



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำ
สำหรับลดความเครียดจากความร้อนขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตน้ำนมและ
สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มขนาดใหญ่ภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น

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

พฤษภาคม 2556

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำ
สำหรับลดความเครียดจากความร้อนขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตน้ำนมและ
สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มขนาดใหญ่ภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น

ผู้วิจัย

สังกัด

1. อ.น.สพ.ดร. ศิริวัฒน์ ทรวอดทรง คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. นางสาว จันทร์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. น.สพ. สมศักดิ์ ศรีทองเชษฐ ห้างหุ้นส่วนจำกัด น้ำฝนฟาร์ม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

รายงานฉบับสมบูรณ์

สัญญาเลขที่ IUG5180011

โครงการ “การใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำสำหรับลดความเครียดจากความร้อนขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิต น้านม และสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มขนาดใหญ่ภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น”

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน อ. น.สพ.ดร. ศิริวัฒน์ ทรวอดทรง¹

ผู้ร่วมวิจัย นางสาว จันทรเพ็ญ สุวิมลธีระบุตร¹

น.สพ. สมศักดิ์ ศรีทองเชษฐ²

หน่วยงาน :

¹ภาควิชาสัตวศาสตร์ วนาเขตวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ห้างหุ้นส่วนจำกัด น้ำฝนฟาร์ม

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตน้านมและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำในฟาร์มโคนมขนาดใหญ่
2. เพื่อการศึกษาวิจัยต่อยอดโดยการพัฒนาองค์ความรู้ที่ได้รับจากงานวิจัยเดิม มาขยายผลเพื่อการแก้ไขปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสำหรับการเลี้ยงโคนมในเขตอากาศแบบร้อนชื้น
3. เพื่อเป็นการสร้างองค์ความรู้หรือเป็นต้นแบบในการจัดการและการพัฒนาการเลี้ยงโคนมแนวใหม่สำหรับประเทศไทย
4. เพื่อการสร้างความร่วมมือหรือเครือข่ายในการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานเพื่อ เป็นการสร้างนักวิจัยและพัฒนาบุคลากรขององค์กร

Executive Summary

เนื่องจากปัญหาผลกระทบจากสภาพอากาศที่ร้อนทำให้แม่โคนมไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มที่ตามศักยภาพของสายพันธุ์ที่มีอยู่และทำให้แม่โคนมมีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง ส่งผลให้ฟาร์มมีประสิทธิภาพในการผลิตลดลง การนำเทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนปิดระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system) มาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการเลี้ยงโคนมในฟาร์มเพื่อช่วยลดผลกระทบดังกล่าว ซึ่งจะมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของฟาร์มให้ดีขึ้น และเป็นต้นแบบในการจัดการฟาร์มโคนมขนาดใหญ่ โดยมีเป้าหมายที่จะทำการพัฒนาโรงเรือนปิดระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำขนาดใหญ่ให้สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้มีความเย็นสบายกว่าภายนอก ทำให้แม่โคนมมีความเย็นสบายมากขึ้น และสามารถลดความเครียดจากความร้อนได้ ซึ่งจะส่งผลให้โคนมสามารถให้ผลผลิตน้านมเพิ่มขึ้น ในระยะแรกทางฟาร์มได้ทำการก่อสร้างโรงเรือนขนาดใหญ่และเริ่มทำการทดลองเลี้ยงโคนมในโรงเรือนระบบใหม่ได้ประมาณ 9 เดือน โรงเรือนระบบใหม่มีปัญหาเกิดอัตรากายเสียหายทั้งหมดไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ ทางฟาร์มจึงยุติการพัฒนาโรงเรือนระบบใหม่และกลับไปเลี้ยงโคนมในระบบเดิม แต่อย่างไรก็ตามจากการดำเนินงาน ศึกษาใน

ระยะแรกทำให้ทราบถึง ประสิทธิภาพในการทำงานของโรงเรือนระบบใหม่รวมทั้ง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่มีส่วนทำให้การพัฒนาโรงเรือนระบบใหม่นั้นจะประสบผลสำเร็จเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งจะสามารถใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาต่อไปในอนาคต

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าทางฟาร์มจะยุติการพัฒนาโรงเรือนระบบใหม่แล้ว แต่ยังคงมีการเลี้ยงโคนมที่เหลือต่อไป จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศมาใช้ในโรงเรือนเดิมเพื่อลดความเครียดจากความร้อน ซึ่งเป็นโรงเรือนเปิดให้มีประสิทธิภาพมาก ขึ้น จึงได้มีการปรับแผนการดำเนินการของโครงการ ใหม่เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ระบบ ใหม่ นี้ ซึ่งมีเป้าหมายเดียวกันคือเพิ่มความเย็นสบาย และลดความเครียดจากความร้อน ให้กับแม่โคนม จากผลการดำเนินงานพบว่า การใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลม เป่าระบายอากาศ สามารถช่วยลด ระดับความร้อนและ ผลกระทบจากความร้อนให้กับแม่โคนมได้อย่างมีนัยสำคัญ ช่วย ทำให้แม่โคนม มีอุณหภูมิร่างกายลดลงและ สามารถควบคุมอุณหภูมิร่างกายหรือรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับอุณหภูมิร่างกายปกติ ได้ดีมากขึ้น ตลอดเวลาทั้งวัน ส่งผลให้แม่โคนมมีอัตราการผสมติดและสรีรภาพทางการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น และทำให้แม่โคมีผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นซึ่งสภาพอากาศจะเปลี่ยนแปลงทุกวัน และจะมีอุณหภูมิ และความชื้น สูงเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวันซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อากาศจะมีอุณหภูมิสูงยาวนานตลอดทั้งวัน แต่อุณหภูมิอากาศจะลดลงในช่วงเวลากลางคืนจนถึงตอนเช้าและเพิ่มสูงขึ้นอีกในตอนกลางวัน ซึ่งในการศึกษานี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพ อากาศนั้นมีความสัมพันธ์ สูงกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของแม่โค ในแต่ละวัน เนื่องจากความเครียดจากความร้อนทำให้แม่โคนมมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้นซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญของตัวอ่อนในระยะแรก รวมทั้งระยะเวลาที่ร่างกายมีความร้อนสูงสะสมในแต่ละวันนั้น มีความสัมพันธ์สูงกับการลดลงของอัตราการผสมติด แม่โคนมที่มีอุณหภูมิร่างกายสูง(มากกว่า 38.5°C)สะสมเป็นเวลานานมากกว่า 4-8 ชั่วโมงต่อวัน จะมีผลกระทบทำให้มีอัตราการผสมติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนของสภาพอากาศ แบบร้อนชื้น นั้นมีผลกระทบโดยตรงต่อ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายและอัตราการผสมติดของแม่โคนม ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ สภาพอากาศนั้นมีผลกระทบต่อความสามารถในการระบายความร้อนและ การรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย ของแม่โค แม่โคที่มีความร้อนสะสมในร่างกายสูงหรือแม่โคที่ไม่สามารถรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายในแต่ละวันให้คงที่ได้และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างกายสูงกว่าระดับปกติเป็นช่วงเวลายาวนานในแต่ละวัน จะส่งผลกระทบต่อ การเจริญ ของตัวอ่อนในระยะแรก และอัตราการผสมติด ดังนั้นการจัดการ แม่โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้น เพื่อช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายของแม่โคในแต่ละวันให้มีระดับใกล้เคียงกับระดับปกติได้นานมากที่สุด จะช่วยลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนที่จะเกิดขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโคนมได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ระบบทำความเย็นให้กับแม่โคด้วยวิธีการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศนั้นจะต้องทำซ้ำวันละหลายครั้ง จึงจะช่วย ทำให้แม่โคสามารถรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายในแต่ละวันให้อยู่ในช่วงใกล้เคียงอุณหภูมิร่างกายปกติได้นานมากขึ้น ซึ่งในการศึกษานี้การใช้ระบบนี้วันละ 8 ครั้ง ระยะเวลา 45 นาที ห่างกันทุก 2-3 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 05.00 – 22.00 น. นั้นมีประสิทธิภาพมากในการช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายในแต่ละวัน

ให้อยู่ในช่วงใกล้เคียงอุณหภูมิร่างกายปกติได้นานมากขึ้น และมีอัตราการผสมติดเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ และสามารถลดระดับความรุนแรงของผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนของฤดูกาลต่างๆต่ออัตราการผสมติดของแม่โคนมได้ ทำให้แม่โคนมมีอัตราการผสมติดเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้แม่โคนมที่เลี้ยงในฟาร์มที่ตั้งอยู่เขตอากาศแบบร้อนขึ้นมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

จากผลการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า สภาพอากาศในเขตอากาศแบบร้อนขึ้นหรือในประเทศไทยมีผลกระทบอย่างมากต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนม ดังนั้นการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยจึงควรมีการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้แม่โคนมเกิดความเย็นสบายมากขึ้นและมีความสมบูรณ์พันธุ์และให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น การจัดการโดยใช้ระบบทำความเย็นเพิ่มให้กับแม่โคนมในแต่ละวันนั้นจะต้องทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการช่วยลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนขึ้นต่อแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนขึ้นได้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการใช้ระบบทำความเย็นให้กับแม่โคจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการทำงานของระบบโดยเฉพาะค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า และระบบต้องทำงานอย่างต่อเนื่องให้มากที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อน จึงจะสามารถแก้ไขผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจจากผลตอบแทนที่ได้รับจากการศึกษานี้ จึงเป็นสิ่งที่จะเป็นประโยชน์และใช้เป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดขยายผลต่อไป

ดังนั้นการตัดสินใจเลือกใช้ระบบการจัดการใดเพื่อช่วยลดความเครียดจากความร้อนให้แม่โคนมจึงควรมีการศึกษาวิเคราะห์หาจุดสมดุลหรือความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของฟาร์มแต่ละขนาดหรือแต่ละพื้นที่ร่วมด้วย แต่อย่างไรก็ตามการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อลดความเครียดจากความร้อนให้กับแม่โคนมที่เลี้ยงภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนขึ้นนั้นมีความสำคัญและจำเป็นมาก เนื่องจากความเครียดจากความร้อนเป็นต้นเหตุสำคัญของปัญหาที่ทำให้แม่โคนมมีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ลดลง และจากผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นแล้วว่าระบบการจัดการเพื่อลดความเครียดจากความร้อนหรือการเพิ่มความเย็นสบายให้กับแม่โคนมนั้นมีศักยภาพที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของโคนมในประเทศไทยได้

การใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำสำหรับลดความเครียดจากความร้อนขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิต น้านมและสมรรถภาพทาง การสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มขนาดใหญ่ภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น

ศิริวัฒน์ ทรวดทรง¹ จันท์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร¹ สมศักดิ์ ศรีทองเชษฐ์²

¹ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตวบาล และวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ห้างหุ้นส่วนจำกัด น้ำฝนฟาร์ม

บทคัดย่อ

ความเครียดจากความร้อนส่งผลกระทบต่อโคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้น แม่โคนมที่ได้รับผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนจะทำให้การกินอาหาร ผลผลิตน้ำนม การแสดงการเป็นสัตว์ และความสมบูรณ์ลดลง การปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในโรงเรือนเพื่อเพิ่มความเย็นสบายและลดความเครียดจากความร้อนให้กับแม่โคนมเป็นแนวทางที่สามารถช่วยลดผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนได้ การใช้ระบบการระบายอากาศโดยอาศัยการระเหยของน้ำสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำนมและสมรรถภาพทาง การสืบพันธุ์ของโคนมได้หลายวิธี โดยมีเป้าหมายหลักคือพยายามรักษาอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมให้อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับระดับอุณหภูมิร่างกายปกติให้มากที่สุด ซึ่งวิธีการใช้ระบบการระบายอากาศโดยอาศัยการระเหยของน้ำที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโคนมมี 2 แนวทางคือ 1) วิธีการใช้ระบบการระบายความร้อนจากร่างกายของโคผ่านทางผิวหนังโดยอาศัยการระเหยของน้ำ โดยใช้วิธีการอาบน้ำให้ตัวโคเปียกร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศเพื่อพาความร้อนออกไป (Direct evaporative cooling system) และ 2) วิธีการใช้ระบบการระบายความร้อนจากร่างกายของโคโดยการลดอุณหภูมิของอากาศเพื่อให้โคสามารถระบายความร้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้นทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิลดลง โดยอาศัยการระเหยของน้ำเพื่อทำความเย็นในโรงเรือนปิดซึ่งมีพัดลมดูดอากาศให้ไหลผ่านแผ่นทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของอากาศที่เข้าโรงเรือน (Indirect evaporative cooling system) การใช้ระบบการระบายความร้อนโดยอาศัยการระเหยของน้ำในโรงเรือนปิดนี้มีศักยภาพในการช่วยลดระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อนและช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตร้อนชื้นได้ นอกจากนั้นการใช้วิธีการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายความร้อนออกไปวันละหลายๆครั้ง สามารถนำมาใช้ในการจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำนมและสมรรถภาพทาง การสืบพันธุ์ได้เช่นกัน โดยการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าอากาศวันละ 8 ครั้งๆละ 45 นาที จะช่วยทำให้แม่โคนมมีอุณหภูมิร่างกายลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญ และช่วยให้แม่โคสามารถรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับอุณหภูมิร่างกายปกติได้ดีมากขึ้นตลอดทั้งวัน นอกจากนั้นพบว่าแม่โคนมที่มีอุณหภูมิร่างกายสูง(มากกว่า 38.5 °C)สะสมเป็นเวลานานมากกว่า 4-8 ชั่วโมงต่อวัน จะมีผลกระทบทำให้มีอัตราการผสมติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศร้อน ควรจะได้รับการจัดการเพื่อลดความเครียดจากความร้อนเพื่อให้แม่โคนมเหล่านั้นมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตน้ำนมและระบบสืบพันธุ์ดีขึ้น

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตแบบอากาศร้อนชื้นที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงตลอดทั้งปีเช่นประเทศไทยนั้น จะทำให้มีผลผลิตน้ำนมและความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงโคนมในเขตร้อนชื้น การใช้ระบบการจัดการเพื่อทำความเย็นให้กับแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้นนั้น สามารถช่วยลดระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อนได้อย่าง

ชัดเจน และส่งผลให้แม่โคนมมีผลผลิตน้ำนมและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ฟาร์มโคนมของเกษตรกรมีประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ถ้ามีการพิจารณาเลือกใช้วิธีและการลงทุนที่เหมาะสม รวมทั้งมีการจัดการด้านระบบสืบพันธุ์และอาหารที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : โคนม ความเครียดจากความร้อน ผลผลิตน้ำนม สมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์

Effect of improved cooling system by the use of cross-ventilated barn equipped with an evaporative cooling system to improved milk production and reproductive performances of dairy cows in large farm under tropical conditions

S. Suadsong^{1*}, J. Suwimonteerabutr¹ and S. Srisongchet²

¹Department of Obstetrics Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science
Chulalongkorn University

² Namphon Farm

Abstract

Heat stress has a significant impact on dairy cattle in hot and humid climates. Dairy cows that are exposed to heat stress suffer decreased feed intake, reduced milk yield, poor expression of the signs of estrus, and infertility. In an attempt to minimize these effects, modifications to dairy cattle housing environments have been implemented to alleviate thermal stressors and improve cow comfort. Several studies have shown that the housing systems in hot and dry climates can be modified by the use of evaporative cooling for improved both milk production and reproductive efficiency of dairy cows. The major objective of any cooling system is to keep the cow's body temperature as close to normal for as much of the day as possible. A more economical method to reduce the effect of heat stress is by evaporative cooling. Evaporative cooling can be accomplished by two approaches; 1) direct evaporation from the skin surface of the cows (fan and sprinkler combinations) and 2) indirect evaporation which involve cooling the micro-environment of the cows, with cooling pads and fans, in an enclosed barn. The evaporative cooling and tunnel ventilation system has the potential to decrease the severity of heat stress and improved milk production in dairy cows under hot and humid climatic conditions. In addition, we found that the intensive cooling cows with the combination of sprinklers and fans can be used for improved reproductive performance and milk production. Dairy cows were cooled in the holding area for a total 8 cooling periods and 6 cumulative hour/day. Each cooling period (45 min) combined cycles of sprinkling (1 min) and forced ventilation (4 min). This intensive cooling system had significantly affected on decreased body temperature and allowed cows to maintain normal body temperature throughout the day. In this study, found that 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 result 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 heat stress result in close to normal fertility of dairy cows. Intensive cooling cows have the potential to eliminate the decline in conception rate and improved reproductive performance of dairy cows under tropical conditions.

In conclusion, the exposure of dairy cows to high air temperature and high relative humidity throughout a year or chronic heat stress under tropical conditions as in Thailand have a variety of effects, including decreased milk production and decreased fertility and represented a major source of economic loss in dairy industry in tropic areas. This study showed significant advantages for the cow cooling system can be used to reduce the severity of heat stress in dairy cows housed in hot and humid climatic conditions. The combined effects of higher milk production and improved reproductive performances, with the optimal costs could improve the financial status of dairy operations. However, cooling intensification should be combined with reproductive management, hormonal application and nutritional management to minimize the decline in cow performances under hot and humid climatic conditions.

Keywords: Dairy cow, Heat stress, Milk production, Reproductive performances

บทนำ

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยได้มีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 45 ปี แต่ปัญหาสำคัญที่ยังคงอยู่คู่กับการเลี้ยงโคนมในประเทศมาตลอดจนถึงปัจจุบัน ก็คือโคนมที่เลี้ยงอยู่มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำ กอปรกับในสถานการณ์ปัจจุบันการเลี้ยงโคนมมีต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ปัจจัยการผลิตมีราคาเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้น้ำนมที่ผลิตได้ในประเทศมีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง นอกจากนั้นการเลี้ยงโคนมอาจจะได้รับผลกระทบจาก นโยบายของรัฐบาลที่มีการเปิดการค้าเสรีกับประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำนมสูง และมีการเปิดเขตเศรษฐกิจของประชาคมอาเซียน(AEC) จะทำให้ผลผลิตน้ำนมที่ผลิตได้จากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีศักยภาพในการแข่งขันกับนมและผลิตภัณฑ์นมที่นำเข้ามาจากต่างประเทศได้ น้อยลง ถ้าเราไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของโคนมที่มีอยู่ได้ ภายใต้ภาวะการแข่งขันทางการค้าและข้อจำกัดของสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้นรวมทั้งการขาดแคลนอาหารหยาบที่มีคุณภาพดี ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตน้ำนม สุขภาพ และความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โค และจะส่งผลกระทบต่ออาชีพการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในอนาคต

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบทำให้การเลี้ยงโคนมในบ้านเรามีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำก็คือ ลักษณะสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้น ทำให้แม่โคนมกินอาหารได้น้อยลงและให้ผลผลิตน้ำนมลดลง กอปรกับเกษตรกรไม่สามารถจัดหาอาหารหยาบที่มีคุณภาพมาให้แม่โคนมกินอย่างสม่ำเสมอได้ตลอดทั้งปี ทำให้แม่โคนมที่เลี้ยงอยู่นั้นไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มที่ตามศักยภาพที่มีอยู่ได้ รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนมทำให้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตลดต่ำลง

การจัดการฟาร์มหรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของโคนมที่มีอยู่ในประเทศไทยที่ผ่านมา นั้น จะเห็นผลได้อย่างชัดเจน ถ้าเราสามารถจัดการแก้ไขข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้นได้ ดังนั้น แนวทางในการจัดการเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมรอบๆตัวโคหรือภายในโรงเรือนให้มีความเย็นสบายมากขึ้น น่าจะมีส่วนช่วยให้แม่โคนมที่เกษตรกรเลี้ยงอยู่ในฟาร์มนั้นสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจนและใช้เวลาไม่นาน แต่อย่างไรก็ตามวิธีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมหรือโรงเรือนเพื่อเพิ่มความเย็นสบายให้กับแม่โคนมนั้น เป็นวิธีที่ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนน้อยมาก ส่วนมากมักจะเน้นใช้วิธีการที่จะทำให้แม่โคมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเสียมากกว่า เช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้มีความทนร้อนมากขึ้นซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเราต้องการแม่โคพันธุ์ที่มีลักษณะที่สามารถทนอากาศร้อนได้ดีและมีความสามารถในการให้ผลผลิตสูงๆ แต่ในสถานการณ์ปัจจุบันประชากรโคนมส่วนใหญ่ในประเทศไทยได้รับการพัฒนาสายพันธุ์โดยใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ชั้นเยี่ยมที่ผ่านการพิสูจน์แล้วมาเป็นเวลานานหลายสิบปี จนมีสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตที่สูงๆได้ แต่เมื่อโคนมเหล่านี้ถูกเลี้ยงอยู่ภายใต้ข้อจำกัดดังกล่าว ทำให้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำ ให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่และทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมาอีกมากมาย ดังนั้น ถ้าเกษตรกรจะพิจารณาเลือกทดลองใช้วิธีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโคนมที่เราเลี้ยงแล้วนั้น น่าจะเป็นวิธีที่ได้ผลดีและใช้เวลาไม่นานมากในการแก้ไขปัญหา นอกจากนั้นตัวเกษตรกรเองยังคงให้ความสำคัญกับเรื่องนี้ไม่มากนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า เกษตรกรเองอาจจะขาดความรู้ความเข้าใจหรือขาดต้นแบบที่จะทำให้เขาเกิดความมั่นใจว่า วิธีการนั้นสามารถปฏิบัติและเห็นผลจริงอย่างชัดเจนที่จะสามารถนำไปใช้ได้อย่างคุ้มค่ากับการลงทุน หรืออาจเป็นเพราะว่าการเลือกใช้วิธีนั้นอาจจะต้องมีลงทุนและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกษตรกรไม่กล้าลงทุนหรือไม่ก็มีเงินลงทุนพอ แต่ถ้าลองพิจารณาจากประสิทธิภาพและผลตอบแทนที่ได้รับ รวมทั้งมีวิธีการบริหารจัดการที่ดีและมีประสิทธิภาพแล้วนั้น วิธีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้แม่โคนมอยู่อย่างเย็นสบายมากขึ้นนั้น น่าจะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนในการผลิตน้ำนมของแม่โคนมในประเทศไทยได้อย่างชัดเจน

