ผลกระทบของความเครียดจากความร้อน-ความชื้นและฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์และผลผลิตน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อน-ชื้น

สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายศิริวัฒน์ ทรวดทรง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการสืบพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยา และวิทยาการสืบพันธุ์
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-1796-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i 2519978X

HEAT STRESS AND SEASONAL EFFECTS ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND MILK PRODUCTION IN DAIRY COWS RAISED IN HOT AND HUMID CLIMATE

Mr. Siriwat Suadsong

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Theriogenology
Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction
Faculty of Veterinary Science
Chulalongkorn University
Academic year 2005

ISBN 974-14-1796-9

481725

Thesis Title	Heat stress and seasonal effects on reproductive performance and milk production in dairy cows raised in hot and humid climate
By	Siriwat Suadsong
Filed of study	Theriogenology
Thesis Advisor	Professor Annop Kunavongkrit
Thesis Co-advisor	Associate Professor Prachin Virakul
Thesis Co-advisor	Associate Professor Somchai Chanpongsang

Accepted by the Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree

..... Dean of the Faculty of Veterinary Science

(Professor Annop Kunavongkrit)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Associate Professor Chainarong Lohachit)

..... Thesis Advisor

(Professor Annop Kunavongkrit)

..... Thesis Co-advisor

(Associate Professor Prachin Virakul)

..... Thesis Co-advisor

(Associate Professor Somchai Chanpongsang)

..... Member

(Professor Narongsak Chaiyabutr)

..... Member

(Associate Professor Wichai Tantasuparuk)

ศิริวัฒน์ ทรวดทรง : ผลกระทบของความเครียดจากความร้อน-ความชื้นและฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์และผลผลิตน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงในเขตอากาศแบบร้อน-ชื้น. (Heat stress and seasonal effects on reproductive performance and milk production in dairy cows raised in hot and humid climate) อ. ที่ปรึกษา : ศ.น.สพ. ดร.อรรณพ คุณาวงษ์กฤต, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.น.สพ.ดร.ปราจีน วีรกุล และ รศ.น.สพ. สมชาย จันทร์ผ่องแสง, 69 หน้า. ISBN 974-14-1796-9.

ศึกษาผลกระทบของความเครียดจากความร้อนชื้นและการใช้ระบบการลดอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนแบบปิดโดยอาศัยการระเหยของน้ำต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น โดยทำการสุ่มแบ่งแม่โคนมสาวท้องแรกพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ ฟรีเซียน (93.75%HF) จำนวน 36 ตัวออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 18 ตัว ตามกำหนดวันคลอดลูกและน้ำหนักตัว โคกลุ่มทดลองเลี้ยงในโรงเรือนแบบปิดที่มีพัดลมขนาดใหญ่เพื่อดูดอากาศออกจากโรงเรือนและมีระบบการลดอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนโดยอาศัยการระเหยของน้ำ และแม่โคกลุ่มควบคุมเลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิดที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ แม่โคนมทั้ง 2 กลุ่มถูกเลี้ยงแบบผูกยืนโรง สามารถกินน้ำและอาหารแบบผสมได้เต็มที่ตลอดเวลา รีดนมแม่โควันละ 2 ครั้ง จดบันทึกการกินอาหารและปริมาณน้ำนมทุกวัน บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในโรงเรือน อุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจของแม่โคในช่วงตอนเช้าและเย็นหลังรีดนม จากการศึกษาพบว่าการใช้ระบบการลดอุณหภูมิของอากาศในโรงเรือนแบบปิด ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงต่ำกว่าภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ระดับความเครียดจากความร้อนชื้นในโรงเรือนปิดลดลงอยู่ในระดับที่มีความเครียดจากความร้อนชื้นเล็กน้อย (THI<79) เมื่อเทียบกับโรงเรือนแบบเปิดที่มีระดับความเครียดจากความร้อนชื้นปานกลาง (THI≥79) ทำให้แม่โคกลุ่มทดลองมีอุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจต่ำกว่าแม่โคกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แม่โคกลุ่มทดลองสามารถกินอาหารและให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่าแม่โคกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แม่โคทั้ง 2 กลุ่มมีระยะเวลาการตกไข่ครั้งแรกหลังคลอดรวมทั้งการเจริญของฟอลลิเคิลและเวลาการตกไข่หลังจากการเหนี่ยวนำการเป็นสัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่แม่โคกลุ่มทดลองมีแนวโน้มมีอัตราการตอบสนองต่อการเหนี่ยวนำการเป็นสัดและอัตราการผสมติดสูงกว่าแม่โคกลุ่มควบคุม และจากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ พบว่ารายรับจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นมีมากกว่าค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากค่าอาหารรวมกับค่าอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในโรงเรือนแบบปิด จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าความเครียดจากความร้อนชื้นทำให้แม่โคนมมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์และให้ผลผลิตน้ำนมลดลง และการใช้ระบบการลดอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนแบบปิดโดยอาศัยการระเหยของน้ำมีศักยภาพในการลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนชื้น มีแนวโน้มทำให้แม่โคมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์เพิ่มสูงขึ้น และสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมที่เลี้ยงภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้นได้

ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยา และวิทยาการสืบพันธุ์ ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชาวิทยาการสืบพันธุ์สัตว์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

437 59539 31 : MAJOR THERIOGENOLOGY

KEY WORD: DAIRY COWS / HEAT STRESS / REPRODUCTION / MILK PRODUCTION / HOT-HUMID CLIMATE

SIRIWAT SUADSONG : HEAT STRESS AND SEASONAL EFFECTS ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND MILK PRODUCTION IN DAIRY COWS RAISED IN HOT AND HUMID CLIMATE. THESIS ADVISOR : PROF.DR.ANNOP KUNAVONGKRIT, THESIS COADVISOR : ASSO.PROF.DR.PRACHIN VIRAKUL AND ASSO.PROF.SOMCHAI CHANPONGSANG, 69 PP. ISBN 974-14-1796-9.

The effects of heat stress and utilizing evaporative cooling, equipped with tunnel ventilation, on postpartum reproductive performance and the milk production of early lactating dairy cows in a hot and humid climate, were studied from April 2004 to May 2005. Thirty-six crossbred, Holstein-Friesian (93.75%HF), primiparous cows were randomly assigned to one of two groups, based upon calving date and body weight. Cooled cows (n=18; treatment) were housed in a tunnel ventilated barn equipped with an evaporative, cooling pad system and uncooled cows (n=18; control) were housed in a naturally ventilated barn without a supplemental cooling system. The temperature, relative humidity, rectal temperature and respiration rates were continuously monitored and recorded at the AM and PM milkings. Cows were milked twice daily and fed a totally mixed ration (TMR), ad libitum. Daily feed intake and milk production were recorded. Evaporative cooling and tunnel ventilation systems reduced ($P<0.05$) the afternoon barn temperature and the conditions of heat stress in the dairy cows. Cooled cows had lower ($P<0.05$) rectal temperatures and respiration rates than the uncooled cows. Cooled cows had greater ($P<0.05$) dry matter intake and milk production than the uncooled cows. There was no significant difference in the postpartum anovular condition and interval to first postpartum ovulation between the cooled and the uncooled cows. In addition, there was no difference between the groups for follicular development after the synchronization of oestrus, and the days from $PGF_{2\alpha}$ injection to ovulation. However, the synchronization rates and conception rates in the cooled cows tended to be greater than in the uncooled cows. The benefits were demonstrated by increased income over costs. These results suggest that heat stress has a significant impact on postpartum reproductive performance and milk production, and evaporative cooling and tunnel ventilation systems have the potential to decrease heat stress, alleviate the symptoms of heat stress and improve both milk production and metabolic efficiency, during early lactation, without affecting reproductive function in dairy cows in hot and humid climates.

Department Obstetrics Gynaecology and Reproduction Student's signature...Siriwat Suadsong

Field of study Theriogenology Advisor's signature...Annop Kunavongkrit

Academic year 2005 Co-advisor's signature...Prachin Virakul

Co-advisor's signature...Somchai

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank my advisor, Professor Dr Annop Kunavongkrit for his suggestions throughout this study.

I wish to thank my co-advisor, Associate Professor Dr Prachin Virakul and Associate Professor Somchai Chanpongsang for their suggestions to my thesis.

I would like to thank to all members of the Department of Obstetrics Gynaecology and Reproduction for their encouragement and for taking responsibility of my works while I have been away for this study, also to Ms Junpen Suwimonteerabutr for her skilled help in analytical procedures for plasma and serum samples.

I would like to thank to Assistant Professor Dr Padet Tummaruk for his kind help and his suggestions.

I also would like to thank to Chulalongkorn University for granting me a scholarship for this study and also this study was supported by the Thailand Research Fund and Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University.

My sincere thank is due to those who contributed their kind helps in one way or another in the study period.

Finally, I also would like to thank to my family.

