บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1. ปริมาณแอนติบอดีจากการทำโมโนโคลนอลแอนติบอดีให้บริสุทธิ์

การทำโมโนโคลนอลแอนติบอดีให้บริสุทธิ์จากอาหารเลี้ยงเซลล์ ได้ปริมาณแอนติบอดีประมาณ 1 ~ 4 มก./10 มล. ของอาหารเลี้ยงเซลล์ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ผลแสดงดังตารางที่ 4-1 กลุ่มเซลล์หมายเลข 8E2 เป็นกลุ่มเซลล์ที่มีการผลิตแอนติบอดีได้มากที่สุด เมื่อนำเอาน้ำเลี้ยงเซลล์ที่ได้มาผ่านคอลัมน์โครมาโตรกราฟฟี โดยตกตะกอนโปรตีน น้ำเลี้ยงเซลล์ของกลุ่มเซลล์ 8E2 ได้ปริมาณตะกอนโปรตีนมากกว่าเซลล์กลุ่มเซลล์อื่น ๆ

ตารางที่ 4-1. แสดงปริมาณโมโนโคลนอลแอนติบอดีที่ได้จากน้ำเลี้ยงเซลล์

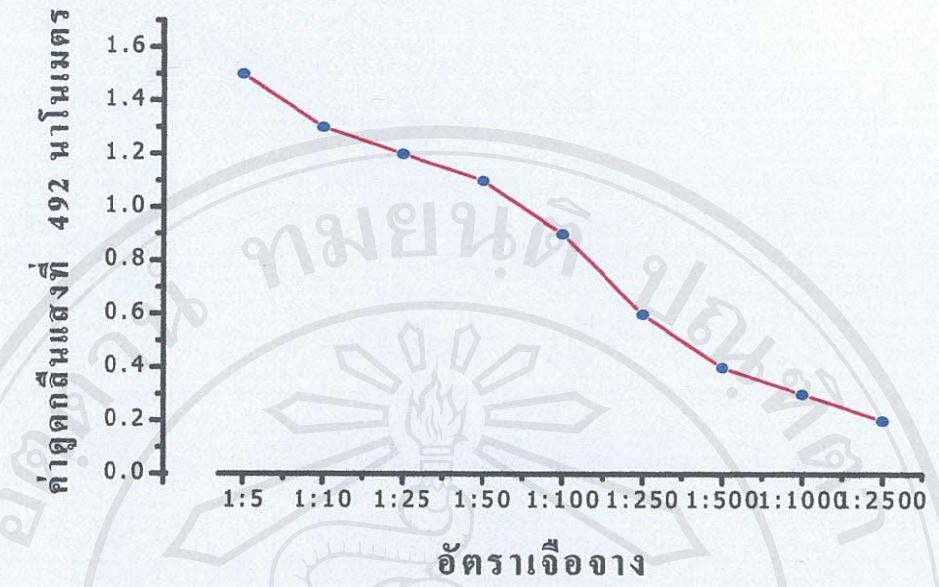
กลุ่มเซลล์หมายเลข	ปริมาณแอนติบอดี (มก./10 มล.)
8D2	1.02
8E2	3.82
B11	1.59
C12	1.02

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

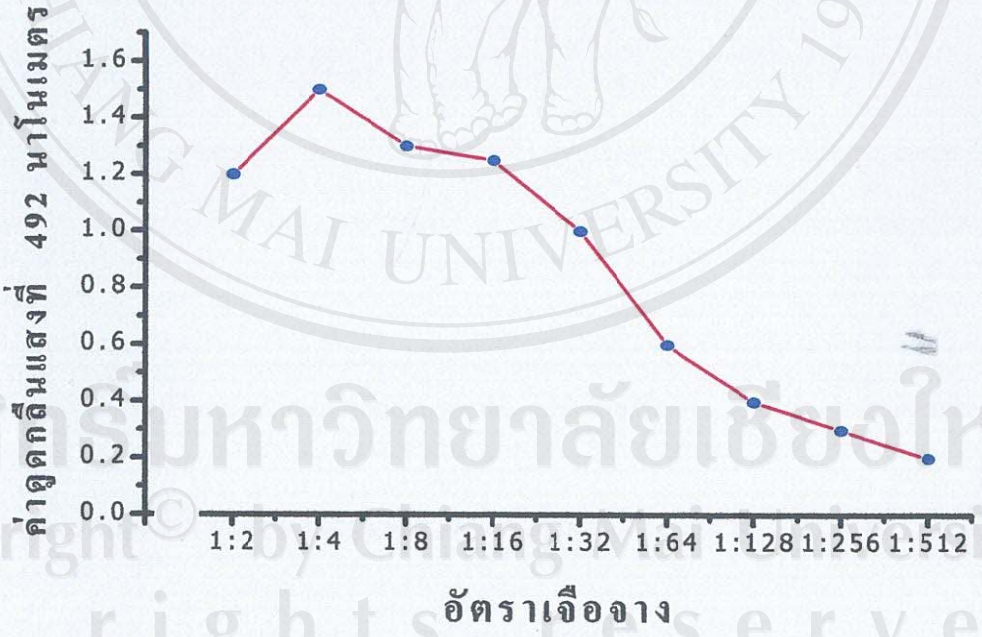
4.2. อัตราเจือจางที่เหมาะสมสำหรับโพลีโคลนอลแอนติบอดี (ซีรั่มกระต่าย) ในการเคลือบเพลท และอัตราเจือจางที่เหมาะสมสำหรับโมโนโคลนอลแอนติบอดี

การเลือกอัตราเจือจางที่เหมาะสมทำได้โดยการเลือกบริเวณที่เรียกว่า absorbance range defining working dilutions ซึ่งเป็นบริเวณที่กราฟมีความชันมากที่สุด สำหรับการเลือกอัตราเจือจางที่เหมาะสมสำหรับโพลีโคลนอลแอนติบอดี โดยช่วงที่เหมาะสมกับการทำงานของโพลีโคลนอลคือ 1:25 – 1:500 ซึ่งค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้อยู่ในช่วง 1.2 – 0.4 จึงเลือกใช้ค่าที่อยู่ในช่วงกลางคือ 1:100 และมีค่าดูดกลืนแสงประมาณ 0.9 ถ้าหากเลือกใช้อัตราส่วนของซีรั่มกระต่ายมากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลือง ซีรั่มในการเคลือบเพลทซึ่งค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไม่แตกต่างจากอัตราเจือจางที่ 1:100 (ภาพที่ 4 – 1) สำหรับโมโนโคลนอลแอนติบอดีมีช่วง absorbance range อยู่ระหว่าง 1:16 – 1:128 มีค่าดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 1.2 – 0.3 จึงเลือกใช้อัตราเจือจางที่ 1:32 ซึ่งมีค่าดูดกลืนแสงประมาณ 1.0 (ภาพที่ 4-2) ซึ่งเป็นโมโนโคลนอลแอนติบอดีจากกลุ่มเซลล์เบอร์ 8E2 ซึ่งผลิตแอนติบอดีได้ปริมาณมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4 – 1. แสดงค่าดูดกลืนแสงที่ 492 นาโนเมตรของโพลีโคลนอลแอนติบอดี (ซีรั่มกระต่าย) ต่อโปรเจสเตอโรนที่อัตราการเจือจางต่าง ๆ.

