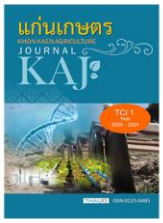
วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



สมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนในแต่ละฤดูกาลภายใต้สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น เขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

Effect of season on reproductive performance of Holstein Friesian crossbred heifers and cows under tropical climate of Nakhon Pathom province, Thailand

อาทิตย์ ปัญญาศักดิ์[1], นาม บัวทอง[1], สิทธิชัย แก้วสุวรรณ์[1], นครไชย อันชื่น[1], วิสูตร ไมตรีจิตต์[1], ทัสนันทน์ หงสะพัก[1] และ ศิริรัตน์ บัวผัน[1]*

Arthit Panyasak[1], Nam Buatong[1], Sittichai Keawsuwan[1], Nakhonchai Unchuen[1], Wisut Maitreejet[1], Tassanan Hongsapak[1] and Sirirat Buaphan[1]*

[1] *ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย 73140*
[1] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand 73140*

บทคัดย่อ: การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนในแต่ละฤดูกาลภายใต้สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย โคนมจำนวนทั้งสิ้น 120 ตัว ถูกนำมาใช้ทดสอบ กลุ่มทดลองถูกจัดเป็นแบบ 2 x 3 แฟคทอเรียล โดยมีประเภทของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน (โคสาวทดแทน และโคนาง) และฤดูกาล (ฤดูร้อน, ฤดูฝน, และฤดูหนาว) ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โคสาวและโคนางมีอายุระหว่าง 2 - 5 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 350 ± 15 กิโลกรัม โคสาวและโคนางถูกผสมเทียมโดยใช้น้ำเชื้อแช่แข็งของโคพ่อพันธุ์วากิว (Japanese black) สายพันธุ์อเมริกัน ใช้ระยะเวลาการทดลองทั้งสิ้น 365 วัน ผลการทดลองพบอิทธิพลร่วมระหว่างประเภทของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนและฤดูกาลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โคสาวและโคนางมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ดีที่สุดในช่วงฤดูฝน รองลงมาคือฤดูหนาวและฤดูร้อนตามลำดับ การผสมเทียมโคในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวจะทำให้อัตราผสมติด (59.38 % และ 54.17 %) ดีกว่าช่วงฤดูร้อน (52.09 %; $P < 0.01$) ในฤดูฝนโคสาวมีจำนวนครั้งต่อการผสมติด (1.38 ครั้ง) อัตราการผสมติดครั้งแรก (83.33 %) อัตราการผสมติด (81.25 %) และอัตราการตั้งท้อง (81.25 %) สูงกว่าโคนาง ($P < 0.01$) ตลอดระยะเวลาของการทดลองทั้งปี พบว่าโคสาวมีจำนวนครั้งต่อการผสมติด (1.43 ครั้ง) อัตราการผสมติดครั้งแรก (80.05 %) และอัตราการผสมติด (77.08 %) สูงกว่าโคนาง ($P < 0.01$) ดังนั้นการเพิ่มสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในโคนมควรคัดเลือกโคสาวทดแทน และทำการผสมเทียมในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวจะได้ผลดีที่สุด
คำสำคัญ: โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน; โคสาวทดแทน; โคนาง; ฤดูกาล; สมรรถภาพการสืบพันธุ์

ABSTRACT: This study aimed to investigate the reproductive performance of crossbred Holstein Friesian in each season under the tropical climate, Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province, Thailand. A total of 120 dairy cattle were used. The treatments were arranged in a 2 × 3 factorial with the category of crossbred Holstein Friesian (heifers and cows) and season of artificial insemination (summer, rainy, and winter) in a completely randomized design. Heifer and cows were between 2 - 5 years of age with an average body weight of 350 ± 15 kg and were artificially fertilized using the frozen semen of American Wagyu (Japanese Black). The entire experimental period was 365 days. The results found an interaction between the category of crossbred Holstein Friesian and season on reproductive performance ($P < 0.01$). Heifers and cows have the best reproductive performance during the rainy

* Corresponding author: swksrbu@ku.ac.th

Received: date; May 11, 2021 Accepted: date; July 30, 2021 Published: date; December 29, 2021

season, followed by winter and summer, respectively. The rainy season and winter of artificial insemination exhibited a higher conception rate (59.38% and 54.17 %) than the summer season (52.09 %; P < 0.01). In the rainy season, heifers had a higher number of services per conception (1.38), conception at the first service (83.33 %), conception rate (81.25 %), and pregnancy rate (81.25 %) than the cows (P < 0.01). Throughout the experiment, heifers had a higher number of services per conception (1.43), conception at the first service (80.05 %), and conception rate (77.08 %) than the cows (P < 0.01). Therefore, to increase reproductive performance in dairy cattle, replacement heifer should be selected as substitutes, and artificial insemination during the rainy season and winter will be the most effective.

Keywords: Holstein Friesian crossbred; replacement heifers; dairy cows; season; reproductive performance

บทนำ

โคนมจัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีการพัฒนาและขยายตัวไปทั่วทุกพื้นที่ของประเทศมาอย่างต่อเนื่อง โดยโคนมส่วนใหญ่ที่เลี้ยงในประเทศไทยจะเป็นสายพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในประเทศเขตหนาว (temperate) เมื่อมีการนำมาเลี้ยงในประเทศเขตร้อนชื้น (tropical) เช่น ประเทศไทย จึงทำให้โคมีประสิทธิภาพการผลิตที่ลดลง ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของโคนมมีหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ อาหาร ฮอร์โมนและสรีรวิทยา ความสมบูรณ์ของร่างกาย โรคและการจัดการภายในฟาร์ม รวมถึงสภาพแวดล้อมหรือสภาพอากาศ (อาทิตย์ และคณะ, 2560; Dash et al., 2016) ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสายพันธุ์โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนให้มีความเหมาะสมและทนต่อสภาพอากาศร้อนชื้นได้มากยิ่งขึ้น (วิโรจน์, 2554) โดย อาทิตย์ และคณะ (2561) รายงานว่าควรคัดเลือกโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่มีระดับเลือดต่ำกว่า 82.50 % จะทำให้โคนมมีสมรรถภาพการผลิตที่ดี มีประสิทธิภาพการผสมติดเพิ่มสูงขึ้น เพราะโคนมได้รับการพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนชื้นได้ดี เช่นเดียวกับ Sattar et al. (2004) รายงานว่าโคนมพันธุ์เจอร์ซี่ที่ได้รับพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์และเลี้ยงในเขตกึ่งร้อนจะมีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมที่กระทบกับระบบการเลี้ยงโคนม ได้แก่ การไหลเวียนของอากาศ รังสีความร้อน อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความชื้นสัมพัทธ์ ส่งผลให้อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงกว่าช่วงอุณหภูมิที่สัตว์อยู่สบาย (comfortable) ทำให้เกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน (heat stress; Polsky and Von Keyserlingk, 2017; Kadzere et al., 2002) Berman (2011) พบว่าการให้ผลผลิตของโคนมจะเริ่มลดลงเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงเกิน 25.6 ℃ สอดคล้องกับ Allen et al. (2015) รายงานว่าผลผลิตโคนมจะเพิ่มขึ้นเมื่อสภาพอุณหภูมิแวดล้อมต่ำกว่า 25 ℃ (thermal neutral zone) Spiers et al. (2004) จึงเสนอให้ใช้ค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวชี้วัดและคำนวณการเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนได้ (Dikmen and Hansen, 2009; Wiersma, 1990) ซึ่งค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature-humidity index; THI) เป็นค่าที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมและค่าความชื้นสัมพัทธ์ ปัจจัยของอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้นจะสามารถกระตุ้นให้มีกลไกการควบคุมอุณหภูมิในร่างกายโดยการเพิ่มอัตราการหายใจเพื่อระบายความร้อน (Srikandakumar and Johnson, 2004) โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนจะเริ่มเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน เมื่อค่า THI เท่ากับ 75 (วุฒิไกร และคณะ, 2553) จึงส่งผลให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนมลดต่ำลง (Schüller et al., 2014) ส่งผลต่อการทำงานของฮอร์โมนที่ผิดปกติ (Roth et al., 2000) คุณภาพของไข่และรังไข่ลดลง (Shehab-El-Dee et al., 2010) มีผลต่อการพัฒนาและการอยู่รอดของเอ็มบริโอที่ลดลง (Penev et al., 2020; De Rensis et al., 2015) นอกจากนี้ช่วงสภาพอากาศที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นโคที่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนจะมีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ต่ำลง อัตราการเป็นสัดและอัตราการผสมติดมีค่าลดลง (Chebel et al., 2004) และมีอัตราการตายของเอ็มบริโอ (embryo loss) เพิ่มสูงขึ้น (Sartori et al., 2002) จากการศึกษาของ Schüller et al. (2014); De Rensis and Scaramuzzi (2003) พบว่าโคที่เกิดภาวะเครียดจากความร้อนจะมีอัตราการผสมติดอยู่ที่ 30% เมื่อเทียบกับช่วงที่โคไม่ได้เกิดความเครียดจากความร้อนจะมีค่าอัตราการผสมติดที่ 60% นอกจากนี้ยังพบว่าการที่โคได้รับโภชนะที่สมดุลระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบจะสามารถส่งผลให้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนมีคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายที่เหมาะสม ซึ่งอาจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ได้อีกทางหนึ่ง (อาทิตย์ และคณะ, 2557; McCarthy et al., 2007)