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบทำให้การเลี้ยงโคนมในบ้านเรามีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำก็คือ ลักษณะสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้น ทำให้แม่โคนมกินอาหารได้น้อยลงและให้ผลผลิตน้ำนมลดลง และในสถานการณ์ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาสภาวะโลกร้อนที่ทำให้โลกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ซึ่งจะมีโอกาสทำให้เกิดผลกระทบกับเลี้ยงโคนมรุนแรงมากขึ้นได้ กอปรกับเกษตรกรไม่สามารถจัดหาอาหารหยาบที่มีคุณภาพมาให้แม่โคนมกินอย่างสม่ำเสมอได้ตลอดทั้งปี ทำให้แม่โคนมที่เลี้ยงอยู่นั้นไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มที่ตามศักยภาพที่มีอยู่ได้ รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนมทำให้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตลดลง

การจัดการฟาร์มหรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของโคนมที่มีอยู่ในประเทศไทยที่ผ่านมา นั้น จะเห็นผลได้อย่างชัดเจน ถ้าเราสามารถจัดการแก้ไขข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้นได้ ดังนั้น แนวทางในการจัดการเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมรอบๆ ตัวโคหรือภายในโรงเรือนให้มีความเย็นสบายมากขึ้น น่าจะมีส่วนช่วยให้แม่โคนมที่เกษตรกรเลี้ยงอยู่ในฟาร์มนั้นสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจนและใช้เวลาไม่นาน แต่อย่างไรก็ตามวิธีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมหรือโรงเรือนเพื่อเพิ่มความเย็นสบายให้กับแม่โคนมนั้น เป็นวิธีที่ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนน้อยมาก ส่วนมากมักจะเน้นใช้วิธีการที่จะทำให้แม่โคมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเสียมากกว่า เช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้มีความทนร้อนมากขึ้นซึ่งต้องใช้เวลานานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเราต้องการแม่โคพันธุ์ที่มีลักษณะที่สามารถทนอากาศร้อนได้ดีและมีความสามารถในการให้ผลผลิตสูงๆ แต่ในสถานการณ์ปัจจุบันประชากรโคนมส่วนใหญ่ในประเทศไทยได้รับการพัฒนาสายพันธุ์โดยใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ชั้นเยี่ยมที่ผ่านการพิสูจน์แล้วมาเป็นเวลานานหลายสิบปี จนมีสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตที่สูงๆ ได้ แต่เมื่อโคนมเหล่านี้ถูกเลี้ยงอยู่ภายใต้ข้อจำกัดดังกล่าว ทำให้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตต่ำ ให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่และทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากมาย ดังนั้น ถ้าเราจะทดลองเลือกใช้วิธีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโคนมที่เรามีอยู่แล้วนั้น น่าจะเป็นวิธีที่ได้ผลดีและใช้เวลาไม่นานมากในการแก้ไขปัญหา

การจัดการเพื่อปรับปรุงสิ่งแวดล้อมจึงเป็นแนวทางสำคัญทางหนึ่งที่ต้องเริ่มทำการปรับปรุงแก้ไขเป็นประการแรก เพื่อที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของแม่โคนมในประเทศเราได้อย่างชัดเจนและใช้เวลาไม่นานมาก ซึ่งจากรายงานผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แนวทางการจัดการโรงเรือนและฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนที่มีการปรับอากาศโดยอาศัยระบบการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system) นั้น มีศักยภาพมากพอในการลดระดับความรุนแรงของผลกระทบจากความร้อนได้ ทำให้แม่โคมีความเย็นสบายมากขึ้น สามารถกินอาหารและให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าการใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมแบบนี้จะทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นก็ตาม แต่เมื่อประเมินผลตอบแทนที่ได้รับมีความคุ้มกับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นได้ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงและส่งผลทำให้แม่โคนมมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตได้สูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้แม่และผลิตภัณฑ์นมที่ผลิตได้ในประเทศไทยมีศักยภาพในการแข่งขันได้อย่างยั่งยืน

ความเครียดจากความร้อนในโคนม

ปกติร่างกายโคจะมีระบบควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ประมาณ 38.5-39.5°C โดยปรับสมดุลระหว่างปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายกับปริมาณความร้อนที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เมื่ออยู่ในสภาพที่ร่างกายสร้างความร้อนมากกว่าที่สามารถจะระบายออก ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นและระบบควบคุมอุณหภูมิของร่างกายจะตอบสนองโดยกระบวนการต่างๆ ของร่างกายเพื่อลดการสร้างความร้อนและเพิ่มการระบายความ

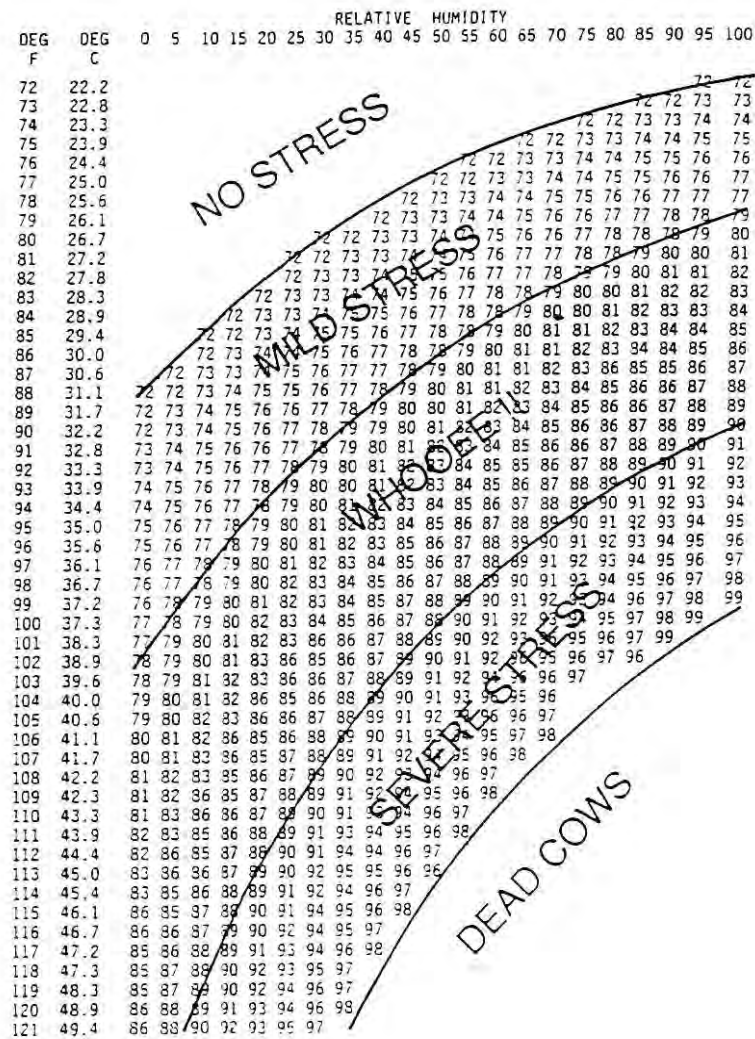
ร้อนนอกจากร่างกาย เพื่อพยายามรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ซึ่งกระบวนการปรับตัวต่างๆ เหล่านี้ จะส่งผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ของแม่โค ความเครียดจากความร้อนทำให้แม่โคมีพฤติกรรมการเป็นสัตว์ลดลง ทำให้การสังเกตอาการเป็นสัตว์มีอัตราความผิดพลาดมากขึ้น และมีอัตราการผสมติดลดลง

ในช่วงเวลาที่สภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงแม่โคมักจะพยายามลดกิจกรรมต่างๆ และหาที่ร่มเงาเพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกาย และพยายามระบายความร้อนในร่างกายออกสู่ภายนอกให้มากที่สุด แต่ถ้าร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนออกได้เพียงพอ จะทำให้มีความร้อนสะสมในร่างกายมากขึ้นและเกิดภาวะความเครียดจากความร้อน (Heat stress) จุดวิกฤตของอุณหภูมิอากาศที่จะทำให้แม่โคเริ่มเกิดความเครียดจากความร้อนขึ้น คือ ที่อุณหภูมิระหว่าง 25 และ 26°C (Berman et al., 1985) โดยถ้าสภาพอากาศรอบๆ ตัวโคมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับที่ทำให้โคอยู่สบาย (Comfort zone) หรือมีค่าดัชนีวัดระดับความเครียดจากความร้อน ขึ้น (THI; Temperature Humidity Index) สูงกว่า 72 จะทำให้โคเริ่มแสดงอาการต่างๆ เพื่อลดความเครียดจากความร้อนขึ้น (Armstrong, 1994) โดยเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (ปกติอุณหภูมิร่างกายของโคควรรู้อยู่ที่ 38.5-39.3 °C) จะกระตุ้นกลไกที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้ทำงานเพื่อลดอุณหภูมิของร่างกายให้เป็นปกติ ได้แก่ กระตุ้นการหายใจถี่ขึ้นหรือหอบ (>80 ครั้ง/นาที) มีเหงื่อมากขึ้น การเคลื่อนไหวจะลดลง ลดการกินอาหาร ลดกระบวนการเผาผลาญอาหาร และลดการผลิตน้ำนม (Stott, 1981)

ค่า THI เป็นค่าดัชนีที่ใช้วัดระดับความเครียดจากความร้อน ซึ่งมีประโยชน์มากในการใช้เพื่อประเมินระดับความเครียดจากความร้อนที่โคได้รับจากสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งออกเป็นระดับต่างๆ ได้ดังนี้ (รูปที่ 1)

- 1) ค่า THI น้อยกว่า 72 แสดงว่า ไม่มีความเครียด (no stress)
- 2) ค่า THI อยู่ระหว่าง 72 – 78 แสดงว่า มีความเครียดเล็กน้อย (mild stress)
- 3) ค่า THI อยู่ระหว่าง 79 – 89 แสดงว่า มีความเครียดมาก (medium stress)
- 4) ค่า THI มากกว่า 89 แสดงว่า มีความเครียดรุนแรงมาก (severe stress)

ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความเครียดจากความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิความชื้น และรังสีความร้อน เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้จะทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่โคลดลง เมื่อแม่โคไม่สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายเพื่อรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ได้ กอปรกับร่างกายยังได้รับความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น จะทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดความเครียดจากความร้อนมากขึ้น



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความชื้น ค่า THI และระดับความเครียดจากความร้อน (Armstrong, 1994)

แมโคนมมีกลไกต่างๆที่ช่วยในการระบายความร้อนออกนอกร่างกาย และช่วยรักษาระดับอุณหภูมิในร่างกายให้เป็นปกติได้หลายวิธี เช่น การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) การแผ่รังสี (Radiation) และการระเหย (Evaporation) เป็นต้น กระบวนการระบายความร้อนแบบต่างๆที่ไม่อาศัยการระเหยของน้ำ (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 การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศจะทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิของร่างกายแม่โคลดลง ทำให้การระบายความร้อนในร่างกายของแม่โคออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกทำได้ลำบากขึ้น ดังนั้นเมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นกลไกที่ควบคุมการระบายความร้อนในร่างกายจะเปลี่ยนแปลงจากระบบที่ไม่ได้อาศัยกระบวนการระเหยของน้ำ (Nonevaporative processes) เป็นระบบที่อาศัยการระเหยของน้ำ (Evaporative processes) ให้ทำงานมากขึ้น (West et al., 2003) ดังนั้น เมื่อสภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น กระบวนการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อนออกจากร่างกายจะทำงานลดลง ในขณะที่เดียวกันกระบวนการขับเหงื่อและการหายใจจะทำงานมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามถ้าสภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงและมีความชื้นสูงมาก จะทำให้กระบวนการระบายความร้อนทุกรูปแบบที่ช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายมีประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงจะทำให้การระบายความร้อนที่อาศัยกระบวนการระเหยของน้ำนั้นมีประสิทธิภาพลดลงด้วย ส่งผลให้เกิดความร้อนสะสมในร่างกายมากขึ้น ทำให้แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นและจะมีการแสดงอาการต่างๆ ที่เป็นผลกระทบจากการได้รับความเครียดจากความร้อนมากขึ้น ทำให้แม่โคมีผลผลิตลดลง

โคสามารถถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อมได้หลายวิธี เช่น การนำ (conduction) การพา (convection) การแผ่รังสี (radiation) และการระเหย (evaporation) ดังนั้นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนของร่างกายโคคือสภาพอากาศรอบๆตัวโค ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และแสงอาทิตย์ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อระดับความเครียดจากความร้อนขึ้นที่โคได้รับ ค่า Temperature Humidity Index (THI) เป็นค่าดัชนีที่ใช้วัดระดับความเครียดเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้น สามารถคำนวณได้จากสูตร $THI = 0.72(C_{dry} + C_{wet}) + 40.6$ (McDowell, 1972 cited by Ashutosh et al., 2001) ซึ่งมีประโยชน์มากในการใช้เพื่อประเมินระดับความเครียดจากความร้อนขึ้นของสิ่งแวดล้อมที่โคได้รับ สำหรับโคนมจะเริ่มเกิดความเครียดจากความร้อนขึ้น เมื่อค่า THI มีค่าสูงกว่า 72 และจะมีความเครียดมากขึ้นเมื่อ THI มีค่าสูงขึ้น

ผลกระทบของความเครียดจากความร้อนขึ้นต่อระบบสืบพันธุ์

ความเครียดจากความร้อนขึ้น มีผลกระทบโดยตรงต่อการทำงานของรังไข่แม่โคหลังคลอด ทำให้การเป็นสัดและตกไข่ครั้งแรกยาวนาน และมีพฤติกรรมการเป็นสัดลดลง (Gwazdauskas et al., 1983; Pennington et al., 1985) Wolfenson และคณะ (2000) พบว่าความเครียดจากความร้อนขึ้น ทำให้การสังเคราะห์ฮอร์โมนจากฟอลลิเคิลลดลง ทำให้เวลาในการแสดงอาการเป็นสัดและการตกไข่เปลี่ยนแปลง Rodtian และคณะ (1996) พบว่าในฤดูร้อนจะทำให้ช่วงเวลาการแสดงอาการเป็นสัดของแม่โคสั้นกว่าปกติ ทำให้มีอัตราความผิดพลาดในการสังเกตการเป็นสัดเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ความเครียดจากความร้อนขึ้นทำให้แม่โคกินอาหารลดลงทำให้ผลกระทบของภาวะขาดสมดุลของพลังงานมีความรุนแรงหรือยาวนานขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์พันธุ์เช่นกันดังกล่าวก่อนหน้านี้

จากรายงานผลการศึกษาของโครงการ "การศึกษาและแก้ไขปัญหาการผสมติดยากและการสูญเสียตัวอ่อนระยะต้นในโคนม" ปราจัน และคณะ (2544) พบว่า อัตราการผสมติดของแม่โคนมมีความสัมพันธ์สูงกับความเครียดจากความร้อนขึ้น โดยในช่วงที่มีอากาศร้อนตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤศจิกายน มีค่า THI สูงจะมีอัตราการผสมติดต่ำ และช่วงเดือนที่มีอากาศเย็นตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ มีค่า THI ต่ำจะมีอัตราการผสมติดสูงโดยเฉพาะในเดือนธันวาคม มีค่า THI ต่ำที่สุดจะมีอัตราการผสมติดสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าปัจจัยจากความเครียดจากความร้อนขึ้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการผสมพันธุ์

ความเครียดจากความร้อนมีผลทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนในระยะก่อนการฝังตัวเพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการผสมติดลดลง (Putney et al., 1989; Ealy et al., 1993; Ryan et al., 1993; Rocha et al., 1998 และ Wolfenson et al., 2000) ซึ่งจากรายงานผลการศึกษาโครงการ “การศึกษาและแก้ไขปัญหาการผสมติดยากและการสูญเสียตัวอ่อนระยะต้นในโคนม” นั้นพบว่า ในช่วงเดือนที่มีความเครียดจากความร้อนสูง (THI มีค่าสูง) จะมีอัตราการสูญเสียตัวอ่อนในระยะต้นสูง (80-100%) ส่วนช่วงเดือนที่มีอากาศเย็น (THI มีค่าต่ำ) มีอัตราการสูญเสียตัวอ่อนในระยะต้นต่ำกว่า (45-65 %) ซึ่งอัตราการสูญเสียตัวอ่อนส่วนใหญ่ (ประมาณ 80 %) เกิดขึ้นในช่วง 27 วันหลังผสมพันธุ์ เนื่องจากการเจริญของตัวอ่อนในช่วงแรกมีความไวต่อผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนสูง ดังนั้น การจัดการเพื่อลดความเครียดจากความร้อนในช่วงแรกหลังจากผสมพันธุ์ จะเป็นแนวทางที่จะช่วยลดการสูญเสียของตัวอ่อนในระยะแรกนี้ได้ มีรายงานการศึกษาวิจัยว่า การลดอุณหภูมิอากาศรอบๆตัวโคให้เย็นลงระยะแรกในช่วงก่อนและหลังผสมพันธุ์ จะทำให้แม่โคมีอัตราการผสมติดเพิ่มสูงขึ้นกว่าแม่โคที่อยู่ในสภาพได้รับความเครียดจากความร้อน (Stott et al., 1972; Roman-Ponce et al., 1977; Wise et al., 1988; Lu et al., 1993; Ealy et al., 1994) แสดงให้เห็นว่าการลดความเครียดจากความร้อนในช่วงการผสมพันธุ์ให้ตัวอ่อนมีอัตราการรอดชีวิตเพิ่มสูงขึ้น

การปรับปรุงสิ่งแวดล้อมเพื่อลดผลกระทบจากความร้อนในโคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศร้อนชื้น

การปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในโรงเรือนโคนมสามารถช่วยลดความเครียดจากความร้อนและช่วยเพิ่มความเป็นสบายให้กับแม่โคได้ (Younas et al., 1993; Fuquay, 1981; Roman-Ponce et al., 1981) โดยเป้าหมายหลักของการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในโรงเรือนแต่ละวิธีการที่นำมาใช้ในการปรับปรุงคือ พยายามรักษอุณหภูมิร่างกายของแม่โคให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับระดับปกติให้มากที่สุด (38.5-39.3 °C) ซึ่งสามารถทำได้ 2 แบบคือ

1) การปรับปรุงสิ่งแวดล้อมรอบๆตัวโคเพื่อป้องกันแม่โคให้ได้รับความร้อนโดยตรงจากสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

2) การปรับปรุงสิ่งแวดล้อมรอบๆตัวโคเพื่อให้แม่โคสามารถระบายความร้อนภายในร่างกายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมที่ง่ายและสะดวกที่สุดในการช่วยลดความเครียดจากความร้อน ก็คือการจัดหาร่มเงาจากโรงเรือนหรือต้นไม้ใหญ่ๆให้พอเพียงกับแม่โค เนื่องจากแสงแดดเป็นปัจจัยหลักที่มีผลโดยตรงทำให้แม่โคมีความร้อนเกิดขึ้นในร่างกายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการมีร่มเงาที่เพียงพอจะช่วยป้องกันความร้อนจากแสงแดดได้ แต่อย่างไรก็ตามการมีร่มเงาอย่างเดียวนั้นอาจไม่สามารถลดผลกระทบจากความร้อนได้ทั้งหมด ถ้าสภาพอากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูงจะทำให้แม่โคระบายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ยากลำบากขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมรอบๆตัวโคให้ดีขึ้น เพื่อช่วยให้กลไกการระบายความร้อนของแม่โคโดยวิธีการต่างๆ โดยเฉพาะวิธีการระบายความร้อนที่ไม่ได้อาศัยการระเหยของน้ำ สามารถกลับมาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การลดอุณหภูมิของอากาศเพื่อช่วยให้ความร้อนภายในร่างกายสามารถระบายออกสู่ภายนอกโดยตรงได้สะดวกขึ้น เช่น การใช้พัดลมเป่าอากาศเพื่อการเพิ่มการไหลเวียนของอากาศจะช่วยให้โคสามารถระบายความร้อนออกสู่ภายนอกได้มากขึ้น แต่ถ้าอากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูงมาก การใช้น้ำร่วมด้วยจะสามารถช่วยลดอุณหภูมิของอากาศลงได้ดีขึ้น เช่น การใช้พัดลมไอน้ำ เป็นต้น

การใช้ระบบทำความเย็นโดยอาศัยการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system)

การทำให้แม่โคเกิดความเย็นสบายมากขึ้นโดยใช้วิธีการที่อาศัยการระเหยของน้ำเพื่อช่วยนำความร้อนออกไปพร้อมกับการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ได้ผลดีในการช่วยลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนได้ ซึ่งสามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ

1) การลดอุณหภูมิร่างกายของแม่โคโดยตรง (Direct evaporation) เป็นวิธีการที่ช่วยเพิ่มการระบายความร้อนผ่านทางผิวหนังโดยอาศัยการระเหยของหยดน้ำบนผิวหนังของโค โดยใช้วิธีการพ่นละอองน้ำหรือทำให้ตัวโคเปียก และใช้พัดลมเป่าอากาศเพื่อให้น้ำเกิดการระเหยและระบายความร้อนออกไปจากตัวโค (Fan and sprinkler combinations) วิธีการนี้จะทำให้ความร้อนภายในร่างกายของโคถูกถ่ายเทไปที่หยดน้ำบนตัวโค หลังจากนั้นพัดลมจะช่วยเป่าให้หยดน้ำเหล่านั้นระเหยออกไป ทำให้ความร้อนถูกระบายออกไปด้วย ระบบนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในเขตที่มีอากาศร้อนและมีความชื้นสูง และสามารถเข้ากับโรงเรือนเปิดทั่วไปได้โดยทำการติดตั้งระบบนี้ในบริเวณที่กินอาหารของแม่โค หรือติดตั้งบริเวณคอกพัก การจัดหาร่มเงาที่เพียงพอและเพิ่มระบบการระบายอากาศที่ช่วยให้แม่โคมีความเย็นสบายมากขึ้น จะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมได้ (Armstrong, 1994) การใช้ระบบการพ่นน้ำให้ตัวโคเปียกพร้อมกับพัดลมเป่าอากาศสามารถทำให้แม่โคกินอาหารเพิ่มขึ้น (7.1-9.2 เปอร์เซ็นต์) และมีผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น (7.1-15.8 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้สามารถช่วยลดอุณหภูมิร่างกาย (-0.4 ถึง -0.5 °C) และอัตราการหายใจ (17.6 - 40.6 เปอร์เซ็นต์) (Bucklin et al., 1991)

