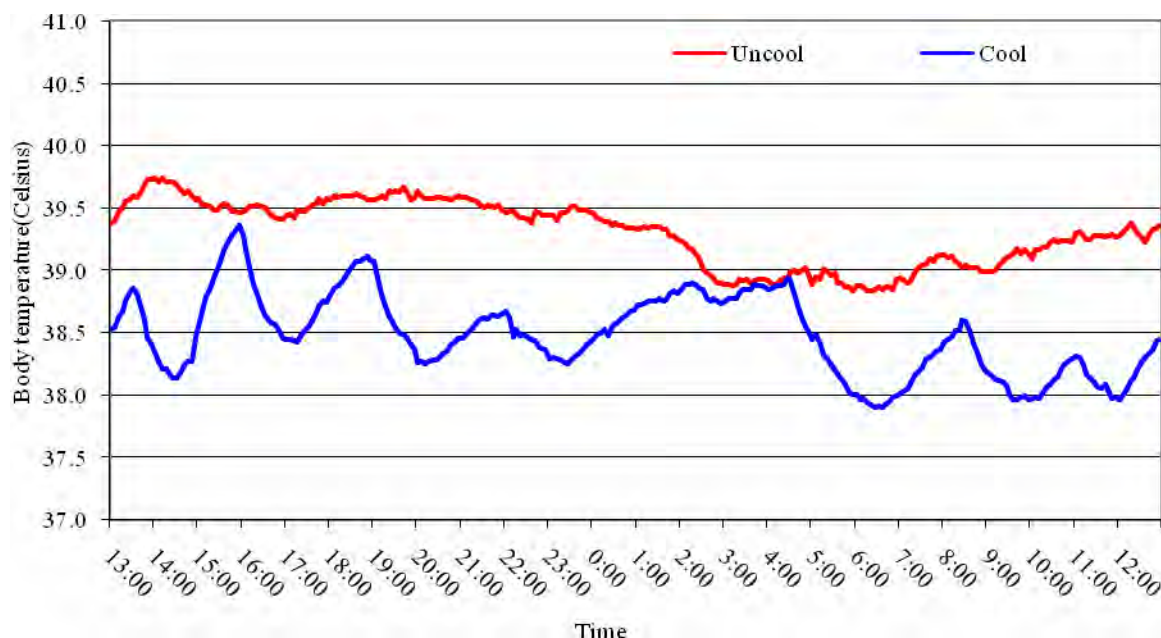


รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิร่างกายในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

การจัดการสิ่งแวดล้อมให้มีความเย็นสบายมากขึ้นหรือการทำให้แม่โคสามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้สะดวกขึ้น จะช่วยทำให้โคสามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีขึ้นและสามารถรักษาระดับอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในช่วงปกติได้ดีมากขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษา (รูปที่ 3) แสดงให้เห็นว่า การใช้ระบบทำความเย็นให้กับแม่โครีดนมโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศวันละหลายๆครั้ง (วันละ 8 ครั้ง ulye 45 นาที ห่างกันที่เวลาทุกๆ 2-3 ชั่วโมง) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่นั้น สามารถช่วยทำให้อุณหภูมิร่างกายของแม่โค



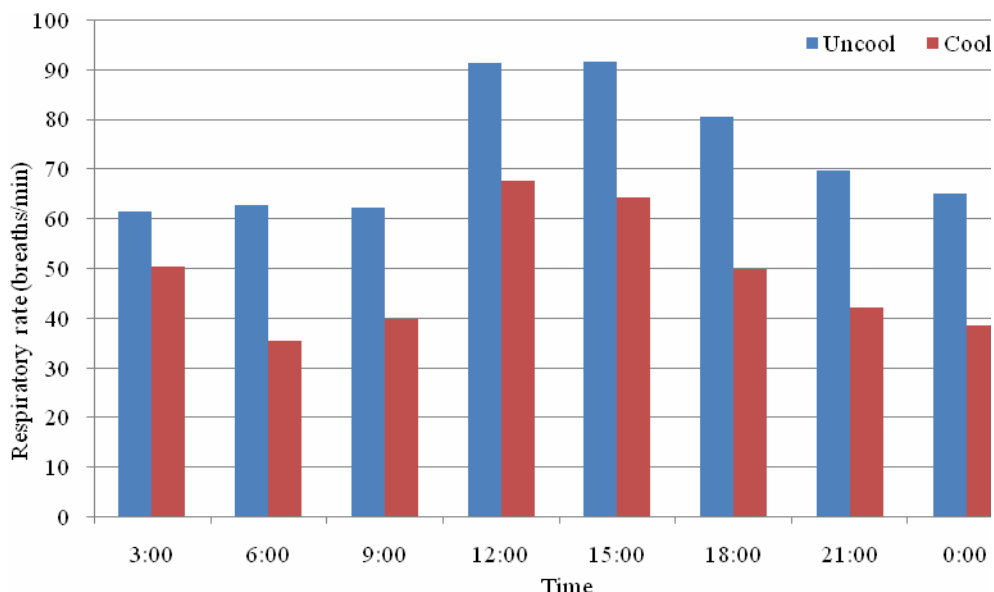
ลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) (ตารางที่ 1) และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายอยู่ในระดับปกติได้มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแม่โคที่ไม่ได้อาบน้ำ ทำให้แม่โคเหล่านี้สามารถรักษาระดับอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในช่วงระดับปกติได้เป็นเวลานานมากขึ้นและเกิดภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูง (hyperthermia) สะสมเป็นระยะเวลาน้อยลงในแต่ละวัน (ตารางที่ 1) ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพ การให้ผลผลิต และความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นได้