ซึ่งในแต่ละภูมิภาคของประเทศมีความแตกต่างกันทั้งด้านภูมิศาสตร์และสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนมีอุณหภูมิที่สูงทำให้แม่โคต้องเพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่างกายมากขึ้นจึงส่งผลกระทบต่อระบบการสืบพันธุ์ (Kharche and Srivastava.,

2007) สอดคล้องกับ ปราจีน (2544) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิและความชื้นต่อการสูญเสียตัวอ่อน (embryo) ในระยะต้นของโคนมในภาคกลางของประเทศไทย พบว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมเป็นช่วงที่มีอากาศเย็นทำให้แม่โคมีอัตราการผสมติดดีที่สุด ทั้งนี้การศึกษาในแต่ละพื้นที่จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของปัญหาต่างๆ ทำให้สามารถวางแผนการจัดการและส่งเสริม เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ในโคนม คณะผู้วิจัยจึงคำนึงถึงผลกระทบจากภูมิอากาศร้อนชื้นที่มีผลต่อโคนมเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนในแต่ละฤดูกาลภายใต้สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น เขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เพื่อสำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดการประสิทธิภาพการผลิตโคนมภาคตะวันตกของประเทศ เพราะการเพิ่มสมรรถภาพการสืบพันธุ์จัดว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของการเลี้ยงโคนมได้ต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

ข้อมูลสภาพอากาศ

ข้อมูลค่าเฉลี่ยอุตุนิยมวิทยารายวัน จากสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม (สถานีอากาศเกษตรกำแพงแสน) กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ที่ตั้ง เลขที่ 1 หมู่ 6 ถนนมาลัยแมน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ได้แก่ อุณหภูมิ (Air temperature; °C) และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity; %) ถูกบันทึกทุก 3 ชั่วโมง และนำมาคำนวณให้อยู่ในรูปของค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature-humidity index; THI) ตามวิธีการของ National Research Council (1971) ดังสมการ

$$THI = ((1.8 \times temperature + 32) - (0.55 - 0.0055 \times relative\ humidity) \times (1.8 \times temperature + 32) - 58)$$

นำข้อมูลที่ได้มาใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ กับสมรรถภาพการสืบพันธุ์ เช่น จำนวนครั้งต่อการผสมติด การผสมติดครั้งแรก อัตราการผสมติด และการตั้งท้อง

สัตว์ทดลอง

ทำการคัดเลือกโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนโดยเลือกเฉพาะโคสาวทดแทนและโคนาง ซึ่งจะพิจารณาจากข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ลำดับท้อง วันคลอด วันผสมเทียม ผลการผสมเทียมครั้งที่ผ่านมา จากฟาร์มของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม สหกรณ์โคนมกำแพงแสน จำกัด จังหวัดนครปฐม โดยใช้โคนมจำนวนทั้งสิ้น 120 ตัว อายุระหว่าง 2 - 5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 350 ± 15 กิโลกรัม ได้รับการถ่ายพยาธิ และฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยเรียบร้อยแล้วทุกตัว ซึ่งโคนมได้รับอาหารข้นสำเร็จรูป และอาหารหยาบ เช่น หญ้าเนเปียร์ หญ้าขน เศษข้าวโพดฝักอ่อน และฟางข้าว วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 09.00 น. และเวลา 16.00 น. ซึ่งให้อาหารแบบแยกจ่าย โดยให้เพียงพอตามความต้องการทางหลักโภชนศาสตร์ และหลักสวัสดิภาพสัตว์ โคสามารถกินแร่ธาตุก้อนและน้ำได้ตลอดเวลา ใช้ระยะเวลาการทดลอง 365 วัน โคนมที่ทำการคัดเลือกเป็นโคสาวทดแทนและหรือโคนางที่ท้องว่างหลังคลอด (โครีดนมหรือช่วงที่กำลังให้น้ำนม) และยังไม่ได้ผสมเทียม ที่มีสุขภาพดี ความสมบูรณ์ของร่างกายอยู่ในช่วงคะแนน 2.5 - 3.5 (ระบบการให้คะแนน 5 ระดับ; National Research Council, 2001) ทำการให้คะแนนความสมบูรณ์ร่างกายโคนม ก่อน - หลัง ทุกตัว โดยผู้วิจัยคนเดิมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลแล้วบันทึกผลตามแบบฟอร์ม ในกรณีของโคนางต้องมีประวัติการผสมเทียมไม่เกิน 3 ครั้งต่อการผสมติด มีการแสดงการเป็นสัดหลังคลอดไม่เกิน 45 วัน ซึ่งโคนมทุกตัวได้ตรวจความสมบูรณ์พันธุ์ เช่น ขนาดและความผิดปกติของรังไข่ คอร์ปัสลูเทียม มดลูก โดยพิจารณาทั้งคุณภาพและขนาด โดยการล้วงตรวจจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

โคนมทุกตัวจะใช้การผสมเทียมทั้งหมด โดยพิจารณาจากลักษณะการยอมให้ตัวอื่นขึ้นทับซึ่งจะเป็นการแสดงอาการเป็นสัด (standing heat) โดยมาจากเกษตรกรเฝ้าสังเกตการ วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 06.00 น. และเวลา 16.30 น. เมื่อพบว่าโคนมแสดงการเป็นสัดจะบันทึกการเป็นสัดตามแบบฟอร์มที่กำหนด และแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผสมเทียมคนเดิมมาทำการผสมในช่วงเช้าหรือช่วงบ่าย ตามลักษณะการแสดงการเป็นสัดและความพร้อมของระบบสืบพันธุ์ ส่วนการตรวจการตั้งท้องจะทำการล้วงตรวจผ่านทางทวารหนักในช่วง 60 วันหลังจากการผสมเทียม เพื่อนำไปคำนวณหา จำนวนครั้งต่อการผสมติด การผสมติดครั้งแรก อัตราการผสมติด และ การตั้งท้อง

โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยการทดลองครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่อนุมัติ OACKU 00759

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ด้วยวิธีการจัดทรีทเมนต์แบบ 2 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2 x 3 factorial in CRD) ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 ประเภทของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ได้แก่ โคสาวทดแทน และโคนาง และปัจจัยที่ 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน (มีนาคม - มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม - ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์)