2) การลดอุณหภูมิของอากาศรอบๆ ตัวโคให้ต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายของโค ซึ่งจะให้ความร้อนในร่างกายของโคระบายออกสู่ภายนอกผ่านทางผิวหนังได้ง่ายและสะดวกขึ้น วิธีการนี้อาศัยการระเหยของน้ำโดยใช้พลังงานความร้อนที่มีในอากาศทำให้เกิดการระเหยของน้ำ (Indirect evaporation) ซึ่งจะช่วยลดอุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านแผ่นทำความเย็นที่เปียกน้ำ ทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงแต่จะมีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งระบบนี้จะทำงานร่วมกับการใช้โรงเรือนแบบปิดซึ่งผนังด้านข้างของโรงเรือนทั้ง 2 ด้านรวมทั้งด้านบนจะปิดสนิทเพื่อไม่ให้อากาศไหลผ่าน ส่วนทางด้านปลายโรงเรือนทั้ง 2 ด้านจะเปิดให้อากาศไหลผ่านได้ โดยจะมีพัดลมขนาดใหญ่อยู่ที่ปลายด้านหนึ่งของโรงเรือนเพื่อดูดอากาศภายในโรงเรือนออกไป ทำให้มีอากาศจากภายนอกไหลเข้าไปแทนที่ ซึ่งอากาศที่เข้าไปภายในโรงเรือนนั้นจะไหลผ่านแผ่นทำความเย็น (Cooling pad) ซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ปลายอีกด้านหนึ่งของโรงเรือน ส่งผลให้อากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าภายนอก ระบบนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า โรงเรือนระบบอีแวป (Evap) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปศุสัตว์อื่นๆ เช่น ไก่ และสุกร เป็นต้น ซึ่งการทำงานของระบบนี้จะทำให้อากาศที่ไหลผ่านเข้าไปภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิลดลง แต่จะมีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนั้นจากรายงานการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การใช้ระบบการพ่นน้ำให้ตัวโคเปียกในบริเวณที่กินอาหารของโค (Feedline soaker) ในโรงเรือนระบบอีแวป (Evap) จะช่วยทำให้แม่โคนมสามารถระบายความร้อนออกได้ดีขึ้นและมีอุณหภูมิร่างกายลดลง ซึ่งจะช่วยลดความเครียดจากความร้อนได้ดีขึ้น (Armstrong et al., 2004; Brouk et al., 2005; Smith et al., 2005)

เนื่องจากความชื้นในอากาศเป็นตัวจำกัดประสิทธิภาพในการทำงานของระบบนี้ ดังนั้นความชื้นในอากาศภายนอกก่อนที่จะผ่านเข้าไปภายในโรงเรือนจะเป็นแปรสำคัญที่จะทำให้ระบบนี้สามารถลดอุณหภูมิของอากาศนั้นลงได้มากน้อยเท่าใด เช่น เมื่อสภาพอากาศมีความชื้นมาก (ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) ระบบนี้จะสามารถลดอุณหภูมิของอากาศได้น้อย (น้อยกว่า 5 – 10 °F หรือประมาณ 2.8 - 5.6 °C) แต่เมื่อ

สภาพอากาศมีความชื้นน้อยหรืออากาศแห้ง (ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 55 เปอร์เซ็นต์) ระบบนี้จะสามารถลดอุณหภูมิของอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ลดลงได้น้อย 15 °F หรือประมาณ 9.4 °C)

มีรายงานการศึกษาวิจัยในต่างประเทศที่แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนในเขตที่มีสภาพอากาศร้อนแต่มีความชื้นต่ำโดยอาศัยการระเหยของน้ำนั้น สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำนมและประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ได้ (Armstrong et al., 1988, 1993; Flamenbaum et al., 1986; Ryan et al., 1992; Smith et al., 1993a) ซึ่งวิธีการนี้มีศักยภาพมากในการช่วยลดอุณหภูมิของอากาศและค่า THI แต่เนื่องจากในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ จะทำให้ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของระบบนี้ลดลง จึงมีคำถามหรือข้อสงสัยว่าการลดอุณหภูมิของอากาศในโรงเรียนโดยอาศัยการระเหยของน้ำ จะเหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพดีหรือไม่ในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเช่นเดียวกับในประเทศไทย

จากลักษณะของสภาพอากาศในบ้านเราจะเห็นว่า อากาศจะมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลากลางวัน และจะลดลงในตอนเย็นจนถึงตอนเช้า ซึ่งในช่วงที่อุณหภูมิของอากาศเพิ่มสูงขึ้นนั้น อากาศจะมีความชื้นลดต่ำลง (ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60 - 70 เปอร์เซ็นต์) และในทางกลับกันเมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดต่ำลงตอนกลางคืน อากาศจะมีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น (ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์) ดังนั้นในช่วงเวลากลางวันซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อากาศร้อนที่สุดและความชื้นของอากาศจะลดต่ำลง จะทำให้ระบบนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลทำให้ระบบนี้สามารถลดระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อนในช่วงเวลากลางวันลงได้ เนื่องจากการใช้ระบบนี้จะทำให้อากาศภายในโรงเรียนมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก ส่วนในเวลากลางคืนอากาศภายนอกมีความชื้นสูงมาก ทำให้การลดอุณหภูมิของอากาศโดยอาศัยการระเหยของน้ำนั้นจะมีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นในเวลากลางคืนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิไม่สูงมากนักนั้น การเปิดระบบน้ำไหลเพื่อทำให้แผ่นทำความเย็นเปียกอยู่ตลอดเวลาอันอาจไม่จำเป็น ให้คงเหลือไว้แต่เฉพาะการทำงานของพัดลมเพื่อช่วยเพิ่มการระบายอากาศในโรงเรียน ซึ่งจะช่วยให้แผ่นทำความเย็นมีอายุการใช้งานนานมากขึ้น

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า สภาพอากาศภายในโรงเรียนแบบปิดที่มีระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ซึ่งอากาศจะมีอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 24.2 ± 0.1 และ 28.4 ± 0.1 °C ตามลำดับ ส่วนอากาศภายนอกในโรงเรียนแบบเปิดจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าโดยมีอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 24.7 ± 0.1 และ 34.4 ± 0.1 °C ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอากาศภายในโรงเรียนแบบปิดมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะในช่วงเวลาตอนกลางวันซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงสุด การใช้ระบบทำความเย็นนั้นจะช่วยทำให้สภาพอากาศภายในโรงเรียนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การใช้ระบบการลดอุณหภูมิของอากาศโดยใช้ระบบการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system) ในโรงเรียนแบบปิดนั้น ทำให้อากาศภายในโรงเรียนมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าภายนอก 6.0 ± 0.2 °C ($P < 0.05$)

แต่อย่างไรก็ตามการใช้ระบบการลดอุณหภูมิของอากาศโดยใช้ระบบการระเหยของน้ำในโรงเรียนแบบปิดนี้ จะทำให้ความชื้นของอากาศในโรงเรียนเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรียนแบบปิดนี้จะสูงตลอดทั้งวัน ซึ่งจะแตกต่างกับโรงเรียนแบบเปิดที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงในช่วงเวลากลางคืนจนถึงตอนเช้า และจะลดลงในช่วงเวลากลางวัน

อุณหภูมิและความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความเครียดจากความร้อนชื้น ดังนั้นเมื่อนำค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรียนแบบปิดและแบบเปิดมาคำนวณค่าดัชนีวัดระดับความเครียดจาก

ความร้อนขึ้น (THI) พบว่า การใช้ระบบการลดอุณหภูมิของอากาศโดยใช้ระบบการระเหยของน้ำในโรงเรือนแบบปิด ทำให้อากาศภายในโรงเรือนมีเฉลี่ย THI ต่ำกว่าภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตลอดวัน ทั้งในช่วงเวลาเช้าและบ่าย ทำให้ระดับความเครียดจากความร้อนขึ้นภายในโรงเรือนแบบปิดลดลงอยู่ในระดับที่มีความเครียดจากความร้อนขึ้นในระดับเล็กน้อย (mild stress; $THI < 79$) ส่วนสภาพอากาศภายนอกในโรงเรือนแบบเปิดซึ่งมีการระบายอากาศตามธรรมชาติและไม่มีระบบทำความเย็นที่ช่วยปรับอุณหภูมิในโรงเรือน ทำให้อากาศภายในโรงเรือนแบบเปิดมีอุณหภูมิสูงกว่า และเกิดความเครียดจากความร้อนขึ้นสูงกว่าโรงเรือนแบบปิด โดยมีค่าระดับความเครียดจากความร้อนขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง (moderate stress; $THI \geq 79$) ตลอดทั้งในช่วงเช้าและบ่าย ซึ่งทำให้แม่โคนมที่เลี้ยงภายในโรงเรือนแบบปิดมีอุณหภูมิร่างกาย และอัตราการหายใจต่ำกว่าแม่โคนมที่เลี้ยงอยู่ภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตลอดทั้งวัน

จากข้อมูลข้างต้นจะแสดงให้เห็นว่า แนวทางในการจัดการเพื่อเลี้ยงโคนมรูปแบบใหม่นี้ น่าจะเป็นวิธีทางหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและพัฒนาอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย รวมทั้งประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงด้วย หรือสามารถพัฒนาขยายผลไปสู่ภูมิภาคอื่น ๆ ที่มีลักษณะอากาศภูมิอากาศแบบร้อนชื้นคล้ายคลึงกับประเทศไทย ดังนั้น การนำผลการศึกษาวิจัยนี้มาพัฒนาขยายผลไปสู่โรงเรือนปิดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น(กว้าง x ยาว = 152 x 110.5 เมตร) เพื่อให้สามารถเลี้ยงโคนมได้จำนวนมากขึ้น (ประมาณ 2000 ตัว) การเลี้ยงโคนมด้วยระบบ evaporative cooling แบบ cross-ventilated barn evaporation ในโรงเรือนขนาดใหญ่ นั้น มีหลักในการทำงานเช่นเดียวกันคือการช่วยลดอุณหภูมิที่ผ่านเข้ามาในโรงเรือนให้มี อุณหภูมิต่ำลงต่ำกว่าภายนอก ซึ่ง จะทำให้สัตว์สามารถระบายความร้อนได้ดีขึ้น โดยมีเป้าหมายหลักคือ พยายามรักษาอุณหภูมิร่างกายของแม่โคให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับระดับปกติให้มากที่สุด ซึ่งระบบปรับอากาศในโรงเรือนแบบใหม่นี้มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำในโรงเรือนแบบเดิมที่ใช้ในการเลี้ยงปศุสัตว์อื่น ๆ ที่เคยเห็นกันอยู่ทั่วไป ซึ่งจะมีแนวการเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวยาวของโรงเรือน (หัว-ท้าย) ทำให้โคที่อยู่ทางด้านหน้าจะบังลมที่พัดไปยังโคตัวที่อยู่ถัดไป และจะมีอากาศเย็นบางส่วนที่ไม่ได้กระทบกับตัวสัตว์ เช่น ตามแนวรางอาหารและทางเดิน หรือบริเวณใต้เพดาน ซึ่งอาจจะแก้ไขได้โดยการใช้ฉากหรือแผงกั้นเพื่อบังคับทิศทางของลมให้ตกกระทบลงที่ตัวสัตว์มากขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ฉากหรือแผงกั้นอาจจะทำให้เกิดการกีดขวางหรือเกิดความไม่สะดวกในการทำงานได้ ดังนั้นการเลี้ยงในโรงเรือนรูปแบบใหม่จึงได้มีการปรับปรุงแนวทางการเคลื่อนที่ของลมใหม่ โดยเปลี่ยนแปลงให้มีการเคลื่อนที่ในแนวขวางจากทางด้านข้างของโรงเรือน ซึ่งจะทำให้โคทุกตัวที่นอนอยู่ในช่องนอนหรือกำลังกินอาหารมีโอกาสสัมผัสกับอากาศเย็นได้ตลอดเวลา และจะทำให้อากาศเย็นส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ สามารถติดตั้งแผงกั้นลมบนเพดานบริเวณช่องนอนเพื่อบังคับทิศทางของลมให้ตกกระทบลงที่ตัวสัตว์ได้มากขึ้นโดยไม่กีดขวางการทำงาน นอกจากนี้จะทำให้เราสามารถขยายโรงเรือนให้มีขนาดใหญ่และมีความกว้างมากขึ้นคล้ายๆกับการนำโรงเรือนแบบเดิมหลายๆโรงเรือนมาเรียงต่อกันดังแสดงในรูปที่ 2 ทำเป็นโรงเรือนหลังเดียวที่มีขนาดใหญ่ (กว้าง x ยาว = 152 x 110.5 เมตร) ทำให้สามารถเลี้ยงโคนมได้จำนวนมากขึ้นและมีต้นทุนในการผลิตลดลงได้

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

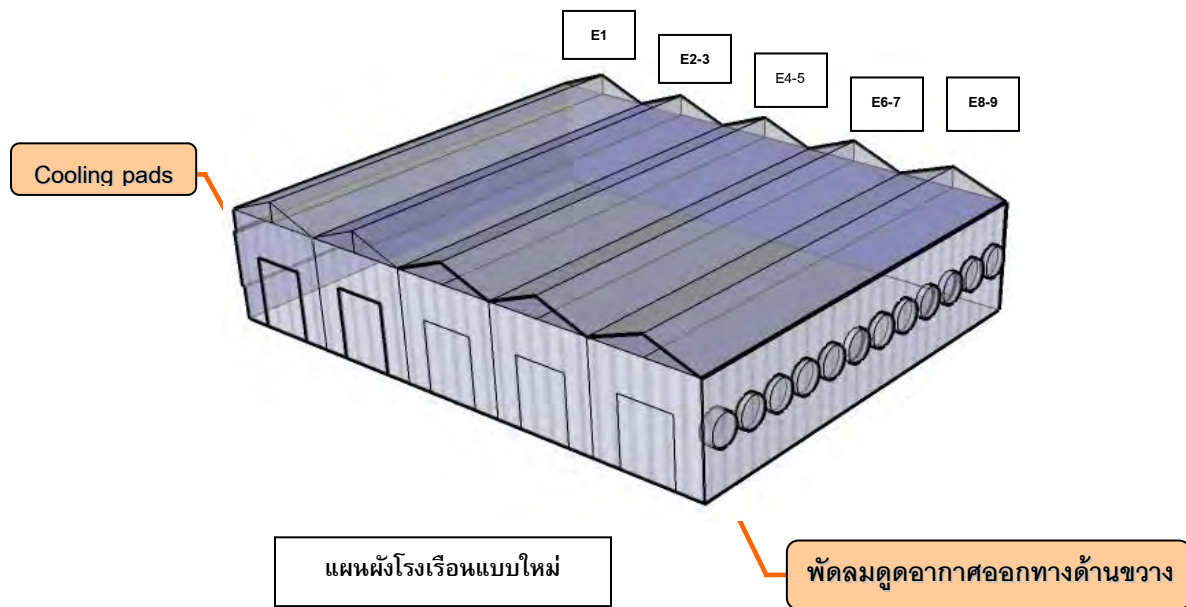
1. การศึกษาระยะแรกเป็นการศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนปิดระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำในโรงเรือนขนาดใหญ่
2. การศึกษาระยะที่2เป็นการศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือน เปิดที่ใช้ระบบการอาบนํ้าร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศ

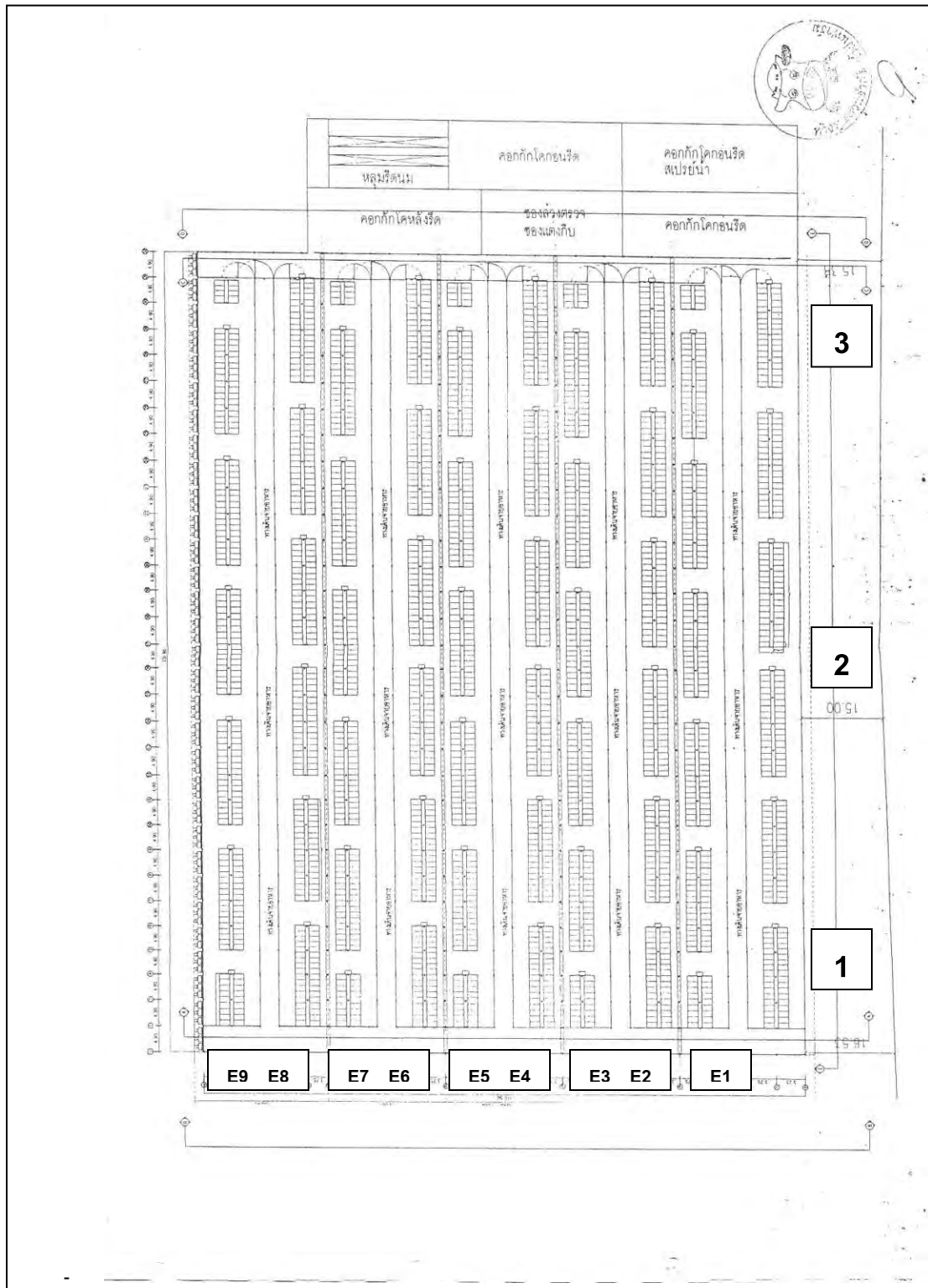
แผนการดำเนินงานระยะแรก

การศึกษาวิจัยนี้จะทำการศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนปิดระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำ (Cross-Ventilated Barn Evaporative Cooling System) สำหรับการเพิ่มความเย็นและลดความเครียดจากความร้อนขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตนํ้านมและ สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในโรงเรือนขนาดใหญ่ โดยในระยะแรกทำการศึกษาประสิทธิภาพของโรงเรือนปิดระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำ ที่มีขนาดใหญ่ (กว้าง x ยาว = 152 x 110.5 เมตร) ในการควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือน

เนื่องจากเป็นโรงเรือนเลี้ยงโคนมขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นใหม่และเริ่มมีการนำแม่โคนมเข้ามาเลี้ยงเป็นครั้งแรก ดังนั้นในระยะแรกจะดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบโรงเรือนก่อนว่าสามารถทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทำการ ศึกษาวิจัยประสิทธิภาพและปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำงานของโรงเรือนระบบใหม่ได้แก่ สภาพอากาศ (อุณหภูมิ,ความชื้น) และความเร็วลมภายในโรงเรือน ต่อการควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือนปิดขนาดใหญ่นี้ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ค่า THI ระดับเสียงและแสงสว่างในโรงเรือน อุณหภูมิและอัตราการหายใจของแม่โค เป็นต้น โดยมีรายละเอียดของการศึกษาโดยสังเขปดังนี้

1. ตัวชี้วัดที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศ โดยการตรวจวัดและบันทึกสภาพอากาศภายในโรงเรือนอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาต่างๆของแต่ละวัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ค่าTHI ความเร็วลม แสงสว่างและระดับเสียงภายในโรงเรือน เป็นต้น โดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆที่สามารถตรวจวัดและบันทึกข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องในจุดต่างในโรงเรือนตามแผนภาพโรงเรือนข้างล่าง (รูปที่2) ซึ่งเป็นโรงเรือนขนาดใหญ่ประกอบด้วยโรงเรือน 5 ส่วนรวมกัน และภายในโรงเรือนจะแบ่งออกเป็นคอกต่างๆ ได้แก่ คอก E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 และ E9





2. ตัวชี้วัดที่ใช้ศึกษาการตอบสนองของแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบปรับอากาศนี้ ได้แก่ การวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายโคในช่วง 24 ชม.โดยใช้อุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิสอดทิ้งไว้ในช่องคลอดของแม่โคเป็นเวลา 3-5 วัน

3. มีการติดตามตรวจสอบข้อมูลต่างๆและปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมทุกสัปดาห์ แล้วทำการวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา โดยมีการประเมินผลการดำเนินงานเป็นระยะเวลาทุก ๆ เดือน แล้วทำการสรุปผลโครงการทั้งหมด

ผลการดำเนินงานระยะแรก

1. สภาพอากาศภายในโรงเรือนระบบปิดขนาดใหญ่

หลักการทำงานสำคัญของโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system) คือการทำให้อากาศที่ผ่านเข้ามาในโรงเรือนมีอุณหภูมิลดลงโดยอาศัยการระเหยของน้ำ โดยการบังคับให้อากาศที่จะผ่านเข้ามาในโรงเรือนนั้นต้องมีการเคลื่อนที่ผ่านแผ่นทำความเย็น (cooling pads) ซึ่งมีการปล่อยน้ำรดให้เปียกชื้นอยู่ตลอดเวลา ทำให้อากาศที่เคลื่อนที่ผ่านมีอุณหภูมิลดลงและมีความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีความเย็นสบายมากขึ้น ดังนั้น การควบคุมให้อากาศมีการเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาในโรงเรือนได้เฉพาะผนังโรงเรือนในส่วนที่ติดตั้งแผ่นทำความเย็นเท่านั้น จะต้องมีการออกแบบโรงเรือนให้เป็นโรงเรือนแบบปิดที่มีการติดตั้งแผ่นทำความเย็นไว้ที่ผนังด้านหนึ่งเพื่อให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านเข้าโรงเรือนได้โดยอาศัยแรงดึงดูดอากาศจากภายนอกให้เข้ามาในโรงเรือนโดยใช้พัดลมดูดอากาศซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ผนังโรงเรือนในด้านตรงกันข้ามกับแผ่นทำความเย็น ทำให้มีการดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาและหมุนเวียนออกจากโรงเรือนได้ตลอดเวลาเมื่อเปิดให้พัดลมทำงาน