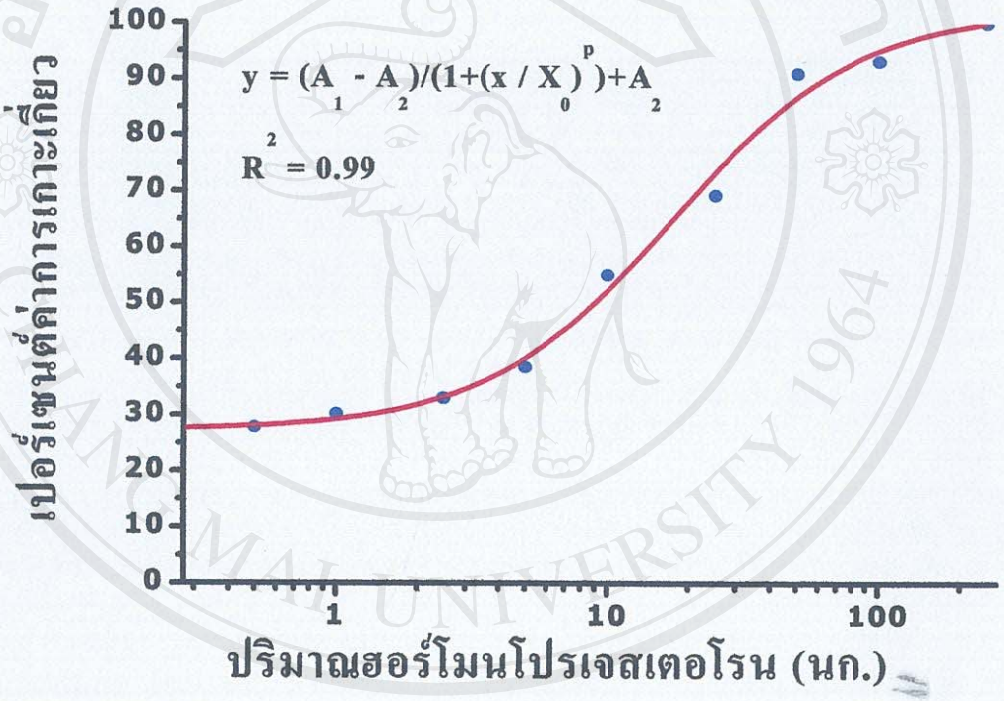


ภาพที่ 4 – 2. แสดงค่าดูดกลืนแสงที่ 492 นาโนเมตรของโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโปรเจสเตอโรนกลุ่มเซลล์ 8E2 ที่อัตราการเจือจางต่าง ๆ.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3. การสร้างกราฟมาตรฐานของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน

ในการนำโมโนโคลนอลแอนติบอดีที่ได้จากกลุ่มเซลล์ 8E2 ในอัตราส่วนเจือจางที่ 1:32 และโพลีโคลนอลแอนติบอดีจากซีรั่มกระต่ายอัตราส่วนเจือจางที่ 1: 100 มาใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐานของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนพบว่า เมื่อนำแอนติบอดีมาทำปฏิกิริยากับสารละลายโปรเจสเตอโรนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน (ภาพที่ 4 – 3) พบว่าความไวของการทำปฏิกิริยา (50 % binding) อยู่ที่ 10 นก. ($R^2 = 0.99$)



ภาพที่ 4 – 3. กราฟมาตรฐานฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนโดยวิธี indirect sandwich ELISA.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4. การหา Intra และ Inter coefficient assay

การหา Intra และ Inter coefficient assay พบว่ามีค่าเท่ากับ 13.2 % และ 7.2 % ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อนำตัวอย่างเดียวกันมาทำการวิเคราะห์ภายในเพลทเดียวกันค่าที่วิเคราะห์ได้จะมีความแตกต่างกันน้อยกว่าหรือมากกว่าประมาณ 13.2 % และถ้าเป็นตัวอย่างเดียวกันแต่ทำคนละเพลท พบว่าค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันน้อยกว่าหรือมากกว่าประมาณ 7.2 %

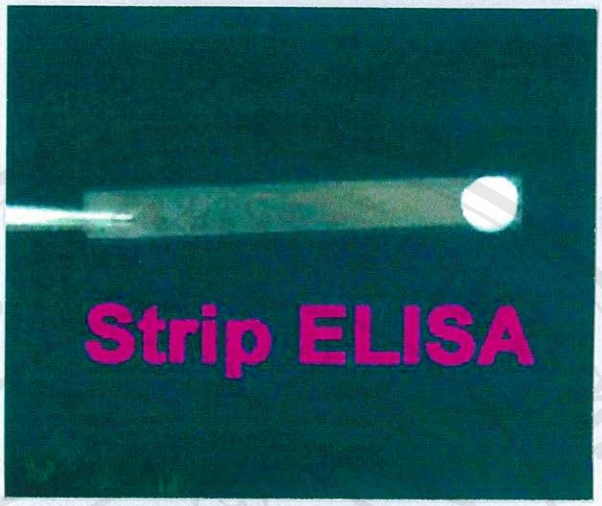
4.5. การผลิต Strip Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (Strip ELISA)

จากการหาสภาพที่เหมาะสมสำหรับวิธีการ Strip ELISA พบว่าการใช้กระดาษกรองชนิด polyvinylidenedifluoride เป็น solid phase มีความเหมาะสมมากที่สุด อัตราเจือจางของซีรั่มกระต่ายที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษเท่ากับ 1:100 และอัตราเจือจางที่เหมาะสมสำหรับโมโนโคลนอลแอนติบอดีเท่ากับ 1:32 ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาทั้งหมด 2 ชม. ผลที่ได้จะเป็นสารละลายสีส้ม ค่า cut point มีค่าเท่ากับ 5 ng/ml ผลแสดงดังภาพที่ 4 – 4 และ 4 - 5

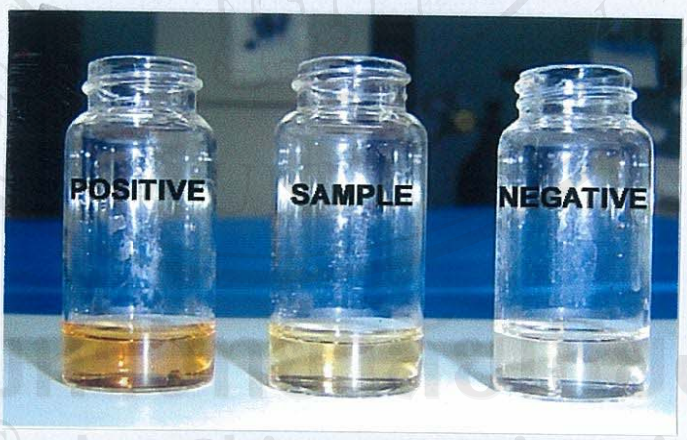
4.6. การวัดปฏิกิริยา Cross reaction ของแอนติบอดี

เมื่อนำ Strip ELISA kit ไปทำปฏิกิริยากับสเตียรอยด์ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ อีสตราไดออล (estradiol), แอนโดรสตีนไดออล (androstenediol), ไฮโดรคอรติโซน (hydrocortisone) และ เทสทอสเตอโรน (testosterone) พบว่าค่าสีที่เกิดจากปฏิกิริยามีค่าใกล้เคียงกับ negative control (ภาพที่ 4-6, 4-7, 4-8 และ 4-9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