นำข้อมูลที่ได้มาทำการทดสอบโดยใช้ความถดถอยโลจิสติก (PROC LOGISTIC) โดยแบ่งเป็น 1) การทดสอบแบบที่ละปัจจัย (univariable analysis) เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละปัจจัย 2) การทดสอบหลายปัจจัยร่วมกัน (multivariable analysis) ซึ่งเป็นการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรทั้งหมดและอิทธิพลร่วมของตัวแปรทั้งหมด วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบ analysis of covariance (ANCOVA) โดยใช้น้ำหนักโคเริ่มต้น (initial weight) เนื่องจากน้ำหนักโคเริ่มต้นมีน้ำหนักตัวไม่เท่ากัน โดยมีแหล่งปัจจัยร่วม (covariate) เป็นตัวปรับ และหากพบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของแต่ละปัจจัยทดลองอย่างน้อยหนึ่งคู่ จะนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) และหากแหล่งปัจจัยร่วมไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ข้อมูลจะถูกนำเข้าประมวลผลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ analysis of variance (ANOVA) โดยใช้ PROC GLM (Steel and Torrie, 1980)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพภูมิอากาศ

สภาพอากาศร้อนชื้น เขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนชื้นตลอดทั้งปีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.28 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 78.13 % สำหรับดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.21 ($P < 0.01$) ดังแสดงใน **Table 1** ซึ่ง วุฒิไกร และคณะ (2553) ได้รายงานว่าค่าเฉลี่ยดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทยในช่วงปีเท่ากับ 77.40 เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยทั้งประเทศจึงทำให้มีค่าไม่สูงมากนักเมื่อเทียบเฉพาะรายภาค และหากจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยสูงสุดจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (36.93 °C) จึงส่งผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ต่ำกว่าทุกช่วงฤดู (92.25 %) ส่งผลต่อดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (96.72 %) การที่ค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์สูงจะส่งผลต่อความสบายตัวภายใต้สภาวะแวดล้อมนั้นๆ สามารถใช้บ่งบอกการเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนได้ ซึ่งเมื่อโคเกิดภาวะเครียดจากความร้อน จะทำให้อัตราการผสมติดลดลง (Schüller et al., 2014; Hossein-Zadeh et al., 2013; Bohmanova et al., 2007; Wolfenson et al., 2000)

Table 1 Least squares means of seasonal under tropical climate at Khamphaeng Saen, Nakhon Pathom

Category	Season			Standard Error	P-value
	Summer (Mar - Jun)	Rainy (Jul - Oct)	Winter (Nov -Feb)		
Air temperature (°C)					
– Mean	31.28[a]	29.50[b]	26.55[c]	0.49	0.0002
– Max	36.93[a]	34.08[b]	31.87[c]	0.60	0.0007
– Min	25.63[a]	24.90[a]	21.20[b]	0.56	0.0007
Relative humidity (%)					
– Mean	69.63[b]	78.13[a]	73.00[ab]	1.85	0.0292
– Max	92.25	95.50	93.75	1.16	0.1960
– Min	47.00[b]	60.75[a]	52.25[ab]	2.77	0.0195
Temperature-humidity index (%)					
– Mean	83.21[a]	81.80[a]	76.55[b]	0.70	0.0002
– Max	96.72[a]	92.45[b]	88.30[c]	0.93	0.0004
– Min	72.25[a]	72.75[a]	67.02[b]	0.84	0.0016

[a,b,c] Least squares means in the same row with different superscripts significantly differ ($P < 0.01$)

อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยรายเดือนดังแสดงใน **Figure 1** มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายนซึ่งตรงกับฤดูร้อนของประเทศไทย ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดพบในเดือนธันวาคมและมกราคมซึ่งตรงกับฤดูหนาวของประเทศไทย สำหรับความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายนและต่ำสุดในเดือนธันวาคม ดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน (84.72) และลดลงต่ำสุดในเดือนธันวาคม (75.12) ผลดังกล่าวสอดคล้องกับช่วงฤดูกาลของประเทศไทย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) และหากพิจารณาตามช่วงฤดูกาลพบว่า อุณหภูมิช่วงฤดูร้อน (มีนาคม - มิถุนายน) จะมีค่าสูงมีผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงนั้นต่ำเนื่องจากการระเหยความร้อน จึงส่งผลให้ค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงฤดูร้อนสูงขึ้น ส่วนช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม - ตุลาคม) มีค่าอุณหภูมิต่ำเนื่องจากมีฝนตก มีผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ลดลงตามไปด้วย และช่วงฤดูหนาว (พฤษจิกายน - กุมภาพันธ์) มีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าทุกฤดู ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ก็มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจากช่วงฤดูฝน เช่นเดียวกันกับค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ หรือในทางตรงกันข้ามการที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิลดลง แต่เป็นการยากที่จะบ่งชี้ได้ว่าปัจจัยใดเป็นเหตุของการเปลี่ยนแปลงของอีกปัจจัยหนึ่ง แต่เมื่อเวลาผ่านไปในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลแสงความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น แต่ไม่มีปัจจัยใดที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอน้ำในอากาศ ดังนั้นอุณหภูมิที่สูงขึ้นน่าจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ลดลง (Komonjinda et al., 2003)

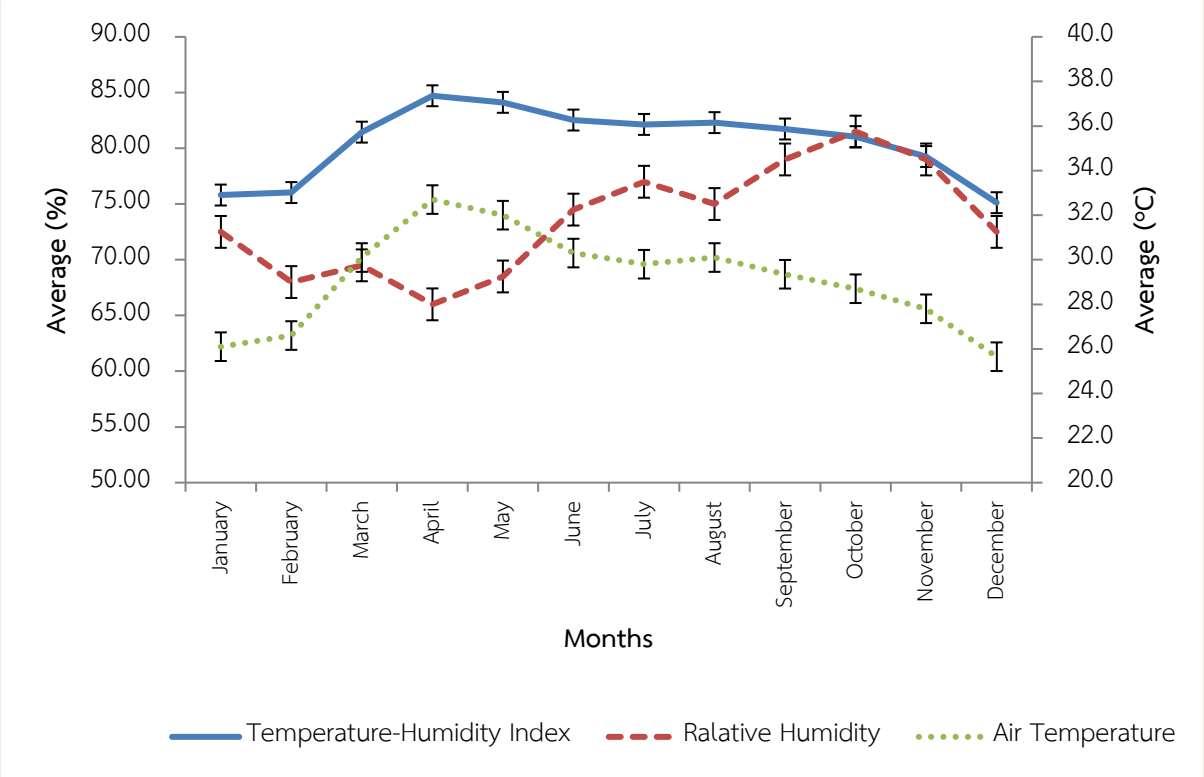


Figure 1 The monthly average of temperature-humidity index (blue histogram), relative humidity (red histogram) and air temperature (green histogram) under tropical climate at Khamphaeng Saen, Nakhon Pathom. Error bars indicate the standard error of the means. Indicate a borderline significant difference ($P < 0.01$).

สมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน

จากการวิเคราะห์ทีละปัจจัยพบว่าปัจจัยทั้งหมด ได้แก่ ประเภทของโค และฤดูกาลที่ได้รับการผสมเทียม เป็นปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ เช่น น้ำหนักเริ่มต้น คะแนนความสมบูรณ์ร่างกาย จำนวนครั้งต่อการผสมติด อัตราการผสมติดครั้งแรก อัตราการผสมติด อัตราการตั้งท้อง และน้ำหนักลูกแรกคลอด ในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (**Table 2**) พบว่า คะแนนความสมบูรณ์ร่างกาย มีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ ($P < 0.01$) เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวเป็นหนึ่งในตัวที่บ่งชี้ถึงความพร้อมในการผสมพันธุ์ กล่าวคือ หากโคมีคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายที่เหมาะสมไม่ผอมหรืออ้วนเกินไปจะมีส่วนในการผสมติดมากขึ้น (Roche et al., 2007) สภาพความสมบูรณ์ของร่างกายสัตว์สามารถพิจารณาได้จากคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายซึ่งจะบอกถึงสภาวะโภชนาการที่สัตว์ได้รับ (Doepel et al., 2002) การให้คะแนนความสมบูรณ์ร่างกายโคจึงเป็นการประเมินถึงระดับของพลังงานที่ร่างกายโคเก็บสะสมไว้ในรูปของไขมันและกล้ามเนื้อ โดยประเมินจุดต่างๆ ที่มีการสะสมของไขมันและกล้ามเนื้อ ซึ่งสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตและความสมบูรณ์พันธุ์ (Roche et al., 2004; Loeffler et al., 1999) หากแม่พันธุ์โคที่มีภาวะขาดสมดุลของพลังงานที่รุนแรงจะมีแนวโน้มในการเกิดโรคส่งผลให้ผลผลิตลดต่ำลง และยังพบว่าเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในการผสมติด (Butler, 2000) ซึ่ง Edmonson et al. (1989) รายงานว่าคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายของโคนมสาวทดแทนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2.5 - 3.0 และ Amer (2008) พบว่าคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายของแม่โคที่อยู่ในช่วง 3.0 - 3.5 จะมีผลต่อการตั้งท้อง และจำนวนครั้งของการให้นมมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ในโคนม ทั้งนี้ Ferguson et al. (1994) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มหรือสูญเสียน้ำหนักตัวของโคนม ซึ่งสังเกตจากการสะสมไขมันในส่วนที่มองเห็นและการจับคลำ บริเวณสันหลัง สะโพก และโคนหาง โดยใช้มือกดหลุมบริเวณโคนหาง เนื้อบริเวณกระดูกเชิงกราน และปีกกระดูกสันหลัง โคที่มีคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายที่เหมาะสมมีผลต่อการเป็นสัดที่เร็วขึ้น (Tsuruta et al., 2004) และจะชักนำให้ร่างกายผลิตฮอร์โมน Luteinizing hormone (LH) ซึ่งมีผลต่อวงรอบการเป็นสัด (Kharche and Srivastava, 2007; White et al., 2002; Richards et al., 1991) ซึ่งการคัดเลือก

แม่พันธุ์โคจะต้องดูคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายและประสิทธิภาพทางการผสมพันธุ์หรือความสมบูรณ์พันธุ์ แต่ในทางปฏิบัติเราสามารถใช้คะแนนความสมบูรณ์ร่างกายเป็นตัวบ่งชี้สุขภาพของแม่พันธุ์โคนมในฝูงได้ (Roche et al., 2009; Waltner et al., 1993)

การจำนวนครั้งต่อการผสมติดของโค พบว่าโคสาวทดแทนมีค่าที่ดีกว่าโคนาง (1.43 ครั้ง และ 1.98 ครั้ง; $P < 0.01$) ถือว่าอยู่ในช่วงปกติซึ่งค่านี้เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงการมีโคที่ผสมติดยากอยู่ในฝูงและเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการจับสัดของฟาร์ม (Brand et al., 1996) ปกติจำนวนครั้งต่อการผสมติดจะมีค่าเฉลี่ย 1.5 ครั้ง (Chebel et al., 2007) สอดคล้องกับ สมเกียรติ และคณะ (2542) รายงานว่าจำนวนครั้งต่อการผสมติดในโคนมมีค่า 1.44 - 1.87 ครั้ง เช่นเดียวกับโคสาวทดแทนพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ที่มีระดับสายเลือด 75 - 87.5 % จะมีจำนวนครั้งต่อการผสมติดเท่ากับ 1.46 ครั้ง (ขวัญชาย และ ศร, 2547) ส่วนอัตราการผสมติดครั้งแรก พบว่าโคสาวทดแทนมีค่าสูงกว่าโคนาง (80.05 % และ 42.43 %) อัตราการผสมติดครั้งแรกเป็นการแสดงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคที่จะใช้เป็นแม่พันธุ์ และถือว่าเป็นค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพการผสมติดที่มีอคติน้อยกว่าการใช้อัตราผสมติดโดยรวม โดยปกติค่านี้ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 40 - 60 % (Lourens, 1995) ซึ่ง ขวัญชาย และ ศร (2547) รายงานว่าโคสาวทดแทนพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ที่มีระดับสายเลือด 75 - 87.5 % มีอัตราการผสมติดครั้งแรกเท่ากับ 65.16 % ด้านของอัตราการผสมติด และอัตราการตั้งท้อง พบว่าโคสาวทดแทนมีค่าที่สูงกว่าโคนาง (77.08 % และ 33.33 %) การที่โคจะมีความสมบูรณ์มากน้อยเพียงใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ด้าน เช่น การจับสัด การผสม สภาพแวดล้อม และอาหาร หากโคอ้วนเกินไปจะทำให้การผสมติดยาก (Roche et al., 2007;Sejrsen and Purup, 1997) ซึ่ง Horan et al. (2005); Spitzer et al. (1995) รายงานว่าคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายสูงจะชักนำสู่การเป็นสัดและพร้อมสู่การตั้งท้อง โดยคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายที่อยู่ในช่วง 3.0 - 3.5 จะมีผลต่อการตั้งท้องของโคซึ่งจะส่งผลต่อคอร์ปัสลูเทียม (Kharche and Srivastava. 2007; Bearden and Fuquay, 1992) ในส่วนของน้ำหนักลูกแรกคลอด พบว่าโคนางมีค่าเท่ากับ 27.91 ± 1.06 และโคสาวทดแทนมีค่าเท่ากับ 25.55 ± 0.87 มีแนวโน้มที่ต่างกัน ($P > 0.05$) เนื่องจากโคที่มีลำดับท้องสูงจะทำชักนำให้ขนาดของลูกแรกคลอดสูงตาม (Soydan and Kuran, 2017; Goshu et al., 2007)