จากข้อมูลในการศึกษาในระยะแรก ในช่วงฤดูหนาว พบว่า สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิต่ำ(อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวันมีค่าต่ำกว่า 30°C) ตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเวลานี้เป็นช่วงฤดูหนาวและสภาพอากาศภายนอกมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนจึงมีอุณหภูมิต่ำมากเช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้จากรูปที่ 3 และในช่วงระยะเวลาต่อมา เมื่อสภาพอากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งสภาพอากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวันอากาศจะมีอุณหภูมิสูงกว่า 30°C ทำให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงขึ้นใกล้เคียงกันกับอากาศภายนอก ซึ่งโดยหลักการแล้วถ้าระบบทำความเย็นของโรงเรือนทำงานได้เต็มที่ตามศักยภาพที่ตั้งไว้ สภาพอากาศภายในโรงเรือนในช่วงเวลากลางวันอากาศควรจะมีความเย็นและมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอากาศภายนอก โรงเรือน แต่จากข้อมูลที่ได้ ในการศึกษา พบว่า สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงและมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับอากาศภายนอก โดยเฉพาะความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนที่ใช้ระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำนั้น เมื่อระบบ เริ่มทำงานแล้วจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนอยู่ในระดับสูง (85-90%)ตลอดเวลา แต่จากข้อมูล(รูปที่ 3) จะเห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงใกล้เคียงกับภายนอก คือมีความชื้นสัมพัทธ์สูงในช่วงเวลากลางคืนจนถึงตอนเช้า และลดต่ำลงในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีอากาศจากภายนอกส่วนใหญ่ผ่านเข้ามาภายในโรงเรือนได้โดยไม่ได้มีการเคลื่อนที่ผ่านแผ่นทำความเย็น ทำให้ในโรงเรือนมีสภาพอากาศ

ร้อนและอุณหภูมิสูงใกล้เคียงกับอากาศภายนอก แสดงให้เห็นว่าสภาพของโรงเรือนมีรอยรั่วของอากาศจากภายนอกอยู่ตามจุดต่างๆของโรงเรือนที่พบได้ทั่วไปตามผนังโรงเรือน เช่น ประตูทางเข้า-ออก รอยรั่วหรือการฉีกขาดของผนังพลาสติก และรอยต่อต่างๆของโครงสร้างโรงเรือน ทำให้ไม่สามารถบังคับให้อากาศถูกดูดผ่านเข้าทางแผ่นทำความเย็นได้ทั้งหมด นอกจากนั้นไหลเข้าของอากาศจากรอยรั่วตามจุดต่างๆของโรงเรือนจะทำให้แรงลมในโรงเรือนมีความเร็วลมลดลงต่ำกว่าที่มีการคำนวณไว้ด้วยเช่นกัน

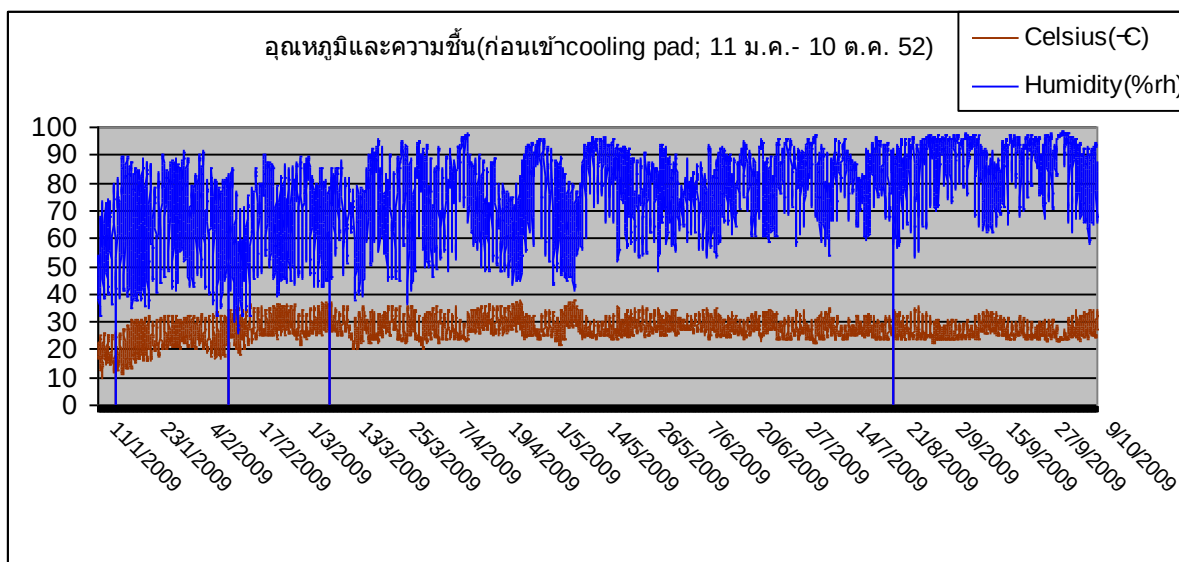
จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าสภาพของโรงเรือนในช่วงนี้ยังไม่สามารถทำให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิตามที่กำหนดเป้าหมายไว้ได้

เมื่อทำการตรวจสอบภายในโรงเรือนเพื่อตรวจสอบรอยรั่วของอากาศจากภายนอก พบว่าอากาศจากภายนอกสามารถลอดผ่านเข้ามาในโรงได้จากรอยรั่วของประตูเข้า-ออก และช่องทางการระบายน้ำและมูลโคออกจากโรงเรือน แต่อย่างไรก็ตามจุดที่มีรอยรั่วของอากาศมากที่สุด คือบริเวณพื้นที่หลังคาทั้งหมด ซึ่งรอยรั่วเกิดจากรอยต่อของกระเบื้องแต่ละแผ่นที่ใช้มุงซ้อนทับกันบนหลังคาตลอดทั้งโรงเรือน ทั้งนี้เนื่องจากการมุงกระเบื้องหลังคาโรงเรือนแต่ละแผ่นนั้นไม่แนบสนิทกัน ทำให้เกิดช่องว่างบริเวณรอยต่อของขอบกระเบื้องแต่ละแผ่นที่ทำให้อากาศภายนอกสามารถรั่วผ่านเข้ามาได้ นอกจากนั้นอากาศภายนอกยังสามารถรั่วผ่านเข้ามาบริเวณประตูทางเข้าออกและบริเวณรอยต่อหลังคาของโรงเรือนแต่ละหลังด้วย ทำให้ไม่สามารถควบคุมให้อากาศทั้งหมดที่จะเข้าสู่ตัวโรงเรือนมีการไหลผ่านเข้าเฉพาะทางผนังโรงเรือนด้านที่มีการติดตั้งแผ่นทำความเย็นไว้ได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาทางแก้ไขข้อบกพร่องนี้โดยเร็ว เนื่องจากถ้าไม่ทำการแก้ไขการรั่วไหลนี้แล้ว เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนซึ่งสภาพอากาศภายนอกจะมีอุณหภูมิสูงมากขึ้น จะทำให้อากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงขึ้นหรือร้อนมากขึ้นด้วยเช่นกัน

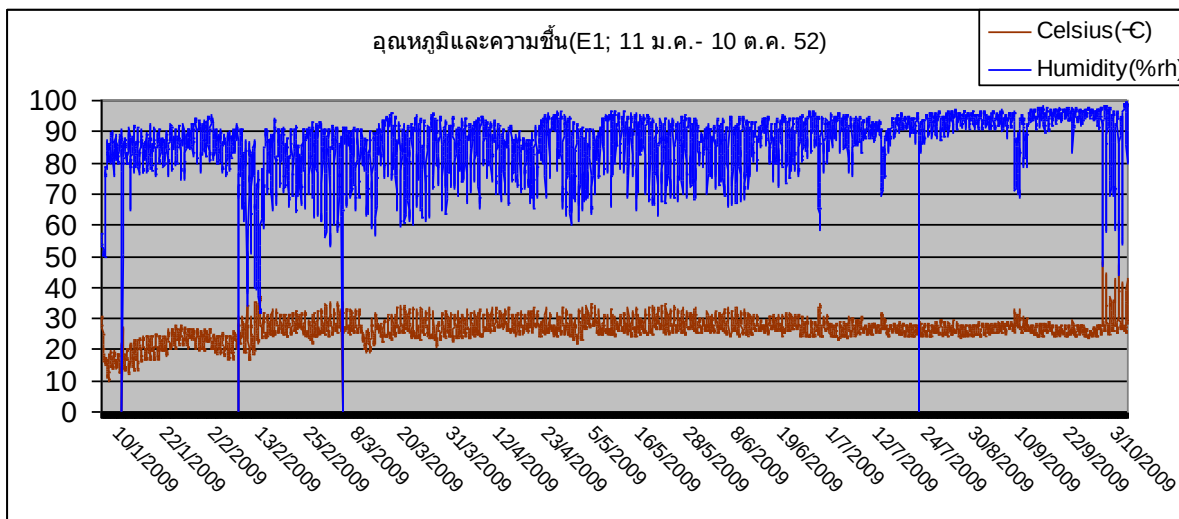
การจัดการและแก้ปัญหาการรั่วของโรงเรือน หรือทำให้โรงเรือนเป็นโรงเรือนระบบปิดให้สมบูรณ์มากที่สุดในโรงเรือนขนาดใหญ่นี้คือ การใช้วิธีการฉีดโฟมฉนวนกันความร้อนเคลือบบริเวณใต้กระเบื้องหลังคาทั้งหมดทั้งโรงเรือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปิดรอยรั่วบริเวณเพดานหลังคาและรอยต่อของโรงเรือนทั้งหมด และเพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนจาก ภายนอกโรงเรือนด้วย ซึ่งจะช่วยให้อากาศภายในโรงเรือนมีความเย็นสบายมากขึ้น หลังจากการฉีดโฟมในพื้นที่ส่วนที่เป็นบริเวณคอกพักโคเริ่มตั้งแต่E9 ถึงE1 และคอกรีดนม ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 85 ของพื้นที่ทั้งหมดใช้เวลาการดำเนินงานจนแล้วเสร็จในช่วงเดือนมิถุนายน การฉีดโฟมใต้พื้นหลังคาช่วยอุดช่องว่างบริเวณรอยต่อของกระเบื้องได้ดี ทำให้ไม่มีการรั่วของอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในโรงเรือนได้ ทำให้อากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิลดต่ำลง (ต่ำกว่า 30°C) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศเพิ่มสูงขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในแต่ละวันน้อยลงซึ่งจะเห็นได้จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าสภาพอากาศในโรงเรือนมีสภาพอากาศดีขึ้น อากาศเริ่มมีอุณหภูมิลดลง ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในแต่ละวันน้อยลงตั้งแต่ช่วงกลางเดือนมิถุนายน และมีสภาพอากาศดีขึ้นเป็นลำดับและดีที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมซึ่งสามารถทำให้โรงเรือนมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ (ตารางที่ 1)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฉีดโฟมเพื่อปิดรอยรั่วนั้นได้ผลดี ช่วยทำให้อากาศภายในโรงเรือนมีความเย็นสบายมากขึ้นและสามารถช่วยอุดรอยรั่วของอากาศจากภายนอกได้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีพื้นที่บางส่วนของบริเวณด้านข้างที่ใช้เป็นพื้นที่สำหรับคอกอาบน้ำ คอกรักษาและคอกพักโคป่วย ซึ่งยังดำเนินการฉีดโฟมไม่เสร็จ และยังมีอากาศจากบริเวณรอยต่อของประตูและรอยฉีกขาด

บางตำแหน่งของผนังโรงเรือนที่เป็นส่วนพลาสติกใส ทำให้ยังไม่สามารถทำให้โรงเรือนเป็นโรงเรือนระบบปิดที่สมบูรณ์ได้ ทำให้ความเร็วลมในโรงเรือนมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้



รูปที่ 3 แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกก่อนเข้าโรงเรือนในช่วงเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2552



รูปที่ 4 แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำในช่วงเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2552

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และค่า THI ในเวลาทุก
ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ของสภาพอากาศภายนอกและภายในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหย
ของน้ำ(Evap)ในช่วงเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2552

เดือน	ก่อนเข้าโรงเรือน			โรงเรือนแบบใหม่(Evap)			โรงเรือนแบบเดิม		
	อุณหภูมิ (°C) x±SD (Max-Min)	ความชื้นสัมพัทธ์(%) x±SD (Max-Min)	THI x±SD (Max-Min)	อุณหภูมิ (°C) x±SD (Max-Min)	ความชื้นสัมพัทธ์(%) x±SD (Max-Min)	THI x±SD (Max-Min)	อุณหภูมิ (°C) x±SD (Max-Min)	ความชื้นสัมพัทธ์(%) x±SD (Max-Min)	THI x±SD (Max-Min)
มกราคม	22.2±5.5 (32.5-10.0)	63.6±16.3 (90.5-32.0)	68.4±7.0 (81.2-51.1)	20.0±4.1 (30.5-10.0)	83.7±7.3 (92.5-50.0)	66.9±6.5 (80.1-50.6)	23.5±5.7 (34.5-12.5)	61.6±14.6 (88.0-32.5)	70.1±7.1 (83.7-54.8)
กุมภาพันธ์	27.3±4.8 (36.5-17.0)	63.8±15.9 (91.5-26.0)	75.9±5.4 (85.7-62.0)	25.1±3.8 (37.0-16.5)	81.4±11.3 (95.5-32.0)	74.8±5.3 (85.1-61.4)	28.8±5.1 (39.5-18.5)	60.5±14.9 (89.5-27.0)	77.5±5.6 (88.2-63.9)
มีนาคม	28.2±3.8 (37.0-20.0)	71.0±14.7 (95.5-36.5)	78.2±4.0 (88.6-66.8)	26.9±3.1 (35.5-19.0)	82.9±9.7 (96.0-53.0)	78.1±4.0 (88.5-65.6)	30.0±4.4 (39.5-18.5)	63.1±14.7 (89.5-27.0)	79.6±4.6 (88.2-63.9)
เมษายน	28.7±3.7 (37.5-20.5)	74.3±14.6 (98.0-43.5)	79.5±3.7 (86.8-68.3)	27.6±2.5 (33.5-21.0)	85.4±7.4 (96.5-63.5)	79.6±3.3 (87.4-69.3)	29.1±3.8 (38.0-22.5)	73.5±13.3 (98.0-42.5)	79.9±3.5 (86.8-71.8)
พฤษภาคม	28.4±3.3 (38.0-21.5)	77.0±14.0 (96.5-41.0)	79.5±3.3 (87.2-69.9)	27.9±2.7 (34.5-22.0)	85.4±8.9 (96.5-60.0)	80.0±3.3 (88.0-70.8)	28.4±3.3 (38.0-21.5)	77.0±14.0 (96.5-41.0)	79.5±3.3 (87.2-69.9)
มิถุนายน	28.3±2.7 (35.0-23.0)	78.7±10.4 (96.0-53.0)	79.7±2.8 (85.8-72.0)	27.7±2.1 (33.5-24.0)	87.0±6.8 (96.5-66.0)	80.0±2.6 (86.4-74.4)	28.3±2.7 (35.0-23.0)	78.7±10.4 (96.0-53.0)	79.7±2.8 (85.8-72.8)
กรกฎาคม	27.2±2.7 (35.0-22.5)	82.3±9.9 (97.0-53.5)	78.5±3.1 (86.2-72.2)	26.7±1.8 (34.5-23.0)	90.2±5.3 (96.5-58.5)	78.7±2.5 (85.9-73.0)	27.2±2.7 (35.0-22.5)	82.3±9.9 (97.0-53.5)	78.5±3.1 (86.2-72.2)
สิงหาคม	27.0±3.2 (35.5-22.5)	84.5±12.0 (97.0-53.0)	78.2±3.5 (86.4-72.1)	26.4±1.5 (34.0-23.5)	93.1±3.4 (97.0-65.0)	78.6±2.2 (86.3-73.9)	28.2±3.4 (36.5-23.3)	81.1±11.7 (95.0-53.0)	79.7±3.6 (87.8-73.5)
กันยายน	26.5±2.5 (34.0-23.0)	88.1±9.0 (98.0-62.0)	78.4±3.0 (85.8-73)	26.5±1.4 (33.0-24.0)	93.9±3.7 (98.0-68.5)	79.0±2.1 (86.2-74.8)	28.2±2.8 (35.5-24.0)	81.3±9.9 (95.0-56.5)	79.9±3.1 (87.1-74.5)
ตุลาคม	25.1±2.2 (31.5-23.0)	93.5±8.1 (98.5-65.5)	76.2±2.7 (82.8-73.1)	25.6±1.2 (28.0-23.5)	95.7±1.5 (97.5-91.0)	77.6±2.0 (81.7-74.0)	26.8±2.6 (33.5-24.0)	87.1±9.1 (94.5-62.5)	78.3±3.0 (85.3-74.5)

	
บริเวณหลังคาส่วนที่ฉีดโฟมและส่วนที่ยังไม่ฉีดโฟมซึ่งจะเห็นรอยรั่วตามรอยต่อของของกระเบื้อง	บริเวณหลังคาบริเวณคอกที่ฉีดโฟมแล้ว สามารถปิดรอยรั่วตามรอยต่อของกระเบื้อง

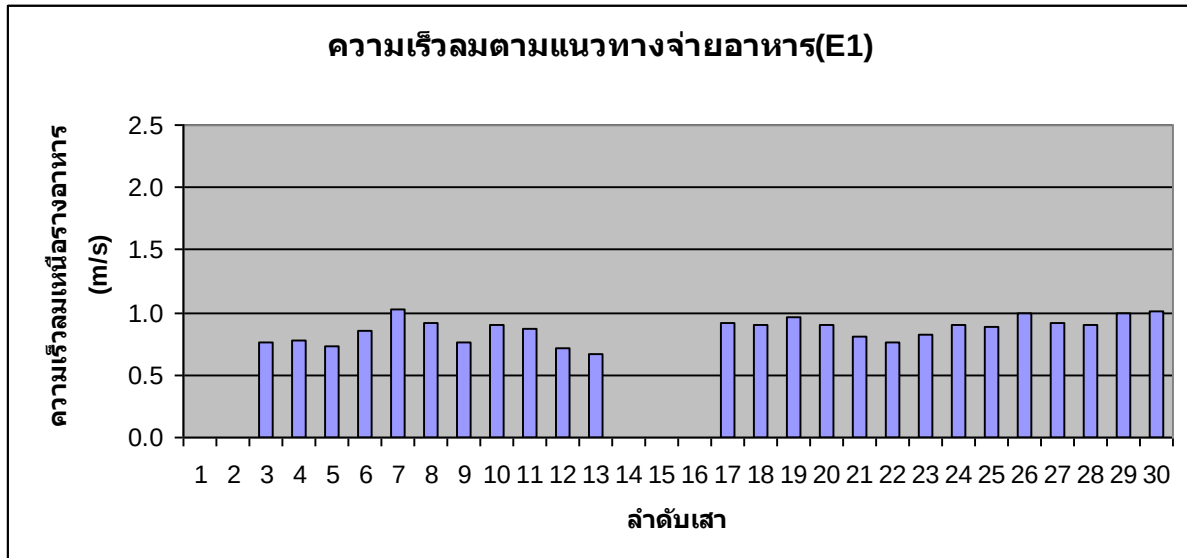
2. ความเร็วลมภายในโรงเรือน

เนื่องจากโรงเรือนระบบปรับอากาศแบบใหม่จะต้องอาศัยแรงดูดอากาศจากพัดลมดูดอากาศขนาดใหญ่ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ผนังโรงเรือนฝั่งตรงข้ามกับผนังด้านที่ติดตั้งแผ่นทำความเย็น เพื่อให้มีการดึงดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาผ่านแผ่นทำความเย็นและหมุนเวียนเอาอากาศภายในโรงเรือนออกไปนอกโรงเรือนผ่านทางพัดลมดูดอากาศ ซึ่งจะทำให้มีการเคลื่อนตัวของอากาศอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีการถ่ายเทอากาศภายในโรงเรือนออกไปได้ตลอดเวลาเช่น ดังนั้นอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศหรือความเร็วลมที่เกิดขึ้นในโรงเรือนนั้น จะมีผลต่อการระบายอากาศและอุณหภูมิของอากาศในโรงเรือนด้วยเช่นกัน

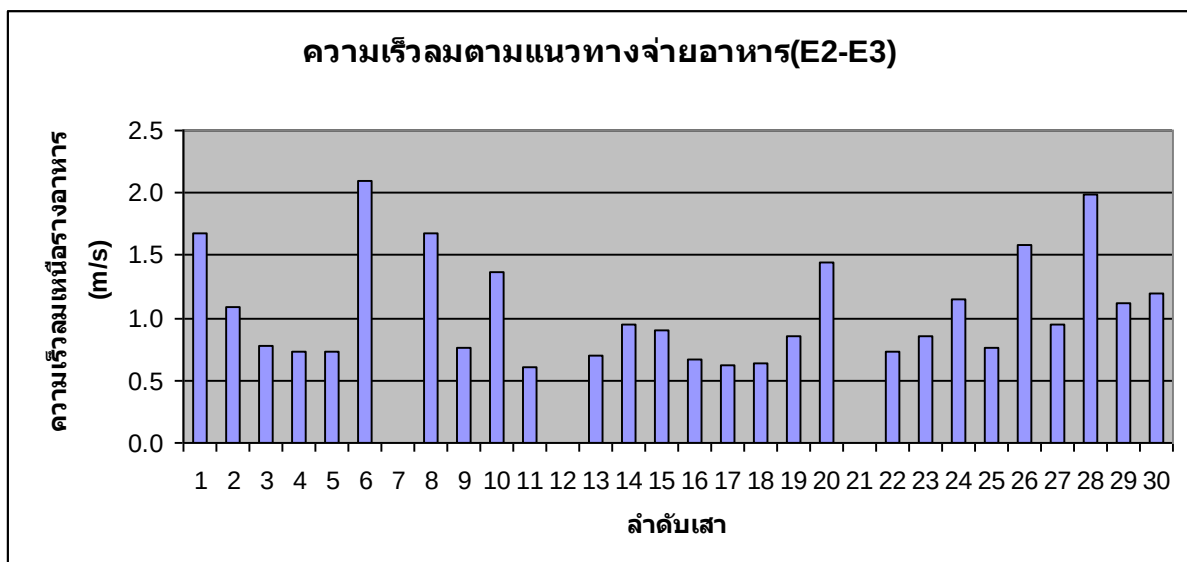
จากการคำนวณพื้นที่ปริมาตรของโรงเรือนและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศที่กำหนดไว้ในเบื้องต้นนั้น ต้องการให้ระบบสามารถถ่ายเทอากาศที่ผ่านเข้ามาแล้วถูกระบายออกไปได้อย่างน้อยภายในเวลา 1 นาที ซึ่งจะต้องเปิดพัดลมดูดอากาศประมาณ 60-70 ตัว จึงจะสามารถแลกเปลี่ยนอากาศได้ตามอัตราที่กำหนดได้ และจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศหรือความเร็วลมตามอัตราการระบายอากาศที่กำหนดหรือจำนวนพัดลมที่เปิดทำงาน ซึ่งถ้าระบบสามารถทำงานได้ดังที่กำหนดไว้ จะทำให้อากาศมีการเคลื่อนที่โดยมีความเร็วลมประมาณ 1.8 เมตรต่อวินาที แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลของความเร็วลมในโรงเรือนที่ตรวจวัดได้ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้จะเกิดจากปัญหาการมีรอยรั่วตามจุดต่างๆของโรงเรือนดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ข้างต้น นอกจากนั้นความเร็วลมในจุดต่างๆของโรงเรือนมีความสม่ำเสมอไม่คงที่ บางจุดมีความเร็วลมต่ำมากหรือไม่มีเลย(รูปที่ 5 และ 6) ส่วนบริเวณคอกE8-9 ที่เป็นคอกที่อยู่ใกล้พัดลมดูดอากาศมากที่สุด ทำให้เป็นตำแหน่งที่มีลมมีความสม่ำเสมอและมีความเร็วลมมากที่สุดในโรงเรือน (รูปที่ 7) ทางฟาร์มจึงต้องมีการจัดการแก้ไขปรับปรุงโดยเพิ่มการติดตั้งพัดลมในระหว่างคอกต่างๆเพื่อช่วยระบายอากาศให้มีการเคลื่อนตัวดีขึ้น และปิดรอยรั่วตามจุดต่างๆให้ได้มากที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมในคอกต่างๆของโรงเรือนแบบใหม่(Evap)