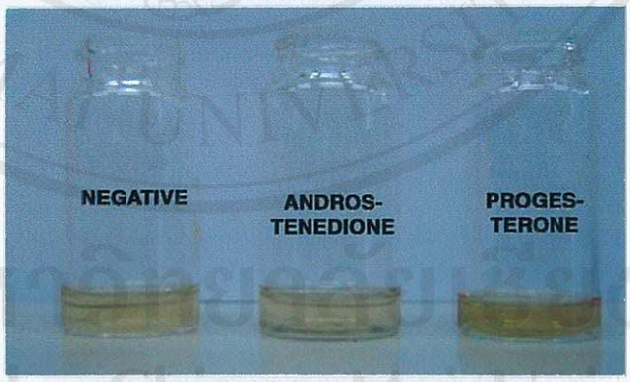
ภาพที่ 4-4. แสดงภาพของ Strip ELISA kit.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

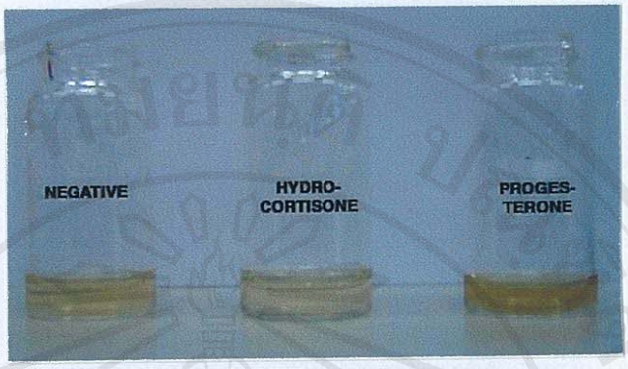
ภาพที่ 4 – 5. แสดงผลการวัดระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนโดยใช้วิธี Strip ELISA.

ภาพที่ 4-6. ปฏิกิริยา Cross reaction ระหว่างโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโปรเจสเตอโรนกลุ่มเซลล์ 8E2 และอีสตราไดออล.

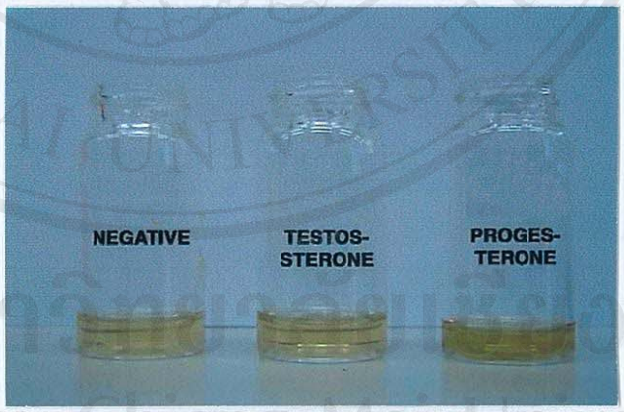


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 4-7. ปฏิกิริยา Cross reaction ระหว่างโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโปรเจสเตอโรนกลุ่มเซลล์ 8E2 และ Androstenediol.



ภาพที่ 4-8. ปฏิกิริยา Cross reaction ระหว่างโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโปรเจสเตอโรนกลุ่มเซลล์ 8E2 และ Hydrocortisone.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 4-9. ปฏิกิริยา Cross reaction ระหว่างโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อโปรเจสเตอโรนกลุ่มเซลล์ 8E2 และเทสทอสเตอโรน.

4.7. ปริมาณโปรเจสเตอโรนจากการวัดโดยใช้ strip ELISA kit เปรียบเทียบกับการวัดโดยใช้วิธี indirect sandwich ELISA

ตารางที่ 4-2 แสดงปริมาณโปรเจสเตอโรนจากการวัดโดยใช้ strip ELISA kit เปรียบเทียบกับการวัดโดยใช้วิธี indirect sandwich ELISA พบว่าตัวอย่างน้ำนมจากโคนมจำนวน 15 ตัว ที่ตรวจโดยใช้ชุดสำเร็จรูปตรวจมีโคนมที่ท้องจำนวน 12 ตัว และ 3 ตัวที่ไม่ท้อง (สีใกล้เคียง negative control) ในจำนวน 12 ตัวที่ท้อง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้สีใกล้เคียงกับปริมาณโปรเจสเตอโรนในช่วง 5 นก./มล. ~ 50 นก./มล. จำนวน 5 ตัว และกลุ่มที่ให้สีเข้มกว่าโปรเจสเตอโรนปริมาณ 50 นก./มล. จำนวน 7 ตัว ซึ่งพบว่าให้ผลเป็น false positive จำนวน 3 ตัว คือโคลำดับที่ 4 12 และ 13 คิดเป็น 20 % และพบว่าให้ผลเป็น false negative จำนวน 1 ตัว คือ โคลำดับที่ 2 คิดเป็น 0.07 % สำหรับการวัดโดยใช้วิธี indirect sandwich ELISA พบว่าโคนมจำนวน 7 ตัวที่มีปริมาณ โปรเจสเตอโรนสูง และ 4 ตัวที่ให้ผลอยู่ในช่วง 0.5 ~ 5 นก. และ 4 ตัวที่ให้ค่าต่ำกว่า 0.5 นก.

ตารางที่ 4 - 2. ปริมาณโปรเจสเตอโรนจากการวัดโดยใช้ strip ELISA kit เปรียบเทียบกับการวัดโดยใช้วิธี indirect sandwich ELISA

ลำดับที่	Strip ELISA kit	Indirect sandwich ELISA
1	< 5 นก./มล.	<0.5 นก./มล.
2[a]	< 5 นก./มล.	4.2 นก./มล.
3	< 5 นก./มล.	0.9 นก. /มล.
4	5 นก./มล. ~50 นก./มล.	<0.5 นก. /มล.
5	5 นก./มล. ~50 นก./มล.	21.0 นก. /มล.
6	5 นก./มล. ~50 นก./มล.	19.0 นก. /มล.
7	5 นก./มล. ~50 นก./มล.	5.8 นก. /มล.
8	5 นก./มล. ~50 นก./มล.	250.0 นก. /มล.
9	> 50 นก./มล.	4.2 นก. /มล.
10	> 50 นก./มล.	250.0 นก. /มล.
11	> 50 นก./มล.	50.0 นก. /มล.
12[b]	> 50 นก./มล.	<0.5 นก. /มล.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลำดับที่	Strip ELISA kit	Indirect sandwich ELISA
13[b]	> 50 นก./มล.	<0.5 นก. /มล.
14	> 50 นก./มล.	4.2 นก. /มล.
15	> 50 นก./มล.	25.0 นก. /มล.