จากการวิเคราะห์ปัจจัยเกี่ยวกับฤดูกาลที่ได้รับการผสมเทียม พบว่าโคที่ผสมในฤดูฝนและฤดูหนาวมีอัตราผสมติดดีกว่าโคที่ผสมในฤดูร้อน (59.38 %, 54.17 % และ 52.09 % ตามลำดับ) ($P < 0.01$) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงฤดูร้อนมีอุณหภูมิที่สูงทำให้แม่โคต้องเพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่างกายมากขึ้น (Flamenbaum and Galon, 2010; West, 2003) จึงเกิดความเครียดมีผลต่อการหลั่งฮอร์โมน Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) และ LH ลดลง จึงส่งผลกระทบต่อระบบการสืบพันธุ์ (Kharche and Srivastava., 2007; Wiersma, 1990) ทำให้เกิดภาวะการตกไข่ที่ช้าขึ้น และไข่ (follicle) มีคุณภาพที่ต่ำกว่าปกติ (Shehab-El-Dee et al., 2010; Ahmadi and Ghaisari, 2007; Al-Katanani et al., 2002) มีผลกับสภาพแวดล้อมในมดลูกทำให้เกิดการตายของเอ็มบริโอ (embryo loss) (Hansen, 2007; Grimard et al., 2006; De Rensis and Scaramuzzi, 2003) ซึ่ง ปราจีน (2544) รายงานว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมเป็นช่วงที่มีอากาศเย็นทำให้แม่โคมีอัตราการผสมติดดีที่สุด อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถผสมโคได้ตามฤดูกาลที่กล่าวมา เกษตรกรสามารถปรับปรุงและจัดสภาพแวดล้อมในโรงเรือนทำให้โคอยู่อย่างสบาย เช่น การลดอุณหภูมิหรือความชื้นลง ส่งผลให้สามารถช่วยลดผลกระทบจากความเครียดเนื่องจากความร้อนได้ โดยการสร้างโรงเรือนระบบปิดแบบควบคุมอุณหภูมิด้วยการระเหยของน้ำ (evaporative cooling system; EVAP) และการใช้ระบบพ่นน้ำละอองฝอยร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ (Chen et al., 2015; Schütz et al., 2011) เพื่อลดอุณหภูมิระหว่างที่โคกินอาหารจะช่วยทำให้แม่โคลดปัญหาความเครียดเนื่องจากความร้อนได้ดีขึ้น (ศิริวัฒน์, 2556; Chen et al., 2016; Correa-Calderon et al., 2004)

Table 2 Least squares means and standard error of reproductive performance on Holstein Friesian crossbred dairy cows

Category	Types of dairy cows (A)		Season (B)			P-value	
	Replacement heifers	Cows	Summer	Rainy	Winter	(A)	(B)
Body condition score	3.01 ± 0.07[b]	3.19 ± 0.06[a]	3.17 ± 0.08	3.10 ± 0.08	3.02 ± 0.08	0.0425	0.4140
Body condition score pregnancy	3.14 ± 0.04	3.46 ± 0.05	3.49 ± 0.06	3.43 ± 0.05	3.39 ± 0.06	0.4908	0.4873
Percentage cow pregnant at examination (%)	77.08 ± 0.01[a]	33.33 ± 0.01[b]	52.09 ± 0.01[c]	59.38 ± 0.01[a]	54.17 ± 0.01[b]	<.0001	<.0001
Service per conception (No.)	1.43 ± 0.01[b]	1.98 ± 0.01[a]	1.52 ± 0.01[c]	1.75 ± 0.01[b]	1.86 ± 0.01[a]	<.0001	<.0001
First service conception rate (%)	80.05 ± 0.01[a]	42.43 ± 0.01[b]	63.13 ± 0.01[a]	63.09 ± 0.01[b]	57.50 ± 0.01[c]	<.0001	<.0001
Conception rate (%)	77.08 ± 0.01[a]	33.33 ± 0.01[b]	52.09 ± 0.01[c]	59.38 ± 0.01[a]	54.17 ± 0.01[b]	<.0001	<.0001
Pregnancy rate (%)	77.08 ± 0.01[a]	33.33 ± 0.01[b]	52.09 ± 0.01[c]	59.38 ± 0.01[a]	54.17 ± 0.01[b]	<.0001	<.0001
Birth weight (kg)	25.55 ± 0.87	27.91 ± 1.06	27.72 ± 1.22	26.28 ± 1.14	26.19 ± 1.22	0.0932	0.6073

[a,b,c] Least squares means in the same row with different superscripts significantly differ (P < 0.01)

Table 3 Least squares means and standard error of interaction between types of dairy cows and season on reproductive performance on Holstein Friesian crossbred.

Category	Types of dairy cows x Season (A x B)						P-value
	Replacement heifers x Summer	Replacement heifers x Rainy	Replacement heifers x Winter	Cows x Summer	Cows x Rainy	Cows x Winter	(A x B)
Body condition score	3.06 ± 0.12	3.00 ± 0.08	2.97 ± 0.11	3.27 ± 0.10	3.21 ± 0.12	3.08 ± 0.07	0.8772
Body condition score pregnancy	3.54 ± 0.04	3.42 ± 0.05	3.27 ± 0.08	3.43 ± 0.07	3.44 ± 0.15	3.50 ± 0.09	0.1199
Percentage cow pregnant at examination (%)	75.00 ± 0.01	81.25 ± 0.01	75.00 ± 0.01	29.17 ± 0.01	37.5 ± 0.01	33.33 ± 0.01	<.0001
Service per conception (No.)	1.33 ± 0.01	1.38 ± 0.01	1.58 ± 0.01	1.71 ± 0.01	2.11 ± 0.01	2.13 ± 0.01	<.0001
First service conception rate (%)	81.82 ± 0.01	83.33 ± 0.01	75.00 ± 0.01	44.44 ± 0.01	42.86 ± 0.01	40.00 ± 0.01	<.0001
Conception rate (%)	75.00 ± 0.01	81.25 ± 0.01	75.00 ± 0.01	29.17 ± 0.01	37.50 ± 0.01	33.33 ± 0.01	<.0001
Pregnancy rate (%)	75.00 ± 0.01	81.25 ± 0.01	75.00 ± 0.01	29.17 ± 0.01	37.50 ± 0.01	33.33 ± 0.01	<.0001
Birth weight (kg)	26.06 ± 1.40	26.21 ± 0.80	24.39 ± 0.87	29.38 ± 1.82	26.36 ± 2.30	28.00 ± 3.15	0.5110

ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของโคและฤดูกาล ต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน

จากการวิเคราะห์หลายปัจจัยร่วมกัน คือ ปัจจัยที่มีผลประเภทของโค และฤดูกาลที่ทำการผสมเทียม พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันของประเภทโคและฤดูกาลเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ยกเว้นคะแนนความสมบูรณ์ร่างกาย และน้ำหนักลูกแรกคลอด ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) ดังแสดงใน **Table 3** ซึ่งพบว่าโคสาวทดแทนและโคนางมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ เช่น จำนวนครั้งต่อการผสมติด อัตราการผสมติดครั้งแรก อัตราการผสมติด และอัตราการตั้งท้อง ที่ดีในช่วงฤดูฝน และยังพบว่ามีอัตราการผสมติดสูงที่สุดในโคสาวทดแทนมากกว่าโคนาง (81.25 % และ 37.50 % ตามลำดับ) ประสิทธิภาพการผสมเทียมจะมีผลสัมฤทธิ์ที่มากหรือน้อยมีปัจจัยหลายด้านที่เกี่ยวข้อง (Bouhroum et al., 2014) เช่น น้ำหนักเริ่มต้นที่ไม่สูงเกินไปเนื่องจากโคที่มีน้ำหนักตัวที่มากจะมีผลต่ออัตราการผสมติดที่ลดลง ซึ่ง Roche et al. (2007); Sejrsen and Purup (1997) พบว่าการที่โคสาวอ้วนเกินไปจะส่งผลทำให้มีปัญหาการผสมติด จะเห็นได้ชัดเจนว่าปัจจัยประเภทของโคและฤดูกาลมีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (**Figure 2** และ **Figure 3**)