**รูปที่ 3** แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในแต่ละวันในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของกลุ่มแม่โคนมที่ใช้ระบบทำความเย็นโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ (Cool) และกลุ่มแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ (Uncool)

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมที่ใช้ระบบทำความเย็นโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ (Cool) และแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ (Uncool)

|                                                                                | Uncool           | Cool             |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| อุณหภูมิอุณหภูมิร่างกายในรอบวัน (Mean $\pm$ SD ; $^{\circ}\text{C}$ )          | 39.30 $\pm$ 0.26 | 38.49 $\pm$ 0.33 |
| อุณหภูมิอุณหภูมิร่างกายต่ำสุด( $^{\circ}\text{C}$ )                            | 38.84            | 37.90            |
| อุณหภูมิอุณหภูมิร่างกายสูงสุด( $^{\circ}\text{C}$ )                            | 39.74            | 39.36            |
| ระยะเวลาสะสมที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงมากกว่า 38.5 $^{\circ}\text{C}$ (ชม.ต่อวัน) | 24.0             | 11.0             |
| ระยะเวลาสะสมที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงมากกว่า 39.0 $^{\circ}\text{C}$ (ชม.ต่อวัน) | 18.9             | 1.4              |



**รูปที่ 4** แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของกลุ่มแม่โคนมที่ไ้ระบบทำความเย็นโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ (Cool) และกลุ่มแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ (Uncool)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจของแม่โครีดนมที่ได้รับการจัดการด้วยระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศกับแม่โครีดนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติพบว่า การเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจของกลุ่มที่เลี้ยงตามปกติ มีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ( $r=0.717$ ,  $p=0.045$ ;  $r=0.935$ ,  $p=0.0006$ ;  $r=-0.929$ ,  $p=0.0008$  และ  $r=0.920$ ,  $p=0.0012$  ตามลำดับ) เนื่องจากการหายใจเป็นกลไกหลักของร่างกายของแม่โคในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยเมื่อแม่โคได้รับผลกระทบจากความร้อนสูงหรือร่างกายมีความร้อนสะสมสูง ทำให้โคมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นและสูงมากกว่าเกณฑ์ปกติ หรือเรียกว่าเกิดอาการหอบเมื่ออากาศมีอุณหภูมิอากาศสูง และอัตราการหายใจของแม่โคจะลดลงเมื่ออุณหภูมิอากาศลดลงตามช่วงเวลาต่างๆ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการจัดการให้เย็นสบายด้วยระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศก็อัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศด้วยเช่นกัน เนื่องจากได้รับผลกระทบจากความร้อนของอากาศเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าแม่โคกลุ่มหลังนี้จะอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นตามสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่ไม่เกินกว่าเกณฑ์อัตราการหายใจปกติของแม่โค (40-60 ครั้ง/นาที) แสดงให้เห็นว่าการจัดการโดยใช้ระบบการอาบน้ำและพัดลมเป่าอากาศ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่โคเพิ่มมากขึ้น ทำให้แม่โคนมมีความร้อนสะสมในร่างกายลดลงและเกิดความเย็นสบายมากขึ้น ส่งผลทำให้แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจลดต่ำลงอยู่ในช่วงระดับเกณฑ์ปกติได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 2. ความสัมพันธ์ของฤดูกาลและสภาพอากาศกับอัตราการผสมติดของแม่โครีดนม

จากการศึกษาข้อมูลสภาพอากาศในโรงเรือน (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าในช่วงฤดูร้อน (มี.ค. - มิ.ย.) เป็นช่วงที่อากาศมีอุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำนั้น อากาศในเดือนเมษายน และพฤษภาคม เป็นช่วงที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงที่สุด และในช่วงต่อระหว่างปลายฤดูร้อนกับฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกนั้น จะทำให้อากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนลดลง และมี