หมายเหตุ : a = การวัดโดยใช้ strip ELISA kit ให้ผล false negative

b = การวัดโดยใช้ strip ELISA kit ให้ผล false positive

4.8. การศึกษาสมรรถภาพการทำงานของระบบสืบพันธุ์ในช่วงเดือนตุลาคม 2543 – มีนาคม 2544 และเดือนเมษายน 2544 - มิถุนายน 2544 โดยการวัดระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคนมพันธุ์แท้ โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน และโคนมลูกผสมไทยฟรีเชี่ยน

การศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างน้ำนมตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 – มิถุนายน 2544 รวมเป็นระยะเวลา 9 เดือน โดยใช้ระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในการบ่งชี้การทำงานของรังไข่ สามารถแบ่งระยะลูเทียลออกเป็น 3 ระยะคือ ระยะลูเทียลสั้น (< 15 วัน) ระยะลูเทียลปกติ (17 ~18 วัน) และระยะลูเทียลยาว (19 ~ 26 วัน) ถ้าหากระยะลูเทียลยาวเกิน 26 วัน แสดงว่าเกิดความผิดปกติ เช่น เกิดถุงน้ำรังไข่แบบ luteal cyst หรืออาจเกิดการตายของตัวอ่อนในระยะแรก (early embryonic death)

ในช่วงเดือนตุลาคม – มีนาคม มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสูงสุดเฉลี่ย 90.7 % และมีค่า temperature humidity index (THI) เท่ากับ 23.7 และในช่วงเดือนเมษายน – มิถุนายน มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสูงสุดเฉลี่ย 93.6 % และมีค่า temperature humidity index (THI) เท่ากับ 26.4

จากการศึกษาพบว่าในช่วงเดือนตุลาคม – มีนาคม (THI = 23.7) มีจำนวนโคนมที่ตั้งท้องทั้งลูกผสม และพันธุ์แท้มากกว่าในช่วงเดือนเมษายน – มิถุนายนอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4 – 3) และมีจำนวนโคนมพันธุ์แท้ และลูกผสมที่มีระยะลูเทียลปกติ และระยะลูเทียลยาวไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) การทำงานของรังไข่ครั้งแรกหลังคลอด วันผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงวันผสมติดของโคนมพันธุ์แท้ และลูกผสมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4 – 4)

สำหรับในช่วงเดือนเมษายน – มิถุนายน โคนมลูกผสมที่มีระยะลูเทียลปกติมีจำนวนมากกว่า โคนมพันธุ์แท้ และมากกว่าทั้งโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้ที่เป็นสัดในช่วงเดือนตุลาคม – มีนาคม อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4 – 3) แสดงว่าโคนมลูกผสมสามารถทนสภาพอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในช่วงที่มีค่า THI สูงได้ดีกว่าโคนมพันธุ์แท้ ขณะที่โคนมพันธุ์แท้ที่มีระยะลูเทียลสั้นมีจำนวนมากกว่าโคนมลูกผสม และมากกว่าโคนมพันธุ์แท้ที่เป็นสัดในช่วงเดือนตุลาคม – มีนาคม อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่มีจำนวนโคนมที่ตั้งท้องไม่แตกต่างกันทั้งโคนมพันธุ์แท้ และลูกผสม ($p>0.05$) แต่ทั้งโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้ตั้งท้องในช่วงนี้น้อยกว่าช่วงเดือนตุลาคม - มีนาคม การทำงานของรังไข่ครั้งแรกหลังคลอด จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติด ในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้ และลูกผสมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยการทำงานของรังไข่ครั้งแรกหลังคลอดของโคนมพันธุ์แท้เร็วกว่าโคนมลูกผสม แต่จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดของโคนมพันธุ์แท้มากกว่าลูกผสม และระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติดของโคนมพันธุ์แท้มากกว่าโคนมลูกผสม และวันผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4 – 4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4-3. ระยะลูเทียลตลอดการทดลอง (135 วัน) จากการวัดระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน ในช่วงเดือนตุลาคม 2543 – มีนาคม 2544 และเดือนเมษายน 2544 – มิถุนายน 2544 (ระยะลูเทียลสั้น <15 วัน, ระยะลูเทียลปกติ =17 ~ 18 วัน และ ระยะลูเทียลยาว 19 ~ 26 วัน)

ระยะลูเทียล	เดือนตุลาคม – มีนาคม (THI = 23.7)		เดือนเมษายน – มิถุนายน (THI = 26.4)	
	ลูกผสม	พันธุ์แท้	ลูกผสม	พันธุ์แท้
ระยะลูเทียลสั้น* (%)		2.3^{a} (1/43)	1.9^{a} (1/52)	15.4^{b} (8/52)
ระยะลูเทียลปกติ* (%)	9.3^{a} (4/43)	16.3^{ab} (7/43)	30.8^{b} (16/52)	3.8^{a} (2/52)
ระยะลูเทียลยาว* (%)	34.9^{a} (15/43)	37.2^{a} (16/43)	28.8^{a} (15/52)	19.2^{b} (10/52)
ตั้งท้อง (ตัว)	33.3^{a} (10/30)	26.7^{a} (8/30)	5^{b} (1/20)	9.1^{b} (2/22)

*ผลแสดงเป็นเปอร์เซนต์ต่อจำนวนรอบการเป็นสัดทั้งหมดในแต่ละพันธุ์ (รอบ; cycles)

** ค่าสถิติเปรียบเทียบในแถว ($p<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4-4. เปรียบเทียบสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในช่วงเดือนตุลาคม 2543 – มีนาคม 2544 และเดือนเมษายน 2544 – มิถุนายน 2544 ของโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน

ลักษณะทางระบบสืบพันธุ์	เดือนตุลาคม – มีนาคม (THI = 23.7)		เดือนเมษายน – มิถุนายน (THI = 26.4)	
	ลูกผสม	พันธุ์แท้	ลูกผสม	พันธุ์แท้
การทำงานของรังไข่ครั้งแรกหลังคลอด (วัน)	50.4 ± 26.4[a] (14) (15 – 115)	29.6 ± 11.8[ab] (13) (10 – 50)	49.7 ± 37.5[a] (17) (15 – 120)	27.5 ± 17.2 [b] (10) (10 – 60)
วันผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด (วัน)	110.3 ± 44.7[a] (15) (23 – 178)	104.6 ± 53.4[a] (14) (34 – 124)	93.3 ± 25.4[a] (21) (45 – 130)	90.5 ± 19.8[a] (12) (59 – 125)
จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด (ครั้ง)	3.2 ± 1.5[a] (12) (2 – 7)	2.7 ± 1.8[a] (12) (1 – 7)	2.8 ± 1.9[a] (19) (1 – 7)	6.2 ± 3.9[b] (10) (1 – 13)
ระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงวันผสมติด (วัน)	215.3 ± 79.1[ab] (11) (131 - 356)	174.4 ± 130.2[b] (12) (34 - 427)	196 ± 107.9[b] (19) (70 - 438)	299.6 ± 146.4[a] (10) (59 - 463)

* ค่าแสดงในรูปของ ค่าเฉลี่ย ± SD. (จำนวนตัว) (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด

4.9. การศึกษาสมรรถภาพการทำงานของระบบสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้ที่ให้ปริมาณน้ำนมต่าง ๆ กัน

การจัดกลุ่มปริมาณน้ำนมคำนวณจากปริมาณน้ำนมทั้งหมด 100 วัน (100 days in milk) สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมต่ำ เป็นกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมต่ำกว่าค่าเฉลี่ย - SD กลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมปานกลาง เป็นกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ย ± SD และกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมสูง เป็นกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมมากกว่าค่าเฉลี่ย + SD

โคนมลูกผสมกลุ่มปริมาณน้ำนมน้อยมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 1,092 ± 170.1 กก. ต่อ100 วันการให้นม กลุ่มปริมาณน้ำนมปานกลางมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 1,732.6 ± 173.5 กก.ต่อ 100 วันการให้นม และกลุ่มปริมาณน้ำนมสูงมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 2,255 ± 166 กก.ต่อ 100 วันการให้นม