ทั้งนี้สายพันธุ์ยังเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ พบว่าแม่โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนระดับเลือดสูงกว่า 87.5 % มีโอกาสผสมติดน้อยกว่าแม่โคนมในระดับสายพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากแม่โคที่มีระดับเลือดสูงจะทนต่อภาวะเครียดจากความร้อนได้น้อยกว่าโคที่มีระดับเลือดต่ำ (Flamenbaum and Galon, 2010; West, 2003) ดังนั้นการจัดการเพื่อช่วยลดความร้อนจากตัวโค เช่น การเพิ่มร่มเงา (Schütz et al., 2011; Armstrong, 1994) การใช้ระบบพ่นน้ำละอองฝอยร่วมกับการใช้พัดลมเป่าระบายอากาศ (Chen et al., 2016; Chen et al., 2015; Correa-Calderon et al., 2004) การที่อุณหภูมิในโรงเรือนสูงขึ้นอุณหภูมิผิวหนังของแม่โคก็สูงขึ้นตาม ทำให้โคเพิ่มอัตราการหายใจเพื่อพยายามควบคุมความร้อนในร่างกายที่เพิ่มขึ้น (Nienaber and Hahn, 2007) จึงเป็นเรื่องที่เกษตรกรต้องให้ความสำคัญในการลดความเครียดของโคนมที่เกิดจากความร้อนภายในโรงเรือน สอดคล้องกับ Srikandakumar and Johnson (2004) พบว่าผลจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่สูงขึ้นทำให้การระบายความร้อนออกจากตัวโคได้น้อยลง และกระตุ้นให้โคมีกลไกการควบคุมอุณหภูมิร่างกายโดยเพิ่มอัตราการหายใจเพื่อระบายความร้อน อีกทั้งการที่โคไม่มีต่อมเหงื่อที่ผิวหนังจึงทำให้การระบายความร้อนได้ไม่ดี ส่งผลให้เกิดการสะสมของอุณหภูมิภายในตัวโคเพิ่มมากขึ้น และเพิ่มการไหลเวียนเลือดไปเลี้ยงส่วนผิวหนังมากขึ้นทำให้อุณหภูมิที่ผิวหนังสูงขึ้น (McCarthy et al., 2007; Rosati et al., 2007) หากเป็นโครีดนมหรืออยู่ในช่วงที่กำลังให้น้ำนมจะมีผลต่อการเผาผลาญ (metabolism) ภายในร่างกายซึ่งการที่อุณหภูมิแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อการกินได้ที่ลดลง ทำให้โครีดนมได้รับโภชนะไม่เพียงพอกับความต้องการ และทำให้โคมีการเคี้ยวเอื้องลดลงมีผลต่อปริมาณน้ำนมที่ลดลง การเคี้ยวเอื้องจะเป็นการทำให้ขนาดของชิ้นอาหารเล็กลงและเป็นการใช้น้ำลายมาช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมน เพื่อรักษาสมดุลของจุลชีพภายในกระเพาะ ซึ่งจุลชีพกลุ่มนี้สามารถสังเคราะห์ วิตามินบี กรดอะมิโน และกรดไขมัน เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำนม ทั้งนี้หากมีภาวะขาดน้ำ (dehydration) และอุณหภูมิแวดล้อมเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้การเคี้ยวเอื้องลดลง โดยเลือดที่ส่งมาเลี้ยงที่กระเพาะลดลงส่งผลให้การทำงานของกระเพาะเรตติคูรัม (reticulum) และกระเพาะรูเมน (rumen) ลดลง (Kadzere et al., 2002) การที่อุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้นมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการขับความร้อนออกจากร่างกายซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการที่โคพยายามลดการสร้างความร้อนในร่างกายที่เกิดจากขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน แต่ถ้ายังไม่สามารถควบคุมความร้อนภายในร่างกายได้โคจะมีอาการหอบหรือมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นเพื่อช่วยระบายความร้อน ทั้งนี้หากโครีดนมมีอัตราการหายใจที่สูงกว่า 50-60 ครั้ง/นาที จะแสดงถึงความเครียดจากอุณหภูมิ (heat stress) และค่า THI ที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลโดยตรงต่ออัตราการหายใจ และมีส่วนทำให้แม่โคที่มีการเคี้ยวเอื้องลดลงกว่า 50 % ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมในช่วงหลังคลอดหรือช่วงให้นมสูงสุดมีปริมาณต่ำลง และปริมาณน้ำนมตลอดช่วงการให้นม (day in milk) สั้นลง (Könyves et al., 2017) สอดคล้องกับ Sattar et al. (2004) พบว่าโคพันธุ์เจอร์ซี่ (Jersey) มีอัตราการหายใจที่สูงกว่าโคพันธุ์โฮลสไตน์ (Holstein) โดยอัตราการหายใจของโคจะเพิ่มจาก 20 ครั้ง/นาที เป็น 100 ครั้ง/นาทีหรือมากกว่า เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมเพิ่มสูงถึง 32 ℃ หรือมากกว่า (Nardone et al., 2006) และมีอัตราการหายใจ 60 ครั้ง/นาที เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงกว่า 25 ℃ (Nabenishi et al., 2011) ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิตของโค การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นยังทำให้ระบบสืบพันธุ์ของโคทำงานผิดปกติ มีผลทำให้อัตราการผสมติดต่ำหรือผสมไม่ติด เกิดผลกระทบต่อสรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของโค เป็นปัญหาตามมาในระยะยาวด้วย (Statham, 2012; Mancera et al., 2011)



Figure 2 Least squares means of reproductive performance on replacement heifers in summer (blue bar), rainy (red bar) and winter (green bar) under tropical climate at Khamphaeng Saen, Nakhon Pathom. Error bars indicate the standard error of the means. Indicate a borderline significant difference ($P < 0.01$).

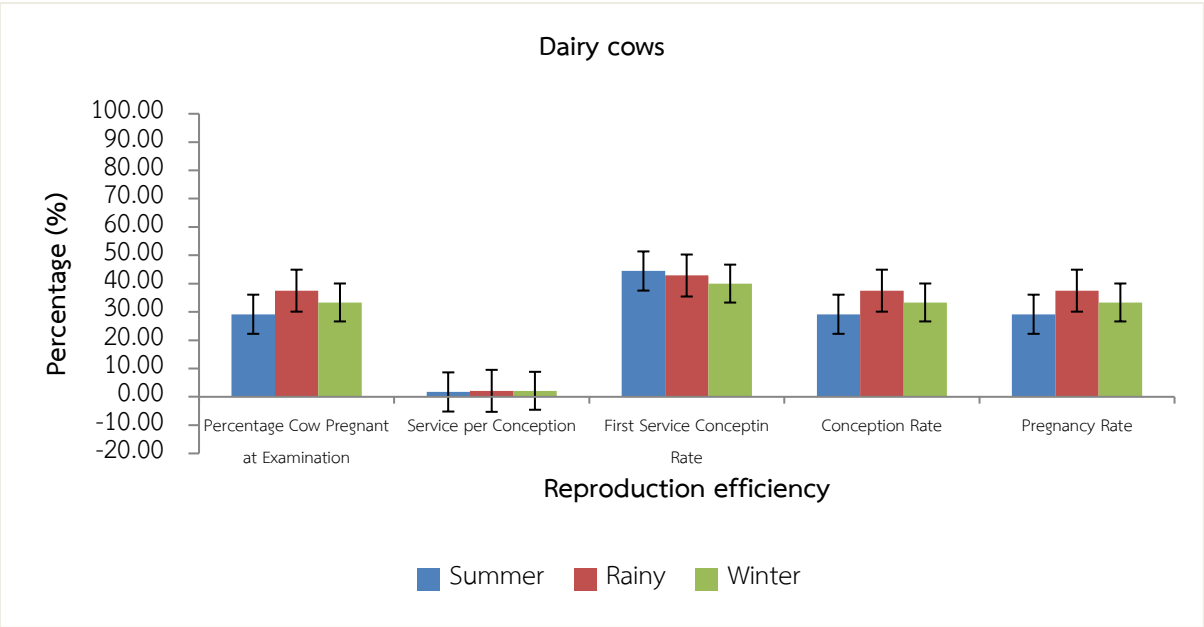


Figure 3 Least squares means of reproductive performance on dairy cows in summer (blue bar), rainy (red bar) and winter (green bar) under tropical climate at Khamphaeng Saen, Nakhon Pathom. Error bars indicate the standard error of the means. Indicate a borderline significant difference ($P < 0.01$).