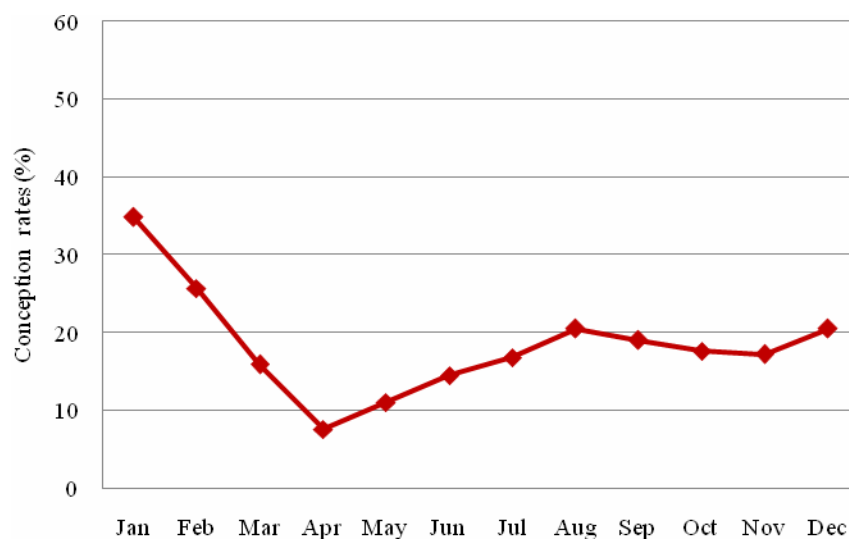
ความชื้นเพิ่มสูงขึ้นได้แก่ เดือนมิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม และเมื่อถึงช่วงฤดูหนาวซึ่งเป็นที่อากาศมีอุณหภูมิและความชื้นลดต่ำลงได้แก่เดือน พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ จะเห็นว่าอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายดังกล่าวข้างต้น และเป็นสาเหตุที่ทำให้แม่โคนมมีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง

**ตารางที่ 2** แสดงอัตราการผสมติดและสภาพอากาศภายในโรงเรือนในช่วงเดือนต่างๆ

| เดือน      | อัตราการผสมติด<br>ของแม่โค<br>(%) | อุณหภูมิอากาศ<br>(°C) |        |        | ความชื้นสัมพัทธ์<br>(%) |        |        | ค่าดัชนีความเครียดจาก<br>ความร้อนชื้น (THI) |        |        |
|------------|-----------------------------------|-----------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|---------------------------------------------|--------|--------|
|            |                                   | เฉลี่ย                | ต่ำสุด | สูงสุด | เฉลี่ย                  | ต่ำสุด | สูงสุด | เฉลี่ย                                      | ต่ำสุด | สูงสุด |
| มกราคม     | 34.9                              | 26.4                  | 26.4   | 30.6   | 71.5                    | 71.5   | 82.7   | 75.8                                        | 75.8   | 79.8   |
| กุมภาพันธ์ | 25.7                              | 28.3                  | 28.3   | 33.3   | 73.0                    | 73.0   | 85.9   | 78.8                                        | 78.8   | 83.1   |
| มีนาคม     | 15.9                              | 28.5                  | 28.5   | 32.7   | 72.2                    | 72.2   | 84.0   | 78.8                                        | 78.8   | 82.3   |
| เมษายน     | 7.6                               | 30.1                  | 30.1   | 35.1   | 71.0                    | 71.0   | 83.3   | 81.3                                        | 81.3   | 85.2   |
| พฤษภาคม    | 11.0                              | 30.0                  | 30.0   | 34.4   | 74.0                    | 74.0   | 84.6   | 81.5                                        | 81.5   | 85.3   |
| มิถุนายน   | 14.5                              | 29.4                  | 29.4   | 33.0   | 76.0                    | 76.0   | 85.9   | 81.0                                        | 81.0   | 84.3   |
| กรกฎาคม    | 16.8                              | 28.7                  | 28.7   | 32.6   | 77.2                    | 77.2   | 86.6   | 80.1                                        | 80.1   | 83.9   |
| สิงหาคม    | 20.6                              | 28.4                  | 28.4   | 32.0   | 78.5                    | 78.5   | 87.3   | 79.9                                        | 79.9   | 83.5   |
| กันยายน    | 19.0                              | 28.4                  | 28.4   | 32.0   | 79.1                    | 79.1   | 87.4   | 79.9                                        | 79.9   | 83.5   |
| ตุลาคม     | 17.6                              | 27.4                  | 27.4   | 30.4   | 82.1                    | 82.1   | 89.6   | 78.9                                        | 78.9   | 82.1   |
| พฤศจิกายน  | 17.2                              | 27.1                  | 27.1   | 30.6   | 71.9                    | 71.9   | 82.6   | 77.0                                        | 77.0   | 80.3   |
| ธันวาคม    | 20.5                              | 25.4                  | 25.4   | 29.1   | 71.4                    | 71.4   | 81.8   | 74.3                                        | 74.3   | 78.0   |