โคนมพันธุ์แท้กลุ่มปริมาณน้ำนมน้อยมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 982.6 ± 173.4 กก. ต่อ100 วันการให้นม กลุ่มปริมาณน้ำนมปานกลางมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 1,873.5 ± 301.4 กก.ต่อ 100 วันการให้นม และกลุ่มปริมาณน้ำนมสูงมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 2,741.7 ± 331.9 กก.ต่อ 100 วันการให้นม

การศึกษาปัจจัยเนื่องจากปริมาณน้ำนมภายใน 100 วัน (100 days in milk) ต่อระยะลูเทียลในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้พบว่า โคนมพันธุ์แท้ที่ให้ปริมาณน้ำนมปานกลางที่มีระยะลูเทียลปกติ และระยะลูเทียลสั้นมีจำนวนไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่โคนมที่ให้ปริมาณน้ำนมปานกลางที่มีระยะลูเทียลยาว มีจำนวนมากกว่ากลุ่มที่ให้น้ำนมสูง และต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โคนมพันธุ์แท้ที่ให้ปริมาณน้ำนมสูงจะมีวันผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด (48 ± 19.8 วัน) เร็วกว่ากลุ่มโคนมที่ให้ปริมาณน้ำนมต่ำ (108.8 ± 38.6 วัน) และปานกลาง (100.5 ± 41.2 วัน) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4 – 6)

ในกลุ่มโคนมลูกผสมพบว่า กลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมปานกลาง มีจำนวนโคที่มีระยะลูเทียลปกติ และระยะลูเทียลยาวมากกว่ากลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมต่ำ และกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และมากกว่าโคนมพันธุ์แท้ที่ให้ปริมาณน้ำนมต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) (ตารางที่ 4 – 5) กลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมปานกลาง มีจำนวนโคที่มีระยะลูเทียลยาวมากกว่ากลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมสูง ($p>0.05$) ขณะที่การทำงานของรังไข่ครั้งแรกหลังคลอด วันผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงวันผสมติดของกลุ่มที่ให้ปริมาณน้ำนมต่ำปานกลาง และสูงไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4 – 6) และเมื่อเปรียบเทียบกับโคนมพันธุ์แท้พบว่า โคนมพันธุ์แท้ที่มีปริมาณน้ำนมปานกลางที่มีระยะลูเทียลปกติมีปริมาณน้อยกว่ากลุ่มโคนมลูกผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4-5. ระยะลูเทียลตลอดการทดลอง (135 วัน) จากการวัดระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่าง ๆ (สูง <ค่าเฉลี่ย ± SD, กลาง ค่าเฉลี่ย ± SD และต่ำ <ค่าเฉลี่ย ± SD)

ลักษณะทางระบบสืบพันธุ์	ปริมาณน้ำนมต่ำ		ปริมาณน้ำนมกลาง		ปริมาณน้ำนมสูง	
	ลูกผสม	พันธุ์แท้	ลูกผสม	พันธุ์แท้	ลูกผสม	พันธุ์แท้
ระยะลูเทียลสั้น (%)	-	-	8.5^{a} (5/59)	7.3^{a} (3/41)	-	-
ระยะลูเทียลปกติ (%)	1.7^{a} (1/59)	7.3^{aA} (3/41)	23.7^{bB} (14/59)	12.2^{a}(5/41)	1.7^{a} (1/59)	-
ระยะลูเทียลยาว (%)	5.1^{a} (3/59)	4.9^{a} (2/41)	16.9^{b} (10/59)	24.4^{b} (10/41)	10.2^{ab} (6/59)	2.4^{a} (1/41)

*ผลแสดงเป็นเปอร์เซนต์ต่อจำนวนรอบการเป็นสัดทั้งหมดในแต่ละพันธุ์ (รอบ; cycles)

** ค่าสถิติเปรียบเทียบระหว่างแถว (a, b = $p<0.05$ และ A, B = $p<0.01$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4-6. เปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของระบบสืบพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ (ค่าเฉลี่ย - SD.) ปานกลาง (ค่าเฉลี่ย ± SD) และสูง (ค่าเฉลี่ย+SD) ของโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน

ลักษณะทางระบบสืบพันธุ์	ปริมาณน้ำนมต่ำ		ปริมาณน้ำนมปานกลาง		ปริมาณน้ำนมสูง	
	ลูกผสม	พันธุ์แท้	ลูกผสม	พันธุ์แท้	ลูกผสม	พันธุ์แท้
การทำงานของรังไข่ครั้งแรกหลังคลอด (วัน)	44.3 ± 9.8[a] (3) (33 – 50)	32.5 ± 9.6[a] (4) (20 – 40)	51.7 ± 36.9[a] (23) (15 –120)	25.9 ± 14.4[a] (17) (10 – 60)	47.8 ± 17.6[a] (5) (19 – 65)	45 ± 7.1[a] (2) (40 – 50)
วันผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด (วัน)	63.8 ± 27.7[ab] (4) (23 – 82)	108.8 ± 38.6[a] (5) (57 – 161)	106.5 ± 35.3[a] (27) (45 – 178)	100.5 ± 41.2[a] (19) (59 – 214)	96.8 ± 23.9[ab] (5) (73 –130)	48 ± 19.8[b] (2) (34 – 62)
จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด (ครั้ง)	2.7 ± 1.5[a] (4) (1 – 4)	3 ± 2.8[a] (2) (1 – 5)	3.1 ± 1.6[a] (22) (1 – 7)	4.7 ± 3.6[a] (18) (1 – 13)	3 ± 2.6[a] (5) (1 – 7)	2 ± 2.1[a] (2) (1 – 3)
ระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงวันผสมติด (วัน)	141.3 ± 98.3[a] (4) (70 - 283)	146 ± 125.9[a] (2) (57 - 235)	219.1 ± 94.8[a] (21) (91 - 438)	251.8 ± 153.2[a] (18) (37 - 463)	175.5 ± 112.9[a] (4) (109 - 344)	122 ± 84.9[a] (2) (62 - 182)

*ค่าแสดงในรูปของ ค่าเฉลี่ย ± SD. (จำนวนตัว) (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.10. ปัจจัยเนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้น temperature humidity index (THI) และปริมาณน้ำนมในช่วงเวลาก่อน และหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์ของโคนมพันธุ์แท้ และลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน

4.10.1. ปัจจัยเนื่องจากอุณหภูมิต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติด (ตารางที่ 4 – 7 และ 4 – 8)

จากการวิเคราะห์โดยใช้สมการรีเกรชชั่น พบว่าในโคนมพันธุ์แท้ อุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 10 หลังการผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ให้กราฟเป็นเส้นตรง ความชันเป็นลบ หมายความว่าถ้าอุณหภูมิสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้น จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดจะลดลง (ภาพที่ 4 – 10) และอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 10 หลังการผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ให้กราฟเป็นพาราโบล่า แบบหงาย มีค่า turning point เท่ากับ 30.9 องศาเซลเซียส หมายความว่าถ้าอุณหภูมิสูงสุดมีค่าต่ำกว่า 30.9 องศาเซลเซียส ระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติดจะลดลง แต่ถ้าหากอุณหภูมิสูงสุดมีค่าสูงกว่า 30.9 องศาเซลเซียส ระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติดจะเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4 – 11)