สรุป

จากการศึกษาสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนในแต่ละฤดูกาลภายใต้สภาพภูมิอากาศร้อนชื้น เขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พบว่าจำนวนครั้งต่อการผสมติด อัตราการผสมติดครั้งแรก อัตราการผสมติด และอัตราการตั้งท้อง ของโค

สาวทดแทนมีค่าที่ดีกว่าโคนาง และการผสมเทียมโคในฤดูหนาวและฤดูฝนจะทำให้อัตราผสมติดดีกว่าฤดูร้อน ส่วนการวิเคราะห์หลายปัจจัยร่วมกัน พบว่าประเภทของโคและฤดูกาลที่ทำการผสมเทียม มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งโคนมสาวทดแทนและโคนางมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่ดีในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโคสาวทดแทน ดังนั้นการที่จะทำให้ได้โคนมที่มีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่สูงจึงแนะนำให้ทำการคัดเลือกโคนมสาวทดแทน และผสมเทียมในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวจะได้ผลดีที่สุด และควรเน้นการจับสัดควบคู่กับการจัดการสมดุลด้านอาหารเพื่อที่จะทำให้โคมีน้ำหนักตัวและคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายเหมาะสมเพื่อที่จะเพิ่มโอกาสผสมติดให้สูงขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลการศึกษาต่อไปในอนาคตควรใช้การวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ จากโรงเรือนที่เลี้ยงสัตว์โดยตรงเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการแปรผลจากภาวะความเครียดที่มีต่อสัตว์ได้

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สกว. เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนทุนในการทดลอง ฟาร์มโคนม ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม สหกรณ์โคนมกำแพงแสน จำกัด จังหวัดนครปฐม ที่ช่วยเหลือสถานที่ทำการทดลองให้สำเร็จลงได้ด้วยดี และสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม (สถานีอากาศเกษตรกำแพงแสน) กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ที่ให้ข้อมูลสภาพอากาศ

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2564. ความรู้อุตุนิยมวิทยา-ภูมิอากาศของประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=22. ค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2564.

ขวัญชาย เครือสุคนธ์ และศร ธีปฏิมากร. 2547. ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคสาวลูกผสมโฮลสไตน์ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. เชียงใหม่สัตวแพทยสาร. 2: 9-15.

ปราจีน วีรกุล. 2544. การศึกษาและแก้ไขปัญหาการสูญเสียตัวอ่อนระยะต้นในโคนม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การศึกษาแก้ไขปัญหาการผสมติดยากและการสูญเสียคัพภะระยะต้นในโคนม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2554. ทิศทางโคนมไทย มาไกลเกินฝัน. แก่นเกษตร. 39: 99-104.

วุฒิไกร บุญคุ้ม, มนต์ชัย ดวงจินดา, วิโรจน์ ภัทรจินดา, ศรเทพ ธัมวาสร, จุรีรัตน์ แสนโภชน์ และสายัณห์ บัวบาน. 2553. จุดวิกฤตของดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และระดับเลือดโคนมโฮลสไตน์ที่มีต่อผลผลิตน้ำนมและค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมภายใต้สภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน. แก่นเกษตร. 38: 275-284.

ศิริวัฒน์ ทรวดทรง และจันทร์เพ็ญ สุวิมลธีระบุตร. 2556. โครงการการใช้เทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำสำหรับลดความเครียดจากความร้อนชื้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตน้ำนมและสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โคนมในฟาร์มขนาดใหญ่ภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สมเกียรติ ประสานพานิช, ชลลดา รัตนวิเชียร และพีระ ไชยรุตต์. 2542. ผลผลิตและการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนระดับสายเลือดต่างๆ ภายใต้การเลี้ยงดูขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.). น. 174-182. ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 (สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์) 3-5 กุมภาพันธ์ 2542. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาทิตย์ ปัญญาศักดิ์, วิรัช สินสมุทร, สมเกียรติ ประสานพานิช, วิริยา ลุ้งใหญ่ และศรเทพ ธัมวาสร. 2557. ผลของการใช้อาหารหยาบเบ็ดเสร็จเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ในโคนมสาวทดแทน. แก่นเกษตร 42(2): 153-162.

อาทิตย์ ปัญญาศักดิ์, สมเกียรติ ประสานพานิช และศรเทพ ธัมวาสร. 2560. การให้อาหารหมักจากวัสดุเศษเหลือแบบจำกัดต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนทางเศรษฐกิจในโคนมสาวทดแทน. วารสารเกษตร. 33(3): 437-450.

อาทิตย์ ปัญญาศักดิ์, นาม บัวทอง, สิทธิชัย แก้วสุวรรณ์, นครไชย อันชื่น และศิริรัตน์ บัวผัน. 2561. อิทธิพลของระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนและการเหนี่ยวนำการเป็นสัดต่ออัตราการผสมติดในโคนมลูกผสม. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 35(2): 755-764.

Al-Katanani, Y.M., F.F. Paula-Lopez, and P.J. Hansen. 2002. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. Journal of Dairy Science. 35: 390-396.

Allen, J.D., L.W. Hall, R.J. Collier, and J.F. Smith. 2015. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. Journal of Dairy Science. 98: 118-127.

Ahmadi, M.R., and H.R. Ghaisari. 2007. Heat stress and different timed-AI methods influence on pregnancy rates of dairy cows. The Journal Veterinarski Arhiv. 77(4): 327-335.

Amer, H.A. 2008. Effect of body condition score and lactation number on selected reproductive parameters in lactating dairy cows. Global Veterinaria. 2(3): 130-137.

Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. Journal of Dairy Science. 77: 2044-2050.

Bearden, H.J., and J.W. Fuquay. 1992. Nutritional Management: In Applied Animal Reproduction. 3rd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Berman, A. 2011. Invited review: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates. Journal of Dairy Science. 94: 2147-2158.

Bohmanova, J., I. Misztal, and J.B. Cole. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. Journal Dairy Science. 90: 1947-1956.

Bouhroum, N., B. Bensahli, and A. Niar. 2014. Effect of season on artificial insemination in Holstein dairy cows. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 2(2): 178-181.

Brand, A., J.P.T.M. Noordhuizen, and Y.H. Schukken.1996. Herd Health and Production Management in Dairy Practice. Wageningen Pers, Wageningen.

Butler, W.R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Animal Reproduction Science. 60-61: 449-457.

Chebel, R.C., J.E.P. Santos, J.P. Reynolds, R.L.A. Cerri, S.O. Juchem, and M. Overton. 2004. Factor affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. Animal Reproduction Science. 84: 239-255.

Chebel, R.C., F.A. Braga, and J.C. Dalton. 2007. Factors affecting reproductive performance of Holstein heifers. Animal Reproduction Science. 101: 208-224.

Chen, J.M., K.E. Schütz, and C.B. Tucker. 2015. Cooling cows efficiently with sprinklers: Physiological responses to water spray. Journal of Dairy Science. 98: 6925-6938.

Chen, J.M., K.E. Schütz, and C.B. Tucker. 2016. Sprinkler flow rate affects dairy cattle preferences, heat load, and insect deterrence behavior. Applied Animal Behaviour Science. 182: 1-8.

Correa-Calderon, A., D. Armstrong, D. Ray, S. DeNise, M. Enns, and C. Howison. 2004. Thermo regulatory responses of Holstein and Brown Swiss heat stressed dairy cows to two different cooling systems. International Journal of Biometeorology. 48: 142-148.

Dash, S., A.K. Chakravarty, A. Singh, A. Upadhyay, M. Singh, and S. Yousuf. 2016. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. Veterinary world. 9: 235-244.

De Rensis, F., and R.J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow a review. Theriogenology. 60: 1139-1151.

De Rensis, F., I. Garcia-Ispierto, and F. López-Gatius. 2015. Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. Theriogenology. 84: 659-666.

Dikmen, S., and P.J. Hansen. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in subtropical environmental. Journal of Dairy Science. 92: 109-116.

Doepel, L., H. Lapierre, J.J. Kennelly. 2002. Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. Journal of Dairy Science. 85: 2315-2334.

Edmonson, A.J., I.J. Lean, L.D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science. 72: 68-78.

Ferguson, J.D., D.T. Galligan, and N. Thomsen. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. Journal of Dairy Science. 77(9): 2695-2703.

Flamenbaum, I., N. Galon. 2010. Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. Journal of Reproduction and Development. 56: 36-41.

Goshu, G., K. Belihu, and A. Berihun. 2007. Effect of parity, season and year on reproductive performance and herd life of Friesian cows at Stella private dairy farm, Ethiopia. Livestock Research for Rural Development. 19: 98.

Grimard, B., S. Freret, A. Chevallier, A. Pinto, C. Ponsart, and P. Humblot. 2006. Genetic and environmental factors influencing first service conception rate and late embryonic/foetal mortality in low fertility dairy herds. Animal Reproduction Science. 91: 31-44.

Hansen, P.J. 2007. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. Theriogenology. 68: 242-249.

Horan, B., P. Dillon, P. Faverdin, L. Delaby, F. Buckley, and M. Rath. 2005. The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture-based feed systems on milk yield, bodyweight, and body condition score. Journal of Dairy Science. 88: 1231-1243.

Hossein-Zadeh, N.G., A. Mohit, and N. Azad. 2013. Effect of temperature-humidity index on productive and reproductive performances of Iranian Holstein cows. Iranian Journal of Veterinary Research. 14(2): 106-112.

Kadzere, C.T., M.R. Murphy, N. Silanikove, and E. Maltz. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. Livestock Production Science. 77: 59-91.

Kharche, S.D., and S.K. Srivastava. 2007. Dose dependent effect of GnRH analogue on pregnancy rate of repeat breeder crossbred cows. Animal Reproduction Science. 99: 196-201.

Komonjinda, S., M. Watanasak, S. Pattanakiat, and B.M. Buckley. 2003. Temperature, relative humidity, and rainfall studies in northern Thailand for application on paleoclimatology. M.S. Thesis. Mahidol University, Bangkok.

Könyves, T., N. Zlatković, N. Memiši, D. Lukač, N. Puvača, M. Stojšin, A. Halász, and B. Miščević. 2017. Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of holstein-frisian cows in different year seasons. The Thai Journal of Veterinary Medicine. 47(1): 15-23.

Loeffler, S.H., M.J. De Vries, Y.H. Schukken, A. de Zeeuw Dijkhuizen, F.H. de Graaf, and A. Brand. 1999. Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. Theriogenology 51(7): 1267-1284.

Lourens, D.C. 1995. A comparative observational study on the reproductive performance of dairy cows with metritis and normal cows. South African Journal of Animal Science. 25: 21-25.

Mancera, A.V., M.M. Mendoza, R.H. Crispín, F.V. Flores, and A.C. Izquierdo. 2011. Effect of climate factors on conception rate of lactating dairy cows in Mexico. Tropical Animal Health and Production. 43: 597-601.

McCarthy, S., D.P. Berry, P. Dillon, M. Rath, and B. Horan. 2007. Influence of Holstein-Friesian strain and feed system on body weight and body condition score lactation profiles. Journal of Dairy Science. 90: 1859-1869.

Nabenishi, H., H. Ohta, T. Nishimoto, T. Morita, K. Ashizawa, and Y. Tsuzuki. 2011. Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in southwestern Japan. Journal of Reproduction and Development. 57: 450-456.

Nardone, A., B. Ronchi, N. Lacetera, and U. Bernabucci. 2006. Climate effects on productive traits in livestock. Veterinary Research Communications. 30: 75-81.

National Research Council. 1971. A Guide to Environmental Research on Animals. National Academies Press, Washington, D.C.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.

Nienaber, J.A., and G.L. Hahn. 2007. Livestock production system management responses to thermal challenges. International Journal of Biometeorology. 52: 149-157.

Penev, T., D. Dimov, N. Vasilev, J. Mitev, and C. Miteva. 2020. Effect of heat stress on some reproductive traits in Holstein-Friesian cows under temperate continental climate. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 26(Suppl.1): 155-162.

Polsky, L., and M.A.G. Von Keyserlingk. 2017. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. Journal of Dairy Science. 100: 8645-8657.

Richards, M.W., R.P. Wettemann, L.J. Spicer, and G.L. Morgan. 1991. Nutritional anestrus in beef cows: Effects of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insulin-like growth factor I. Biology of Reproduction. 44: 961-966.

Roche, J.F., P.G. Dillon, C.R. Stockdale, L.H. Baumgard, and M.J. Van Baale. 2004. Relationships among international body condition scoring system. Journal of Dairy Science. 87: 3076-3079.

Roche, J.R., K.A. Macdonald, J.M. Lee, and D.P. Berry. 2007. Associations among body condition score, body weight and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle. Journal of Dairy Science. 90: 376-391.

Roche, J.R., N.C. Friggens, J.K. Kay, M.W. Fisher, K.J. Stafford, and D.P. Berry. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. Journal of Dairy Science. 92: 5769-5801.

Rosati, A., A. Tewoldi, and C. Mosconi. 2007. Animal Production and Animal Science Worldwide. 3rd. Waageninin Academic Publishers, Netherlands.

Roth, Z., R. Meidan, R. Braw-Tal, and D. Wolfenson. 2000. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. Journal of Reproduction and Fertility. 120: 83-90.

Sartori, R., R. Sartor-Bergfelt, S.A. Mertens, J.N. Guenther, J.J. Parrish, and M.C. Wiltbank. 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. Journal of Dairy Science. 85: 2803-2812.

Sattar, A., R.H. Mirza, and I. Ahmad. 2004. Reproductive efficiency of Jersey cows under subtropical conditions of the Punjab, PAKISTAN. Pakistan Veterinary Journal. 24(3): 129-133.

Schüller, L.K., O. Burfeind, and W. Heuwieser. 2014. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. Theriogenology. 81: 1050-1057.

Schütz, K.E., A.R. Rogers, N.R. Cox, J.R. Webster, and C.B. Tucker. 2011. Dairy cattle prefer shade over sprinklers: Effects on behavior and physiology. Journal of Dairy Science. 94: 273-283.

Sejrsen, K., and S. Purup. 1997. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. Journal of Animal Science. 75: 828-835.

Shehab-El-Deen, M.A., J.L. Leroy, M.S. Fadel, S.Y. Saleh, D. Maes, and A. Van Soom. 2010. Biochemical changes in the follicular fluid of the dominant follicle of high producing dairy cows exposed to heat stress early post-partum. Animal Reproduction Science. 117: 189-200.

Soydan, E., and M. Kuran. 2017. Calving season and reproductive performance of dairy cows. Mljekarstvo. 67(4): 297-304.

Spiers, D.E., J.N. Spain, J.D. Sampson, and R.P. Rhoads. 2004. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. Journal of Thermal Biology. 29: 759-64.

Spitzer, J.C., D.G. Morrison, R.P. Wettemann, and L.C. Faulkner. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. Journal of Animal Science. 73: 1251-1257.

Srikandakumar, A., and E.H. Johnson. 2004. Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian Milking Zebu cows. Tropical Animal Health Production. 36: 685-692.

Statham, J.M.E. 2012. Fertility management of dairy cows. Cattle Practice. 20(1): 48-56.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. Aucklan.: 2nd ed. McGraw-Hill.

Tsuruta, S., I. Misztal, and T.J. Lawlor. 2004. Genetic correlations among production, body size, udder, and productive life traits over time in Holsteins. Journal of Dairy Science. 87: 1457-1468.

Waltner S.S., J.P. McNamara, and J.K. Hillers. 1993. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. Journal of Dairy Science. 76(11): 3410-3419.

West, J.W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 86: 2131-2144.

White, F.J., R.P. Wettemann, M.L. Looper, T.M. Prado, and G.L. Morgan. 2002. Seasonal effects on estrous behavior and time of ovulation in non-lactating beef cows. Journal of Animal Science. 80: 3053-3059.

Wiersma, F. 1990. Temperature-Humidity Index Table for Dairy Producers to Estimate Heat Stress for Dairy Cows. Department of Agricultural Engineering, University of Arizona, Tucson.

Wolfenson, D., Z. Roth, and R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Animal Reproduction Science. 60: 535-547.