จากตารางที่ 2 พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอัตราการผสมติดในแต่ละเดือนมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศ ค่าเฉลี่ยดัชนีความเครียดจากความร้อนชื้น (THI) และดัชนีความเครียดจากความร้อนชื้นสูงสุด (THI-max) ( $r = -0.66316$ ;  $P = 0.0187$ ,  $r = -0.66310$ ;  $P = 0.0188$  และ  $r = -0.60162$ ;  $P = 0.0385$  ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าช่วงเดือนที่อากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูง หรือมีค่าเฉลี่ยหรือค่าสูงสุดของดัชนีความเครียดจากความร้อนชื้น (THI) สูง จะมีผลกระทบกับอัตราการผสมติดของแม่โคมาก ทำให้โคที่ได้รับการผสมเทียมในช่วงฤดูร้อน(เดือนเมษายนและพฤษภาคม)มีอัตราการผสมติดต่ำที่สุด

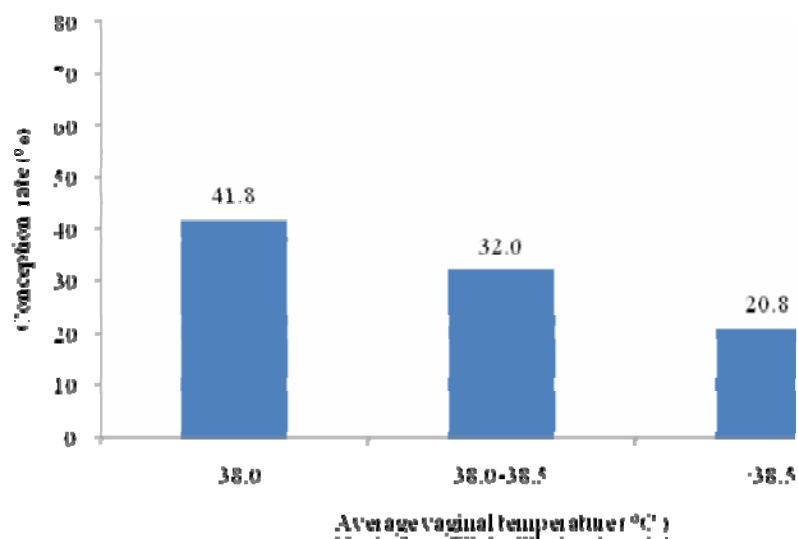
จากการศึกษาอัตราการผสมติดในช่วงเดือนต่างๆของแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติพบว่า เดือนที่ผสมเทียมมีผลกระทบกับอัตราการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.0001$ ) ทำให้แม่โคนมที่ได้รับการผสมเทียมในเดือนต่างๆ มีอัตราการผสมติดแปรผันแตกต่างกันไป โดยแม่โคนมมีอัตราการผสมติดสูงในช่วงต้นปีและปลายปี (เดือนธันวาคมและมกราคม) และมีอัตราการผสมติดต่ำในช่วงกลางปี และแม่โคมีอัตราการผสมติดสูงที่สุดในเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และมีอัตราการผสมติดต่ำที่สุดในช่วงเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.0001$ ) แม่โคที่ได้รับการผสมเทียมช่วงเดือนมีนาคม พฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม มีอัตราการผสมติดไม่ต่างกับเดือนเมษายนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแม่โคนมที่ได้รับการผสมเทียมในช่วงฤดูร้อนจะทำให้มีอัตราการผสมติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยที่ผ่านมา



รูปที่ 5 แสดงค่าอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ได้รับการผสมเทียมในช่วงเดือนต่างๆ

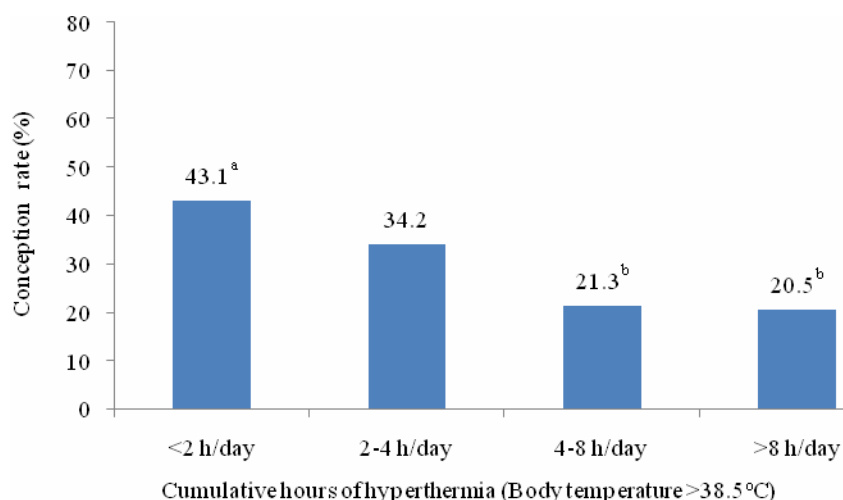
### 3. ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติดของแม่โครีดนม