ในโคนมลูกผสม พบว่า อุณหภูมิสูงสุดในช่วง 30 วันก่อน และหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติด ($p>0.05$)

4.10.2. ปัจจัยเนื่องจากความชื้นต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติด (ตารางที่ 4 – 7 และ 4 – 8)

จากการวิเคราะห์สมการรีเกรชชั่น พบว่าในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้ ความชื้นสูงสุดในวันที่ 3 ก่อนผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ได้กราฟเป็นคิวบิก สมการเป็นบวก มีค่า turning point สองจุดคือ 87 % และ 95.5 % ตามลำดับ แสดงว่าถ้าหากค่าความชื้นสูงสุดมีค่าต่ำกว่า 87 % และสูงกว่า 95.5 % จะทำให้จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดเพิ่มขึ้น แต่ถ้าความชื้นสูงสุดอยู่ในช่วง 87 % ถึง 95.5 % มีแนวโน้มที่จะทำให้จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดลดลง (ภาพที่ 4 – 12) ความชื้นสูงสุดในวันที่ 20 หลังการผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กราฟเป็นเส้นตรงสมการเป็นบวก แสดงว่าถ้าความชื้นสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดมีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4 –13)

ความชื้นสูงสุดในวันที่ 3 ก่อนผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ได้กราฟแบบคิวบิก สมการเป็นบวก มีค่า turning point คือ 87.6 % และ 93 % ตามลำดับ แสดงว่าถ้าความชื้นสูงสุดมีค่าต่ำกว่า 87.6 % และสูงกว่า 93 % มีแนวโน้มทำให้ระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดเพิ่มขึ้น แต่ถ้าความชื้นสูงสุดมีค่าระหว่าง 87.6 % ถึง 93 % มีแนวโน้มทำให้ระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดลดลง ความชื้นสูงสุดในวันที่ 1 หลังการผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ได้กราฟเป็นเส้นตรง ความชันเป็นบวก แสดงว่าถ้าความชื้นสูงสุดเพิ่มขึ้นระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดจะเพิ่มขึ้น และความชื้นสูงสุดในวันที่ 20 หลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ได้กราฟแบบคิวบิก สมการเป็นลบ มีค่า turning point เท่ากับ 82.3 % และ 92.7 % ตามลำดับ (ภาพที่ 4 –14) แสดงว่าถ้าความชื้นสูงสุดมีค่าต่ำกว่า 82.3 % และสูงกว่า 92.7 % ระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดจะลดลง แต่ถ้าหากมีค่าอยู่ในช่วง 82.3 % และ 92.7 % ระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดจะมีค่าเพิ่มขึ้น

ในกลุ่มโคนมลูกผสม พบว่าความชื้นสูงสุดในวันที่ 3 ก่อนผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ได้กราฟเป็นพาราโบล่าแบบหงาย มีค่า turning point เท่ากับ 94.3 % แสดงว่าถ้าความชื้นสูงสุดมีค่าต่ำกว่า 94.3 % จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดจะลดลง แต่ถ้าความชื้นสูงสุดมีค่ามากกว่า 94.3 % จำนวนครั้งที่ผสมจะเพิ่มขึ้น และความชื้นสูงสุดในช่วง 30 วันหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด ($p>0.05$) และความชื้นสูงสุดในช่วง 30 วันก่อน และหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติด ($p>0.05$)

4.10.3. ปัจจัยเนื่องจาก THI ต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติด (ตารางที่ 4 –7 และ 4 – 8)

ในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้ พบว่า THI ในช่วง 30 วันก่อนและหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด ($p>0.05$) และในช่วง 30 วันก่อนการผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติด ($p>0.05$) แต่ในวันที่ 3 หลังผสมมีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ได้กราฟเป็นพาราโบล่าแบบหงาย มีค่า turning point เท่ากับ 24.1 แสดงว่าถ้าค่า THI มีค่าต่ำกว่า 24.1 ระยะเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างคลอดจนถึงผสมติดมีแนวโน้มลดลง แต่ถ้าค่า THI สูงกว่า 24.1 ระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ในกลุ่มโคนมลูกผสม พบว่า THI ในช่วง 30 วันก่อนผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด ($p>0.05$) แต่ในวันที่ 30 หลังผสมมีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ได้กราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง ความชันเป็นลบ แสดงว่าถ้าค่า THI เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มว่าจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดจะลดลง และค่า THI ในช่วง 30 วันก่อน และหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติด ($p>0.05$)

4.10.4. ปัจจัยเนื่องจากปริมาณน้ำนมต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติด (ตารางที่ 4 – 8)

ในโคนมพันธุ์แท้ พบว่า ปริมาณน้ำนมในช่วง 30 วันก่อน และหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด และระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติด ($p>0.05$)

ในโคนมลูกผสม พบว่า ปริมาณน้ำนมในช่วง 30 วันก่อน และหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด ($p>0.05$) แต่ปริมาณน้ำนมในวันผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดมีผลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ได้กราฟเป็นคิวบิก สมการเป็นลบ มีค่า turning point คือ 12.7 กก. และ 20.2 กก. ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณน้ำนมต่ำกว่า 12.7 กก. และสูงกว่า 20.2 กก. ระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดมีแนวโน้มลดลง แต่ถ้ามีปริมาณน้ำนมในช่วง 12.7 กก. และ 20.2 กก. ระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 - 7. สมการรีเกรซชั่นวิเคราะห์ผลเนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้น และ temperature-humidity index ระหว่างก่อน (-) และหลัง (+) วันผสมเทียมครั้งแรกต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดในโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน (HF = 22 ตัว และ TF = 31 ตัว)

พันธุ์	ปัจจัย[1]	วันก่อนและหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด	จำนวนโค (ตัว)	สมการรีเกรชชั่น			
				Y = f (x)	ค่า R^2	P	Turning point[2]
HF	MAXT	+10	21	$Y = -1.243x + 41.45$	0.19464	<0.05	-
HF	MINT	+3	22	$Y = 0.22x^2-9.59x+106$	0.39312	<0.01	21.8
HF	MAXH	-3	22	$Y = 0.043x^3-11.58x^2+1043.8x-31318$	0.37582	<0.05	87, 95.5
HF	MAXH	+20	21	$Y = 0.3253x - 25.11621$	0.18174	<0.05	-
HF	MINH	-2	22	$Y = 0.083x^2-13.674x+561.94$	0.2753	<0.05	82.4
HF	MINH	+20	21	$Y = 0.05x^2-7.939x+318.3653$	0.34547	<0.05	79.4
TF	MAXH	-3	31	$Y = 0.05x^2-9.4246x+430.478$	0.29388	<0.05	94.3
TF	MINH	-3	31	$Y = -0.011x^3+2.78x^2-234.9x+6631.5$	0.25003	<0.05	79.6, 88.9
TF	MINH	+30	31	$Y = 0.14747x-9.1501$	0.13067	<0.05	-
TF	THI[3]	+30	31	$Y = -0.34833x+11.47686$	0.11747	<0.05	-

[1] MAXT = อุณหภูมิสูงสุด (°C), MINT = อุณหภูมิต่ำสุด (°C), MAXH = ความชื้นสูงสุด (%), MINH = ความชื้นต่ำสุด (%), THI = temperature-humidityindex.