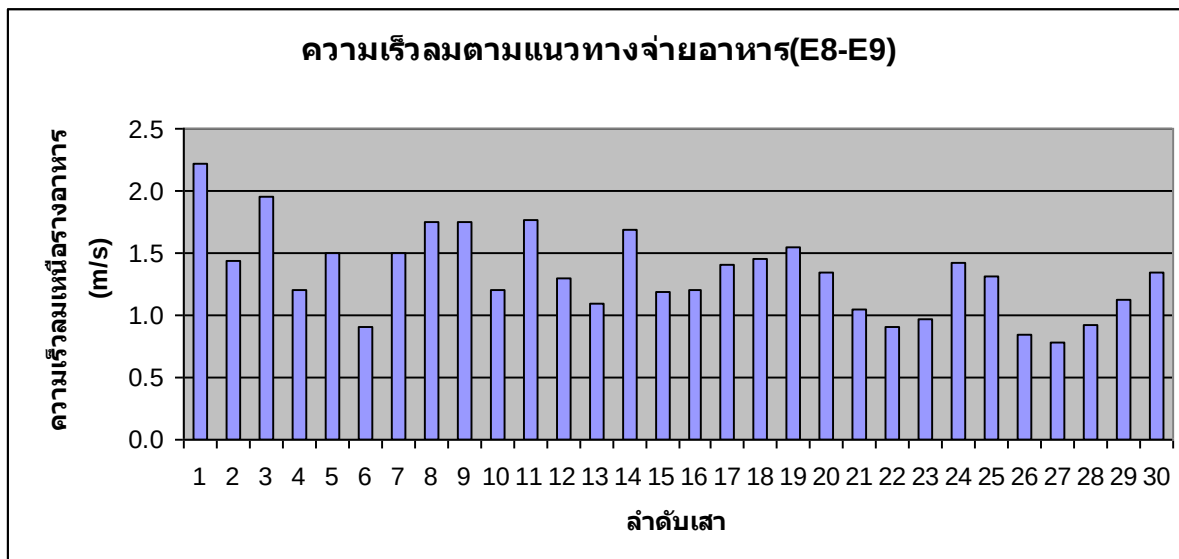
โรงเรือน(คอก)	ความเร็วลม(m/s)	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x} \pm SD$)	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด (Max-Min)
โรงเรือนEvap(คอกE1)	0.7 $\pm$ 0.3	1.0-0.0
โรงเรือนEvap(คอกE3)	1.0 $\pm$ 0.5	2.1-0.0
โรงเรือนEvap(คอกE9)	1.3 $\pm$ 0.3	2.2-0.8
โรงเรือนEvap(เฉลี่ย)	1.0 $\pm$ 0.5	2.2-0.8



รูปที่ 5 แสดงค่าความเร็วลมในโรงเรือนEvap(คอกE1)ที่ระยะห่างกันทุก 4 ม.และสูงจากระดับพื้น 1.5 ม. ตลอดแนวความยาวของโรงเรือน(ลำดับเสาที่1-30)



รูปที่ 6 แสดงค่าความเร็วลมในโรงเรือนEvap(คอกE3)ที่ระยะห่างกันทุก 4 ม.และสูงจากระดับพื้น 1.5 ม. ตลอดแนวความยาวของโรงเรือน(ลำดับเสาที่1-30)



รูปที่ 7 แสดงค่าความเร็วลมในโรงเรือนEvap(คอกE9)ที่ระยะห่างกันทุก 4 ม.และสูงจากระดับพื้น 1.5 ม. ตลอดแนวความยาวของโรงเรือน(ลำดับเสาที่1-30)

3. แสงสว่างภายในโรงเรือน

แสงสว่างเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการเลี้ยงโคนม ซึ่งจะช่วยให้โคสามารถมองเห็นและกินอาหารได้ดีขึ้น และทำให้ผู้ปฏิบัติงานหรือคนงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในโรงแบบใหม่ซึ่งเป็นโรงเรือนแบบปิดและมีขนาดใหญ่มากทำให้มีแสงสว่างภายในน้อยกว่าแสงสว่างตามธรรมชาติมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มระดับแสงสว่างภายในโรงเรือนให้มีระดับเพียงพอกับการปฏิบัติงาน รวมทั้งการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิตของแม่โคนมด้วย จากรายงานการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ระดับแสงสว่างที่เหมาะสมกับการให้ผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมนั้นควรมีแสงสว่างอยู่ที่ระดับ 15-20 Ft-cd หรือ ประมาณ 160-215 Lux

แต่จากการตรวจวัดระดับแสงสว่างบริเวณรางอาหารของโคที่ระดับความสูงจากพื้นประมาณ 1 ม. ที่ระยะห่างกันทุกๆ ระยะ 4 ม. ตลอดตามแนวความยาวของโรงเรือนในบริเวณคอกต่างๆ พบว่า มีระดับแสงสว่างต่ำกว่าที่กำหนด โดยครั้งแรก (9มี.ค.52)พบว่า มีการเปิดหลอดไฟน้อยเกินไป มีการเปิดไฟเฉพาะหลอดขนาด 40 วัตต์เท่านั้น ซึ่งมีการติดตั้งที่ระดับความสูง 4 ม. จากพื้นและห่างกันที่ระยะ 8 ม. ทำให้มีแสงสว่างน้อยและกระจายตัวไม่ทั่วถึง ทำให้แสงสว่างมีระดับต่ำมาก

หลังจากนั้นจึงได้ปรับการเปิดหลอดไฟทั้งหมดตามแนวทางเดินและรางอาหาร โดยเพิ่มการเปิดไฟหลอดสั้นขนาด 25 วัตต์ สลับกับหลอดยาวขนาด 40 วัตต์ ที่ระยะห่างกันทุกๆ 4 ม. ซึ่งช่วยทำให้มีระดับความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (15 พ.ค. 52) แต่ยังไม่เพียงพอกับระดับที่ต้องการ จึงมีการปรับเปลี่ยนหลอดไฟหลอดสั้นขนาด 25 วัตต์เป็นหลอดขนาดขนาด 40 วัตต์ทั้งหมด ทำให้มีหลอดขนาด 40 วัตต์ทั้งหมดติดตั้งที่ระยะห่างกันทุกๆ 4 ม. และสูงจากระดับพื้น 4 ม. เช่นเดิม และเมื่อทำการตรวจวัดใหม่ (24 ก.ค. 52)พบว่า ทำให้มีระดับความสว่างเพิ่มมากขึ้นแต่ก็ยังไม่เพียงพอกับระดับที่

ต้องการ ซึ่งปัญหานี้มีสาเหตุจากหลอดไฟที่ใช้ให้ระดับแสงสว่างน้อยเกินไปและมีระดับในการติดตั้งสูงจากระดับพื้นมากเกินไป (4ม.) ทำให้ระดับแสงสว่างที่บริเวณโคกกินอาหารมีระดับความสว่างต่ำกว่าที่กำหนด ดังนั้นแนวทางการแก้ไขคือการเปลี่ยนหลอดไฟให้มีความสว่างเพิ่มมากขึ้น หรือลดระดับความสูงของหลอดไฟให้อยู่ในระดับต่ำลงมากกว่าตำแหน่งเดิม หรือเลือกทำการแก้ไขทั้งสองอย่างพร้อมกัน จะมีโอกาสช่วยทำให้มีระดับความสว่างตามที่กำหนดได้ แต่อย่างไรก็ตามทางฟาร์มได้ทดลองเลือกใช้วิธีลดระดับหลอดไฟให้ลดต่ำลงมากกว่าเดิม แต่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะความสูงที่ลดลงมาเนื่องจากบริเวณตำแหน่งที่จะลดระดับของหลอดไฟลงมานั้นเป็นทางสัญจรของรถจ่ายอาหารด้วย ทำให้สามารถลดระดับหลอดไฟลงมาได้เพียงประมาณ 1 ม. ซึ่งทำให้หลอดไฟมีความสูงจากพื้นประมาณ 3 ม. โดยทำการทดลองลดระดับในคอกE6-7ก่อน และเมื่อทำการตรวจวัดระดับความสว่าง(21 ส.ค. 52) พบว่า บริเวณที่กินอาหารของโคนั้นมีความสว่างเพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังมีระดับต่ำกว่าระดับความสว่างที่ต้องการ

หลังจากนั้นจึงมีแก้ไข ปรับเปลี่ยนแนวและระดับในการติดตั้งหลอดไฟใหม่ โดยจะยังคงใช้หลอดไฟขนาด 40 วัตต์เช่นเดิม แต่จะทำการลดระดับของหลอดไฟให้ลงมาติดตั้งในแนวนานกับรางอาหาร ให้หลอดไฟอยู่ในแนวเหนือระดับหัวโคและสูงจากระดับพื้น 2 ม. และติดตั้งห่างกันที่ระยะทุกๆ 4 ม.เช่นเดิม ซึ่งจะทำให้มีระดับแสงสว่างในบริเวณที่กินอาหารสูงใกล้เคียงกับระดับที่ต้องการได้ ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นในการวัดแสงที่ระดับนี้จะมีระดับความสว่างสูงประมาณ 180-200 Lux แต่อย่างไรก็ตามการติดตั้งยังดำเนินการไม่เสร็จสมบูรณ์และเกิดปัญหาอึดคึกกับโรงเรือนก่อน แต่จากข้อมูลที่มีการทดลองไปเบื้องต้นแล้วนั้น ทำให้คาดคะเนได้ว่าระดับแสงสว่างในโรงเรือนนี้น่าจะทำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับแสงสว่างบริเวณทางเดินและรางอาหารภายในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำ (Evap)

โรงเรือน (คอก)	ระดับแสงสว่างโรงเรือนบริเวณรางอาหารที่ระดับความสูงจากพื้น 1 ม.			
	วันที่ 9 มี.ค. 52* x±SD (Max-Min)	วันที่ 15 พ.ค. 52* x±SD (Max-Min)	วันที่ 24 ก.ค. 52* x±SD (Max-Min)	วันที่ 21 ส.ค. 52* x±SD (Max-Min)
E1	26.8±29.9 (150.0-5.0)	45.8±48.0 (263.0-11.0)	-	-
E3	26.8±23.5 (138.2-4.4)	43.1±70.2 (398.0-14.5)	-	-
E5	33.2±37.7 (195.0-6.5)	45.2±74.5 (419.0-10.3)	-	-
E7	28.0±24.4 (115.2-5.2)	35.2±42.3 (234.0-4.4)	-	75.8±32.6 (214.0-37.9)
E9	40.9±62.2 (356.0-5.5)	59.6±91.6 (512.0-12.8)	68.2±70.4 (435.0-45.0)	66.8±65.8 (408.0-45.6)
เฉลี่ย	31.2±38.2 (356.0-4.4)	45.5±67.3 (512.0-4.4)	-	-

* หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงการเปิดไฟให้แสงสว่างในโรงเรือน

วันที่ 9 มี.ค. 52 มีการเปิดไฟเฉพาะหลอดยาวขนาด 40 วัตต์ ที่ระยะห่างกันทุกๆ 8 ม.
 วันที่ 15 พ.ค. 52 มีการเปิดไฟหลอดสั้นขนาด 25 วัตต์ สลับกับหลอดยาวขนาด 40 วัตต์ ที่ระยะห่างกันทุกๆ 4 ม.
 วันที่ 24 ก.ค. 52 มีการเปลี่ยนไฟหลอดสั้นขนาด 25 วัตต์เป็นหลอดขนาดขนาด 40 วัตต์ทั้งหมดและเปิดไฟทั้งหมดที่ระยะห่างกันทุกๆ 4 ม.
 วันที่ 21 ส.ค. 52 มีการทดลองปรับลดระดับความสูงของหลอดไฟที่ติดตั้งเฉพาะในคอก E7 ให้ลดต่ำกว่าเดิมซึ่งติดตั้งสูงจากพื้น 4 ม. ลงมาเป็นที่ระดับ 3 ม. ทำให้มีระดับความสว่างเพิ่มมากขึ้นกว่าในคอก E9 ซึ่งติดตั้งสูงจากพื้นระดับ 4 ม. เช่นเดิม

	
ติดตั้งหลอดไฟส่องสว่างขนาด 25 วัตต์ สลับกับหลอดขนาด 40 วัตต์ ที่ระยะห่างกันทุกๆ 4 ม.สูงจากระดับพื้น 4 ม.	การปรับปรุงตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟใหม่เป็นหลอดขนาด 40 วัตต์ติดตั้งเหนือบริเวณรางอาหาร ที่ระยะห่างกันทุกๆ 4 ม.สูงจากระดับพื้น 2 ม.(หลังเกิดอัคคีภัย)

4. อุณหภูมิร่างกายของแม่โคนม

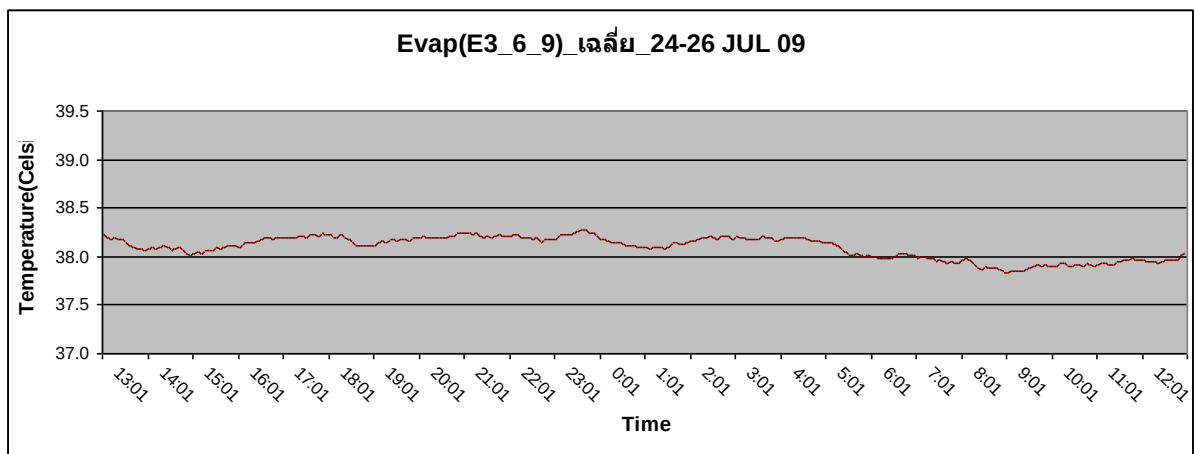
ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมเช่นอุณหภูมิ ความชื้น และรังสีความร้อน มีอิทธิพลต่อการเกิดความร้อนจากความชื้น ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่โคลดลง เมื่อแม่โคไม่สามารถระบายความร้อนเพื่อรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ได้ จะทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดความร้อนขึ้น อุณหภูมิของอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความร้อนขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้เกิดความร้อนในร่างกายมากขึ้นและทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่โคลดลง โดยปกติแม่โคนมจะมีกลไกหลายวิธีในการระบายความร้อนออกจากร่างกายและช่วยรักษาระดับความร้อนในร่างกาย เช่น การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) การแผ่รังสี (Radiation) และการระเหย (Evaporation) เป็นต้น การระบายความร้อนโดยอาศัยกระบวนการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีนั้น ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในร่างกายและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และกระบวนการระเหยจะมีประสิทธิภาพดีเมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกับอุณหภูมิร่างกาย รวมทั้งอากาศมีความชื้นสูง จะทำให้กลไกการควบคุมอุณหภูมิร่างกายเสียไป ทำให้กระบวนการระบายความร้อนออกจากร่างกายทำได้ลำบากขึ้น ส่งผลให้แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวันซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อากาศร้อนและมีอุณหภูมิสูง

จากข้อมูลในตารางที่ 4 จะเห็นว่าได้ว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนปิดแบบใหม่ (Evap) มีแนวโน้มต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายของแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดแบบเดิม และโรงเรือนปิดแบบใหม่ (Evap) นี้จะช่วยรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในแต่ละวันได้ค่อนข้างคงที่และทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในแต่ละช่วงเวลาน้อย (รูปที่ 8) ซึ่งแตกต่างกับแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดแบบเดิมที่มีสภาพอากาศร้อนในช่วงเวลากลางวัน ทำให้แม่โคระบายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ยากลำบากมากขึ้น ทำให้เกิดความร้อนสะสมในร่างกายมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงเวลาบ่ายจนถึงตอนค่ำ ซึ่งทำให้แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่ม

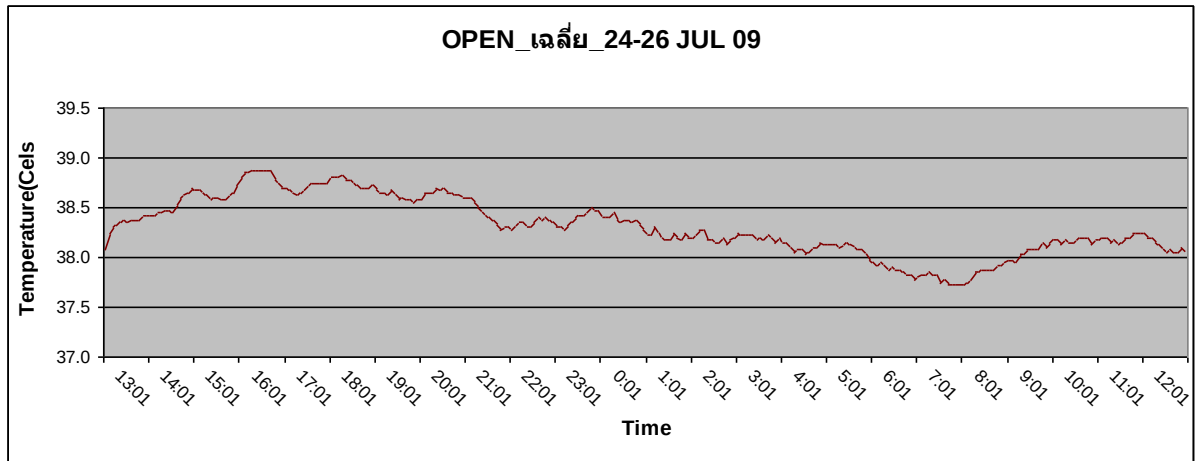
สูงขึ้นในช่วงเวลานี้ และจะมีอุณหภูมิร่างกายลดลงในช่วงกลางดึกจนถึงตอนเช้า (รูปที่ 9) แสดงให้เห็นว่าโรงเรือนปิดแบบใหม่ (Evap) นี้ จะช่วยให้แม่โคมีความเย็นสบายมากขึ้นและสามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ตลอดเวลาและเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงที่วัดจากช่องคลอดที่ระยะห่างกันทุก 5 นาทีของแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเดิมและในโรงเรือนแบบใหม่ (Evap) ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552

โรงเรือน(คอก)	อุณหภูมิร่างกายที่วัดจากช่องคลอดทุกระยะเวลา 5 นาที(°C)	
	ค่าเฉลี่ย (x±SD)	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด (Max-Min)
โรงเรือนEvap(คอกE3)	37.9±0.4	39.0-37.3
โรงเรือนEvap(คอกE6)	38.2±0.3	39.1-37.4
โรงเรือนEvap(คอกE9)	38.1±0.3	39.4-37.4
โรงเรือนEvap(เฉลี่ย)	38.1±0.4	39.4-37.3
โรงเรือนแบบเดิม	38.3±0.4	39.3-37.5



รูปที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงโดยวัดอุณหภูมิจากช่องคลอดที่ระยะห่างกันทุก 5 นาที ในแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบใหม่(Evap)



รูปที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิร่างกายในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงโดยวัดอุณหภูมิจากช่องคลอดที่ระยะเวลาห่างกันทุก 5 นาทีในแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเดิม

สรุปผลการดำเนินงานระยะแรก

จากผลการดำเนินงานในช่วงระยะแรกเพื่อประเมินประสิทธิภาพและแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำงานของระบบปรับอากาศภายในโรงเรือน เนื่องจากเป็นโรงเรือนที่สร้างขึ้นใหม่และมีขนาดใหญ่มากในระยะแรกจึงต้องมีการตรวจประเมินประสิทธิภาพว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งตลอดระยะเวลา ในการศึกษาพบข้อบกพร่องและมีการปรับปรุงแก้ไขระบบต่างๆของโรงเรือนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้โรงเรือนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะสามารถพัฒนาได้ใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามโรงเรือนเกิดปัญหาอัคคีภัยไฟไหม้เสียหายทั้งหมดก่อนที่จะระบบจะได้รับการปรับปรุง ให้เสร็จสมบูรณ์ จึงไม่สามารถดำเนินการศึกษาตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้ได้ทั้งหมด แต่ข้อมูลที่ได้รับจากการดำเนินงานครั้งนี้อาจจะไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาและพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต ซึ่งผลที่ได้รับจากการศึกษาการดำเนินงานนี้มีทั้งที่เป็นไปตามเป้าหมายและไม่เป็นไปตามเป้าหมายซึ่งพอจะสรุปได้โดยสังเขปดังนี้

1. สภาพอากาศภายในโรงเรือนในระยะแรกนั้นพบว่า โรงเรือนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นั้นยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้เป็นไปตามเป้าหมายได้ เนื่องจากมีปัญหาการรั่วไหลของอากาศจากภายนอกจำนวนมากผ่านเข้ามาในโรงเรือนนอกเหนือจากบริเวณที่กำหนดไว้ คือมีการรั่วจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของหลังคา เมื่อมีการวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยการฉีดโฟมฉนวนกันความร้อนบนพื้นที่ได้หลังคาทั้งหมดเพื่อปิดรอยรั่วตามจุดต่างๆ ซึ่งใช้เวลาในการดำเนินการนานพอสมควร ทำให้สภาพอากาศภายในเริ่มดีขึ้นในช่วงกลางเดือนมิถุนายน และสามารถทำได้ดีที่สุดที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ในช่วงต้นเดือนตุลาคม ซึ่งหลังจากนั้นโรงเรือนก็เกิดอุบัติเหตุไฟไหม้จนไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้

2. ความเร็วลมในโรงเรือนระบบใหม่นี้ยังต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ เนื่องจากยังไม่สามารถปิดรอยรั่วของโรงเรือนทั้งหมดได้ ทำให้โรงเรือนเป็นโรงเรือนระบบปิดที่สมบูรณ์ไม่ได้ จึงทำให้ลมมีการกระจายตัวตามจุดต่างๆในโรงเรือนไม่สม่ำเสมอและความเร็วลมต่ำกว่าที่คำนวณหรือตั้งเป้าหมายไว้

แต่อย่างไรก็ตาม มีการแก้ไขโดยการติดตั้งพัดลมตามจุดต่างๆในโรงเรือนเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยให้อากาศภายในโรงเรือนมีการหมุนเวียนได้ดีขึ้น

3. อุณหภูมิร่างกายของแม่โคนนพบว่าโรงเรือนระบบใหม่นี้สามารถทำให้แม่โคนมมีอุณหภูมิร่างกายเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดได้ และสามารถช่วยรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายให้มีความสม่ำเสมอและคงที่ได้มากกว่าแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดทั่วไปได้

เนื่องจากปัญหาอค์ภัยทางฟาร์มจึง ยุติการพัฒนาโรงเรือนระบบใหม่ แต่ยังคงมีการเลี้ยงโคนมที่เหลืต่อไป ซึ่งการประเมินแล้วว่าการเลี้ยงโคนมในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องมึระบบการจัดการเพื่อลดผลกระทบจากสภาพอากาศร้อนให้กับแม่โคนมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต จึงมีการพัฒนาการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศมาประยุกต์ใช้ในโรงเรือนเดิมซึ่งเป็นโรงเรือนเปิดให้มีประสิทธิภาพมาก ขึ้น จึงได้มีการปรับแผนการดำเนินการของโครงการใหม่เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ ซึ่งมีเป้าหมายเดียวกันคือเพิ่มความเย็นสบายให้กับแม่โคนม และช่วยลดผลกระทบจากความเครียดจากความร้อน

แผนการดำเนินงานระยะที่ 2

การดำเนินงานใน ระยะที่2เป็นการดำเนินการศึกษาผลของการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนม โดยทำการศึกษาถึง ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและ การเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติด ของแม่โคนม ที่ใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบที่ใช้ทำความเย็นให้กับแม่โคนม และศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติด ของแม่โคนม โดยการศึกษาจากการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายในแต่ละวันของแม่โค เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของแม่โครีดนมต่ออัตราการผสมติด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ศึกษาครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเพื่อลดผลกระทบจาก ความเครียดจากความร้อนที่เกิดขึ้นในโคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นต่อไป

การศึกษานี้ได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลจาก ฝูงแม่โครีดนม ที่ใช้ระบบการจัดการ เพื่อลดผลกระทบจากอากาศ ร้อนให้กับแม่โครีดนมโดย การใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่า ระบายอากาศวันละ 8 ครั้ง ครั้งละประมาณ 45 นาทีที่เวลา 5.00 น. 9.00 น. 11.00 น.14.00 น.17.00 น.19.00 น. 22.00 น.และ 2.00 น.เพื่อช่วยลดอุณหภูมิร่างกาย ของแม่โคนม โดยแต่ละครั้งที่อาบน้ำระบบจะมีวิธีการทำงานดังนี้คือทุกๆ 5 นาทีจะมีการพ่นน้ำนาน 1 นาทีเพื่อให้ตัวโคเปียกน้ำและมีพัดลมเป่าระบายอากาศตลอดเวลาเพื่อช่วยให้มีการระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่โค ซึ่งแม่โครีดนมที่นำมาใช้ในการทดลองและเก็บข้อมูลครั้งนี้เป็นแม่โคนมพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ ฟรีเซียน (62.5%-100%) จำนวน 172 ตัว

การเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

-ข้อมูลแม่โครีดนมแต่ละตัว โดยมีการเก็บประวัติ สายพันธุ์ ลำดับการให้น้ำนม วันคลอดครั้งล่าสุด น้ำเชื้อที่ใช้ในการผสมเทียม วันที่มีการผสมติด จำนวนครั้งและวันที่ทำของการผสมเทียมนับจากวันคลอดครั้งล่าสุด

-ข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้ Easy log™ วัดและเก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ทุก 1 ชั่วโมงเป็นเวลาติดต่อกัน

-ข้อมูลอุณหภูมิร่างกายแม่โครีดนม โดยใช้ iButton Data Logger™ (IP68) สอดในช่องคลอดของแม่โครีดนมหลังผสมเทียม 1-7 วัน เพื่อวัดและเก็บอุณหภูมิร่างกายทุก 5 นาทีนาน 5-7 วัน จากนั้นทำการตรวจวินิจฉัยการตั้งท้องในแม่โครีดนมตัวที่ไม่แสดงอาการเป็นสัปดาห์ 21 วันหลังจากที่ได้ทำการผสมเทียมไปแล้ว โดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ตรวจในวันที่ 30 หลังผสมเทียม และเก็บเป็นข้อมูลการผสมติดและไม่ติดต่อไป

-ข้อมูลอุณหภูมิร่างกายที่ได้จากเครื่อง iButton Data Logger™ (IP68) และอุณหภูมิอากาศที่ได้จากเครื่อง Easy log™ นำมาทำการวิเคราะห์หาค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ หาช่วงเวลาในแต่ละช่วงอุณหภูมิ รวมถึงการสร้างกราฟระหว่างอุณหภูมิและช่วงเวลาในแต่ละวันของโคนมแต่ละตัว ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel และหาค่าดัชนีวัดระดับความเครียดจากความร้อนชื้น(Temperature-humidity index, THI)

การจัดกลุ่มข้อมูล เมื่อเก็บข้อมูลทุกอย่างครบ แล้วทำการจัดกลุ่มของข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีการจัดกลุ่มข้อมูลดังนี้

-ข้อมูลสายพันธุ์แม่โครีดนม แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสายเลือด โฮลสไตน์ ฟรีเซียน >93% ,85-93% และ < 85%

-ข้อมูลลำดับการให้น้ำนม แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ให้นมมาแล้ว 1 ครั้ง , 2-4 ครั้ง และ > 5 ครั้งขึ้นไป

-ข้อมูลท้องว่าง แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ แม่โครีดนมที่มีวันท้องว่าง < 90 วัน , 90-120 วัน, 120-150 วันและ > 150 วันขึ้นไป

-ข้อมูลอุณหภูมิร่างกายในแต่ละฤดูกาล แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 52-กุมภาพันธ์ 53), ฤดูร้อน (มีนาคม- มิถุนายน 53) และฤดูฝน (กรกฎาคม- ตุลาคม 53)

-ข้อมูลน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการผสมเทียม ซึ่งมีทั้งหมด 24 ตัว

-ข้อมูลจำนวนครั้งที่ทำการผสมเทียมหลังคลอด แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1 ครั้ง, 2-3 ครั้งและ > 4 ครั้งขึ้นไป

-ข้อมูลความต่างระหว่าง อุณหภูมิร่างกายที่สูงสุดและต่ำสุดใน 24 ชั่วโมง แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ความต่าง < 0.5 °C ,0.5-1 °C ,1-1.5 °C และ > 1.5 °C

-ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ < 28.0 °C , 28.0-30.0 °C และ > 30.0 °C

-ข้อมูลความต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศที่สูงสุดและต่ำสุดใน 24 ชั่วโมง แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ ต่างกัน < 8.0 °C , 8.0-9.0 °C ,9.0-10.0 °C และ >10 °C ขึ้นไป

-ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ ได้แก่ < 70% , 70-75% ,75-80% และ > 80 % ขึ้นไป

-ข้อมูลความต่างระหว่างความชื้นสูงสุดและต่ำสุดใน 24 ชั่วโมง แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ ต่างกัน <20 % , 20-30% , 30-40% และ > 40 % ขึ้นไป

-ข้อมูลค่าดัชนีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (THI) แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ THI < 72, 72-79 และ > 80

-ข้อมูลความต่างของค่า THI ที่สูงสุดและต่ำสุดใน 24 ชั่วโมง แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ต่างกัน <10 , 10-15 และ > 15 ขึ้นไป

-ข้อมูลช่วงเวลาที่อุณหภูมิร่างกายโคสูงกว่า 38.5°C ในรอบ 24 ชั่วโมง แบ่งเป็น 4 ช่วง คือ อุณหภูมิสูงกว่า 38.5°C นาน < 2 ชม./วัน, 2-4 ชม./วัน, 4-8 ชม./วัน และ > 8 ชม./วัน ขึ้นไป

ทำการศึกษาถึง ความสัมพันธ์ของ สภาพอากาศและ การเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิร่างกายกับ อัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ ดังนี้

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในโรงเรือนได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่า THI
2. ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของ ร่างกายและอัตราการหายใจของแม่โคที่ได้รับการจัดการโดยใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับ พัดลมเป่าอากาศเปรียบเทียบกับแม่โคที่ในโรงเรือนปกติและไม่ได้รับการอาบน้ำ
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติด ของแม่ โคนมที่ใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ
4. ศึกษาเปรียบเทียบ อัตราการผสมติด และสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ และผลผลิตน้ำนม ของแม่โคนมในฟาร์มในช่วงเวลาก่อนและหลังการ ใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบาย อากาศ(พ.ศ.2547-2550 และ พ.ศ.2551-2554 ตามลำดับ)

การวิเคราะห์ ข้อมูลใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เอสเอสเอส (SAS Version 9.0) เพื่อศึกษา ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าดัชนีอุณหภูมิและความชื้น สัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผสมติดในแม่โครีดนม โดยการใช้สถิติ Pearson correlation coefficients เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าดัชนีอุณหภูมิและความชื้น สัมพัทธ์และอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจ สถิติ ANOVA และ Logistic regression model เพื่อ วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายในแม่โครีดนม ได้แก่ สายพันธุ์ ลำดับการให้นม ฤดูกาล สภาพอากาศ สถิติ Chi square เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการผสม ติด ได้แก่ สายพันธุ์ ลำดับการให้น้ำนม จำนวนครั้งที่ทำการผสมเทียมหลังคลอด วันท้องว่าง น้ำเชื้อ และอุณหภูมิร่างกาย โดยกำหนดให้ค่าสถิติมีระดับความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P < 0.05$

ผลการดำเนินงานระยะที่2

1. การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในโรงเรือน

จากการศึกษาเก็บข้อมูลสภาพอากาศในโรงเรือนทุก 1 ชั่วโมงติดต่อกัน พบว่าสภาพอากาศมี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการศึกษาเท่ากับ $29.15 \pm 1.36^{\circ}\text{C}$ ($25.43-31.76^{\circ}\text{C}$) ความชื้น สัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ $75.16 \pm 4.81\%$ ($68.21-85.17\%$) และค่าดัชนีความเครียดจากความร้อนขึ้น (THI) เท่ากับ 80.47 ± 1.84 ($74.06-83.74$) มีค่าอุณหภูมิ ความชื้นและ THI สูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ย ดังแสดงใน ตารางที่ 5

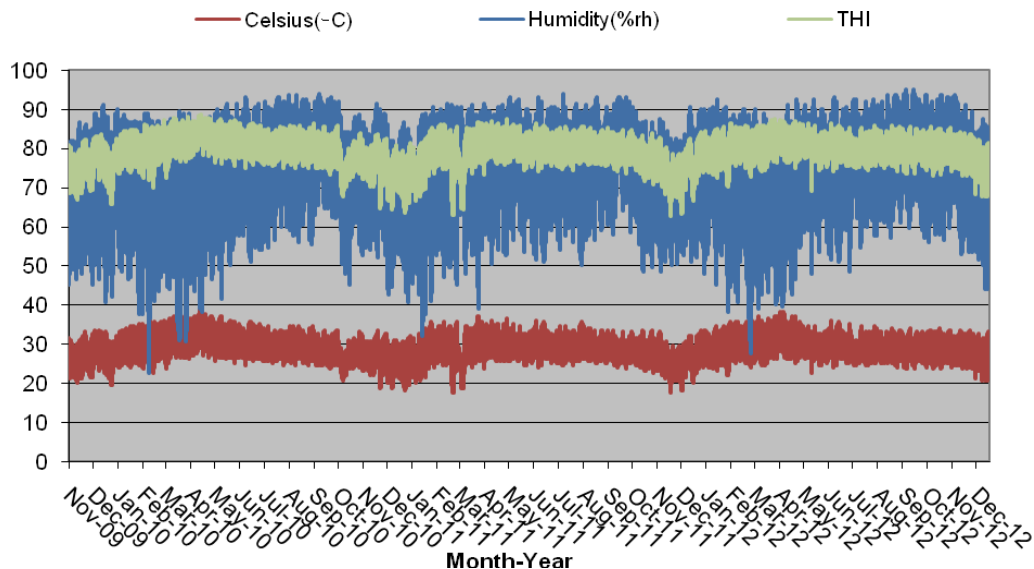
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของสภาพอากาศในโรงเรือนโคนม

	ค่าเฉลี่ยตลอดปี	ค่าต่ำสุดเฉลี่ย	ค่าสูงสุดเฉลี่ย
อุณหภูมิ (°C)	29.15±1.36 (25.43-31.76)	25.04±1.56 (19.5-27.5)	35.14±1.86 (30.5-39.0)
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	75.16±4.81 (68.21-85.17)	49.42±9.82 (22.5-64.5)	90.02±2.59 (85.00-94.00)
ค่า THI	80.47±1.84 (74.06-83.74)	75.30±2.54 (65.77-79.37)	85.97±1.62 (79.81-88.39)

ตารางที่ 6 แสดงระยะเวลาที่ระดับความเครียดจากความร้อนหรือค่า THI ของอากาศในโรงเรือนในแต่ละวันที่มีการเปลี่ยนแปลง ในช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคม 2554

Level of severity of heat stress	Duration of severity of heat stress (hours/day)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
THI < 72 (No stress)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
72<THI≤79 (Mild stress)	14	15	21	10	6	6	12	10	13	14	15	14
THI>79 (Moderate stress)	0	9	3	14	18	18	12	14	11	10	9	0

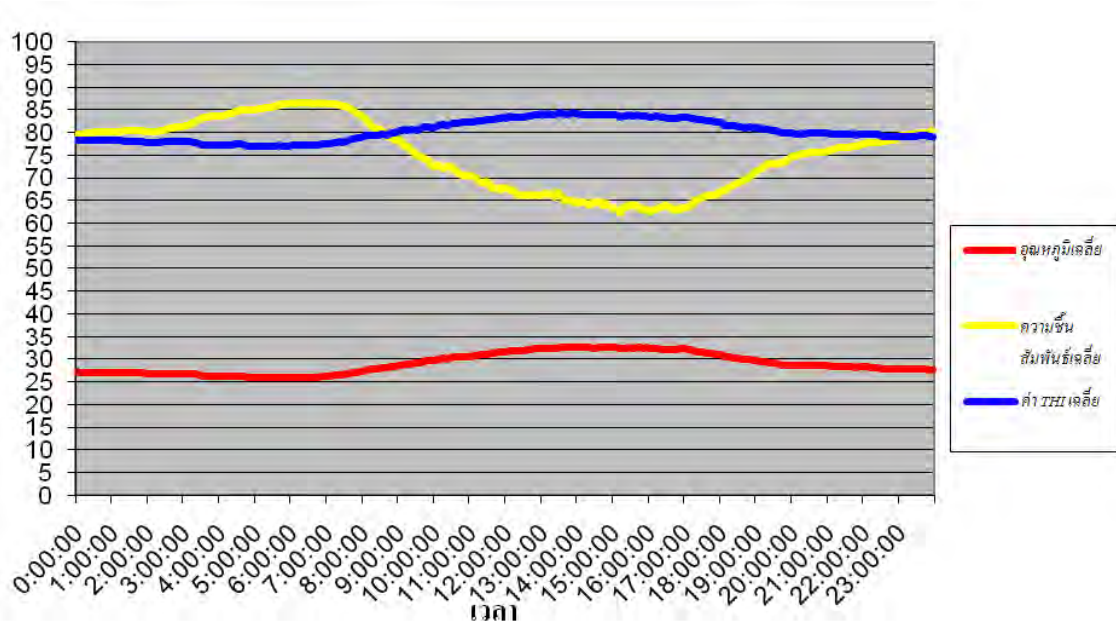
จากตารางที่ 6 เป็นตัวอย่างแสดงระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อน (ปี 2554) ที่แสดงให้เห็นว่าสภาพอากาศในโรงเรือนแต่ละวันในช่วงเดือนต่างนั้น มีระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อนเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน สภาพอากาศในแต่ละวันส่วนใหญ่จะมีระดับความเครียดจากความร้อนอยู่ในระดับที่ทำให้มีความเครียดจากความร้อน (เล็กน้อย-ปานกลาง) เป็นระยะเวลายาวนานตลอดทั้งวัน (ตลอด 24 ชั่วโมง) ยกเว้นในช่วงเดือนธันวาคมและมกราคม (ฤดูหนาว) สภาพอากาศมีระดับความเครียดลดลงอยู่ในระดับที่ไม่มีความเครียดจากความร้อนประมาณวันละ 10 ชั่วโมง แต่ยังคงมีความเครียดจากความร้อนในระดับเล็กน้อยอีกประมาณวันละ 14 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่าแม่โคนมจะมีโอกาสได้รับความเครียดจากความร้อนและส่งผลกระทบต่อการผลิตของแม่โคนมได้ตลอดทั้งปี แต่มีระดับความรุนแรงแตกต่างกันในแต่ละเดือน ซึ่งสภาพอากาศในเขตอากาศแบบร้อนชื้นนั้นอากาศจะมีอุณหภูมิและความชื้นสูงตลอดทั้งปี ทำให้การเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในภูมิภาคนี้จะต้องได้รับผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนตลอดเวลาคล้ายคลึงกันทุกปี (รูปที่ 10) ดังนั้นแนวทางการจัดการหรือการลงทุนเพื่อลดความเครียดจากความร้อนในระยะยาวให้กับแม่โคนมที่มีอยู่ในฟาร์มของเกษตรกรนั้น เป็นแนวทางที่เกษตรกรควรให้ความสำคัญเพื่อลดความสูญเสียและให้โคนมในฟาร์มสามารถให้ผลผลิตได้เต็มที่มากขึ้นตามศักยภาพของแม่โคและประสิทธิภาพในการจัดการฟาร์ม



รูปที่10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI ของสภาพอากาศภายในโรงเรือน ในช่วงเดือนและปีต่างๆ

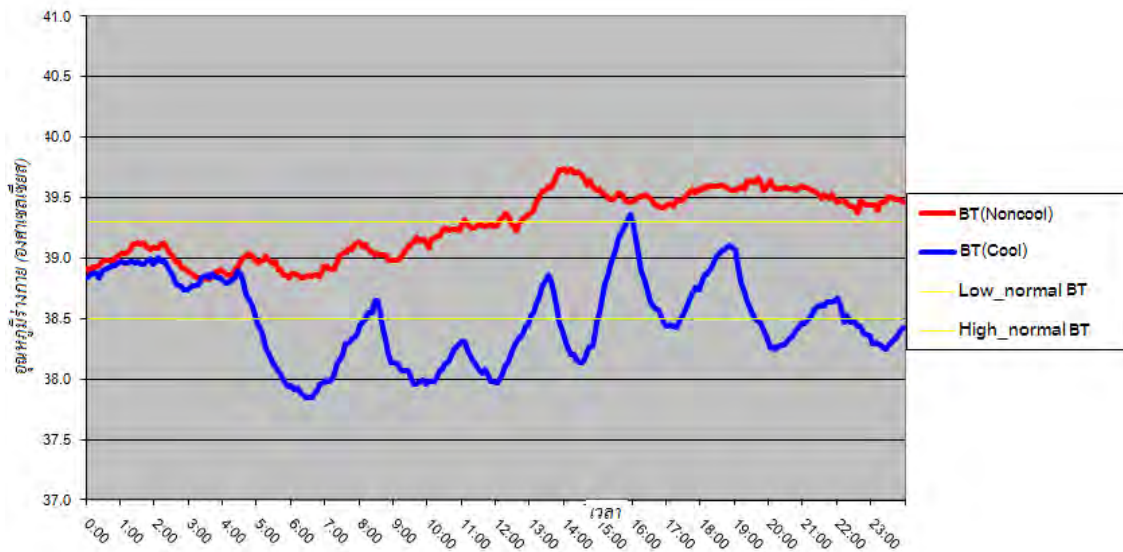
2. ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการหายใจของแม่โครีดนม

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI ของอากาศในโรงเรือน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นคือตอนกลางวันนั้นจะพบว่าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงและในช่วงเวลากลางคืนจนถึงรุ่งเช้าอากาศจะมีอุณหภูมิลดลง แต่ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มสูงขึ้น ($r = -0.983$, $P < 0.0001$) และในช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะพบว่าทำให้ค่า THI เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ($r = 0.996$, $P < 0.0001$) นอกจากนี้พบว่า ค่า THI มีความสัมพันธ์สูงกับความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเช่นกัน ($r = -0.986$; $P < 0.0001$) จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าสภาพอากาศในโรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งวัน และมีค่าดัชนี THI อยู่ในระดับที่แม่โคนมจะเกิดความเครียดจากความร้อนได้ตลอดเวลาเช่นกันขึ้นกับสภาพอากาศ โดยแม่โคจะมีโอกาสเกิดความเครียดจากความร้อนในระดับเล็กน้อย(mild stress)ในช่วงเวลากลางคืน และจะมีโอกาสเกิดความเครียดจากความร้อนสูงขึ้นในระดับปานกลาง(media stress)ในช่วงเวลากลางวันและสูงสุดในช่วงบ่าย