จากการศึกษาที่ผ่านมาข้างต้นพบว่า ความเครียดจากความร้อนหรือสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง จะมีผลโดยตรงทำให้แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่างกายเป็นสาเหตุที่ทำให้แม่โคมีอัตราการผสมติดลดลงได้ ซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่างกายจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในมดลูกและการเจริญของตัวอ่อนในระยะแรก ซึ่งในการศึกษาความสัมพันธ์ของอัตราการผสมติดกับอุณหภูมิร่างกายในช่วง 7 วันหลังผสมเทียมในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายในช่วงหลังผสมพันธุ์ที่เพิ่มสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้แม่โคมีอัตราการผสมติดลดลง ( $P = 0.0686$ ) ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงค่าอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายในช่วง 7 วันหลังผสมเทียมในช่วงต่างๆกัน

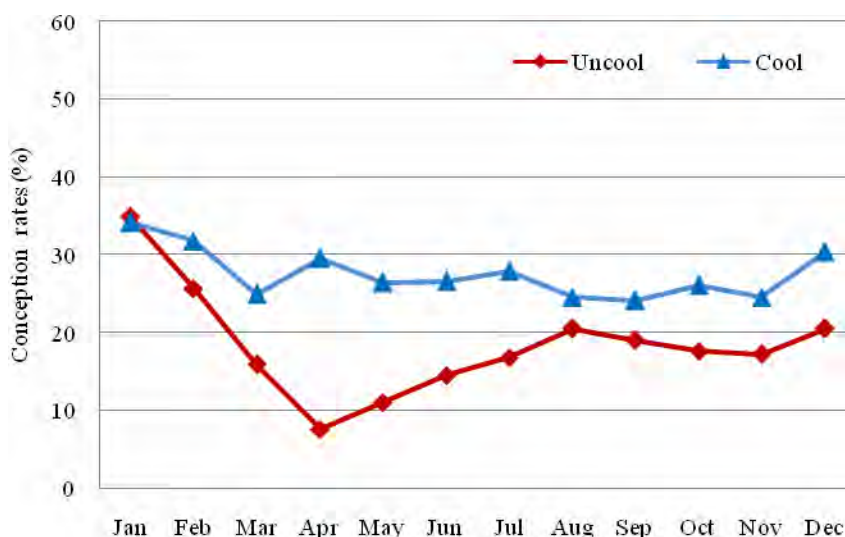
นอกจากนั้นในการศึกษาความสัมพันธ์ของอัตราการผสมติดกับภาวะที่แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายสูง (hyperthermia) หรือมีระยะเวลาที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงมากกว่าค่าอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยปกติ ( $38.5^{\circ}\text{C}$ ) ต่อวัน พบว่า ระยะเวลาสะสมที่แม่โคมีอุณหภูมิสูงมากกว่า  $38.5^{\circ}\text{C}$  ต่อวัน มีผลกระทบต่ออัตราการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P = 0.0075$ )



รูปที่ 7 แสดงค่าอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่มีระยะเวลาสะสมของอุณหภูมิร่างกายที่สูงกว่า  $38.5^{\circ}\text{C}$  ต่อวัน

#### 4. ผลของการใช้ระบบการระบายความร้อนโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศต่ออัตราการผสมติดของแม่โครีดนม

จากการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ใช้ระบบการระบายความร้อนโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศวันละ 8 ครั้งๆละ 45 นาที กับแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติพบว่า ฤดูกาลหรือเดือนที่แม่โคได้รับการผสมเทียมไม่มีผลกระทบต่อความผันแปรของอัตราการผสมติดของแม่โคนม ( $P=0.1840$ ) โคนมที่ใช้ระบบการระบายความร้อนมีอัตราการผสมติดในช่วงเดือนต่างๆไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีอัตราการผสมติดเฉลี่ยสูงกว่าแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ ( $27.2\%$  และ  $19.5\%$ , ตามลำดับ) ทำให้อัตราการผสมติดในช่วงเดือนต่างๆของแม่โคนมที่ใช้ระบบการระบายความร้อนนั้นมีความผันแปรน้อยกว่า เมื่อเทียบกับแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ ซึ่งฤดูกาลหรือเดือนที่แม่โคได้รับการผสมเทียมนั้นมีผลกระทบต่อความผันแปรของอัตราการผสมติดของแม่โคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.0001$ ) และมีอัตราการผสมติดต่ำที่สุดในช่วงฤดูร้อนหรือเดือนเมษายน (รูปที่ 8) จากการศึกษาวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ระบบการทำความเย็นให้กับแม่โคนมโดยเพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่โคให้ได้มากที่สุดและบ่อยมากที่สุด จะทำให้แม่โคนมมีความร้อนสะสมในร่างกายลดลง หรือเกิดความเครียดจากความร้อนลดลง และทำให้มีอุณหภูมิร่างกายอยู่ในช่วงเกณฑ์ปกติได้นานหรือมากที่สุดในแต่ละวัน มีโอกาสทำให้การเจริญของตัวอ่อนระยะแรกได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสูงลดลงเช่นกัน ทำให้มีอัตราการสูญเสียตัวอ่อนลดลงและมีอัตราการผสมติดเพิ่มขึ้นได้



รูปที่ 8 แสดงค่าอัตราการผสมติดในช่วงเดือนต่างๆของแม่โคนมที่ใช้ระบบระบายความร้อนโดยวิธีการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศ (Cool) และแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ (Uncool)

### สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจของแม่โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในโรงเรือน และแม่โคนมจะมีโอกาสเกิดความเครียดจากความร้อนที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศในโรงเรือนได้เกือบตลอดทั้งวัน และการวัดอุณหภูมิร่างกายอย่างต่อเนื่องผ่านทางช่องคลอดเพื่อศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในแต่ละวันนั้นสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของความร้อนต่อผลผลิตและอัตราการผสมติดแม่โคนมได้ นอกจากนั้นการใช้ระบบการทำความเย็นโดยใช้วิธีการอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศอย่างต่อเนื่อง สามารถลดผลกระทบของอากาศร้อน และช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจของแม่โคได้ ทำให้แม่โคนมเกิดความเย็นสบายและมีอุณหภูมิร่างกายหรือความร้อนสะสมในร่างกายลดน้อยลงได้

ความเครียดจากความร้อนชื้นทำให้โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศร้อนชื้นนั้นมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งการตอบสนองของแม่โคในรูปแบบต่างๆ เหล่านี้เป็นผลเนื่องมาจากแม่โคต้องการปรับตัวเพื่อที่จะควบคุมและรักษาระดับอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังนั้น การป้องกันหรือลดผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นสูงซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุของปัญหาเหล่านี้ จะช่วยทำให้แม่โคมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นได้ ในช่วงเวลาที่สภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงแม่โคนมจะพยายามลดกิจกรรมต่างๆ และหาวิธีระบายความร้อนที่จะเกิดขึ้นในร่างกาย และพยายามระบายความร้อนในร่างกายออกสู่ภายนอกให้มากที่สุด แต่ถ้าร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนออกได้เพียงพอ จะทำให้มีความร้อนสะสมในร่างกายมากขึ้นและเกิดภาวะความเครียดจากความร้อนชื้น (Heat stress) จุดวิกฤตของอุณหภูมิอากาศที่จะทำให้แม่โคเริ่มเกิดความเครียดจากความร้อนชื้น คือ ที่อุณหภูมิระหว่าง 25 และ 26°C (Berman et al., 1985) โดยถ้าสภาพอากาศรอบๆตัวโคมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับที่ทำให้โคอยู่สบาย(Comfort zone) หรือสูงกว่า 27°C หรือมีค่าดัชนีวัดระดับความเครียดจากความร้อน ชื้น (THI; Temperature Humidity Index) สูงกว่า 72 จะทำให้โคเริ่มแสดงอาการต่างๆ เพื่อลดความเครียดจากความร้อนชื้น (Armstrong, 1994) โดยเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (ปกติอุณหภูมิร่างกายของโคควรอยู่ที่ 38.5 °C) จะกระตุ้นกลไกที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้ทำงานเพื่อลดอุณหภูมิของร่างกายให้เป็นปกติ ได้แก่

กระตุ้นการหายใจถี่ขึ้นหรือหอบ (>80 ครั้ง/นาที) มีเหงื่อมากขึ้น การเคลื่อนไหวจะลดลง ลดการกินอาหาร ลดกระบวนการเผาผลาญอาหาร และลดการผลิตน้ำนม (Stott, 1981) จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา ปราจีน และคณะ (2544) พบว่า อัตราการผสมติดของแม่โคนมมีความสัมพันธ์สูงกับความเครียดจากความร้อนขึ้น โดยในช่วงที่มีอากาศร้อนตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤศจิกายน มีค่า THI สูงจะมีอัตราการผสมติดต่ำ และช่วงเดือนที่มีอากาศเย็นตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ มีค่า THI ต่ำจะมีอัตราการผสมติดสูงโดยเฉพาะในเดือนธันวาคม มีค่า THI ต่ำที่สุดจะมีอัตราการผสมติดสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยจากความเครียดจากความร้อนขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการผสมพันธุ์ของแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้น

ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความเครียดจากความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิความชื้น และรังสีความร้อน เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้จะทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนออกนอกร่างกายของแม่โคลดลง เมื่อแม่โคไม่สามารถระบายความร้อนออกนอกร่างกายเพื่อรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ได้ กอปรกับร่างกายยังได้รับความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น จะทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดความเครียดจากความร้อนมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน ปกติร่างกายโคจะมีระบบควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ประมาณ  $38.5^{\circ}\text{C}$  โดยปรับสมดุลระหว่างปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายกับปริมาณความร้อนที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เมื่ออยู่ในสภาพที่ร่างกายสร้างความร้อนมากกว่าที่สามารถจะระบายออก ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นและระบบควบคุมอุณหภูมิของร่างกายจะตอบสนองโดยกระบวนการต่างๆ ของร่างกายเพื่อลดการสร้างความร้อนและเพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่างกาย เพื่อพยายามรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ซึ่งกระบวนการปรับตัวต่างๆ เหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ของแม่โค ความเครียดจากความร้อนขึ้น ทำให้แม่โคมีพฤติกรรมการเป็นสัตว์ลดลง ทำให้การสังเกตอาการเป็นสัตว์มีอัตราความผิดพลาดมากขึ้น และมีอัตราการผสมติดลดลง

แม่โคนมมีกลไกต่างๆ ที่ช่วยในการระบายความร้อนออกนอกร่างกาย และช่วยรักษาระดับอุณหภูมิในร่างกายให้เป็นปกติได้หลายวิธี เช่น การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) การแผ่รังสี (Radiation) และการระเหย (Evaporation) เป็นต้น กระบวนการระบายความร้อนแบบต่างๆ ที่ไม่อาศัยการระเหยของน้ำ (Nonevaporative heat loss) เช่น การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีนั้น จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในร่างกายและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ส่วนการระบายความร้อนออกนอกร่างกายโดยผ่านทางกระบวนการที่อาศัยวิธีการระเหยของน้ำ (Evaporative heat loss) เช่น การขับเหงื่อ และการหายใจ จะมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลงถ้าสภาพอากาศภายนอกมีความชื้นสูง Legates และคณะ (1991) รายงานว่า อุณหภูมิของอากาศมีผลกระทบมากที่สุดต่อการตอบสนองของร่างกาย รองลงมาคือ การแผ่รังสีความร้อน ความกดอากาศ และการเคลื่อนที่ของอากาศ ตามลำดับ การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิอากาศจะทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิของร่างกายแม่โคลดลง ทำให้การระบายความร้อนในร่างกายของแม่โคออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกทำได้ลำบากขึ้น ดังนั้นเมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นกลไกที่ควบคุมการระบายความร้อนในร่างกายจะเปลี่ยนแปลงจากระบบที่ไม่ได้อาศัยกระบวนการระเหยของน้ำ (Nonevaporative processes) เป็นระบบที่อาศัยการระเหยของน้ำ (Evaporative processes) ให้ทำงานมากขึ้น (ทบทวนโดย West et al., 2003) ดังนั้น เมื่อสภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น กระบวนการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อนออกจากร่างกายจะทำงานลดลง ในขณะที่กระบวนการขับเหงื่อและการหายใจจะทำงานมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามถ้าสภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงและมีความชื้นสูงมาก จะทำให้กระบวนการระบายความร้อนทุกรูปแบบที่ช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายมีประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงจะทำให้การระบายความร้อนที่อาศัยกระบวนการระเหยของน้ำนั้นมีประสิทธิภาพลดลงด้วย ส่งผลให้เกิดความร้อนสะสมในร่างกายมากขึ้น ทำให้แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นและจะมีการแสดงอาการต่างๆ ที่เป็นผลกระทบจากการได้รับความเครียดจากความร้อนมากขึ้น

ความเครียดจากความร้อนชื้นมีผลทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนในระยะก่อนการฝังตัวเพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการผสมติดลดต่ำลง (Putney et al., 1989; Ealy et al., 1993; Ryan et al., 1993; Rocha et al., 1998 และ Wolfenson et al., 2000) ดังนั้นแม่โคที่มีความร้อนสะสมในร่างกายสูงหรือแม่โคที่ไม่สามารถรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายในแต่ละวันให้คงที่ได้ และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างสูงกว่าระดับปกติเป็นช่วงเวลายาวนานในแต่ละวัน เป็นผลให้แม่โคนมมีความสมบูรณ์พันธุ์และผลผลิตลดลงได้

#### ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า สภาพอากาศในเขตอากาศแบบร้อนชื้นหรือในประเทศไทยมีผลกระทบอย่างมากต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนม ดังนั้นการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยจึงควรมีการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้แม่โคนมเกิดความเย็นสบายมากขึ้นและมีความสมบูรณ์พันธุ์และให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น การจัดการโดยใช้ระบบทำความเย็นเพิ่มให้กับแม่โคนมในแต่ละวันนั้นจะต้องทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการช่วยลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนชื้นต่อแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้นได้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการใช้ระบบทำความเย็นให้กับแม่โคจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการทำงานของระบบโดยเฉพาะค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า และระบบต้องทำงานอย่างต่อเนื่องให้มากที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อน จึงจะสามารถแก้ไขผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าทางเศรษฐกิจจากผลตอบแทนที่ได้รับจากการศึกษานี้ จึงเป็นสิ่งที่จะเป็นประโยชน์และใช้เป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดขยายผลต่อไป



## เอกสารอ้างอิง

- ปราจีน วีรกุล ปาริฉัตร สุขโต สุรจิต ทองสอดแสง อยู่ฤทธิ์ หรินทรานนท์ กิตติ มหาวิรุฬห์ พรชัย สุวรรณภิรมย์ ไพโรจน์ อัมพวันวงศ์ สาโรช งามขำ ไกรวรรณ หงษ์ยันตรชัย วินัย กระแสสินธุโกมล สันติ ประสิทธิผล นวเพ็ญ ภูติกนิษฐ์ ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และจันทร์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร 2544 การศึกษาแก้ไขปัญหการผสมติดยากและการสูญเสีย คัพภะระยะต้นในโคนม รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (.สกว)183 หน้า
- Armstrong, D. 1994. Heat stress interactions with shade and cooling. J. Dairy Sci. 77:2044-2050.
- Ashutosh, O.P.D. and Kundu, R.L. 2001. Effect of climate on the seasonal endocrine profile of native and crossbred sheep under semi-arid conditions. Tropical Animal Health and Production. 33:241-252.
- Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Marnen, M., Herz, Z., Wolfensen, D., Arieli, A. and Graber, Y. 1985. Upper critical temperature and forced ventilation effects for high-yielding daily cows in a subtropical climate. J. Dairy Sci. 68:1488-1495.
- Ealy, A.D., Drost, M. and Hansen, P.J. 1993. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. J. Dairy Sci. 76:2899-2905.
- Legates, J.E., Farthing, B.R., Casady, R.B. and Barrada, M.S. 1991. Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions. J. Dairy Sci. 74:2491-2500.
- Putney, D.J., Mullins, S. Thatcher, W.W., 1989. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated temperatures between the onset of estrus and insemination. Anim. Reprod. Sci. 19:37.
- Rocha, A., Randel, R.D., Broussard, J.R., Lim, J.M., Roussel, J.D., Godke, R.A. and Hansel, W. 1998. High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in bos taurus but not in bos indicus cows. Theriogenology 49:657-665.
- Ryan, D.P., Richard, J.F., Kopel, E. and Godke, R.A. 1993. Comparing early embryo mortality in dairy cows during hot and cool seasons of the year. Theriogenology 39:719-737.
- Stott, G.H. 1981. What is animal stress and how is it measured. J. Anim. Sci. 52:150-153.
- West, J.W., Mullinix, B.G. and Bernard, J.K. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86:232-242.
- Wofenson, D., Roth, Z. and Meidan, R. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Anim. Reprod. Sci. 60:535-547.

## Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

### ผลงานตีพิมพ์และการเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ

1. Suadsong S, Chaikhun T, Suwimonteerabutr J. 2011. Effect of improved cooling system on diurnal body temperature patterns and conception rate in dairy cows under tropical conditions 2011: conference proceeding, July 26-29, 2011, Suranaree university of technology, Nakhon Ratchasima, Thailand. p 361.
2. Suadsong S. Alleviating heat stress leads to improved cow reproductive performance. In: Milk Production / Book 1. InTech; ISBN 979-953-307-116-8 (Chapter xx pp; In press)

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

2.1 เชิงพาณิชย์ (มีการนำไปผลิต/ขาย/ก่อให้เกิดรายได้ หรือมีการนำไปประยุกต์ใช้โดยภาคธุรกิจ/บุคคลทั่วไป)  
มีการนำผลการศึกษาวิจัยกลับไปปรับปรุงและประยุกต์ใช้งานในฟาร์มโคนมที่ใช้ในโครงการวิจัย ซึ่งเป็นฟาร์มโคนมขนาดใหญ่(มีจำนวนแม่โครีดนมหมุนเวียนประมาณ 100-120 ตัว) จำนวน 2 แห่ง โดยการนำระบบการทำความเย็นและรูปแบบวิธีการระบายความร้อนให้กับแม่โคนมดังที่กล่าวในโครงการวิจัยไปใช้อย่างเต็มรูปแบบกับแม่โครีดนมในฝูง ทำให้สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มได้เพิ่มมากขึ้น ทั้งทางด้านผลผลิตน้ำนมและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ กล่าวคือทำให้แม่โคนมในฟาร์มมีผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย/ตัว/วันเพิ่มขึ้น(เดิม 10-11 กก./ตัว/วัน เป็น 13-14 กก./ตัว/วัน) และมีระยะวันท้องว่างลดลง (เดิม ประมาณ 200 วัน ลดเหลือประมาณ 160 วัน) ซึ่งควรจะทำการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจต่อไป

2.2 เชิงวิชาการ (มีการพัฒนาการเรียนการสอน/สร้างนักวิจัยใหม่)

นำผลการศึกษาวิจัยมาใช้ในการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี(คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)