[2] ค่าต่ำสุด หรือสูงสุดของกราฟรูปพาราโบลิก.

[3] คำนวณจากสูตรของ Curtis (1983) Temperature-humidity index = {0.4 X (อุณหภูมิตุ้มแห้ง + อุณหภูมิตุ้มเปียก)} + 4.8 .

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 - 8. สมการรีเกรซชั่นวิเคราะห์ผลเนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้น และ temperature-humidity index ระหว่างก่อน และหลังวันผสมเทียมครั้งแรกต่อระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติดในโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน (HF = 22 ตัว)

พันธุ์	ปัจจัย[1]	วันก่อนและหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด	จำนวนโค (ตัว)	สมการรีเกรชชั่น			
				Y = f (x)	ค่า R^2	P	Turning point[2]
HF	MAXT	+10	21	$Y = 40.51X^2-2508.04X+38944.5$	0.30077	<0.05	30.9
HF	MINT	-20	21	$Y = 31.36231X-447.88$	0.29025	<0.01	-
HF	MINT	+1	22	$Y = 13.54X^2-585.36X+6415.76$	0.26424	<0.05	21.6
HF	MINT	+2	22	$Y = -1.89X^3+136.12X^2-3207X+24976$	0.37975	<0.05	23.8, 24.2
HF	MINT	+3	22	$Y = -540.54X+5909.367$	0.5003	<0.01	-
HF	MINT	+30	21	$Y = 18.178X^2-787.64X+8601.419$	0.29514	<0.05	21.7
HF	MAXH	-3	22	$Y = 2.1X^3-568.8X^2+51308.17X-1.54X10^6$	0.51228	<0.01	87.6, 93
HF	MAXH	+1	22	$Y = 17.0476X-1299.21$	0.39545	<0.05	-
HF	MAXH	+20	21	$Y = -0.556X^3+146.01X^2-12736X+369323$	0.44169	<0.01	82.3, 92.7
HF	MINH	-2	22	$Y = 4.386X^2-712.88X+29084.61$	0.31335	<0.05	81.27
HF	MINH	+3	22	$Y = -0.52X^3+129.32X^2-10594.4X+288624$	0.33136	<0.05	73.9, 91.9
HF	MINH	+20	21	$Y = 2.521X^2-396.788X+15749.133$	0.35013	<0.05	78.7
HF	MINH	+30	21	$Y = -0.64X^3+151.32X^2-11954.43X-313591$	0.3691	<0.05	74.9, 82.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 – 8. (ต่อ)

พันธุ์	ปัจจัย	วันก่อนและหลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด	จำนวนโค (ตัว)	สมการรีเกรชชั่น			
				Y = f (x)	ค่า R^2	P	Turning point[2]
HF	THI[3]	+3	22	$Y = 25.2X^2-1212.1X+14697.29$	0.31189	<0.05	24.1

[1] MAXT = อุณหภูมิสูงสุด ($^{\circ}$C), MINT = อุณหภูมิต่ำสุด ($^{\circ}$C), MAXH = ความชื้นสูงสุด (%), MINH = ความชื้นต่ำสุด (%), THI = temperature-humidity index.

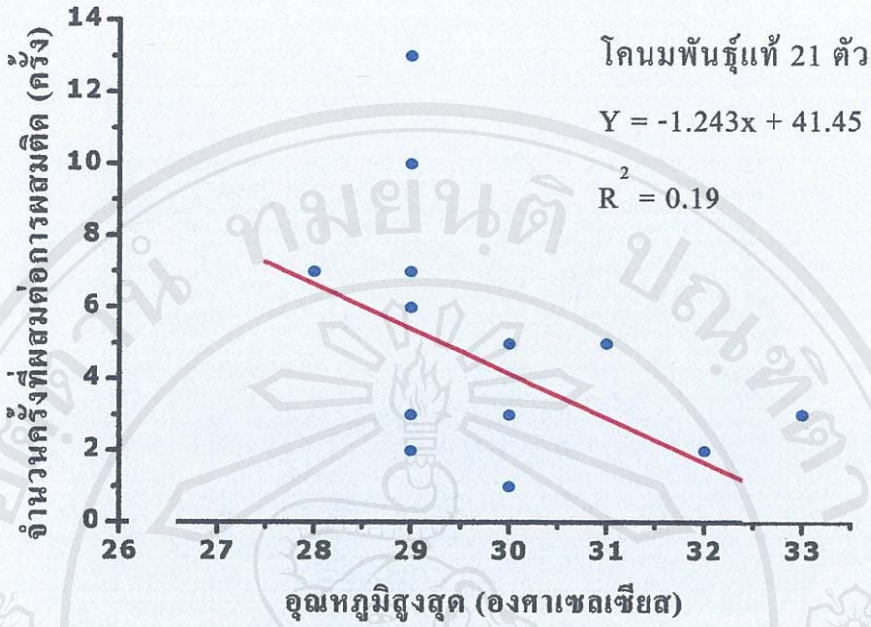
[2] ค่าต่ำสุด หรือสูงสุดของกราฟรูปพาราโบลิก

[3] คำนวณจากสูตรของ Curtis (1983) Temperature-humidity index = {0.4 X (อุณหภูมิตุ้มแห้ง + อุณหภูมิตุ้มเปียก)} + 4.8 .

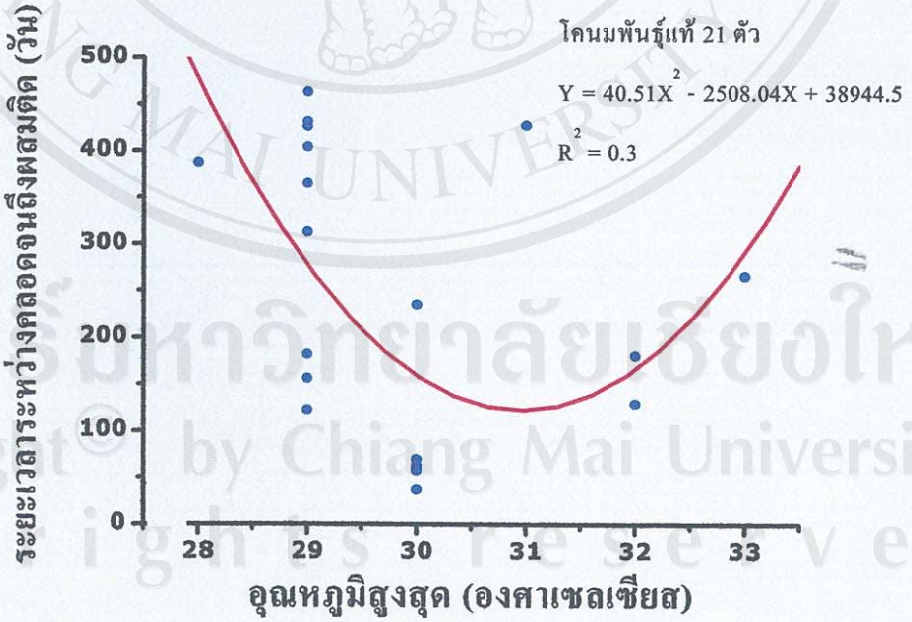
ตารางที่ 4 - 9. สมการรีเกรชชั่นวิเคราะห์ผลเนื่องจากปริมาณน้ำนมระหว่างก่อน และหลังวันผสมเทียมครั้งแรกต่อระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติดในโคนมลูกผสม และพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน (TF = 31 ตัว)