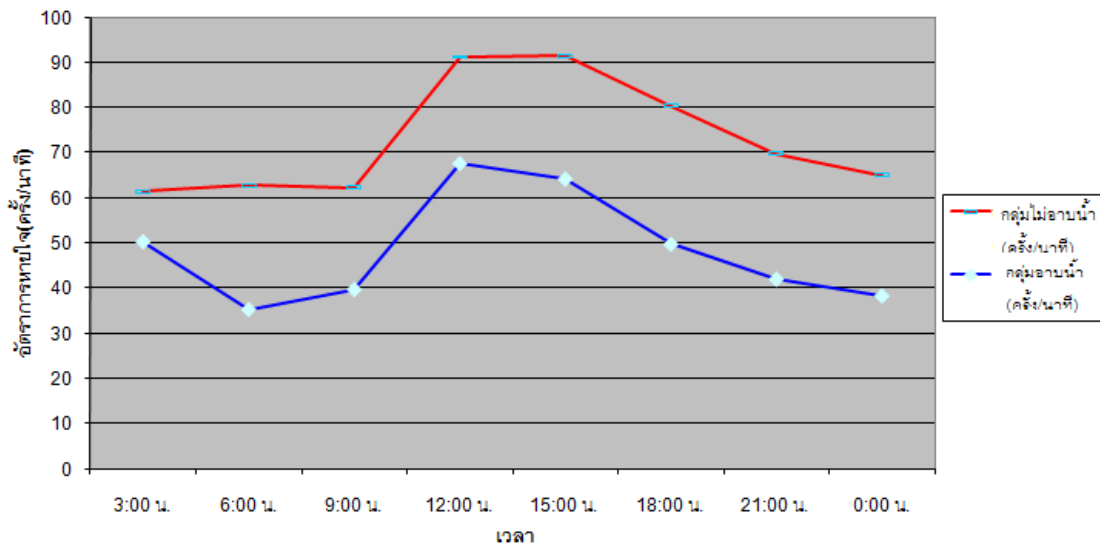
รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

สภาพอากาศร้อนจะมีผลต่อการตอบสนองของร่างกายและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายของแม่โครีดนม ซึ่งจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่องคลอดของแม่โครีดนมทุกๆ 5 นาที ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มโคที่เลี้ยงตามปกติในโรงเรือนนั้น การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่างกายมีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และค่า THI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.714$, $P < 0.0001$; $r=-0.750$, $P < 0.0001$ และ $r=0.709$, $P < 0.0001$ ตามลำดับ) นอกจากนี้พบว่า การใช้ระบบทำความเย็นให้กับแม่โครีดนมโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ จะช่วยให้โคสามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีขึ้นและทำให้โคสามารถรักษาระดับอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในช่วงปกติได้ดีมากขึ้น ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายน้อยลง และไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ($r=0.042$, $P = 0.4692$) ดังแสดงในรูปที่ 12 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศสามารถลดผลกระทบของอากาศร้อนและเพิ่มความเย็นสบายให้กับโคได้ ทำให้แม่โครีดนมมีอุณหภูมิหรือความร้อนสะสมในร่างกายลดน้อยลง



รูปที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่องคลอดโคในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงระหว่างกลุ่มโคที่ได้รับการจัดการให้เย็นสบายด้วยระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ (BTcool) กับกลุ่มโคที่เลี้ยงตามปกติในโรงเรือน (BTnoncool)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจของแม่โครีดนมที่ได้รับการจัดการให้เย็นสบายด้วยระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ กับแม่โครีดนมที่เลี้ยงตามปกติในโรงเรือนพบว่า การเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจของโคกลุ่มที่เลี้ยงตามปกติ มีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.717$, $p=0.045$; $r=0.935$, $p=0.0006$; $r=-0.929$, $p=0.0008$ และ $r=0.920$, $p=0.0012$ ตามลำดับ) ทำให้โคกลุ่มที่เลี้ยงตามปกติมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้นและลดลงเมื่ออุณหภูมิอากาศลดลงตามช่วงเวลาต่างๆ ในรอบ 24 ชั่วโมง ส่วนโคกลุ่มที่ได้รับการจัดการให้เย็นสบายด้วยระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศก็มีอัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศด้วยเช่นกันแต่โคกลุ่มนี้มีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นไม่เกินกว่าเกณฑ์ปกติ (40-60 ครั้ง/นาที) แสดงให้เห็นว่าการจัดการโดยใช้ระบบการอาบน้ำและพัดลมเป่าอากาศจะช่วยลดผลกระทบของอากาศร้อนและช่วยควบคุมอัตราการหายใจของแม่โคทำให้เกิดความเย็นสบายกับแม่โครีดนมได้



รูปที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจของโคที่ได้รับการจัดการให้เย็นสบายด้วยระบบการอาบน้ำ ร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ(กลุ่มอาบน้ำ) กับกลุ่มโคที่เลี้ยงตามปกติในโรงเรือน(กลุ่มไม่อาบน้ำ)ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

3. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนของ อุณหภูมิร่างกายของ แม่โคนมที่ใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศ

จากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมที่ได้รับการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศ ได้แก่ พันธุ์ ลำดับการให้น้ำนม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่า THI และฤดูกาล พบว่า

3.1 ลำดับการให้น้ำนม

ลำดับการให้น้ำนมมีผลกระทบท่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย อุณหภูมิร่างกายสูงสุดเฉลี่ย และระยะเวลาที่โคมีอุณหภูมิในรอบ 24 ชั่วโมงสูงกว่า 38.5°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.0276$, $P=0.0002$ และ $P=0.0018$ ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลของอายุหรือลำดับการให้น้ำนมต่ออุณหภูมิร่างกายโค

	ลำดับการให้น้ำนม		
	ท้องที่ 1(N=77)	ท้องที่ 2-4(N=57)	ท้องที่ 5 ขึ้นไป(N=38)
อุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)	38.15 ± 0.29^a	38.09 ± 0.26	38.01 ± 0.23^b
อุณหภูมิร่างกายสูงสุดเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)	38.83 ± 0.35^a	38.78 ± 0.34^a	38.52 ± 0.30^b
ระยะเวลาที่โคมีอุณหภูมิในรอบวันสูงกว่า 38.5°C (ชั่วโมง)	4.99 ± 5.45^a	3.61 ± 3.78^a	1.73 ± 3.43^b

* a,b ในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.2 อุณหภูมิอากาศ

จากการศึกษาพบว่าระดับของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศมีผลกระทบต่ออุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย อุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยสูงสุด และระยะเวลาที่แม่โครีดนมมีอุณหภูมิร่างกายในช่วง 24 ชั่วโมงสูงกว่า 38.5°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.0202$, $P=0.0123$ และ $P=0.0111$ ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลของระดับอุณหภูมิอากาศต่ออุณหภูมิร่างกายโค

	ระดับอุณหภูมิอากาศ (T)		
	T<28°C (N=25)	28≤T≤30°C (N=107)	T>30°C (N=38)
อุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย (°C)	37.98±0.22 ^a	38.10±0.26	38.17±0.32 ^b
อุณหภูมิร่างกายสูงสุดเฉลี่ย (°C)	38.56±0.31 ^a	38.76±0.32 ^b	38.82±0.44 ^b
ระยะเวลาที่โคมีอุณหภูมิในรอบวันสูงกว่า 38.5°C (ชั่วโมง)	1.64±3.10 ^a	3.84±4.47 ^b	5.09±5.62 ^b

* a,b ในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.3 ดัชนีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (THI)

จากการศึกษาพบว่า ระดับของดัชนีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (THI) คือ เล็กน้อย (mild stress, $72<THI<80$) และปานกลาง (medium stress, $THI \geq 80$) มีผลกระทบต่ออุณหภูมิร่างกายสูงสุดเฉลี่ยและความต่างของอุณหภูมิร่างกายสูงสุดและต่ำสุดในรอบวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.0191$ และ $P=0.0417$ ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลของระดับของความเครียดจากความร้อน (THI) ต่ออุณหภูมิร่างกายโค

	ระดับของความเครียดจากความร้อน (THI)	
	เล็กน้อย (mild stress) 72<THI<80 (N=52)	ปานกลาง (medium stress) THI ≥ 80 (N=120)
อุณหภูมิร่างกายสูงสุดเฉลี่ย (°C)	38.64±0.32 ^a	38.79±0.36 ^b
ความต่างของอุณหภูมิร่างกายสูงสุดและต่ำสุดในรอบวัน (°C)	1.13±0.31 ^a	1.31±0.57 ^b

* a,b ในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.4 ฤดูกาล

จากการศึกษาพบว่า ฤดูกาลได้แก่ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์) ฤดูร้อน (มีนาคม - มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม - ตุลาคม) มีผลกระทบต่ออุณหภูมิร่างกายสูงสุดเฉลี่ยและความต่างของอุณหภูมิร่างกายสูงสุดและต่ำสุดในรอบวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.0497$ และ $P=0.0133$ ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลของระดับอุณหภูมิอากาศต่ออุณหภูมิร่างกายแม่โครีดนม

	ฤดูกาล		
	ฤดูหนาว(N=25)	ฤดูร้อน (N=87)	ฤดูฝน (N=60)
อุณหภูมิร่างกายสูงสุดเฉลี่ย (°C)	38.57±0.29 ^a	38.78±0.38 ^b	38.76±0.33 ^b
ความต่างของอุณหภูมิร่างกายสูงสุดและต่ำสุดในรอบวัน (°C)	0.98±0.21 ^a	1.25±0.31 ^b	1.36±0.75 ^b

* a,b ในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3.5 สายพันธุ์

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับสายเลือด (%HF) ของโค ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

4. ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ใช้ระบบอบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ

4.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผสมติด

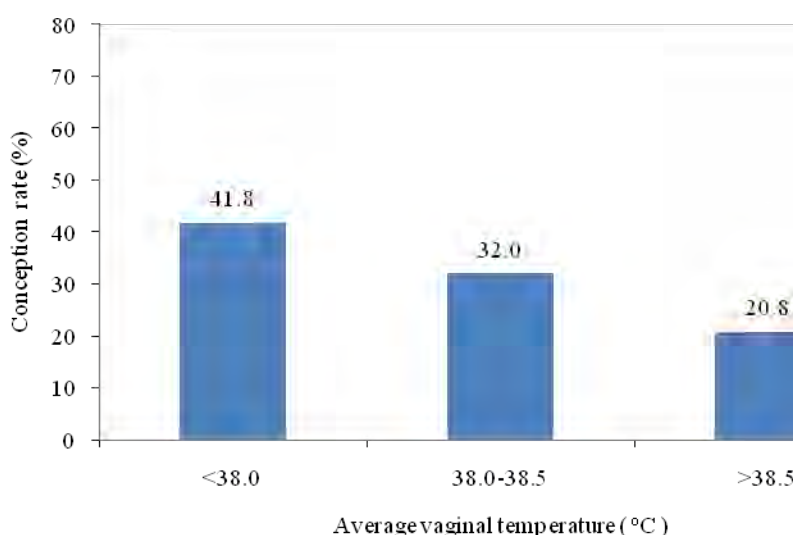
จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับสายเลือด ลำดับการให้น้ำนม จำนวนครั้งที่ผสมเทียม วันท้องว่าง และน้ำเชื้อที่ใช้ผสมเทียม ไม่มีผลกระทบต่อการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงผลกระทบของปัจจัยต่างๆ ต่ออัตราการผสมติดของแม่โครีดนม

	กลุ่ม	อัตราการผสมติด (จำนวน)	P value
พันธุ์ (N=172)	ระดับสายเลือด HF > 93% ระดับสายเลือด HF 85-93% ระดับสายเลือด HF <85%	27.78% (20/72) 39.13% (27/69) 41.94% (13/31)	P=0.2433
ลำดับการให้น้ำนม (N=172)	ท้องที่ 1 ท้อง 2-4 ท้องที่ >4	38.96% (30/77) 29.82% (17/57) 34.21% (13/38)	P=0.5451
จำนวนครั้งที่ผสมเทียม (N=172)	ผสมครั้งที่ 1 ผสมครั้งที่ 2-3 ผสมครั้งที่ >3	29.79% (14/47) 34.67% (26/75) 40.00% (20/50)	P= 0.5726
วันท้องว่าง(N=172)	ระยะวันท้องว่าง <90 วัน ระยะวันท้องว่าง 90-120 วัน ระยะวันท้องว่าง 120-150 วัน ระยะวันท้องว่าง >150 วัน	32.61% (15/46) 32.43% (12/37) 33.33% (3/24) 38.46% (25/65)	P=0.8977
น้ำเชื้อ(N=172)	พ่อโค 1-24	-	P=0.2788

4.2 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติดของแม่โครีดนม

จากการศึกษาพบว่า ความเครียดจากความร้อนหรือสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง จะมีผลโดยตรงทำให้แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่างกายเป็นสาเหตุที่ทำให้แม่โคมีอัตราการผสมติดลดลงได้ ซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่างกายจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในมดลูกและการเจริญของตัวอ่อนในระยะแรก ซึ่งในการศึกษาความสัมพันธ์ของอัตราการผสมติดกับอุณหภูมิร่างกายในช่วง 7 วันหลังผสมเทียมในการศึกษานี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายในช่วงหลังผสมพันธุ์ที่เพิ่มสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้แม่โคมีอัตราการผสมติดลดลง ($P = 0.0686$) ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 แสดงค่าอัตราการผสมติดของแม่โครีดนมที่มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายในช่วง 7 วันหลังผสมเทียมในช่วงต่างๆกัน

4.3 ความสัมพันธ์ ของ สัดส่วนของ ระยะเวลาที่แม่โคมีอุณหภูมิ ร่างกาย สูง สะสม(มากกว่า 38.5°C) ในเวลาแต่ละวัน(24 ชั่วโมง)ต่ออัตราการผสมติด

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของอัตราการผสมติดกับภาวะที่แม่โคมีอุณหภูมิร่างกายสูง (hyperthermia) หรือมีสัดส่วนของ ระยะเวลาที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงมากกว่าค่าอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยปกติ (38.5 °C) ต่อวัน พบว่า ระยะเวลาสะสมที่แม่โคมีอุณหภูมิสูงมากกว่า 38.5 °C ต่อวัน มีผลกระทบต่ออัตราการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.0197$) ดังแสดงในตารางที่ 12 ซึ่งแม่โครีดนมที่มีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 38.5°C สะสมนานมากกว่า 4 ชั่วโมง/วัน จะเริ่มมีผลกระทบต่อการตั้งท้องของแม่โครีดนม และเมื่อแม่โครีดนมมีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 38.5°C นานมากกว่า 8 ชั่วโมง/วัน จะมีผลกระทบต่อการตั้งท้องอย่างมาก ทำให้แม่โครีดนมมีอัตราการผสมติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

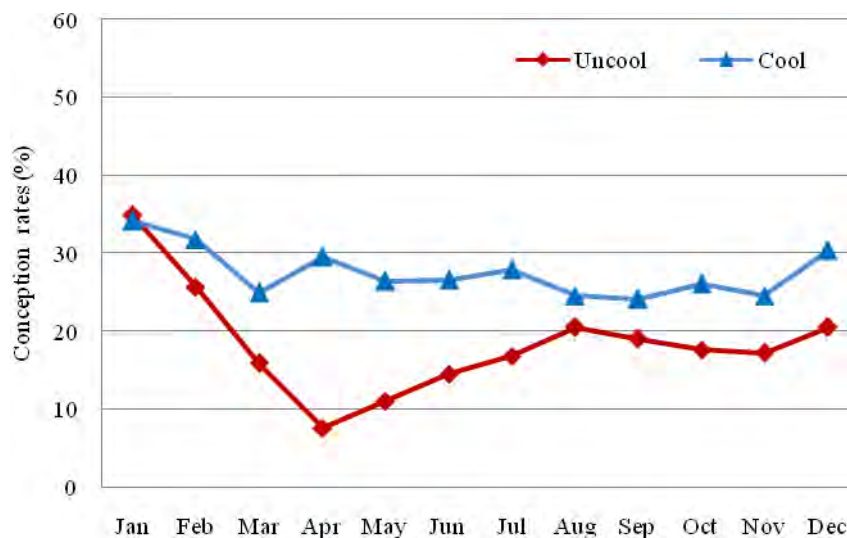
ตารางที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ของ สัดส่วนของ ระยะเวลาที่แม่โครีดนมมีระดับอุณหภูมิในช่วง 24 ชั่วโมงสูงกว่า 38.5 °C กับอัตราการผสมติด

ระยะเวลาที่โคมีระดับอุณหภูมิ สูงกว่า 38.5°C (ชั่วโมง/วัน)	อัตราการตั้งผสมติด (%)
<2.0	43.33 ^a
2-4	42.88 ^a
4-8	22.58 ^b
>8.0	16.67 ^b

* a,b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

5. ผลของการใช้ระบบการระบายความร้อนโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศต่ออัตราการผสมติดของแม่โครีดนม

จากการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ใช้ระบบการระบายความร้อนโดยการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศวันละ 8 ครั้งๆละ 45 นาที กับแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติพบว่า ฤดูกาลหรือเดือนที่แม่โคได้รับการผสมเทียมไม่มีผลกระทบต่อความผันแปรของอัตราการผสมติดของแม่โคนม ($P=0.1840$) โคนมที่ใช้ระบบการระบายความร้อนมีอัตราการผสมติดในช่วงเดือนต่างๆไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีอัตราการผสมติดเฉลี่ยสูงกว่าแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ (27.2 % และ 19.5 %, ตามลำดับ) ทำให้อัตราการผสมติดในช่วงเดือนต่างๆของแม่โคนมที่ใช้ระบบการระบายความร้อนนั้นมีความผันแปรน้อยกว่า เมื่อเทียบกับแม่โคที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ ซึ่งฤดูกาลหรือเดือนที่แม่โคได้รับการผสมเทียมนั้นมีผลกระทบต่อความผันแปรของอัตราการผสมติดของแม่โคนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.0001$) และมีอัตราการผสมติดต่ำที่สุดในช่วงฤดูร้อนหรือเดือนเมษายน (รูปที่ 15) จากการศึกษาวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ระบบการทำความเย็นให้กับแม่โคนมโดยเพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่างกายของแม่โคให้ได้มากที่สุดและบ่อยมากที่สุด จะทำให้แม่โคนมมีความร้อนสะสมในร่างกายลดลง หรือเกิดความเครียดจากความร้อนลดลง และทำให้มีอุณหภูมิร่างกายอยู่ในช่วงเกณฑ์ปกติได้นานหรือมากที่สุดในแต่ละวัน มีโอกาสทำให้การเจริญของตัวอ่อนระยะแรกได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสูงลดลงเช่นกัน ทำให้มีอัตราการสูญเสียตัวอ่อนลดลงและมีอัตราการผสมติดเพิ่มขึ้นได้

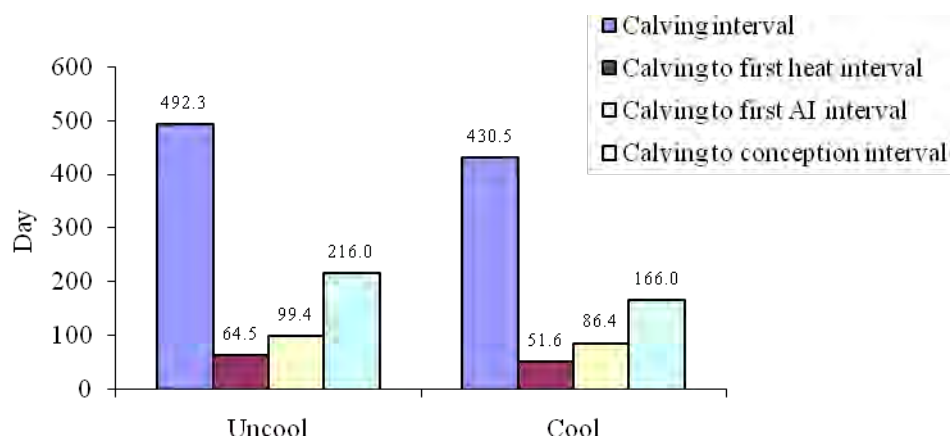


รูปที่ 15 แสดงค่าอัตราการผสมติดในช่วงเดือนต่างๆของแม่โคนมที่ใช้ระบบระบายความร้อนโดยวิธีการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศ (Coo;2551-2554I) และแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนปกติ (Uncool;2547-2550)

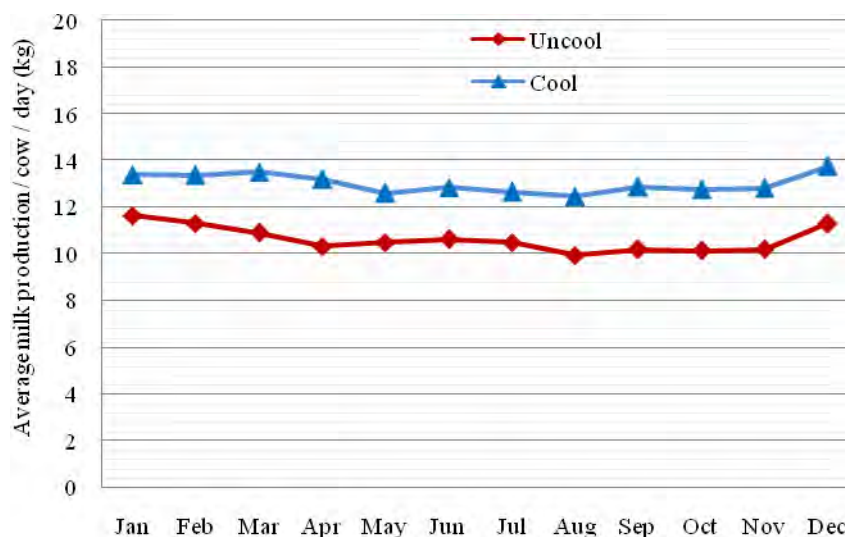
จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มในช่วงเวลา ก่อนและหลังการใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนมเพื่อลดความเครียดจากความร้อน พบว่าอัตราการผสมติดเฉลี่ยรายเดือนในช่วงเวลาที่ใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนมสูงกว่าในก่อนใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนซึ่งเป็นที่อากาศร้อนมากที่สุดและมีอัตราการผสมติดต่ำสุด(รูปที่15) การใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนมโดยใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมระบายอากาศวันละหลายๆครั้ง จะช่วยให้แม่โคสามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีขึ้น ทำให้สามารถรักษาระดับอุณหภูมิในร่างกายในแต่ละวันให้อยู่ในช่วงปกติได้เป็นระยะเวลานานมากขึ้น ส่งผลให้แม่โคนมมีอัตราการผสมติดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติด โดยแม่โคนมที่มีภาวะอุณหภูมิร่างกายสูง(มากกว่า 38.5 °c)สะสมเป็นระยะเวลานาน(มากกว่า 4-8 ชม./วัน) จะมีผลกระทบต่ออัตราการผสมติด ทำให้แม่โคนมมีอัตราการผสมติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 12) นอกจากนั้นการใช้ระบบการจัดการที่ช่วยให้แม่โคสามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีขึ้น ทำให้แม่โคนมสามารถให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ(รูปที่16) เนื่องจากการช่วยเพิ่มการระบายความร้อนหรือลดอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศที่ร้อนให้มีระดับลดต่ำลงหรือใกล้เคียงระดับปกติได้มากที่สุด จะทำให้แม่โคนมสามารถกินอาหารและให้ผลผลิตน้ำนมมากขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มในช่วงเวลา ก่อนและหลังการใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนมเพื่อลดความเครียดจากความร้อน พบว่าในช่วงเวลาที่ใช้ระบบการลดความร้อนโดยใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับการใช้พัดลมเป่าอากาศ ทำให้แม่โคนมมีระยะวันหลังคลอดถึงวัน

ผสมติด และระยะห่างของการคลอดลูกแต่ละตัวน้อยกว่าในช่วงเวลาก่อนที่จะมีการใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนมอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่15)



รูปที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มในช่วงเวลาก่อนใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนม(Uncool; 2547-2550) และหลังการใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนม (Cool; 2551-2554)



รูปที่ 16 แสดงค่าอัตราการให้น้ำนมเฉลี่ย(ก.ก./ตัว/วัน)ของแม่โคนมในฟาร์มในช่วงเวลาก่อนใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนม(Uncool; 2547-2550) และหลังการใช้ระบบการลดความร้อนให้กับแม่โคนม (Cool; 2551-2554)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาทดลองนี้พบว่า อุณหภูมิร่างกายของแม่โคที่เลี้ยงในเขตอากาศร้อนชื้นนั้นจะมีความสัมพันธ์สูงกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ และการใช้ระบบ การอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศช่วยให้แม่โคสามารถคงอุณหภูมิร่างกายได้ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ($r=0.428$; $P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาทดลองในประเทศอิสราเอล ที่ทำการอาบน้ำโควันละ 5-7 ครั้ง นานครั้งละ 30-45 นาที จะทำให้สามารถคงอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ต่ำกว่า 39 องศาเซลเซียสไว้ได้ ขณะที่แม่โคที่ไม่ได้อาบน้ำจะมีอุณหภูมิร่างกายเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศ โดยอาจสูงกว่า 39.5 องศาเซลเซียสได้ (Flamenbaum และ Galon, 2010) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าอุณหภูมิร่างกายแม่โครีดนมกลุ่มที่ไม่อาบน้ำสูงขึ้นตามอุณหภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.715$; $P<0.05$) ดังนั้นการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าระบายอากาศนั้นมีศักยภาพมากในการช่วยลดความเครียดจากความร้อนให้กับแม่โคในเขตอากาศแบบร้อนชื้น ช่วยทำให้แม่โคสามารถ รักษาระดับของอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับอุณหภูมิปกติได้มากขึ้น

แม่โคนมที่มีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 38.5°C สะสมนานมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน มีผลต่ออัตราการตั้งท้องที่ลดลง ทำให้อัตราการตั้งท้องลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จาก 43.33 % และ 42.88% ในแม่โคที่มีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 38.5°C นานน้อยกว่า 2 ชั่วโมง และนาน 2-4 ชั่วโมง ตามลำดับ เป็น 22.58% และ 16.67% ในแม่โครีดนมที่มีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 38.5°C นานกว่า 4-8 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ ($P<0.05$) เนื่องจากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นแล้วว่าอุณหภูมิอากาศมีผลต่ออุณหภูมิโค ดังนั้นอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นจะลดอัตราการผสมติด (Ray et al., 1992) และจากการทดลองของ Ryan และคณะ 1991 กล่าวว่าอัตราการตายของเอ็มบริโอจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงวันที่ 6-14 ของการท้องในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเพิ่มเมตาบอลิซึมของเอ็มบริโอในช่วงขณะที่มดลูกมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นก่อนที่จะมีการเจริญแบ่งตัวออกมา อีกทั้งการผสมติดต่ำอาจมีผลมาจากขณะที่มีการผสมเทียมเกิดความเครียดจากความร้อนขึ้นทั้งก่อนและหลังผสม (Dutt et al, 1964) Gwazdauskas และคณะ 1975 กล่าวว่าอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้น 0.5 องศาเซลเซียสเหนืออุณหภูมิร่างกายปกติมีความเกี่ยวข้องกับอัตราการตั้งท้องที่ลดลงได้ในโคหลังผสมเทียม 7 % Ulberg และ Burfening (1967) อุณหภูมิร่างกายโคที่วัดทางทวารหนักเมื่อเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมงหลังจากที่มีการผสมเทียมมีความเกี่ยวข้องกับการลดลงของอัตราการท้องในปศุสัตว์จาก 61% ลดลงเหลือ 45% Hansen(2006) กล่าวว่าอุณหภูมิร่างกายที่สูงกว่าร่างกายปกติ 0.9 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นสาเหตุให้อัตราการผสมติดลดลง 12.8% และอุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นในวันที่ 3-5 ของการตั้งท้องก็สามารถที่จะทำให้ลายเอ็มบริโอ Hicks (2005) กล่าวว่า แต่ละองศาเซลเซียสของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในช่วง 30 วันของฤดูกาลผสมพันธุ์นั้นอัตราการตั้งท้องในช่วง 30 วันนี้จะลดลง 1.08% ซึ่งจากการศึกษาก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นแล้วว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่ออัตราการผสมติด จึงอาจสรุปได้ว่าหากโคต้องเผชิญกับความร้อนที่เพิ่มขึ้นนานเท่าไรก็ย่อมส่งผลกระทบต่ออัตราการผสมติดได้มากยิ่งขึ้นด้วยดังการศึกษาครั้งนี้

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความเครียดจากความร้อนทำให้เกิดผลกระทบกับแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตสภาพอากาศแบบร้อนชื้นอย่างมาก ทำให้แม่โคนมมีผลผลิตลดลง มีอัตราการผสมติดและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แม่โคนมมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตลดลงและเกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมาก การใช้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้แม่โคนม

สามารถระบายความร้อนนอกจากร่างกายได้ดีขึ้น และสามารถรักษาระดับอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับช่วงเกณฑ์ของอุณหภูมิร่างกายปกติได้มากที่สุด จะช่วยให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อช่วยให้แม่โคนมเกิดความเย็นสบายและสามารถให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นได้นั้น เป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของโคนมที่เกษตรกรเลี้ยงอยู่ได้ จะทำให้เกษตรกรได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นและมีต้นทุนการผลิตลดลง ซึ่งจะทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมสามารถอยู่รอดได้และมีศักยภาพในการแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกันภายใต้ข้อจำกัดของสภาพภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามขนาดของฟาร์มหรือจำนวนแม่โคที่ให้ผลผลิตในฟาร์มเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนของผลตอบแทนที่ได้รับเพิ่มขึ้นกับค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลงทุนและการดำเนินงานของระบบการจัดการที่เพิ่มขึ้นมา

จากผลการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า สภาพอากาศในเขตอากาศแบบร้อนชื้นหรือในประเทศไทยมีผลกระทบอย่างมากต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคนม ดังนั้นการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยจึงควรมีการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้แม่โคนมเกิดความเย็นสบายมากขึ้นและมีความสมบูรณ์พันธุ์และให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น การจัดการโดยใช้ระบบทำความเย็นเพิ่มให้กับแม่โคนมในแต่ละวันนั้นจะต้องทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการช่วยลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนขึ้นต่อแม่โคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนชื้นได้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการใช้ระบบทำความเย็นให้กับแม่โคจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการทำงานของระบบโดยเฉพาะค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า และระบบต้องทำงานอย่างต่อเนื่องให้มากที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อน จึงจะสามารถแก้ไขผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจจากผลตอบแทนที่ได้รับจากการศึกษานี้ จึงเป็นสิ่งที่จะเป็นประโยชน์และใช้เป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดขยายผลต่อไป

ดังนั้นการตัดสินใจเลือกใช้ระบบการจัดการใดเพื่อช่วยลดความเครียดจากความร้อนให้แม่โคนมจึงควรมีการศึกษาวิเคราะห์หาจุดสมดุลหรือความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของฟาร์มแต่ละขนาดหรือแต่ละพื้นที่ร่วมด้วย แต่อย่างไรก็ตามการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อลดความเครียดจากความร้อนให้กับแม่โคนมที่เลี้ยงภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้นนั้นมีความสำคัญและจำเป็นมาก เนื่องจากความเครียดจากความร้อนเป็นต้นเหตุสำคัญของปัญหาที่ทำให้แม่โคนมมีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตและสมรรถภาพทางสืบพันธุ์ลดลง และจากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นแล้วว่าระบบการจัดการเพื่อลดความเครียดจากความร้อนหรือการเพิ่มความเย็นสบายให้กับแม่โคนมนั้นมีศักยภาพพอที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของโคนมในประเทศไทยได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้างหุ้นส่วนจำกัดน้ำฝนฟาร์ม และอุดมแดรี่ฟาร์ม

เอกสารอ้างอิง

- ปราจีน วีรกุล ปาริฉัตร สุขโต สุรจิต ทองสอดแสง อยู่ฤทธิ์ หรินทรานนท์ กิตติ มหาวิรุฬห์ พรชัย สุวรรณ
ภิรมย์ ไพโรจน์ อัมพวันวงศ์ สาโรช งามขำ ไกรวรรณ หงษ์ยันตรชัย วินัย กระแสสินธุโกมล
สันติ ประสิทธิผล นวเพ็ญ ภูติภินันท์ ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และจันทร์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร 2544
การศึกษาแก้ไขปัญหาการผสมติดยากและการสูญเสียคัพภะระยะต้นในโคนม รายงานวิจัย
ฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (.สกว)183 หน้า
- 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.
- Armstrong, D. 1994. Heat stress interactions with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*
77:2044-2050.
- Armstrong, D., Wise, M., Torabi, M., Weirsmas, F., Hunter, R. and Kopel, K. 1988. Effect of different
cooling systems on milk production of late lactation Holstein cows during high ambient
temperatures. *J. Dairy Sci.* 71(Suppl. 1):212. (Abstr.)
- 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.
- Bucklin, R.A., Turner, L.W., Beede, D.K., Bray, D.R. and Hemken, R.W. 1991. Methods to relieve heat
stress for dairy cows in hot, humid climates. *Appl. Eng. Agric.* 7:241-247.
- Dutt, R.H. 1964. Detrimental effects of high ambient temperature on fertility and early embryo survival
in sheep. *Int. J. Biometeor.* 8:47-56.
- Ealy, A.D., Arechiga, C.F., Bray, D.R., Risco, C.A and Hansen, P.J. 1994. Effectiveness of short-term
cooling and vitamin E for alleviation of infertility induced by heat stress in dairy cows. *J. Dairy
Sci.* 77:3601-3607.
- 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.
- Flamenbaum, I. and Galon, N. 2010. Management of heat stress to improve fertility in dairy
cows in Israel. *J. Reprod. Dev.* 56:36-41.
- Flamenbaum, I., Wolfenson, D., Mamen, A. and Berman, A. 1986. Cooling cattle by a combination of
sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *J. Dairy Sci.*
69:3140-3147.
- Fuquay, J.W. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52:164-174.
- Gwazdauskas, F. C., Linneweaver, J.A. and McGilliard, M.L. 1983. Environmental and management
factors affecting estrous activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66:1510.

- Gwazdauskas, F.C., Wilcox, C.J. and Thatcher, W.W. 1975. Environmental and management factors affecting conception rate in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 58(1): 88-92.
- 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.
- Lu, G., Cheng, K.J., Hwang, S.Y., Yang, S.P. and Chen, G.M. 1993. The effect of air-conditioned housing facility for holstein heifers during the day time on estrous synchronization. *Taiwan Livestock Res.* 26:99-106.
- Pennington, J.A., Albright, J.L. and Dickman, M.A. 1985. Sexual activity in holstein cows: seasonal effects. *J. Dairy Sci.* 68: 3023-3030.
- 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.
- Rodtian, P., King, G., Subrod, S. and Pongpiachan, P. 1996. Oestrous behavior of holstein cows during cooler and hotter tropical seasons. *Anim. Reprod. Sci.* 45:47-58.
- Roman-Ponce, H., Thatcher, W.W., Buffington, D.E., Wilcox, C.J. and Van Horn, H.H. 1977. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 66:424-430.
- Roman-Ponce, H., Thatcher, W.W. and Wilcox, C.J. 1981. Hormonal relationships and physiological responses of lactating dairy cows to a shade management system in a subtropical environment. *Theriogenology* 16:139-154.
- Ryan, D.P., Scland, M., Kopel, E., Armstrong, D., Munyakazi, L., Gorkke, G. and Ingergam, R. 1992. Evaluating two different evaporative cooling management systems for dairy cows in hot dry climate. *J. Dairy Sci.* 76(Suppl. 1):240. (Abstr.)
- Smith, J., Armstrong, D., Correa, A., Auendens, L., Rubio, A. and DeNise, S. 1993. Effects of spray and fan system on milk production and reproductive efficiency in hot arid climate. *J. Dairy Sci.* 76(Suppl. 1):240. (Abstr.)
- Stott, G.H. 1981. What is animal stress and how is it measured. *J. Anim. Sci.* 52:150-153.
- Stott, G.H., Wiersma, F. and Woods, J.M. 1972. Reproductive health program for cattle subjected to high environmental temperatures. *J. A. V. M. A.* 161:1339-1344.
- Ulberg, L.C. and Burfening, P.J. 1967. Embryo death resulting from adverse environment on spermatozoa or ova. *J. Anim. Sci.* 26: 571.

- 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.
- Wise, M.E., Rodriguez, R.E., Armstrong, D.V., Huber, J.T., Wiersma, F. and Hunter, R. 1988. Fertility and hormonal responses to temporary relief of heat stress in lactating cows. *Theriogenology* 29:1027-1035.
- Wofenson, D., Roth, Z. and Meidan, R. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 60:535-547.
- Younas, M., Fuquay, J.W., Smith, A.E. and Moore, A.B. 1993. Estrous and endocrine responses of lactating Holsteins to forced ventilation during summer. *J. Dairy Sci.* 76:430-436.

ภาคผนวก

ตารางสรุปกิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่ได้รับ (โดยสังเขป)

วัตถุประสงค์		
1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตน้ำนมและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำในฟาร์มโคนมขนาดใหญ่ 2. เพื่อการศึกษาวิจัยต่อยอดโดยการพัฒนาองค์ความรู้ที่ได้รับจากงานวิจัยเดิม มาขยายผลเพื่อการแก้ไขปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสำหรับการเลี้ยงโคนมในเขตอากาศแบบร้อนชื้น 3. เพื่อเป็นการสร้างองค์ความรู้หรือเป็นต้นแบบในการจัดการและการพัฒนาการเลี้ยงโคนมแนวใหม่สำหรับประเทศไทย 4. เพื่อการสร้างความร่วมมือหรือเครือข่ายในการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานเพื่อเป็นการสร้างนักวิจัยและพัฒนาบุคลากรขององค์กร		
กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
1. ศึกษาเปรียบเทียบสภาพอากาศภายในโรงเรือนปิดขนาดใหญ่ที่ใช้ระบบการลดอุณหภูมิของอากาศในโรงเรือนโดยอาศัยการระเหยของน้ำกับภายนอก เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI เป็นต้น รวมทั้งศึกษาการตอบสนองของแม่โค เช่น อุณหภูมิร่างกาย และอัตราการหายใจ เป็นต้น 2. ศึกษาเปรียบเทียบการกินอาหาร ผลผลิตน้ำนม และระบบสืบพันธุ์ของแม่โคนมที่เลี้ยงในโรงเรือนขนาดใหญ่	1. ตรวจวัดประเมินสภาพอากาศภายในโรงเรือนระบบใหม่และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่ตรวจพบเพื่อให้มีประสิทธิภาพตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ 2. ไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากโรงเรือนเกิดปัญหาอัคคีภัย เสียหายทั้งโรงเรือน	1. จากผลการดำเนินงานในช่วงระยะแรกเพื่อประเมินประสิทธิภาพและแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำงานของระบบปรับอากาศภายในโรงเรือน เนื่องจากเป็นโรงเรือนที่สร้างขึ้นใหม่และมีขนาดใหญ่มากในระยะแรกจึงต้องมีการตรวจประเมินประสิทธิภาพว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งตลอดระยะเวลาในการศึกษานี้พบข้อบกพร่องและมีการปรับปรุงแก้ไขระบบต่างๆของโรงเรือนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้โรงเรือนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะสามารถพัฒนาได้ใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามโรงเรือนเกิดปัญหาอัคคีภัยไฟไหม้เสียหายทั้งหมดก่อนที่ระบบจะได้รับการปรับปรุงให้เสร็จสมบูรณ์ จึงไม่สามารถดำเนินการศึกษาตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้ได้ทั้งหมด แต่ข้อมูลที่ได้รับจากการดำเนินงานครั้งนี้ อาจจะไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาและพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต 2. ปรับแผนการดำเนินงานโครงการใหม่โดยทำการศึกษา ประสิทธิภาพของการใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ ในโรงเรือนเปิดแทน ซึ่งมีเป้าหมายเดียวกันคือเพิ่มความเย็นสบายให้กับแม่โคนม และช่วยลดผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของแม่โคนม

3.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในโรงเรียนได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI 4.ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนของสภาพอากาศกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของร่างกายและอัตราการหายใจของแม่โคที่ได้รับการจัดการโดยใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าอากาศเปรียบเทียบกับแม่โคที่ไม่ได้รับการอาบน้ำและไม่ได้รับการอาบน้ำ 5.ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายกับอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ 6.ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการผสมติดและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ และผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมในฟาร์มในช่วงเวลา ก่อนและหลังการใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (พ.ศ.2547-2550 และ พ.ศ. 2551-2554 ตามลำดับ)	3.บันทึกการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในโรงเรียนห่างกันทุก1ชม. ทุกวันตลอดระยะเวลาศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่า THI 4.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของของสภาพอากาศในโรงเรียน และนำมาหาความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนม และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมที่ใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศกับแม่โคนมที่ไม่ได้รับการอาบน้ำ 5.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมหลังผสมพันธุ์แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับอัตราการผสมติดของแม่โคนมที่ใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ 6.ศึกษาข้อมูลย้อนหลังเพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ และผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมในฟาร์มในช่วงเวลา ก่อนใช้ระบบอาบน้ำร่วมกับพัดลมระบายอากาศ(พ.ศ.2551-2554)	3.สภาพอากาศในโรงเรียนมีอุณหภูมิและความชื้นสูงตลอดทั้งปีทำให้แม่โคนมได้รับความเครียดจากความร้อนตลอดเวลา โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน ระดับความรุนแรงของความเครียดจากความร้อนจะลดน้อยลงบ้างในช่วงเวลากลางคืน ดังนั้นโคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อนขึ้นควรการจัดการเพื่อลดความเครียดจากความร้อนตลอดเวลาเพื่อให้สามารถมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น 4.อุณหภูมิร่างกายของแม่โคนมจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากสภาพอากาศ ทำให้แม่โคนมมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับสภาพอากาศ การใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าอากาศวันละหลาย ๆ ครั้งจะช่วยให้แม่โคนมสามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีขึ้น ทำให้มีความร้อนสะสมในร่างกายลดลง ช่วยทำให้แม่โคนมสามารถรักษาระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับระดับอุณหภูมิร่างกายปกติได้ดีขึ้นตลอดทั้งวัน 5.แม่โคนมที่มีสัดส่วนของระยะเวลาที่มีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่า38.5°Cสะสมเป็นระยะเวลานานมากกว่า4-8ชั่วโมงต่อวันจะส่งผลกระทบให้มีอัตราการผสมติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 6.การใช้ระบบการอาบน้ำร่วมกับพัดลมเป่าอากาศวันละหลาย ๆ ครั้งเพื่อช่วยลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อน สามารถช่วยเพิ่มอัตราการผสมติดและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ รวมทั้งผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมที่เลี้ยงในฟาร์มที่ตั้งอยู่ในเขตอากาศแบบร้อนขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ
---	---	---

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การนำผลการศึกษาวิจัยกลับไปปรับปรุงและประยุกต์ใช้งานในฟาร์มโคนมที่ใช้ในโครงการวิจัย ซึ่งเป็นฟาร์มโคนมขนาดใหญ่ (มีจำนวนแม่โครีดนมหมุนเวียนประมาณ 100-120 ตัว) จำนวน 2 แห่ง โดยการนำระบบการทำความเย็นและรูปแบบวิธีการระบายความร้อนให้กับแม่โคนมตั้งที่กล่าวในโครงการวิจัยไปใช้อย่างเต็มรูปแบบกับแม่โครีดนมในฝูง 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

ผลงานตีพิมพ์และการเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ

1. Suadsong, S., Suwimonterabutr, J., Virakul, P., Chanpongsang, S. and Kunavongkrit, A. 2008. Effect of improved cooling system on reproduction and lactation in dairy cows under tropical conditions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 21:555-560.
2. Suadsong, S., Chaikhun, T. and Suwimonterabutr, J. 2011. Effect of improved cooling system on diurnal body temperature patterns and conception rate in dairy cows under tropical ate in dairy cows under ate in dairy cows under ate in dairy cows under ate in dairy cows under conditions. In: *Proceedings of the 3rd international conference on sustainable animal agriculture for developing countries*. July 26-29, 2011 Nakhon Ratchasima, Thailand. p 361.
3. Suadsong, S. 2012. Alleviating heat stress leads to improved cow reproductive performance. In: *Milk Production-An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*. InTech. Rijeka, Croatia. 309-330.
4. Suadsong, S. 2013. How to control heat stress in cow in tropic In: *Proceeding of The 38th International Conference on Veterinary Science 2013*, 16-18 January 2013, Bangkok, Thailand. 83-88 pp.