CONTENTS

Pages

Abstract (Thai)..... IV

Abstract (English)..... V

Acknowledgement..... VI

Table contents..... IX

List of figures..... X

Chapter 1. Introduction..... 1

Chapter 2. Literature Review..... 5

Effects of heat stress on production..... 5

Effects of heat stress on reproduction..... 6

Chapter 3. Materials and Methods 8

Experimental animals..... 9

Sample collection..... 10

Data collection..... 10

Analytical procedures..... 10

Energy balance (EB) calculations..... 12

Postpartum reproductive measures..... 12

Synchronization of oestrus..... 13

Synchronization of ovulation and

fixed time artificial insemination (TAI)..... 14

Statistical analyses..... 15

Chapter 4. Results 16

Environmental conditions and physiological responses..... 17

Dry matter intake and daily milk yield..... 22

Energy balance and body weight..... 24

Nonesterified fatty acid (NEFA)..... 26

β-hydroxybutyrate..... 26

Insulin-like growth factor-I..... 27

Pages

Blood urea nitrogen..... 28
Postpartum interval to first ovulation..... 28
Correlation..... 29
Follicular development and ovulation..... 31
Conception rate and early embryonic loss..... 32
Economic analysis..... 34
Chapter 5. Discussion..... 35
Conclusion..... 46
References..... 48
Curriculum Vitae..... 58

TABLE CONTENTS

Pages

Table 1. Composition of the diet (% of DM)..... 11

Table 2. The environmental conditions, milk production and conception rate among calving seasons..... 16

Table 3. The environment measurement and physiological responses of dairy cows in the experimental housing..... 21

Table 4. Dry matter intake, milk production and milk composition of cooled and uncooled cows during the 12 week study..... 23

Table 5. Nadir of NEB, days to nadir of NEB, days to equilibrium EB, body weight loss, and days to first ovulation of cooled and uncooled cows during the 12 -week study..... 29

Table 6. Correlation coefficient among average air temperature (TEMP), relative humidity (HUMID), THI, rectal temperature (REC), respiration rate (RES), DMI and milk yield (MILK) during the first 12 week of lactation in dairy cows..... 30

Table 7. Correlation coefficient among average energy balance (EB), DMI, NEFA, beta- hydroxybutyrate (BH), IGF-I, BUN and first ovulation interval (OV) during the first 12 week of lactation in dairy cows..... 30

Table 8. The effect of evaporative cooling and tunnel ventilation system on follicular development, time of ovulation and the response rates of synchronized cows to GnRH and $PGF_{2\alpha}$..... 31

Table 9. The conception rate and embryonic loss after the synchronization of ovulation and fixed time AI of dairy cows in the experimental housing.....33

Table 10. The economic analysis of the evaporative cooling system over the first 22 week of lactation in dairy cows.....34

LIST OF FIGURES

Pages

Figure 1. The experimental animal housing was divided into the tunnel ventilation barn (A) and the outside tie-stall barn (B)..... 8

Figure 2. Change in air temperature at AM and PM milking in a tunnel ventilated barn equipped with an evaporative cooling pad system (cooled; a) and a naturally ventilated barn without a supplemental cooling system (uncooled; b) during April 2004 to Frebuary 2005..... 18

Figure 3. Change in relative humidity at AM and PM milking in a tunnel ventilated barn equipped with an evaporative cooling pad system (cooled; c) and a naturally ventilated barn without a supplemental cooling system (uncooled; d) during April 2004 to Frebuary 2005..... 19

Figure 4. Change in THI at AM and PM milking in a tunnel ventilated barn equipped with an evaporative cooling pad system (cooled; e) and a naturally ventilated barn without a supplemental cooling system (uncooled; f) during April 2004 to Frebuary 2005..... 20

Figure 5. Weekly changes in average daily DMI for the cooled and uncooled cows during the first 22 wk postpartum..... 22

Figure 6. Weekly changes in average daily milk production for the cooled and uncooled cows during the first 22 wk postpartum..... 23

Figure 7. Weekly changes in energy balance for the cooled and uncooled cows during the first 12 wk postpartum..... 24

Figure 8. Weekly changes in average body weight for the cooled and uncooled cows during the first 12 wk postpartum..... 25

Figure 9. Changes in plasma NEFA concentrations for the cooled and uncooled cows during the first 12 wk postpartum..... 26

Figure 10. Changes in plasma IGF-I concentrations for the cooled and uncooled cows during the first 12 wk postpartum..... 27

Pages

Figure 11. Changes in serum BUN concentrations for the cooled and uncooled cows during the first 12 wk postpartum..... 28

Figure 12. The average diameter of the largest ovulatory follicle for cooled and uncooled cows after synchronization for follicular developmen..... 32

Figure 13. The conception rate after the synchronization of ovulation and fixed time AI of cooled and uncooled cows..... 33