พันธุ์	วันก่อน และหลังผสมเทียมครั้งแรก	จำนวนโค (ตัว)	สมการรีเกรชชั่น			
			Y = f (x)	ค่า R^2	P	Turning point[1]
TF	-1	31	$Y=-0.96X^3+46.95X^2-730.5X+3886.9$	0.29204	<0.05	12.8, 19.8
TF	0	31	$Y= -0.80X^3+39.5X^2-615.98X+3309.35$	0.28507	<0.05	12.7, 20.2

[1] ค่าต่ำสุด หรือสูงสุดของกราฟรูปพาราโบลิก

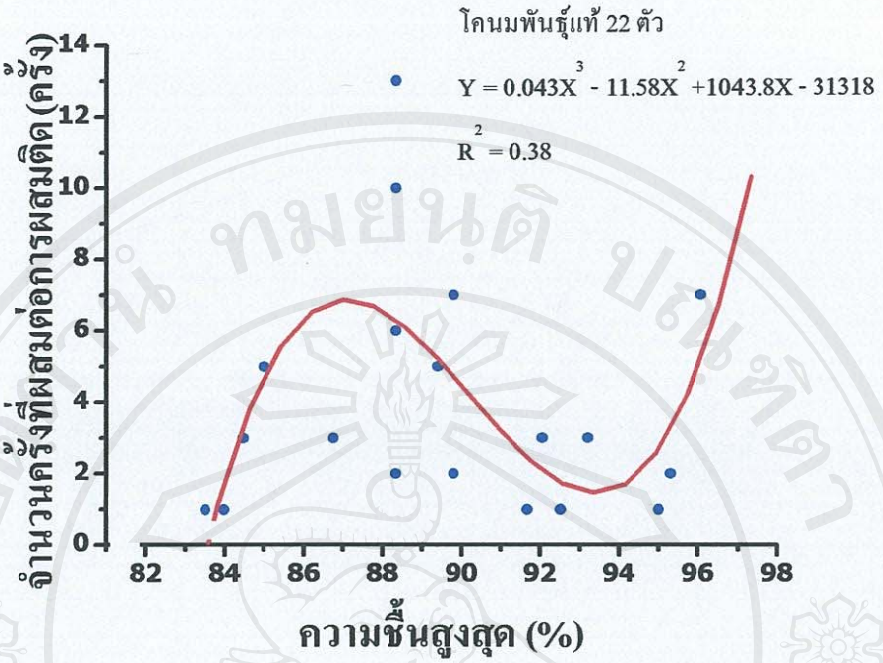


รูปที่ 4 –10. แสดงอุณหภูมิสูงสุด (MAXT) ในวันที่ 10 หลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดที่มีผลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน.

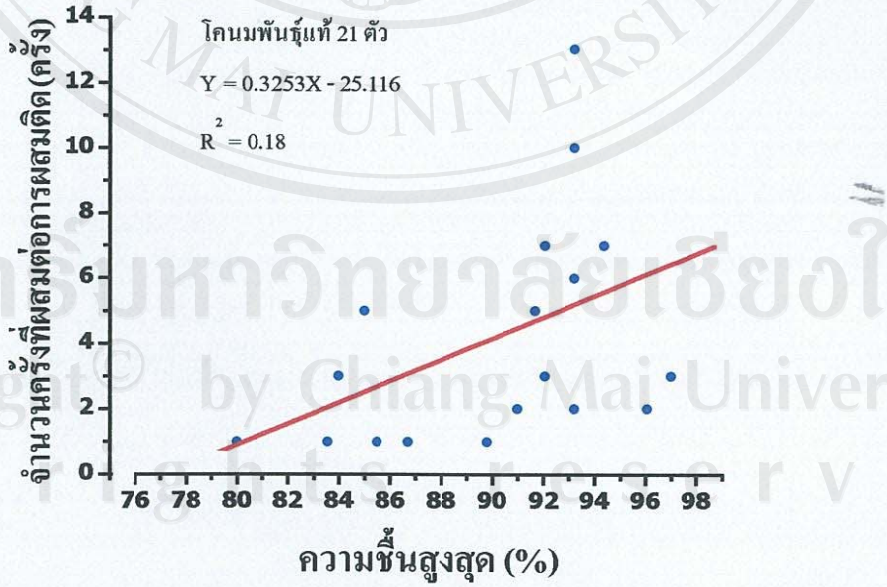


รูปที่ 4 – 11. แสดงอุณหภูมิสูงสุด (MAXT) ในวันที่ 10 หลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดที่มีผลต่อระยะเวลาระหว่างวันคลอดจนถึงผสมติดในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

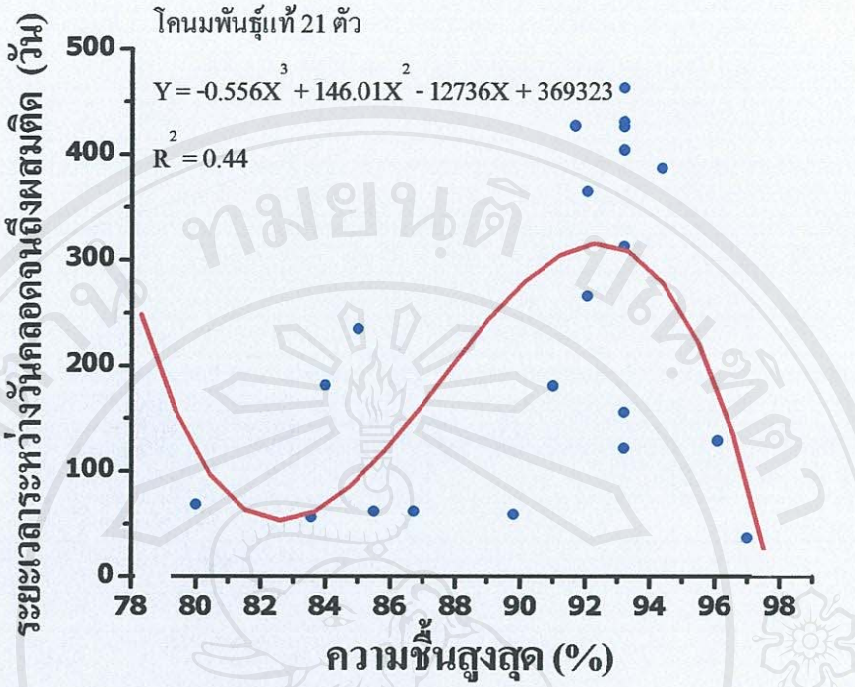


รูปที่ 4 – 12. แสดงความชื้นสูงสุด (MAXH) ในวันที่ 3 ก่อนผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดที่มีผลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน.



รูปที่ 4 – 13. แสดงความชื้นสูงสุด (MAXH) ในวันที่ 20 หลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดที่มีผลต่อจำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติดในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4 – 14. แสดงความชื้นสูงสุด (MAXH) ในวันที่ 20 หลังผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดที่มีผลต่อระยะเวลาระหว่างคลอดจนถึงผสมติดในกลุ่มโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved