



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปริญญา

สัตวศาสตร์

สัตวบาล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลการจัดกลุ่มแม่โครีคนมและการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดต่อประสิทธิภาพ
การตรวจการเป็นสัด

The Effect of Grouping with Heat Mount Detectors on Heat Detection Efficiency
in Lactating Cows

นามผู้วิจัย นางสาวอรสา บุญมีรติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จำเริญ เทียงธรรม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สโรช แก้วมณี, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดกลุ่มแม่โครีคนมและการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดต่อประสิทธิภาพ
การตรวจการเป็นสัด

The Effect of Grouping with Heat Mount Detectors on Heat Detection Efficiency
in Lactating Cows

โดย

นางสาวอรสา บุญมีรติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

พ.ศ. 2557

อรสา บุญมีรติ 2557: ผลการจัดกลุ่มแม่โครีดนมและการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดต่อ
ประสิทธิภาพการตรวจการเป็นสัด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)
สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จำเริญ เทียงธรรม, Ph.D. 62 หน้า

การวางแผนจัดการแม่โคในช่วงหลังคลอดอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้การเช็ค
สัดได้สะดวกยิ่งขึ้น การทดลองนี้ศึกษาผลของการนำเทคนิคการจัดกลุ่มแม่โครีดนม และการใช้
อุปกรณ์ช่วยตรวจการเป็นสัดจากพฤติกรรมการขึ้นป็นกันในกลุ่มแม่โครีดนม ในระบบการผลิต
โคนมแบบปล่อยอิสระในคอกต่อประสิทธิภาพตรวจการเป็นสัด และอัตราการได้รับการผสมใน
โครีดนม โดยจัดแม่โคในกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 9 ตัว ดังนี้ กลุ่ม 1 ใช้การสังเกต
พฤติกรรมเป็นสัด (G) และกลุ่ม 2 ใช้อุปกรณ์ช่วยตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นป็นติดไว้ที่โคนหาง
(ชื่อทางการค้า Estrus alert[®]; G⁺) บันทึกข้อมูลแม่โคโดยการสังเกตด้วยตาเปล่าเมื่อพบว่าแผ่นสีถูก
ขูดเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีแดงเกินกว่า 50 % โดยถือว่าเป็นสัด และบันทึกข้อมูลแม่โคตัวที่ได้รับการ
ผสมเทียม ทดสอบความแตกต่างทางสถิติของอัตราตรวจการเป็นสัด และอัตราการได้รับการผสม
เปรียบเทียบ 2 กลุ่ม โดยใช้ค่า Chi-Square test (Test For Independence) ผลการศึกษาพบว่าอัตรา
การเป็นสัด (Oestrus detection rate) ของกลุ่ม G (2/9) และ G⁺ (9/9) มีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนอัตราการได้รับการผสม (Submission rate) ของกลุ่ม G (5/7)
และ G⁺ (4/9) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความสำเร็จ
ของการตรวจการเป็นสัดในระยะเวลา 45 วัน พบว่าในกลุ่ม G⁺ สามารถตรวจพบการเป็นสัดได้
ครบทุกตัว คือ 9/9 ตัว (100 %) ก่อนกลุ่ม G ซึ่งพบการเป็นสัดเพียง 2/9 ตัว (22.2 %) ในระยะเวลา
45 วัน แสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นป็น (Heat mount detectors)
ในฝูงแม่โครีดนมทำให้ประสิทธิภาพการตรวจสัดสูงขึ้น แม้ว่าจะได้ค่าอัตราการได้รับการผสมไม่
ต่างกัน แต่ก็มีจำนวนแม่โคได้รับการผสมมากขึ้น

Orasa Boonmerati 2014: The Effect of Grouping with Heat Mount Detectors on Heat Detection Efficiency in Lactating Cows. Master of Science (Animal Science),
Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor:
Assistant Professor Jamroen Thiengtham, Ph.D. 62 pages.

The reproductive management efficiency of postpartum dairy cow can be monitored by improving estrus detection. The objective of this research was to examine the effect of grouping technique with heat mount detectors in loose housing dairy production system on heat detection rate and submission rate in lactating cow. The cows were divided into 2 groups, 9 cows in each group. In Group I, the animals were observed for estrus behavior (G) in group. In Group II, they were applied heat mount detector patches on the tail head area (Estrus Alert[®]; G⁺). The data were collected when heat mount detector patch had been rubbed off and the colour changed from black to red more than 50 % by observation. The estrous cows were artificial inseminated (AI) and AI records on farm were used to calculate submission rate. The analysis of heat detection rate and submission rate using the Chi-Square test (Test For Independence). The results showed that oestrus detection rate of the cow in G group and G⁺ group were significantly different ($P < 0.01$) but submission rate were not significantly different ($P > 0.05$). Considering the detection of estrus during the experimental period (45 days), this value of the cow in G⁺ group was observed to reach 100 percent within shorter time than that of the cows in G group (22.2%). The results indicate that the use of heat mount detectors may improve heat detection efficiency and increase number of subjected to artificial insemination in the dairy herd, with no improvement of submission rate.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จำเริญ เทียงธรรม ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ประสานพานิช และ อ.น.สพ. ดร. สโรช แก้วมณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวดี โสพรรณรัตน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการ
ทดลอง รวมทั้งคำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ ทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมวกเหล็ก จังหวัด
สระบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สัตว์ทดลอง อุปกรณ์ในการทดลอง และสถานที่ รวมทั้ง
หัวหน้าฝ่ายและเจ้าหน้าที่ประจำคอกโครีดนมทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือตลอด
ระยะเวลาการทดลองจนสำเร็จ

สุดท้าย ขอขอบคุณพ่อ แม่ คุณแม่ พี่สาว พี่ชาย และครอบครัว ที่สนับสนุนข้าพเจ้าตลอดมา
ทั้งกำลังใจ และกำลังทรัพย์ ขอขอบคุณนายวิรัชญ์ภูมิ อังคโรจนฤทธิ์ สำหรับกำลังใจ กำลังใจ และ
คำปรึกษาที่สำคัญ ขอขอบคุณพี่น้องสโมสรนิสิตสัตวบาลทุกคนที่คอยเป็นที่ปรึกษาและแนะนำข้อมูล
สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บุพพการี
ครอบครัวบุญมีรติ และอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามา

อรสา บุญมีรติ
กรกฎาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	37
สรุปและข้อเสนอแนะ	46
สรุป	46
ข้อเสนอแนะ	46
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	47
ภาคผนวก	58
ภาคผนวก ก ภาพวิธีการติดแผ่นอุปกรณ์ (Estrus alert [®]) และพฤติกรรมการเป็นสัตว์	59
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงระดับคะแนนของพฤติกรรมที่แม่โคแสดงออกเมื่อเป็นสัด	7
2 การทำงานของระบบต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฮอร์โมนที่สำคัญในระบบสืบพันธุ์	8
3 แสดงผลของจำนวนโคที่เป็นสัดต่อพฤติกรรมการขึ้นทาบ	11
4 อัตราการเป็นสัดที่ 45 วัน และอัตราการได้รับการผสมของโคกลุ่ม G และ G ⁺	37
5 อัตราตรวจพบการเป็นสัดจริง และอัตราตรวจสัดผิดพลาดแบบ False positive ของโคกลุ่ม G และ G ⁺	42
6 ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคกลุ่ม G	43
7 ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคกลุ่ม G ⁺	43
8 เปอร์เซ็นต์การตกไข่มีปัญหาในแม่โคที่เป็นสัดและการตกไข่ปกติของโคกลุ่ม G และ G ⁺	44

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการหลังของลูทไนซิงฮอร์โมนและระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคในช่วงเป็นสัด	9
2 แสดงระยะเวลาของการเป็นสัดที่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาในการผสมเทียม	13
3 การกำหนดระยะสิ้นสุดของช่วงเวลาที่รอก่อนการผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอดและช่วงเวลากลับพันธุ์	14
4 แสดงความเข้มข้นฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนม (ng/ml) ในช่วงวงจรรอบการเป็นสัด	19
5 ภาพ a แสดงตำแหน่งโคนหางโคที่ติด Kamar [®] ภาพ b แสดงลักษณะอุปกรณ์ Kamar [®]	22
6 การรวมกลุ่มแสดงพฤติกรรมเป็นสัดตามธรรมชาติของแม่โค	28
7 ลักษณะคอกทดลองแบบปล่อยในคอก	32
8 แสดงตำแหน่งในการทาสีที่โคนหาง (PS) และจุดที่สีเกิดการหลุดลอกภายหลังการขึ้นทับ (RP) ภาพ a คือ โคที่มีกระดูกสันหลังปกติ และภาพ b,c คือโคที่มีกระดูกสันหลังผิดปกติ	33
ภาพผนวกที่	
ก1 ภาพ A ตัวอย่างแผ่นอุปกรณ์ Estrus alert [®] ภาพ B วิธีการทากาวบริเวณโคนหาง ภาพ C ใช้แปรงพู่กันขนาด 1½ นิ้ว ทากาวให้ทั่วบริเวณที่ต้องการติดแผ่น Estrus alert [®] ภาพ D แผ่น Estrus alert [®] ที่ผ่านการขึ้นทับแล้ว	60
ก2 ภาพ A ช่องคลอดมีเมือกใส ภาพ B ช่องคลอดบวม ขยายใหญ่	61
ก3 ภาพ A แม่โคขึ้นทับส่วนท้ายของโคตัวอื่น ภาพ B เอากางเกงส่วนท้ายโคตัวอื่น	61

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

BCS	=	คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายโค
CIDR	=	ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนแบบสอดช่องคลอด
CL	=	คอร์ปัสลูเทียม
CR	=	อัตราการผสมติด
ELISA	=	วิธีเอนไซม์ลิงค์อิมมูโนซอร์เบนต์แอสเสย์
FSH	=	ฟอลลิเคิลสติมูเลตติงฮอร์โมน
GnRH	=	โกนาโดโทรปินรีลีสซิงฮอร์โมน
HDR	=	อัตราการเช็กคัด
LH	=	ลูทีไนซิงฮอร์โมน
ml	=	มิลลิลิตร
ng	=	นาโนกรัม
pg	=	พิโคกรัม
PGF _{2α}	=	โปรสตาแกลนดินเอฟทูอัลฟา
SAG	=	กลุ่มแม่พันธุ์รอผสมและรอการตรวจคัด
SR	=	อัตราการได้รับการผสม
TMR	=	อาหารผสมเสร็จ
VWP	=	ช่วงรอหลังคลอดก่อนผสมพันธุ์
χ^2	=	การทดสอบไคสแควร์

ผลการจัดกลุ่มแม่โครีดนมและการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดต่อประสิทธิภาพ การตรวจการเป็นสัด

The Effect of Grouping with Heat Mount Detectors on Heat Detection Efficiency in Lactating Cows

คำนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรไทย เนื่องจากความต้องการนมของผู้บริโภคภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด จากปัญหาที่สำคัญ คือ ความล้มเหลวของการจัดการด้านระบบสืบพันธุ์ แม่โคไม่เป็นสัดหรือการตรวจการเป็นสัดไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลกระทบต่ออัตราการผสมติดต่ำ แม่โคส่วนใหญ่ท้องว่าง ดังนั้นการให้ผลผลิตน้ำนมของแม่โคจึงเลื่อนกำหนดไป โดยหากผู้เลี้ยงมีการวางแผนจัดการแม่โครีดนมก่อนการผสมที่ดี ประกอบกับการพัฒนากลยุทธ์ในการตรวจเช็คสัด เพื่อหาวันที่แน่นอนในการผสมเทียมที่แม่นยำ จะช่วยเพิ่มจำนวนแม่โคตั้งท้อง ทำให้ได้ผลผลิตน้ำนมปริมาณมาก และมีความต่อเนื่องตลอดทั้งปี

ความเข้าใจในระบบสรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของโคและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในช่วงการเป็นสัดถือเป็นสิ่งสำคัญ ในแม่โคที่มีการพัฒนาของรังไข่ปกติแต่ละช่วงวงจรรอบการเป็นสัด (estrus cycle) สามารถสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดคือ จะยอมให้ตัวผู้หรือแม่โคในฝูงขึ้นทับในระยะเป็นสัด (estrus) ซึ่งการเช็คสัดอาจทำได้โดยการสังเกตพฤติกรรมด้วยตาเปล่า หรือการใช้อุปกรณ์มาช่วยเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานและประหยัดเวลา โดยในปัจจุบันแต่ละเทคนิคและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นิยมใช้มีประสิทธิภาพแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ตามขนาดฟาร์ม การจัดการฝูง และงบประมาณที่มี เนื่องจากการจับสัดที่มีประสิทธิภาพ มีผลทำให้แม่โคได้รับการผสมในเวลาที่เหมาะสมและตั้งท้องให้ลูก อาจกล่าวได้ว่าการจับสัดที่มีประสิทธิภาพเป็นหัวใจสำคัญของการผลิตในฟาร์มโคนม

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงได้เลือกใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม และการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัด จากผลของการขึ้นปีนมาใช้ในการตรวจเช็คสัด เพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องการจับสัดในแม่โคที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าเป็นผลให้อัตราการเป็นสัด (Oestrus detection rate) และอัตราการได้รับการ

ผสม (Submission rate) เพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งทราบแนวทางการปรับปรุงการจัดการผสมพันธุ์ที่ใช้ในการจัดการภายในฟาร์มโคนมได้จริง โดยเฉพาะการนำเทคนิคนี้ไปใช้แก้ปัญหากลุ่มแม่โคให้นมระยะปลายที่ให้นมน้อย แต่ยังผสมไม่ติดเพื่อเพิ่มจำนวนโครีดนมในระยะยาว



วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงระบบการจัดการฝูงแม่โครีคนมที่รอผสมพันธุ์โดยการจัดกลุ่ม และนำอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นปีน (Heat mount detectors) มาใช้เสริมการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดในแม่โครีคนม สำหรับระบบการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า
2. เพื่อศึกษาผลการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นปีน (Heat mount detectors) ต่อการเพิ่มอัตราตรวจการเป็นสัด (Oestrus detection rate) และอัตราการได้รับการผสม (Submission rate)
3. เพื่อตรวจสอบย៉ากค่าแสดงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ในแง่ประสิทธิผลของการตรวจแม่โคที่เป็นสัดจริง โดยใช้การตรวจวิเคราะห์ระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนมหลังการเป็นสัด

การตรวจเอกสาร

การจัดการผสมพันธุ์โคนมและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สรีรวิทยาการสืบพันธุ์หลังคลอด

สรีรวิทยาการสืบพันธุ์เริ่มจากการที่ร่างกายและอวัยวะสืบพันธุ์สัตว์เจริญเติบโต ในเพศเมีย แสดงอาการเป็นสัดและตกไข่ ซึ่งกระบวนการสืบพันธุ์ของโคนมมีการทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทร่วมกับฮอร์โมน ในช่วงระยะต่างๆ ดังนี้

1.1. วัยเจริญพันธุ์และวงจรการเป็นสัด

ระยะที่โคเป็นหนุ่มสาว (puberty) ของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟริเซียน มีอายุประมาณ 9 – 10 เดือน น้ำหนักประมาณ 330 กิโลกรัม (Ball and Peter, 2004) ส่วนในโคพันธุ์ผสมหรือพันธุ์พื้นเมืองที่เลี้ยงในประเทศไทย ควรผสมที่อายุ 18 เดือน และมีน้ำหนักประมาณ 250 – 280 กิโลกรัม (วิโรจน์, 2540) โดยหลังจากที่โคเป็นสาวแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบสืบพันธุ์ และมีอาการเป็นสัดให้เห็นอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี (polyestrus) โดยวงจรการเป็นสัด (estrus cycle) เฉลี่ยเท่ากับ 18 – 24 วัน (Forde *et. al.*, 2011)

วงจรการเป็นสัดแบ่งเป็น 2 ระยะ ตามอิทธิพลของฮอร์โมนที่สังเคราะห์จากรังไข่ คือ ระยะที่มีการพัฒนาของฟอลลิเคิล (follicular phase) และระยะที่มีคอร์ปัสลูเทียม (luteal phase) ระยะ follicular phase เป็นระยะสั้นๆที่มีการสังเคราะห์ฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) จาก follicular cell ทำให้มีระดับฮอร์โมนเอสโตรเจนสูง ประกอบด้วยช่วงก่อนการเป็นสัด (proestrus) ใช้เวลา 2 วัน (วันที่ 18 – 20 ของวงจร) และช่วงที่เป็นสัดจริง (estrus; วันที่ 0) แม่โคจะแสดงอาการเป็นสัด 6 – 30 ชั่วโมง ส่วนระยะ luteal phase เป็นช่วงหลังการเป็นสัด ซึ่งมีคอร์ปัสลูเทียมเกิดขึ้นจากฟอลลิเคิลที่มีการตกไข่ประกอบด้วยช่วงหลังการเป็นสัด (metestrus) เป็นระยะที่มีการตกไข่ และหลังการตกไข่ใช้เวลาประมาณ 4 วัน (วันที่ 1 – 4 ของวงจร) และช่วงพักการเป็นสัด (diestrus) ใช้เวลาดังตั้งแต่วันที่ 5 – 18 ของวงจรการเป็นสัด ในระยะ luteal phase คอร์ปัสลูเทียมจะสร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone) ทำให้มีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจะเพิ่มสูงสุดในช่วงกลางของวงจร (Peter and Ball, 1995)

1.2 พฤติกรรมการเป็นสัดของโค

โดยทั่วไปในระยะที่โคเป็นสัดจะแสดงการเป็นสัดนาน 6 – 30 ชั่วโมง เฉลี่ยประมาณ 7 ชั่วโมง (Ball and Peter, 2004) เป็นอิทธิพลของฮอร์โมนเอสโตรเจน ที่สร้างจากฟอลลิเคิลซึ่งเจริญเติบโตในรังไข่ในช่วงเป็นสัด โดยพฤติกรรมที่โคแสดงออกในระยะเป็นสัด (estrus) ของวงจรการเป็นสัด เรียงลำดับการแสดงออกของโค จากการที่พบได้บ่อยจนถึงพบได้น้อย ดังต่อไปนี้

1. ยืนนิ่งยอมให้ขึ้นทับ พบได้บ่อยถึง 79 % ในช่วงของการเป็นสัด
2. ขึ้นทับโคตัวอื่นซ้ำๆ และแสดงพฤติกรรมทางเพศกับโคตัวอื่นในกลุ่ม
3. แสดงอาการไม่พอใจ เอาสะโพกและหางไปถูหรือเสียดสีโคตัวอื่น
4. รวมกลุ่มของแม่พันธุ์หรือผสม (SAG) โดยเฉพาะในเวลากลางคืน อยู่ในระยะเป็นสัดหรือก่อนการเป็นสัด โคมักยืนอยู่ใกล้ๆ กัน
5. มีการพักผ่อนน้อย ถ้าเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าจะเพิ่มการทะเล่เล่น การเดิน
6. ปากช่องคลอดบวมขยายใหญ่ อาจพบได้เฉพาะโคบางตัว
7. พบสิ่งคัดหลั่งเป็นเมือกเหนียวจากปากช่องคลอด โดยเฉพาะหลังจากการขึ้นทับหรือการนอน พบได้ไม่บ่อย
8. มีการดมหรือเลียที่ปากช่องคลอด มีปฏิกิริยาเหยอริมฝีปากด้านบนขึ้น (flehmen) หรือเอาหางยกและเอาไปเสียดสีที่สะโพกของโคตัวอื่น
9. ขกหาง และถี่บ่อย จะพบในช่วงระยะพักสัด (Williamson *et al.*, 1972)

พฤติกรรมการยืนนิ่งจึงเป็นดัชนีที่สำคัญ สำหรับการแสดงพฤติกรรมเป็นสัด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่โคไม่มีความพยายามในการหลบเลี่ยง เมื่อถูกโคตัวอื่นขึ้นทับ (Hurnik *et al.*, 1975) อย่างไรก็ตามไม่ใช่โคทุกตัวที่จะแสดงการยืนนิ่งในช่วงเป็นสัด (Kerbrat and Disenhaus, 2004) จากการสังเกตพฤติกรรมการยืนในโค 577 ตัว ช่วงหลังคลอด 60 วัน พบเปอร์เซ็นต์การยืนนิ่ง 25.9% 38.7% 28.0% 7.2% และ 0.3% ในช่วงวันที่ 0 1 2 3 และ 4 ของการเป็นสัด ตามลำดับ (Thatcher and Wilcox, 1973) นอกจากนี้พฤติกรรมการเป็นสัดของโคสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ พฤติกรรมการเป็นสัดลำดับที่ 1 (primary oestrous signs) คือ การยอมยืนนิ่งให้ขึ้นทับ (standing heat) เป็นการยืนยันได้ว่าโคเป็นสัดจริง (true oestrus; Orihuela, 2000) และพฤติกรรมการเป็นสัดลำดับที่ 2 (secondary oestrous signs) คือ โคจะพักผ่อนน้อย (restlessness) มีเมือกใสที่ปากช่องคลอด (discharge of clear mucus) คมอวัยวะเพศตัวอื่น (swelling) ปีนโคตัวอื่น (mounting other cows) ความอยากอาหารลดลง และผลิตน้ำนมลดลง (Diskin and Sreenan, 2000) ในปัจจุบันพฤติกรรมการ

เป็นลำดับที่ 2 ถูกนำมาใช้ในระบบการผลิตโคนมที่ทันสมัย เนื่องจากโคแสดงพฤติกรรมการขึ้นทับกันลดลง (Dobson *et. al.*, 2008)

ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเป็นสัด กับอัตราความผิดพลาดในการตรวจสอบจากระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนม โดยมีข้อมูลระบุว่า การยืน และการขึ้นจีโคตัวอื่น เป็นลักษณะบ่งชี้ที่แม่นยำในการตรวจสอบ เมื่อโคแสดงอาการยืนนิ่งแล้วต้องใช้ลักษณะบ่งชี้การเป็นสัดลำดับที่ 2 ร่วมด้วย ตัวอย่างเช่น การขึ้นจีตัวอื่น มีของเหลวใสที่ปากช่องคลอด และปริมาณน้ำนมลดลง เป็นต้น และเมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเป็นสัด โดยการยืนนิ่งกับอัตราการผสมติดในครั้งแรก พบว่ามีค่าเท่ากับ 51.3 % ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับลักษณะบ่งชี้อย่างอื่นที่ไม่ใช่การยืนนิ่ง ให้ค่าอัตราการผสมติดเท่ากับ 47.7 % (Reimers *et al.*, 1985) ดังนั้นการผสมเทียมโดยไม่ตรวจการยืนนิ่ง มีผลทำให้อัตราการผสมติดต่ำกว่าประมาณ 20 % เมื่อเทียบกับการจัดการเป็นสัดโดยการยืนนิ่ง (Gwasdauskas *et al.*, 1986)

ในการทดลองอาจใช้ลักษณะที่โคแสดงพฤติกรรมในช่วงเป็นสัด กำหนดเป็นคะแนนเพื่อใช้ในการวัด ขณะที่ทำการสังเกตพฤติกรรมต่างๆ ได้ (ตารางที่ 1) โดยการทดลองแบ่งกลุ่มโคจากคะแนนพฤติกรรมการเป็นสัด พบว่ากลุ่มโคที่มีคะแนนมากกว่า 50 คะแนนขึ้นไปหลังจากการฉีดพรอสตาแกลนดินสังเคราะห์ (Clopriestenol) แล้วมีอัตราการผสมติดดีกว่า ถ้าแม่โคยืนนิ่งยอมให้โคตัวอื่นป้อนซึ่งเป็นอาการเป็นสัดที่มีคะแนนเท่ากับ 100 คะแนน แสดงให้เห็นว่าแม่โคอยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่สุดที่ควรได้รับการผสม จึงจะเห็นได้ว่าโคที่จะผสมติดต้องผ่านการจับสัดที่ดี ซึ่งต้องแสดงอาการป้อนหรือพยายามป้อนร่วมกับการแสดงออกอื่นเท่านั้น จึงเหมาะกับการได้รับการผสม การแสดงออกอื่นๆ ที่นิยมใช้ เช่น การมีเมือกใสที่ปากช่องคลอด การตรวจการเป็นสัดโดยเน้นเฉพาะการมีเมือกใส ถือเป็นการจับสัดที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Kajaysri, 2006)

ตารางที่ 1 แสดงระดับคะแนนของพฤติกรรมที่แม่โคแสดงออกเมื่อเป็นสัด

อาการเป็นสัด	คะแนน
มีเมือกใสจากช่องคลอด	3
แสดงอาการทางหน้าและร้อง	3
กระสับกระส่าย	5
ดมช่องคลอดของตัวอื่น	10
เอาหางเกยตัวอื่น	15
ถูกตัวอื่นไล่ปิ่นแต่ไม่ยอมให้ปิ่น	10
ปิ่นหรือพยายามปิ่นตัวอื่น	35
ปิ่นบริเวณหัวตัวอื่น	45
ยอมให้ตัวอื่นปิ่น	100

ที่มา: คัดแปลงจาก Van Vliet *et al.* (1996)

1.3 การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในวงจรการเป็นสัด

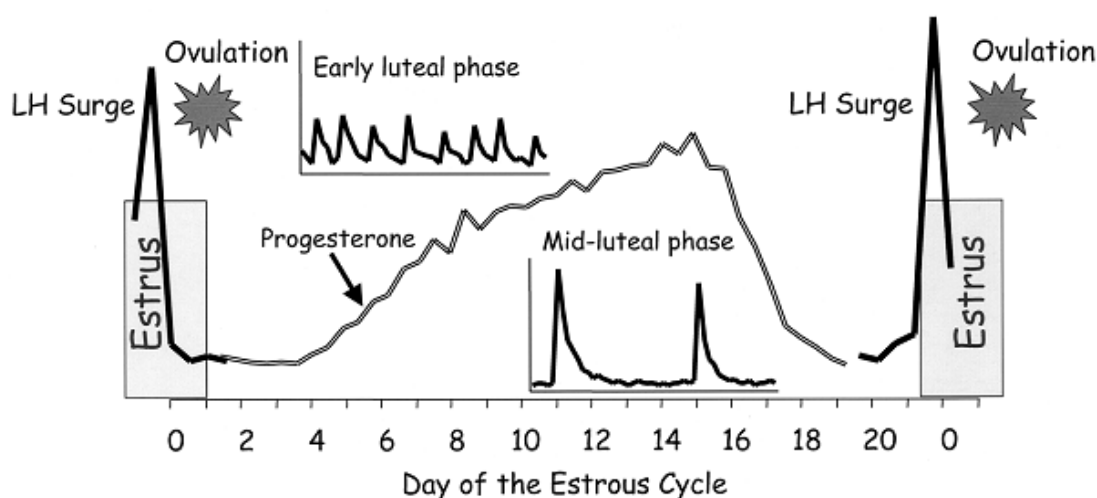
การทำงานของต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฮอร์โมนที่สำคัญในระบบสืบพันธุ์ (ตารางที่ 2) สามารถอธิบายได้ดังนี้ ในระยะการเป็นสัดเมื่อมีปริมาณฮอร์โมนเอสโตรเจนจากฟอลลิเคิลสูงขึ้น และมีระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนลดลง เนื่องจากคอร์ปัสลูเทียมถูกสลายโดยโปรสตาแกลนดินเอฟทูอัลฟา ($\text{PGF}_{2\alpha}$) ที่หลั่งจากมดลูก การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเอสโตรเจนที่เพิ่มขึ้นและฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนลดลงนี้ จะส่งสัญญาณไปกระตุ้น (Peter and Ball, 1995) สมอส่วนไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ให้สร้างโกนาโดโทรปินรีลีสซิงฮอร์โมน (GnRH) ไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary gland) หลั่งฟอลลิเคิลสติมูเลตติงฮอร์โมน (FSH) และลูทิไนซิงฮอร์โมน (LH; Schally *et al.*, 1971) ทำให้ฟอลลิเคิลพัฒนาเต็มที่ แสดงอาการเป็นสัด และมีการตกไข่ โดยลูทิไนซิงฮอร์โมนมีบทบาทในการสร้างคอร์ปัสลูเทียม (Corpus luteum) เพื่อสังเคราะห์ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน และควบคุมวงจรการเป็นสัดให้อยู่ในระยะพัก (diestrus) ส่วนฟอลลิเคิลสติมูเลตติงฮอร์โมน จะมีผลต่อการกระตุ้นการพัฒนาของฟอลลิเคิลชุดใหม่ในวงจรถัดไป การเป็นสัดครั้งต่อไปจะเกิดขึ้น เมื่อมีการสลายคอร์ปัสลูเทียมหลังการตกไข่ และมีฟอลลิเคิลที่เจริญเต็มที่พร้อมตกไข่ในครั้งต่อไป (Peter and Ball, 1995)

ตารางที่ 2 การทำงานของระบบต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฮอร์โมนที่สำคัญในระบบสืบพันธุ์

ต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่เกี่ยวข้อง	ฮอร์โมน	หน้าที่หลักของฮอร์โมน
ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus)	GnRH	กระตุ้นการหลั่ง FSH และ LH จากต่อมใต้สมอง
ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary gland)	FSH	กระตุ้นการเจริญของกระเปาะไข่และไข่สุก
	LH	กระตุ้นกระเปาะไข่สุก ทำให้เกิดการตกไข่ สร้างและรักษาสภาพ corpus luteum
มดลูก (Uterus)	Prostaglandin	การสลาย corpus luteum
รังไข่ (Ovary)	Estrogens	กระตุ้นอาการเป็นสัด และการหลั่ง GnRH ก่อนการตกไข่
	Progesterone	เตรียมเยื่อบุมดลูกเพื่อการฝังตัวของตัวอ่อน รักษาสภาพการตั้งครรภ์ ลดการหลั่ง GnRH

ที่มา: ดัดแปลงจาก Reece *et al.* (2010)

รูปแบบของลูทิไนซิงฮอร์โมนในช่วงของการเป็นสัด โดยในช่วงต้นของระยะ luteal phases เมื่อความเข้มข้นของเอสตราไดออล 17 เบต้า ที่หลังจากฟอลลิเคิลในรังไข่เพิ่มสูงขึ้น จะพบปริมาณของลูทิไนซิงฮอร์โมนในระดับต่ำและมีความถี่สูง ในขณะที่เดียวกันจะพบปริมาณลูทิไนซิงฮอร์โมนในระดับที่สูงและมีความถี่ค่อนข้างต่ำ เมื่อระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนเพิ่มสูงขึ้น ในช่วงกลางและท้ายของระยะ luteal phases (Rahe *et al.*, 1980; ภาพที่ 1) ปริมาณฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนซึ่งหลังจากคอร์ปัสลูเทียมที่มีปริมาณสูงนั้น (Walters *et al.*, 1984) จะทำหน้าที่ยับยั้งระดับการหลั่งลูทิไนซิงฮอร์โมน โดยการทำงานร่วมกันระหว่างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน และ เอสตราไดออล 17 เบต้า ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งร่วมกันมากกว่าการทำงานของฮอร์โมนตัวใดตัวหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Stumpf *et al.*, 1993) จึงจะเห็นได้ว่าในช่วงวันที่ 8 และ 11 ของวงจรการเป็นสัดระดับความถี่ของลูทิไนซิงฮอร์โมนเพิ่มขึ้น และในเวลาต่อมาระดับความถี่ของลูทิไนซิงฮอร์โมนจึงจะลดลง จนกระทั่งเกิดกระบวนการสลายคอร์ปัสลูเทียม ประมาณวันที่ 18 – 19 ของวงจรการเป็นสัด (Cupp *et al.*, 1995).



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการหลังของลูทิไนซิงฮอร์โมนและระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคในช่วงเป็นสัด

ที่มา: ดัดแปลงจาก Kojima and Patterson (2003)

จากการทดสอบหาความเข้มข้นของระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในพลาสมาของโคน้อยกว่า 1 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันที่แสดงการเป็นสัดแล้วค่อยๆสูงขึ้นหลังการเป็นสัด 4 วัน และมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 8.0 – 10.0 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 11 – 15 ของการเป็นสัด (Llewelyn *et al.*, 1987) และหลังจากนี้ระดับของโปรเจสเตอโรนจะลดลงเรื่อยๆ จนต่ำสุดถึงวงจรการเป็นสัดใหม่ เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนโปรสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟาที่สังเคราะห์จากเยื่อผนังมดลูก ผ่านเส้นเลือดดำระหว่างมดลูกกับรังไข่ (Utero-Ovarian vein) เข้าสู่คอร์ปัสยูเทอริสทำให้เกิดการสลายภายใน 40 ชม. เริ่มวงจรการเป็นสัดใหม่ (สุนิสา, 2551) นอกจากนี้การตรวจการตั้งท้องสามารถใช้ความแตกต่างของระดับโปรเจสเตอโรนในน้ำนมได้ โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 20 หลังการผสมเทียม ถ้าโคตั้งท้องระดับโปรเจสเตอโรนในน้ำนมมีค่าสูงใกล้เคียงวันที่ 14 – 15 ของวงจรการเป็นสัด ซึ่งให้ผลดีในการตรวจวิเคราะห์การตั้งท้อง (วิโรจน์, 2546)

1.4. ปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงการเป็นสัด

การแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดในแม่โครีดนม มีความสำคัญโดยตรงต่อเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียม ซึ่งการตรวจการเป็นสัดที่มีประสิทธิภาพนั้น จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อระดับการแสดงการเป็นสัด และความถูกต้องในการตรวจของผู้เลี้ยง ปัจจัยที่สำคัญมีดังนี้

1.4.1 ช่วงเวลาและฤดูกาล

จากการศึกษาพฤติกรรมการเป็นสัดพบว่า จำนวนครั้งของการขึ้นทับของโคอยู่ในช่วง 30 นาที ซึ่งการขึ้นทับของโคในกลุ่มดังกล่าวเป็นผลมาจากการมีโคเพศผู้อยู่ในกลุ่ม อาจเป็นผลจากพันธุกรรมส่งผลต่อการแสดงออกพฤติกรรมการเป็นสัด หรือเป็นอิทธิพลของจังหวะในรอบวัน (circadian rhythm) โดยจากการสังเกตพบการเป็นสัดในช่วงเย็นมากกว่าในช่วงเช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Gwazdauskas *et al.*, 1983) สอดคล้องกับการทดลองที่ใช้อุปกรณ์ลูกกลิ้งทาสีติดไว้ใต้คาง (chin-ball) ในโค 56 ตัว พบว่า 65% ของโคจะถูกทำสัญลักษณ์ในช่วงกลางคืนตั้งแต่เวลา 18.00 – 6.00 น. (Hacket and Mcallister, 1984) และในการทดลองที่ใช้การบันทึกเทปวิดีโอ เพื่อดูพฤติกรรมการเป็นสัดอย่างใกล้ชิดในช่วงพลบค่ำ พบการเป็นสัดสูงในช่วง 21.00 – 4.00 น. และหลังจากการทำการบันทึกอย่างต่อเนื่องไปอีก 80 วัน พบว่า 70% จะแสดงพฤติกรรมการยืนนิ่งเกิดขึ้นในช่วง 19.00 – 7.00 น. การสังเกตนี้สนับสนุนว่า โคมักแสดงพฤติกรรมการยืนนิ่ง (Hurnik *et al.*, 1975) ในส่วนของฤดูกาลสภาพอากาศร้อนนั้น ทำให้เกิดความเครียด (heat stress) ส่งผลให้ระยะเวลาการเป็นสัดสั้นลงกับ 11 ชม. เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพอากาศที่เย็นระยะเวลาการเป็นสัดเท่ากับ 20 ชม. (Gandwar *et al.*, 1965)

1.4.2 สภาพแวดล้อมในการเลี้ยง

โรงเรือนที่โคอาศัยอยู่จำเป็นที่จะต้องมียุ้งที่เพียงพอ สำหรับให้โคแสดงพฤติกรรมเป็นสัดรวมไปถึงเรื่องของพื้นผิวภายในคอก ซึ่งมีผลทั้งการขึ้นทับและการยืน โดยโคจะไม่ขึ้นทับในขณะที่ยืนอยู่บนพื้นคอนกรีตซึ่งมีความแข็ง แต่เลือกที่จะอยู่บนพื้นที่อ่อนนุ่มมากกว่า เช่น พื้นหญ้า พื้นดิน หรือฟางที่เป็นวัสดุรองพื้นภายในคอก (Diskin and Sreenan, 2000) เมื่อเปรียบเทียบพื้นคอนกรีตกับพื้นที่อ่อนนุ่มพบว่า พื้นคอนกรีตทำให้กิจกรรมการขึ้นทับลดลงประมาณ 25 % (Britt *et al.*, 1986) ในระบบการเลี้ยงปล่อยอิสระในคอกที่มีชอนนอน เกี่ยวกับการปล่อยลงแปลงหญ้า พบว่าในช่วงการเป็นสัดโคแสดงการขึ้นทับคิดเทียบเป็นชั่วโมงน้อยกว่า 11.2 และ 5.4 ชม. ตามลำดับ ส่วนหนึ่งอาจมาจากการที่โคต้องใช้เวลาในการแกะเล็มหญ้ามากกว่าโคที่อยู่ในโรงเรือนที่มีพื้นที่จำกัด (Roelofs *et al.*, 2010) หรือในระบบการเลี้ยงแบบผูกยืนโรง (tie stall) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโคด้วยกันเกิดขึ้นน้อยและอาจมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ ทำให้แม่โคไม่สามารถแสดงพฤติกรรมการขึ้นทับได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นการตรวจสัดทำได้เพียงสังเกต พฤติกรรมนำสู่การเป็นสัดที่ไม่ใช่การขึ้นทับกัน (secondary oestrous signs) ซึ่งผลการตรวจสัดที่พบมีความผิดพลาดสูง และส่งผลทำให้อัตราการผสมติดมีค่าต่ำ (Ranasinghe *et al.*, 2009)

1.4.3 จำนวนแม่โคที่เป็นสัดภายในกลุ่มและพฤติกรรมทางสังคม

ความรุนแรงและเวลาในการแสดงพฤติกรรมเป็นสัด ของโคแต่ละตัวจะแตกต่างกัน จำนวนโคที่เป็นสัดในเวลาเดียวกันก็เป็นอีกปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมเป็นสัด (Ball and Peter, 2004) จากค่าเฉลี่ยของจำนวนโคที่เป็นสัดต่อพฤติกรรมการขึ้นทับนั้น (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าเฉลี่ยการขึ้นทับของโคที่เป็นสัด (ต่อตัว) มีค่าสูงขึ้นเมื่อจำนวนโคที่เป็นสัดมีประมาณ 3 – 4 ตัว (Diskin and Sreenan, 2000) เนื่องจากพฤติกรรมการเป็นสัดจัดเป็นพฤติกรรมทางสังคม และสามารถได้รับการกระตุ้นผ่านโคในฝูงเดียวกันได้ (Galina *et al.*, 1996) ดังนั้นในฝูงขนาดเล็กที่แม่โคอยู่ในช่วงที่กำลังตั้งท้อง การที่โคมากกว่าหนึ่งตัวเป็นสัดจึงมีความเป็นไปได้น้อยมาก ดังนั้นการตรวจเช็คสัดจึงทำได้ยาก (Diskin and Sreenan, 2000)

ตารางที่ 3 ผลของจำนวนโคที่เป็นสัดต่อพฤติกรรมการขึ้นทับ

จำนวนโคที่เป็นสัดในเวลาเดียวกัน	ค่าเฉลี่ยการขึ้นทับของโคที่เป็นสัด (ต่อตัว)
1	11.2
2	36.6
3	52.6
4+	49.8

ที่มา: Hurnik *et al.* (1975)

แม่โคที่เป็นสัดในเวลาเดียวกันภายในกลุ่ม SAG มีความสำคัญกับแม่โคตัวอื่นๆ ในฝูง เพราะเป็นการเพิ่มการปฏิสัมพันธ์ทางเพศต่อกัน (sexual partners) โดยในกลุ่ม SAG จะช่วยเสริมพฤติกรรมการขึ้น (Orihuela, 2000) รวมถึงการแสดงพฤติกรรมอื่นนอกจากการขึ้นทับด้วย (secondary oestrus signs; Phillips and Schofield, 1990) แม่โคในกลุ่ม SAG จะร่วมแสดงพฤติกรรมที่คล้ายกัน การแสดงพฤติกรรมดังกล่าวส่งผลต่อการตรวจสัด ในโคตัวที่กำลังจะเป็นสัด (Diskin, 2008)

อิทธิพลทางสังคม (social dominance) อาจมีผลกระทบในทางลบต่อการแสดงพฤติกรรม ตัวที่มีลำดับศักดิ์สูงกว่ามีอิทธิพลต่อจำนวนโคที่เป็นสัด โดยยับยั้งการขึ้น และขึ้นทับของโคตัวที่มีลำดับศักดิ์ต่ำกว่า (Orihuela, 2000) การมีจำนวนแม่โคภายในกลุ่มมาก เป็นการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ในช่วงการเป็นสัด แต่การรวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่นอาจทำให้ไม่มีพื้นที่มากพอสำหรับ

การแสดงพฤติกรรม หรือถ้ามีการแสดงพฤติกรรมเป็นสัดเกิดขึ้น อาจทำให้การตรวจพบการเป็นสัดยากขึ้น เพราะมีโคที่อยู่ในบริเวณเดียวกันจำนวนมากเกินไป (Diskin, 2008)

1.4.4 สุขภาพของโค

ในระบบการผลิตโคนมที่ทันสมัย อาจพบอาการเจ็บกีบ (lameness) ในโคประมาณ 2 – 20 % (Bergsten, 2001) อาการเจ็บกีบไม่มีผลต่อการสังเกตอาการเป็นสัดแต่ทำให้มีการแสดงออกน้อยลง ลดการเคลื่อนไหว และแยกตัวออกจากกลุ่ม (Walker *et al.*, 2008) โคที่มีอาการบาดเจ็บที่ขาหรือข้อเท้าจะไม่ขึ้นแท่น หรือแสดงการยืนนิ่งให้โคตัวอื่นขึ้นแท่น เนื่องจากโคความเจ็บปวดที่ขา ดังนั้นโคที่มีอาการเจ็บกีบจึงมีระยะเวลาในการกลับสัด และการยอมรับการผสมที่นานกว่าโคปกติอย่างมีนัยสำคัญ (Diskin and Sreenan, 2000) อีกทั้งความเครียดที่เกิดขึ้น ได้แก่ อาการเจ็บกีบ และเต้านมอักเสบนั้นจะลดโกนาโดโทรปินรีลีสซิงฮอร์โมน และระดับความถี่ของ ลูกทินซิงฮอร์โมนซึ่งนำไปสู่การผลิตเอสตราไดออล (estradiol) ในช่วงสั้นๆและมีปริมาณลดลง เป็นที่รู้กันดีว่าส่งผลให้เกิดความล่าช้า และลดปริมาณของ LH surge (Dobson *et al.*, 2007) รวมทั้งในสภาวะโคมีปัญหาสมดุลพลังงานร่างกายเป็นลบหลังคลอด แคลเซียมในเลือดต่ำ (hypocalcemia) คีโตซิส (ketosis) เต้านมอักเสบ (mastitis) และมดลูกอักเสบ (endometritis) โรคเหล่านี้ส่งผลให้โคกลับสัดช้า เป็นการเพิ่มจำนวนวันท้องว่างและทำให้ยืดยาวระยะเวลาการให้ลูกออกไป (Dobson *et al.*, 2008) การอักเสบจากโรคนั้นเป็นสาเหตุให้โพสตราแกลนดินเปลี่ยนการผลิตจาก $\text{PGF}_{2\alpha}$ เป็น PGE มีผลทำให้การสลายลูเทียลเซลล์ล่าช้า (luteolysis) ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนยังคงอยู่ และช่วงระยะไม่เป็นสัด (anoestrus) ยาวนานขึ้น (Sheldon *et al.*, 2009)

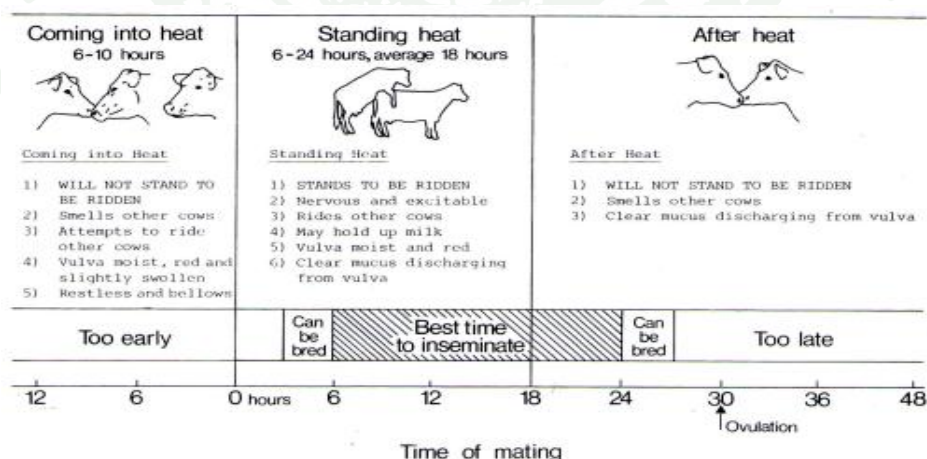
1.4.5 การให้ผลผลิตของแม่โค

ผลจากการเปรียบเทียบโคที่ให้ปริมาณน้ำนมสูง คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 39.5 กิโลกรัมต่อวันกับโคที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า 39.5 กิโลกรัมต่อวัน พบช่วงของการเป็นสัดสั้นกว่า 6.2 ชั่วโมง เทียบกับ 10.9 ชั่วโมง เวลาในการยืนน้อยเท่ากับ 21.7 วินาที และ 28.2 วินาที อีกทั้งยังมีระดับความเข้มข้นของเอสตราไดออล ในซีรัมแตกต่างกัน คือ 6.8 pg/ml และ 8.6 pg/ml ตามลำดับ (Lopez *et al.*, 2004) โดยสรุปแล้วการลดลงของช่วงเวลาและความถี่ในการเป็นสัด เกิดขึ้นในระบบการผลิตโคนมที่ทันสมัย ซึ่งมีผลช่วยเร่งให้โคเกิดภาวะความเครียดในช่วงการเป็นสัด (heat stress) ดังนั้นการใช้เครื่องมือใหม่ๆ ในการตรวจเช็คสัด เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจในการผสมเทียมถูกเวลา จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น (Walsh *et al.*, 2011)

โดยสรุปปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการแสดงพฤติกรรมเป็นสัดนั้นแบ่งเป็นสาเหตุจากตัวโคซึ่งประกอบไปด้วย การไม่ตกไข่หรือเป็นสัดเงียบ ลำดับการให้นม ปริมาณน้ำนม และสุขภาพของโค ส่วนอีกสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อาหาร โรงเรือน ฤดูกาล และจำนวนโคในฝูงที่มีอาการเป็นสัดพร้อมกัน (Roelofs *et al.*, 2010)

2. ความสำคัญของการจัดการผสมเทียมแม่โครีดนม

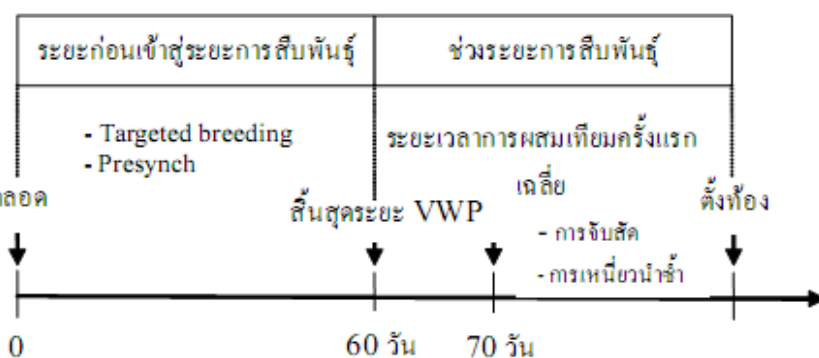
ในปัจจุบันได้ปรับเปลี่ยนการผสมจริงของโคในธรรมชาติ มาใช้เทคโนโลยีการผสมเทียม แต่มีข้อจำกัดคือ ต้องมีการตรวจการเป็นสัดที่แม่นยำ (Lopez-Gatius *et al.*, 2005) จึงจะทำให้การผสมเทียมประสบความสำเร็จ อย่างไรก็ตามประโยชน์ที่ได้รับจากการผสมเทียมมีอยู่มาก คือ เทคนิคนี้ทำให้สามารถควบคุมโรคทางระบบสืบพันธุ์ได้ เช่น โรคทริโคโมนีเอซิส (trichomoniasis) วิบริโอซิส (vibriosis) โรคไวรัสไอร์บีอาร์ (IBR) บีวีดี (BVD) และโรคแบคทีเรีย (brucellosis) เป็นต้น (Dobson *et al.*, 2008) กระบวนการเลือกใช้พ่อพันธุ์ที่มีคุณภาพนั้นต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง และใช้เวลานาน โดยในประเทศไทย กรมปศุสัตว์ และ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย เป็นหน่วยงานหลักในการผลิตน้ำเชื้อแช่แข็ง ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายให้เกษตรกรในการเลี้ยงพ่อโคพันธุ์ดี นอกจากนี้ปัจจัยการตรวจการเป็นสัดที่ถูกต้องแล้ว การผสมเทียมในเวลาเหมาะสม (ภาพที่ 2) เป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออัตราการผสมติด การจดบันทึกข้อมูลการผสมจำเป็นต้องทำให้ถูกต้อง เพื่อสนับสนุนประสิทธิภาพการผสมเทียม (สุณิรัตน์, 2553)



ภาพที่ 2 แสดงระยะเวลาของการเป็นสัดที่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาในการผสมเทียม

ที่มา: Rhodes (1984)

ช่วงเวลาตั้งแต่แม่โคคลอดจนถึงระยะก่อนการผสมเทียมครั้งแรก (VWP) มีรายงานพบว่าการกลับเข้าสู่ของมดลูก (uterine involution) ในแม่โคหลังคลอดใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 42 วัน และระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดขบวนการสมาน (healing process) ของผนังมดลูก อาจนานถึง 56 วัน (Sheldon, 2004) โดยทั่วไปฟาร์มโคนมมีการจัดการเริ่มผสมแม่โคครั้งแรก เมื่อพบการเป็นสัดตั้งแต่ 50 วันหลังคลอด การปฏิบัติเช่นนี้จะทำให้มีช่วงรอกหลังคลอดก่อนการผสมเทียมครั้งแรก ให้ผ่านช่วงที่มีการปรับตัว โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 50 - 60 วัน หลังคลอด (ภาพที่ 3) ปกติแล้วฟาร์มโคนมจะกำหนดจำนวนวันหลังคลอด หากพบว่าโคเป็นสัดเกินกว่าจำนวนวันดังกล่าวแล้วก็จะเริ่มผสมแม่โคนม (ปริญพันธุ์, 2537)



ภาพที่ 3 การกำหนดระยะสิ้นสุดของ VWP ก่อนการผสมเทียมครั้งแรกหลังคลอด และช่วงเวลาการสืบพันธุ์

ที่มา: บรรลือ และ สุดสายใจ (2549)

เนื่องจากความผิดปกติที่เกิดขึ้นขณะคลอด ได้แก่ ปัญหาการคลอดยาก ปัญหาการค้ำง ปัญหา มดลูกอักเสบ และความผิดปกติของการทำงานของรังไข่หลังคลอด ซึ่งส่งผลกระทบต่อระยะเวลา การกลับเข้าสู่ของมดลูกทั้งสิ้น (Opsomer *et al.*, 2000) ในแม่โคบางฝูงช่วงเวลา VWP จึงไม่แน่นอน โดยเฉพาะในแม่โคที่ให้นมสูง หรือมีลำดับการให้นมครั้งแรก (parity) อาจมีค่า VWP ยาวนานขึ้น (Miller *et al.*, 2007) ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดช่วงเวลา VWP ในแม่โครีดนม คือ อัตราการ ผสมติด (conception rate) โดยคาดหวังว่าจะมีค่าสูงขึ้น ตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนวันหลังคลอด (Tenhagen *et al.*, 2003) VWP จะมีอิทธิพลต่อช่วงคลอดถึงผสมครั้งแรก ซึ่งอิทธิพลนี้เป็นอิทธิพลมา จากการตัดสินใจของผู้บริหารฟาร์ม ไม่ใช่อิทธิพลจากปัญหาเรื่องโรคหรือความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคโดยตรง (ปริญพันธุ์, 2537)

การให้ความสนใจแม่โคในช่วงระยะเวลาหลังคลอด 3 เดือนแรก มีความจำเป็นโดยการจัดการที่ควรทำได้แก่ การจับสัตว์ที่แน่นยำแน่นอน การรักษาโรคต่างๆภายหลังการคลอดที่มีผลต่อเนื่องต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของโค รวมไปถึงทำการผสมเทียมในระยะเวลาเหมาะสมภายหลังคลอด และการตรวจท้องโดยอาศัยการวัดฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในเลือดและน้ำนม หรือการล้วงตรวจผ่านทางทวารหนัก ซึ่งจะต้องทำการตรวจอวัยวะสืบพันธุ์อย่างสม่ำเสมอ (สุวิชัย, 2538)

ในส่วนของการจัดกลุ่มแม่โคหลังคลอด เป็นอีกขั้นตอนที่สำคัญที่ทำให้การจัดการระบบสืบพันธุ์แม่โคหลังคลอดมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น ทำได้โดยการกำหนดระยะเวลาก่อนการผสมครั้งแรกหลังคลอด และกำหนดช่วงระยะเวลาของกลุ่มแม่โค เช่น กำหนดระยะเวลาก่อนการผสมครั้งแรกหลังคลอด เท่ากับ 60 วัน จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับแม่โคหลังคลอดระยะเวลา 3 สัปดาห์ ทำให้แม่โคที่มีระยะให้นมตั้งแต่ 60 - 80 วัน หลังคลอดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในกรณีฟาร์มขนาดใหญ่การจัดการกลุ่มแม่โคหลังคลอดอาจกำหนดช่วงเวลาที่สั้นขึ้นหรือช่วง 1 - 2 สัปดาห์ ทำให้แม่โคต่อกลุ่มมีขนาดเหมาะสมสัมพันธ์กับความสามารถของบุคลากรภายในฟาร์ม (บรรลือ และ สุดสายใจ, 2549)

โดยสรุป การจัดการแม่โคหลังคลอดมีความสำคัญ ควรมีระยะเวลาให้แม่โคเตรียมความพร้อมสำหรับการกลับวงรอบการเป็นสัตว์ครั้งใหม่ ซึ่งพิจารณาเวลาตามความเหมาะสมของปัญหาที่พบ และความสมบูรณ์ของร่างกายโค ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตรวจการเป็นสัตว์ จึงควรมีการจัดกลุ่มแม่โคที่มีระยะเวลารอก่อนการผสมครั้งแรกหลังคลอดใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

3. ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการสืบพันธุ์

ข้อมูลดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโค เป็นการประเมินศักยภาพการผลิตของฟาร์ม ซึ่งมีค่าการประเมินหลายค่าแล้วแต่การเลือกใช้พิจารณา โดยแต่ละข้อมูลที่น่ามาพิจารณาจะระบุได้ว่า การจัดการของฟาร์มมีประสิทธิภาพมากแค่ไหน หรือมีส่วนใดที่ต้องปรับปรุง ทั้งปัญหาจากสภาพของโคที่เลี้ยง และการจัดการในระบบการผลิต ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุทันเวลา และลดการสูญเสีย เพื่อให้สามารถปรับปรุงสมรรถภาพการให้ผลผลิตของแม่โคได้ โดยดัชนีเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดที่เกษตรกรควรนำมาใช้ ในกรณีนี้จะกล่าวอ้างถึงเฉพาะดัชนีที่สำคัญซึ่งใช้ในการทดลองนี้

3.1 อัตราการจับสัด (Heat detection rate, HDR)

การจับสัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิต เนื่องจากฟาร์มโคนมในปัจจุบันใช้การผสมเทียมกันแพร่หลาย ภาระหน้าที่ในการค้นหาแม่โคที่เป็นสัดและการกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการผสมแม่โคจึงเป็นภาระของผู้เลี้ยง โดยขบวนการจับสัดมีดัชนีที่ใช้วัดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

3.1.1. การจับสัดก่อนผสม

ใช้วัดประสิทธิภาพการจับสัดและการเป็นสัดของแม่โคในช่วงหลังคลอด ดัชนีที่ใช้ได้แก่ ช่วงคลอดถึงเป็นสัดครั้งแรก (Average calving to first heat) และ เปอร์เซ็นต์แม่โคเป็นสัดใน 60 วันหลังคลอด (Percent cows in heat by 60 days after calving; ปรียพันธุ์, 2537)

3.1.2. การจับสัดหลังผสม

มีจุดประสงค์หลักเพื่อตรวจให้พบแม่โคที่ผสมไม่ติดและกลับสัดมาหลังผสมให้เร็วที่สุดจะได้ผสมแม่โคนมใหม่อีกครั้ง โดยส่วนมากแม่โคที่ได้รับการผสม มักจะผสมไม่ติดและกลับสัด (ปรียพันธุ์, 2537)

3.1.3. การจับสัดโดยรวม

เป็นการวัดความสำเร็จของการจับสัดโดยรวมไม่แยกเป็นการจับสัดก่อนหรือหลังผสม ดัชนีที่ใช้วัด คือ อัตราการจับสัด (Heat detection rate) โดยคาดหวังว่าจะมีค่าอยู่ในเกณฑ์ 90 % สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{อัตราจับสัด} = \frac{21}{\text{ค่าเฉลี่ยช่วงกลับสัด}} \times 100$$

ซึ่งค่าเฉลี่ยช่วงกลับสัด หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันนับจากการเป็นสัดครั้งแรกไปจนถึงการเป็นสัดอีกครั้งหนึ่ง ถ้าการจับสัดมีความแม่นยำ 100% ค่าเฉลี่ยช่วงกลับสัดเป็น 21 วัน ซึ่งจะทำให้อัตราการจับสัดมีค่าเป็น 100 % ตามไปด้วย แต่หากจับสัดพลาดโดยเฉลี่ย 1 รอบการ

เป็นสัด ค่าเฉลี่ยช่วงกลับสัดจะเป็น 42 วัน ซึ่งทำให้อัตราการจับสัดมีค่าลดลงเท่ากับ 50 % (ปริญพันธุ์ , 2537)

3.1.4 วิธีการตรวจการเป็นสัดที่ควรใช้ในระบบการผลิตโคนม

นอกจากการใช้เครื่องมือมาช่วยในการตรวจการเป็นสัดแล้ว การสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดของผู้เลี้ยงมีความสำคัญอย่างมาก เพราะผู้เลี้ยงจะทราบลักษณะเฉพาะตัวของโคแต่ละตัว โดยการตรวจสัดที่ดีต้องทำอย่างน้อยวันละ 2 - 3 ครั้ง นอกเหนือจากเวลารีดนมและเวลาจ่ายอาหารโค และในแต่ละครั้งต้องตรวจอาการเป็นสัดประมาณ 30 นาที (Van Vliet and Van Eerdenburg, 1996) ประสิทธิภาพในการตรวจสัดเท่ากับ 70 % โดยให้ความสนใจในการตรวจการเป็นสัดในช่วงเข้ามิดและในช่วงพลบค่ำ เนื่องจากแม่โคแสดงอาการให้เห็นได้เด่นชัด (Hackett and Mcallister, 1984)

3.1.5 ความผิดพลาดในการตรวจเช็คสัด

สามารถแบ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น จากการตรวจเช็คสัดได้เป็น 3 ประเภท ซึ่งการเช็คสัดผิดพลาดจะส่งผลกระทบต่อ อัตราการได้รับการผสมและอัตราการผสมติด ที่แตกต่างกัน โดย Macmillan (1998) ได้แบ่งไว้ดังนี้

1. ความผิดพลาดจากการวินิจฉัยผิด (Errors in diagnosis) ส่วนมากเกี่ยวข้องกับการผสมเทียมแม่โคที่ไม่กลับสัด ซึ่งอาจเพิ่มอัตราการได้รับการผสม แต่ลดอัตราการผสมติด
2. ความผิดพลาดจากการละเลย (Errors of omission) เป็นผลมาจากการละเลยแม่โคที่เป็นสัด ทำให้ไม่ได้รับการตรวจเช็คสัด ค่าอัตราการได้รับการผสมลดลง แต่ค่าอัตราการผสมติดไม่ลดลง และวันที่ผสมติดอาจล่าช้า
3. ความผิดพลาดจากการระบุผิดตัว (Errors of identification) ในกรณีนี้เกิดขึ้นเมื่อวินิจฉัยว่าในกลุ่มเป็นสัดถูกต้อง แต่ระบุผิดตัวทำให้เจ้าหน้าที่ผสมเทียม (herd mate) ผสมแม่โคที่ไม่กลับสัด ความผิดพลาดนี้ไม่ลดค่าอัตราการได้รับการผสม แต่ทำให้ค่าอัตราการผสมติดลดลง และวันที่ผสมติดอาจล่าช้า

3.2 อัตราการได้รับการผสม (Submission rate, SR)

อัตราการได้รับการผสมเป็นค่าอธิบายเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มโคที่ได้รับการผสมเทียมในช่วง 4 สัปดาห์แรก (Macmillan, 1984) โดยคำนวณจากสมการดังนี้ (Furkerson, 1984)

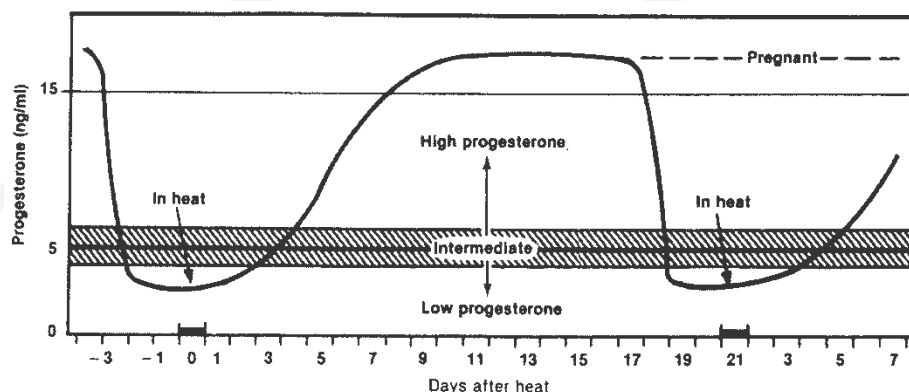
$$\text{อัตราการได้รับการผสม} = \frac{\text{จำนวนแม่โคที่ได้รับการผสมเทียมครั้งแรก}}{\text{จำนวนแม่โคทั้งหมด}} \times 100$$

การเลือกอัตราการได้รับการผสมที่ช่วง 28 วัน เนื่องจากมีแม่โคจำนวนมากที่มีวงรอบการเป็นสัดยาวนานมากกว่า 21 วัน ดังนั้นจึงไม่สามารถคาดการณ์การเป็นสัดในช่วง 3 สัปดาห์แรกของการทำโปรแกรมการผสมเทียมได้ อย่างไรก็ตามเจ้าของโคและผู้เชี่ยวชาญ มักกำหนดช่วงเวลาในการพิจารณาค่าอัตราการได้รับการผสมที่มีช่วงระยะเวลาที่สั้นกว่านี้ (Macmillan, 1984) ยกตัวอย่างเช่น ในประเทศนิวซีแลนด์อัตราการได้รับการผสม หมายถึง 21 วันแรกในช่วงฤดูผสม (breeding season) ในฝูงที่มีแม่โคเป็นสัดสูง และอัตราการเช็ดสัดที่ต่ำมาก ทำให้ค่าอัตราการได้รับการผสมใน 21 วันแรก ของช่วงผสมพันธุ์มากกว่า 90 % (Williamson, 1998)

3.2.1 วิธีประเมินความถูกต้องของการตรวจสัด โดยการวัดระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน

การวิเคราะห์ระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน นำไปใช้ระบุสภาพการทำงานของรังไข่และการทำงานของระบบสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการระบบสืบพันธุ์ (Souise *et al.*, 1999) การเก็บตัวอย่างน้ำนม สามารถนำมาวิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนมได้ เพื่อที่จะนำมากำหนดการทำงานของรังไข่ในช่วงหลังคลอดในแม่โคนมและโคเนื้อที่อยู่ในระยะให้นม สำหรับการวัดโปรเจสเตอโรนในน้ำมนั้น สามารถเก็บตัวอย่างได้ทั้งในส่วน of whole milk หรือ fore milk (Peters and Ball, 1986) โดยในแม่โคที่ตั้งท้องระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนมีค่าเท่ากับ 5 ng/ml สามารถวัดได้จากตัวอย่างซีรัมและน้ำนม ในวันที่ 21-24 หลังการผสมเทียม (Hafez and Hafez, 2000) โดยหลังจากการตั้งท้องค่าความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนในน้ำนมจะยังคงที่ แต่ประมาณ 50 % ของแม่โคที่พบการเพิ่มขึ้นของระดับโปรเจสเตอโรนในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (Peters and Ball, 1986; ภาพที่ 4)

ในระบบการจัดการฟาร์ม ใช้การตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนม เพื่อประเมินความถูกต้องของการตรวจคัด หรือระบุความผิดพลาดในการตรวจคัดได้ ซึ่งในวันที่ตรวจพบการเป็นสัด ถ้าระดับความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนมีค่าสูงแสดงว่า โคไม่เป็นสัด อัตราตรวจคัดผิดพลาด (Heat detection error rate) มีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ถ้าระดับความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนมีค่าต่ำ แสดงว่าโคตัวนั้นเป็นสัด (Nebel, 1987)



ภาพที่ 4 แสดงความเข้มข้นฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนม (ng/ml) ในช่วงวงจรการเป็นสัด

ที่มา: Hoard (1996)

สำหรับการทดลองนี้ นำการตรวจวิเคราะห์ระดับของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนมาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้อุปกรณ์ และผลการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดด้วยตาเปล่า ต่อการตรวจการเป็นสัดจริงในแม่โค โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมในวันที่ตรวจพบการเป็นสัด (วันที่ 0) วันที่ 5 และวันที่ 14 เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน และนำมาใช้อธิบายการทำงานของระบบสืบพันธุ์

3.3 อัตราการผสมติด (Conception rate, CR)

อัตราการผสมติด หมายถึงเปอร์เซ็นต์ของโคที่ไม่กลับสัดหลังการผสมภายใน 49 วัน ในโคที่ได้รับการผสมเทียมครั้งแรก ซึ่งอาจหมายถึงค่าอัตราการไม่กลับสัดที่ 49 วัน (49 day non-return rate) ระยะเวลาอาจเปลี่ยนเป็น 30 – 90, 60 – 90 และ 90 – 120 วัน ในประเทศนิวซีแลนด์ค่าของอัตราการผสมติดถูกนำมาใช้ เนื่องจากเป็นค่าสถิติที่ถูกยอมรับ เพราะเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของ โคที่ได้รับการผสมเทียมครั้งแรก ในบางกรณีที่มีการบันทึกข้อมูลไม่สมบูรณ์ สืบเนื่องมาจากโคกลับสัด

แต่ไม่ได้สังเกตเห็นหรือจดบันทึกไว้ ค่าอัตราการผสมติดขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น คุณภาพของน้ำเชื้อ ผู้ทำการผสมเทียม เป็นต้น และไม่สามารถประเมินค่าได้จนกว่าจะทำการผสมเทียมไปอย่างน้อย 4 สัปดาห์ (Macmillan, 1984)

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเป็นสัด ต่ออัตราการได้รับการผสม และอัตราการผสมติด

ค่าอัตราการได้รับการผสมขึ้นกับการจัดการของเจ้าของโค ที่ต้องเอาใจใส่เป็นประจำทุกวันอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการจับสัดต้องชัดเจน ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดจากการจับสัด เช่น โคไม่ได้เป็นสัดแต่บันทึกว่าโคเป็นสัดแล้วผสมเทียม ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อค่าอัตราการผสมติด ดังนั้นเจ้าของโคจึงควรให้ความสนใจ เพื่อให้ค่าอัตราการได้รับการผสมมีค่าสูง เนื่องจากมีผลต่อการให้ลูก และอาจช่วยลดผลกระทบต่างๆที่ไม่สามารถคาดการณ์ ซึ่งทำให้อัตราการผสมติดมีค่าต่ำลง (Macmillan, 1984)

กรณีค่า SR ที่ต่ำนั้นอาจเกิดจากวงจรการเป็นสัดผิดปกติไป หรือความล้มเหลวจากการตรวจการเป็นสัด ในช่วงวงจรการเป็นสัด ความผิดปกติของวงจรการเป็นสัดที่เกิดขึ้นบ่อยมักเกิดจากแม่โคให้ลูกช้า และใกล้เคียงโปรแกรมการเริ่มผสมเกินไป ทำให้มีเวลาไม่เพียงพอสำหรับการทำางานที่เกี่ยวข้องกับรังไข่ ในการเข้าวงจรการเป็นสัดใหม่อีกครั้ง หรืออาจเป็นผลมาจากอาหาร ภาวะความเครียดในช่วงหลังคลอดของแม่โค ซึ่งแม่โคที่คลอดลูกมักมีความสมบูรณ์ของร่างกายต่ำ และการกลับวงจรการเป็นสัดใช้เวลานาน (Williamson, 1998)

4. การปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์

ในระบบการผลิตของฟาร์มสามารถประยุกต์ใช้วิธีการ หรือนำเอาอุปกรณ์พิเศษ เข้ามาช่วยในขั้นตอนการตรวจจับสัดแม่โค ในสภาพการทำงานจริงในฟาร์มโดยมีเป้าหมายเพิ่มโอกาสการผสมพันธุ์โดยวิธีการผสมเทียม พร้อมกับช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในฝูงได้ดี ซึ่งในปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการและผลิตเครื่องมือต่างๆมาใช้ในระบบการผลิต ทั้งนี้เจ้าของฟาร์มควรพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์หรือวิธีการ ที่มีความคุ้มค่ามากที่สุดรวมทั้งศึกษาถึงข้อจำกัดในการใช้ความเหมาะสมกับสภาพการผลิต แรงงาน และคุณภาพของงาน

4.1 การใช้อุปกรณ์และวิธีการช่วยตรวจการเป็นสัตว์

4.1.1 การทาสีโคนหาง (Tail paint)

เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับระบบการจัดการแบบปล่อยแปลงหญ้า (Macmillan and Curnow, 1977) ซึ่งในปัจจุบันสัตว์ที่ใช้ทาโคนหางมีทั้งที่เป็นสีน้ำบรรจุขวด และสีชอล์ก ทั้งสองรูปแบบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจเช็คสัตว์ได้ (Senger, 1994) วิธีการจะใช้การทาสีที่เลือก (สีแดง สีเขียว สีฟ้า สีเหลือง) บริเวณโคนหางที่เรียกว่า tail-head ซึ่งจะเริ่มทาที่กระดูกสันหลังข้อแรกยาวลงไป มีขนาดความกว้างและยาวเท่ากับ 5 ซม. และ 20 ซม. เมื่อโคขึ้นทับสีที่ทาจะถูกกลบออก ทำให้เช็ดได้ว่าโคตัวดังกล่าวมีอาการเป็นสัตว์ คือ ยอมให้โคตัวอื่นขึ้นทับ ประสิทธิภาพของการเช็คสัตว์ประมาณ 44 – 96 % ข้อดีของการใช้สีทาที่โคนหางคือ เป็นวิธีที่ประหยัดในการตรวจการเป็นสัตว์ ให้ผลเช็คสัตว์ที่น่าพอใจ สามารถนำมาใช้งานได้สะดวก และให้ผลการตรวจสัตว์ที่น่าพึงพอใจ แต่ก็มีข้อเสียคือ จำเป็นต้องใช้ผู้มีประสบการณ์ในการทาสี เนื่องจากจำเป็นต้องระบุตำแหน่งในการทาสีให้อยู่ในส่วนที่โคจะขึ้นทับได้อย่างถูกต้อง ถ้าผู้ปฏิบัติงานทาสีลงบนโคนหางไม่ถูกต้องอาจเกิดความผิดพลาดในการเช็คสัตว์ได้ (Macmillan and Curnow, 1977) และหากโรงเรือนคับแคบหรือโคฝูงใหญ่มากเกินไปจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ (false positive reactions; Ball *et. al.*, 1983)

ทั้งนี้บริษัทผู้ผลิตสีทาโคนหางในประเทศนิวซีแลนด์ ได้ระบุคุณสมบัติของสีที่ใช้ทาโค เป็นสีละลายน้ำและมีความเหนียว เมื่อทาสีลงบนโคนหางแล้วรอให้สีแห้งจะพบว่าสีมีความแข็งแรงมากขึ้น และสีจะยังคงทนทานใช้งานได้ปกติจนถึง 6 สัปดาห์ หลังจากการทาครั้งแรก โดยสีจะหลุดลอกก็ต่อเมื่อเกิดการเสียดสี หรือการขีด จากการใช้ของโคที่กำลังเป็นสัตว์ภายในฝูงเท่านั้น (Paul, 1999) สำหรับความสะดวกในการอ่านผลการใช้อุปกรณ์สีทาโคนหางนี้ จึงมีการกำหนดระดับคะแนนการหลุดลอกของสี (Tailpaint scoring) เพื่อแปลผลการขึ้นทับอุปกรณ์ของโค โดยแบ่งเป็น 7 ระดับคะแนน (Macmillan, 1998) ดังนี้

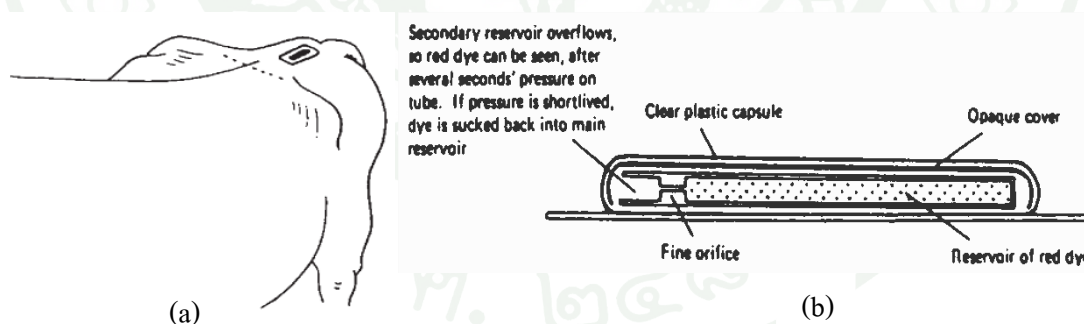
- | | | |
|-------------|---------|---|
| 1. คะแนน 5+ | หมายถึง | ไม่มีการหลุดลอกของสี โคไม่เป็นสัตว์ |
| 2. คะแนน 5 | หมายถึง | มีการหลุดลอกของสีบางส่วน อาจเป็นไปได้ว่าโคอยู่ในระยะเริ่มต้นของการเป็นสัตว์ |
| 3. คะแนน 4 | หมายถึง | มีการหลุดลอกของสี 10 – 30 % |
| 4. คะแนน 3 | หมายถึง | มีการหลุดลอกของสี 30 – 50 % |
| 5. คะแนน 2 | หมายถึง | มีการหลุดลอกของสี 50 – 70 % |

6. คะแนน 1 หมายถึง มีการหลุดลอกของสี 70 – 90 %
 7. คะแนน 0 หมายถึง มีการหลุดลอกของสีมากกว่า 90 %

4.1.2 แผ่นอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นปีน (Heat mount detector)

แผ่นอุปกรณ์ชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันดีในชื่อทางการค้าว่า Kamar[®] (Diskin and Sreenan, 2000) ภายในอุปกรณ์มี 2 ชั้น ชั้นในเป็นหลอดสีแดง (capsule) ชั้นนอกทำให้เห็นการติดสี (Peter and Ball, 1995) เมื่อโคขึ้นทับถุงสีที่ติดอยู่ที่โคนหางจะถูกกดทับ แรงกดทับจากน้ำหนักของโคตัวดังกล่าวจะทำให้สีแดงกระจายออกมา (ภาพที่ 5) จากการรายงานพบว่าประสิทธิภาพในการเช็คสัดเท่ากับ 56 – 94 % และความแม่นยำในการเช็คสัดของวิธีนี้อยู่ระหว่าง 36 – 80 % (Diskin and Sreenan, 2000)

นอกจากนี้ยังมีแผ่นอุปกรณ์อีกหนึ่งชนิดที่มีการทำงานคล้ายคลึงกัน โดยใช้ชื่อทางการค้าว่า Estrus Alert[®] เป็นแผ่นที่ติดไว้ที่หลังส่วนหน้าของโคนหาง (front of the tail-head) ถ้ามีการหลุดลอกของสีก็จะเป็นสิ่งบ่งชี้ว่าโคถูกปีนแล้ว จากการศึกษาผลการใช้มีปัญหาในการแปลผลมากเนื่องจากระบุได้เพียงว่า โคตัวนั้นถูกโคตัวอื่นขึ้นจี โดยโคอาจเป็นสัดจริง (standing heat) หรือโคถูกปีนทั้งที่ไม่เป็นสัดก็ได้ (false positive reactions; Ball *et. al.*, 1983)



ภาพที่ 5 ภาพ a แสดงตำแหน่งโคนหางโคที่ติด Kamar[®] ภาพ b แสดงลักษณะอุปกรณ์ Kamar[®]

ที่มา: Peter and Ball (1995)

4.1.3 การใช้พ่อโคตัวล่อ (Teaser bull)

เป็นวิธีการที่ใช้โคตัวผู้ที่ผ่าตัดเอาท่อนำสุจิออกไปแล้ว (vasectomized bull) ตรวจสอบการเป็นสัด โดยโคตัวผู้เหล่านี้จะขึ้นปิ่นแม่โคที่เป็นสัดเมื่อนำเอาลูกกลิ้งทาสี (chin ball) ติดไว้ใต้คางของโค ถ้าโคตัวดังกล่าวแสดงการขึ้นทับแม่โคตัวอื่น ในขณะที่โคเคลื่อนตัวลงจะพบว่ามียอสีติดอยู่บนหลังของแม่โคตัวที่ถูกขึ้นทับ เนื่องจากการกลิ้งของลูกบอลที่มีสีอยู่ภายใน (Diskin and Sreenan, 2000) วิธีนี้มีข้อเสียคือ พ่อโคที่ก้าวร้าวจะขึ้นปิ่นแม่โคทุกตัวไม่เฉพาะตัวที่เป็นสัดเท่านั้น ซึ่งอาจทำให้แม่โคหรือผู้เลี้ยงได้รับบาดเจ็บ และพ่อโคที่คัดท่อนำสุจิจะเป็นตัวแพร่เชื้อโรคทาง การสืบพันธุ์ได้ (venereal diseases) จึงเป็นข้อควรระวัง (Peter and Ball, 1995)

4.1.4 การใช้อุปกรณ์วัดการเคลื่อนที่โดยการเดิน (Pedometer)

เนื่องจากในช่วงเข้าสู่การเป็นสัด (proestrus) โคจะเคลื่อนที่สูงมากขึ้น ดังนั้นการวัดจำนวนการเดิน (step) สามารถบ่งชี้การเป็นสัดได้ โดยวิธีนี้จะติดอุปกรณ์ไว้ที่ขาบริเวณข้อเท้า ซึ่งจะช่วยบันทึกการเดินได้ในช่วงเวลานั้น เมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจสอบด้วยการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าประสิทธิภาพการเช็คสัดของ Pedometer เท่ากับ 60 – 100 % ความแม่นยำเท่ากับ 22 – 100 % ในช่วงความแม่นยำที่ต่ำนั้นมาจากความผิดพลาดแบบ false positive และข้อเสียของอุปกรณ์นี้ คือ ความสึกหรอของเครื่องมือ เครื่องมือใช้งานไม่ได้ หรือหล่นหาย (Lehrer *et al.*, 1992)

4.1.5 เครื่องมือการเช็คสัดโดยการส่งสัญญาณวิทยุ (Radio telemetric devices)

เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีชื่อทางการค้าว่า HeatWatch[®] เป็นเครื่องที่ติดไว้บริเวณส่วนหางของโค เมื่อมีการขึ้นทับภายในเครื่องจะส่งสัญญาณวิทยุไปที่ตัวรับสัญญาณแล้วนำข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลของวันที่ และเวลาที่โคแสดงการเป็นสัดในแต่ละตัว (Stevenson *et al.*, 1998) โดยสามารถแบ่งข้อมูลโคที่เป็นสัด สงสัยว่า เป็นสัด และไม่กลับสัด (หากไม่มีการขึ้นทับกันภายใน 25 วัน) โคที่มีวงจรการเป็นสัดสั้น (13 วัน) และโคที่ไม่แสดงพฤติกรรม การปิ่น ประสิทธิภาพและความถูกต้องของการเช็คสัดเท่ากับ 86.8 % (At-taras and spahr, 2001) และเกิดความผิดพลาดเท่ากับ 2 % (Rorie *et al.*, 2002) แต่พบการ รายงานการทดลองเปรียบเทียบการตรวจสอบด้วยการสังเกตกับการใช้ HeatWatch[®] พบว่าประสิทธิภาพการตรวจสอบมีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 49.3 % และ 48 % ตามลำดับ โดยระบุว่าอัตราการผสมติดจากการใช้ HeatWatch[®] สูงกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่า เท่ากับ 17.3 % และ 6.2 % (Peralta *et al.*, 2005)

แสดงว่าการใช้ HeatWatch[®] มีความแม่นยำในการตรวจวัดได้มากกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่า ซึ่งเป็นผลทำให้ความผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจวัดมีน้อย ดังนั้นแม่โคที่ได้รับการตรวจวัดโดยใช้ HeatWatch[®] จึงมีโอกาที่จะผสมติดได้มากกว่า

4.1.6 วิธีการตรวจความเข้มข้นของฮอร์โมน (Hormone concentrations)

ในโคที่มีวงรอบการตกไข่ปกติ และผ่านการมีรอบการเป็นสัดมาแล้ว จะมีความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนมสูงประมาณวันที่ 4 ก่อนเป็นสัด และจะเริ่มลดลงจากการสลายของคอร์ปัสลูเทียม มีการรายงานพบว่าค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนจะต่ำสุดในวันที่ 3 วันก่อนการเป็นสัด และ 3 วันหลังการเป็นสัดจะมีค่าสูงขึ้นอีกครั้ง (Friggens and Chagunda, 2005) ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนม ช่วงก่อนการเป็นสัด จากค่ามากกว่า 10 ng/ml จะลดลงเหลือน้อยกว่า 3 ng/ml ในวันที่เป็นสัด (estrus; Firk *et. al.*, 2002) ส่วนในพลาสมาฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในช่วงก่อนการเป็นสัด จากค่ามากกว่า 6 ng/ml จะลดลงโดยมีค่าน้อยกว่า 0.1 ng/ml ในวันที่เป็นสัด (Claycomb and Delwiche, 1998) จะเห็นว่าหลักการนี้สามารถนำมาใช้ตรวจสอบการเป็นสัดได้ ในกรณีที่เก็บตัวอย่างตรวจทุกวัน การเก็บตัวอย่างน้ำนมสามารถทำได้ง่ายมากกว่า การเก็บตัวอย่างในเลือด (Lovendahl and Friggens, 2008)

4.1.7 การเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าของเมือกจากช่องคลอด (Vaginal electrical resistance)

ในช่วงระยะเป็นสัด (estrus) โคมีการผลิตเมือก (mucus) เพิ่มขึ้นซึ่งสามารถใช้ทำนายโคในช่วงเป็นสัดของโคได้ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสภาพทางเดินระบบสืบพันธุ์ (reproductive tract) ยังส่งผลกระทบต่อความต้านทานไฟฟ้าบริเวณช่องคลอด (Firk *et. al.*, 2002) การใช้อุปกรณ์วัดความต้านทานไฟฟ้า หรือ vagina probe สอดบริเวณช่องคลอดส่วนหน้า (anterior vagina) ซึ่งเป็นส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจ (McCaughy and Patterson, 1981) มีรายงานพบว่าในช่วง luteal phase ค่าความต้านทานไฟฟ้ามีค่าสูงที่สุด และจะลดลงในช่วง follicular phase โดยทั่วไปค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ระบุว่าเป็นสัดจะอยู่ระหว่าง 30 – 40 โอห์ม ในการทดลองโคจำนวน 874 ตัว ซึ่งใช้ค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 30 โอห์ม เพื่อระบุว่าเป็นสัดและผสมเทียม พบว่าอัตราการจัดท้องเท่ากับ 82 % (Leidl and Stolla, 1976) และในการทดลองโคจำนวน 60 ตัว โดยใช้ค่าความต้านทานไฟฟ้าตรวจวัด และตรวจการจัดท้องในช่วงต้น พบว่าค่าความต้านทานไฟฟ้ามีค่าสูงที่สุดหลังการฉีด PGF_{2α} เท่ากับ 102.4 โอห์ม และลดลงในช่วงระยะเป็นสัดเท่ากับ 82.4 โอห์ม โดยหลัง

การเป็นสัตว์ 24 ชม. ค่าความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 94.9 โอห์ม โดยการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าของเมือกจากช่องคลอด ถือว่ามีประสิทธิภาพในการตรวจคัด และตรวจการตั้งครรภ์ในช่วงต้นในโคนมได้ (Tadesse *et. al.*, 2011)

วิธีเหล่านี้เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจพบการเป็นสัตว์ ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อจำกัดต้องทำอย่างรอบคอบและอาศัยความเข้าใจ การตรวจคัดต้องได้รับการเอาใจใส่จากผู้เลี้ยง ที่สามารถตรวจคัดได้อย่างสม่ำเสมอ และรู้สภาพร่างกาย สรีรวิทยาของแม่โคนมในฟาร์มได้ดี รวมถึงการบันทึกข้อมูลที่สำคัญ ดังนั้นการจัดการภายในฟาร์มที่ดีทั้งระบบจะมีส่วนเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับสัตว์ได้มาก และมีผลให้อัตราการผสมติดในฟาร์มทำได้สูงขึ้น

4.2 สรีรวิทยาพฤติกรรมทางสังคมและการจัดกลุ่มในช่วงก่อนการผสม

โคจัดเป็นสัตว์สังคม มีพฤติกรรมการรวมฝูง (Grant and Albright, 1995) ซึ่งกลไก การติดต่อสื่อสารในโคมาจากการแสดงพฤติกรรม และอาจหมายถึงการเคลื่อนไหวร่างกายที่แตกต่างกัน เสียง กลิ่น และการสัมผัสกันของโคแต่ละตัว (Albright and Arave, 1997) สังคมการดำรงชีวิต และพฤติกรรมทางสังคมเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ในการมีชีวิตรอด โดยโครงสร้างทางสังคมของสัตว์แต่ละตัว ขึ้นกับกลุ่มที่สัตว์เหล่านั้นอาศัยอยู่ (Broom and Fraser, 2007) ซึ่งลักษณะโครงสร้างทางสังคมพื้นฐานของโค ประกอบไปด้วยการรวมกันของโคตัวผู้ โคตัวเมีย และโคอายุน้อย ซึ่งระยะห่างของความสัมพันธ์ภายในกลุ่มควรเกิดขึ้นน้อยที่สุด (Estes, 1974) โดยทั่วไปจำนวนสัตว์ในกลุ่มมีประมาณ 20 ตัว แต่ในกรณีของกลุ่มใหญ่ อาจมีจำนวน 100 หรือ 1,000 ตัว (Sinclair, 1977) ซึ่งจากการสังเกตสามารถแบ่งกลุ่มโคได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มโคตัวเมียที่มีทุกช่วงอายุอยู่รวมกัน อาจพบโคตัวเมียวที่กำลังเจริญเติบโต
2. กลุ่มโคตัวผู้โตเต็มวัย และโคตัวผู้ที่กำลังเจริญเติบโต แต่ในกลุ่มจะมีสัดส่วนของโคตัวผู้โตเต็มวัยสูงกว่า
3. กลุ่มผสมระหว่างโคตัวผู้โตเต็มวัย และโคตัวเมียในช่วงกำลังผสม ทั้งนี้โคตัวผู้อายุน้อยมักมีปฏิสัมพันธ์กับโคตัวผู้ที่กำลังเจริญเติบโต หรือโคตัวผู้โตเต็มวัยแล้ว ในขณะที่เดียวกันโคตัวเมียมักมีปฏิสัมพันธ์กับโคตัวเมียที่โตเต็มวัยแล้ว (Berteaux and Micol, 1992)

4.2.1 การสื่อสารภายในกลุ่ม

การสื่อสารภายในกลุ่มโคมี 3 ทางประกอบไปด้วย

1. การสื่อสารผ่านการมองเห็น การมองเห็นเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการสื่อสารในโค สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประเภทกินหญ้ามีสายตาที่มองเห็นภาพได้กว้าง เพื่อการปรับตัวในการอยู่รอด จากการตกเป็นเหยื่อ ฝูงในการมองเห็นโดยประมาณ 320 องศา ความชัดเจนในการมองเห็นเป็น 1/22 ถึง 1/12 เมื่อเทียบกับคน (Entsu *et al.*, 1992) และการส่ายหัวไปมาในตำแหน่งต่างๆ เป็นการแสดงการยอมรับ ยกตัวอย่างเช่น การแสดงท่าทางก้าวร้าว หรือการยอมแพ้ เป็นต้น (Schloeth, 1958)
2. การสื่อสารผ่านทางเสียง โคเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่กินหญ้าชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง ใช้การส่งเสียงในการสื่อสาร ถึงแม้ว่าขอบเขตของเสียงจะมีความดังน้อยกว่าสัตว์สายพันธุ์อื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในป่าก็ตาม (Keeling and Gonyou, 2001) สำหรับเสียงที่โคใช้ดูเหมือนจะไม่มี ความจำเพาะ แต่ก็ทำให้เกิดความตื่นเต้น และกระตุ้นความสนใจได้ (Kiley, 1972)
3. การสื่อสารผ่านการดมกลิ่น ร่องรอยของกลิ่นมีความสำคัญในสังคมฝูง พฤติกรรมทางเพศ และความเป็นแม่ การที่โคผะอืดผะอม (Flehmen) เป็นการตอบสนองทางไบรนา ที่อนุญาตให้โคตัวอื่นเข้ามาดม (Albright and Arave, 1997) เพราะกลิ่นของโคแต่ละตัวจะแตกต่างกัน ทำให้โคที่อาศัยอยู่ร่วมกันในฝูงสามารถจดจำได้ (Baldwin, 1977)

4.2.2 ผลจากการรวมกลุ่มในแม่โค

การสื่อสารภายในกลุ่มประกอบด้วยอิทธิพลทางสังคม ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการรวมกลุ่มแสดงพฤติกรรมการเป็นสัตว์ (Galina *et al.*, 1996) ลำดับทางสังคมมีอิทธิพลต่อช่วงเวลาในการแสดงพฤติกรรมการสืบพันธุ์ภายในกลุ่ม และอาจอยู่ภายใต้กลไกทางสรีรวิทยา โคสามารถถูกเหนี่ยวนำการเป็นสัตว์ได้ โดยพฤติกรรมการรวมกลุ่มกันในช่วงเป็นสัตว์ (Castellanos *et al.*, 1997) โดยภายในฝูงโคที่มีลำดับสูงกว่าจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อโคตัวอื่นๆ ในช่วงการเป็นสัตว์ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา (Chicoteau *et al.*, 1989) และเมื่อเข้าสู่ระยะวงจรการเป็นสัตว์ แม่โคผสมที่กำลังจะเป็นสัตว์มักจะรวมกลุ่มกัน (SAG; Williamson *et al.*, 1972) ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ไปมาสูงมาก และมักจะมีการเปลี่ยนแปลงสมาชิกภายในกลุ่มอยู่เสมอ (Chenoweth, 1981)

จำนวนครั้งในการแสดงพฤติกรรมการขึ้นทับเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนโคที่เป็นสัด ในช่วงเวลาเดียวกัน โดยถ้ามีโค 1 ตัวที่เป็นสัดจะทำให้ค่าเฉลี่ยในการขึ้นทับสูงขึ้น 11 ครั้ง และเพิ่มเป็น 36 และ 53 ครั้งเมื่อมีโคเป็นสัด 2 และ 3 ตัว ตามลำดับ (Hurnik, 1975) ตามธรรมชาติโคตัวผู้มักไม่แสดงพฤติกรรม โดยเมื่อโคตัวเมียเข้าสู่ช่วงเวลาที่ยอมรับการผสม โคตัวเมียจะหาตำแหน่งของโคตัวผู้ ซึ่งโคตัวผู้จะมีแรงดึงดูดทางเพศให้โคตัวเมียผ่านการมองเห็น การได้ยิน หรือผ่านทางกลิ่น ในโคนมจะพบเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างโคตัวเมียด้วยกัน สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน การเป็นสัดในโคนมเพศเมีย อาจเป็นผลมาจากการรวมกลุ่ม ในแม่โคที่รอผสมและกำลังเป็นสัด (SAG) และการขึ้นทับโคตัวอื่น (Edward, 2008; ภาพที่ 6)

ในระบบฟาร์มการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ด้วยกัน เรียกว่า Social facilitation จะเกิดการเหนี่ยวนำให้สมาชิกภายในกลุ่มตื่นตัว แสดงพฤติกรรมเป็นสัด (Sexually-active) เป็นผลจากอิทธิพลของโคเพศเมียด้วยกันเอง (Female-to-female effect) ซึ่งกลไกของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมภายในกลุ่ม อาจเป็นอิทธิพลจากการทำงานของฮอร์โมน โดยยังไม่สามารถระบุแน่ชัดได้ แต่การสื่อสารของสัตว์ภายในกลุ่ม เกี่ยวข้องกับการมองเห็น การเคลื่อนไหว การได้ยิน และการปล่อยสารฟีโรโมน (McLeod and Phillips, 1998) สามารถใช้หลักการ Social facilitation นี้มาประยุกต์ใช้ ช่วง 2-3 สัปดาห์ ก่อนถึงฤดูผสมพันธุ์ (McDonald *et. al.*, 1998) มีรายงานการทดลองการแบ่งกลุ่มแม่โคจำนวน 5-6 ตัว และเหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วย CIDR พบว่า การจัดกลุ่มให้มีขนาดเล็กลง ไม่มีผลต่อความรุนแรงในการแสดงพฤติกรรมเป็นสัด (Estrous intensity) แต่ผลของ Social facilitation อาจเป็นการเพิ่มระดับความตื่นตัวทางเพศที่เหนี่ยวนำ ให้สมาชิกตัวอื่นในกลุ่มที่อยู่ในช่วงเป็นสัดแสดงพฤติกรรมการขึ้นทับ ปัจจัยของ Social facilitation ขึ้นอยู่กับจำนวนแม่โคที่เป็นสัดภายในกลุ่ม โดยพบว่าหากมีแม่โคที่ไม่เป็นสัด (nonestrus) อยู่ในกลุ่มจะทำให้โคตัวอื่นลดปฏิสัมพันธ์ทางเพศ และเป็นผลทำให้ลดพฤติกรรมการขึ้นทับ (Acevedo *et. al.*, 2007)



ภาพที่ 6 การรวมกลุ่มแสดงพฤติกรรมเป็นสัตว์ตามธรรมชาติของแม่โค

ที่มา: Edward (2008)

ในการจัดการแม่โครีดนมก่อนผสมพันธุ์เป็นช่วงที่มีความสำคัญ เนื่องจากการทำให้แม่โคที่เป็นสัตว์ได้รับการผสมเมื่อแสดงอาการเป็นสัตว์ เพื่อเพิ่มอัตราการได้รับการผสม และลดจำนวนแม่โคที่ท้องว่าง ระยะเวลา รวมถึงค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดู การปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการ โดยใช้ อุปกรณ์หรือเทคนิคการจัดกลุ่มมาช่วยเสริมในการตรวจการเป็นสัตว์ อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาสำหรับสภาพการผลิตที่มีแรงงานจำกัด ทำให้ค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการเป็นสัตว์ ได้แก่ อัตราการเป็นสัตว์ และอัตราการได้รับการผสมมีแนวโน้มสูงขึ้น อาจจะช่วยให้อัตราประสิทธิภาพการจัดการระบบสืบพันธุ์ภายในฟาร์ม ได้ผลดีโดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนการจัดการฟาร์มมากเกินไป โดยเฉพาะช่วงระยะเวลาการทำงานขณะรีดนม ทั้งช่วงเช้าและบ่าย

การทดลองนี้จึงจัดกลุ่มแม่โครีดนม และใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัตว์จากการขึ้นป็น โดยคาดหวังว่าจะสามารถแก้ปัญหาเรื่องการตรวจสัตว์ ทำให้อัตราตรวจพบการเป็นสัตว์ (Oestrus detection rate) และอัตราการได้รับการผสม (Submission rate) มีแนวโน้มสูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

การทดลองนี้ใช้แม่โคนมลูกผสมสายพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนระดับสายเลือดมากกว่า 87.5 เปอร์เซนต์ (12.5 เปอร์เซนต์ เป็นพันธุ์เรดเดน บราวน์สวิส เจอร์ซีย์ ซาฮิวาล บราห์มัน และพื้นเมือง) จำนวน 18 ตัว อยู่ในระยะให้นม (lactating cows) จำนวนวันหลังคลอดโดยเฉลี่ยประมาณ 30 – 45 วัน แบ่งเป็น 2 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 9 ตัว โดยปรับสมดุลตาม ลำดับการให้นม (Parity) ประกอบด้วยลำดับการให้นมที่ 1 – 7 (ลำดับการให้นมที่ 1 จำนวน 4 ตัว ลำดับการให้นมที่ 2 จำนวน 1 ตัว ลำดับการให้นมที่ 3 จำนวน 2 ตัว ลำดับการให้นมที่ 4 จำนวน 1 ตัว และลำดับการให้นมที่ 7 จำนวน 1 ตัว) จำนวนวันหลังคลอด (Days postpartum) โดยเฉลี่ย 62 วัน และคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายแม่โคหลังคลอด (BCS) ในแต่ละกลุ่มให้มีค่าใกล้เคียงกันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 แม่โคทุกตัวมีสุขภาพขาและกีบดี ได้รับการฉีดยาบำรุงตามโปรแกรมของฟาร์ม เป็นโคที่ท้องว่างหลังคลอด และยังไม่ได้ผสมเทียม สุขภาพร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง

2. อาหาร

แม่โคทดลองได้รับอาหารข้นสำหรับแม่โคระยะรีดนม (สูตรโปรตีนไม่น้อยกว่า 16 เปอร์เซนต์ และโปรตีนไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซนต์) วันละ 2 เวลา คือ เวลารีดนมช่วงเช้า (4.30 – 5.00 น.) และเวลารีดนมช่วงบ่าย (14.30 – 15.00 น.) ปริมาณ 1.5 กิโลกรัมต่อตัว โดยในช่วงเช้าของทุกวัน เสริมแลกโตบาซิลลัส ปริมาณ 10 กรัมต่อตัว และในช่วงบ่ายของวันจันทร์ พุธ ศุกร์ เสริมแร่ธาตุและพรีมิกซ์ ปริมาณรวม 10 กรัมต่อตัว โดยหลังจากรีดนมในช่วงเช้าและช่วงบ่าย แม่โคทุกตัวจะถูกปล่อยลงในคอกที่มีหญ้าให้แทะเล็มเวลา 7.00 – 13.00 น. และ 16.00 – 4.00 น. มีการให้อาหาร TMR และอาหารข้นในคอกแปลงหญ้า ปริมาณอย่างละ 1 กิโลกรัมต่อตัว

3. โรงเรือน

เลี้ยงแม่โครีดนมแบบปล่อยอิสระในคอก ซึ่งในบริเวณคอกมีหญ้าให้แทะเล็ม โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน ใช้อรัวเหล็กล้อมรอบแปลงหญ้า และใช้ลวดไฟฟ้าเป็นที่กั้นแบ่งพื้นที่ 2

แปลง ในแต่ละแปลงมีรางอาหารอยู่ด้านหน้าคอกจำนวน 2 ราง เป็นที่ใส่อาหาร TMR และอาหาร
ชั้นอย่างละ 1 ราง และมีอ่างน้ำสะอาดอยู่บริเวณด้านข้างคอกให้ดื่มตลอดเวลา

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.1 แผ่นอุปกรณ์ Estrus alert® (ประเภทแผ่นสีแดง)

4.2 แปรงพู่กันขนาด 1½ นิ้ว

4.3 กาวสำหรับติดแผ่นอุปกรณ์

5. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำนม

5.1 อุปกรณ์สำหรับรีดน้ำนม

5.2 เครื่องรีดนมอัตโนมัติ

5.3 ถังใส่น้ำนม

5.4 ขวดเก็บน้ำนมขนาด 30 มิลลิลิตร

5.5 ที่ตักน้ำนม

5.6 กล้องโฟมเก็บความเย็น

5.7 ตู้แช่แข็งเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

5.8 สมุดจดบันทึก

6. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการตรวจหาระดับโปรเจสเตอโรนในน้ำนมโดยวิธี Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) โดยชุดตรวจสอบ ARCHITECT Progesterone

วิธีการ

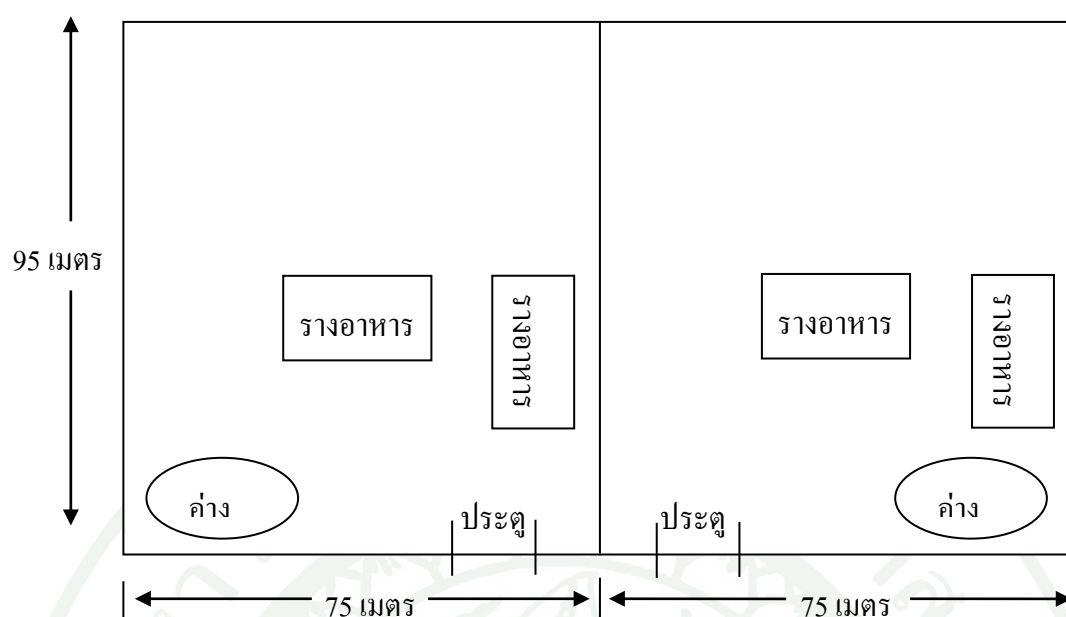
1. การจัดการ

วางแผนการทดลองเปรียบเทียบประชากรสองกลุ่ม (Paired comparison design) ซึ่งจัดแบ่งกลุ่มโคออกเป็น 2 กลุ่ม (treatment) กลุ่มละ 9 ตัว (คัดแปลงจาก Acevedo *et. al.*, 2007) โดยจำนวนสัตว์ทดลองที่ใช้ต่อกลุ่มนี้ จัดตามความเหมาะสมในการใช้แรงงาน 1 คน ทำหน้าที่ตรวจคัดและข้อจำกัดของจำนวนแม่โคภายในฟาร์ม จากแม่โครีดนมทั้งหมดในฟาร์มประมาณ 80 ตัว ซึ่งเมื่อปรับสมดุลตามลำดับการให้นม (Parity) จำนวนวันหลังคลอด (Days postpartum) และคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายแม่โคหลังคลอด (BCS) เหลือแม่โครีดนมที่สามารถจัดเข้ากลุ่มได้ 20 ตัว

กลุ่มที่ 1 ใช้การสังเกตพฤติกรรมเป็นสัดโดยเจ้าหน้าที่รีดนม ได้แก่ การขึ้นทับโคตัวอื่นทั้งบริเวณส่วนหัว และส่วนท้าย (mounting) การดมช่องคลอดโคตัวอื่น (sniffing) แสดงในภาพผนวกที่ 3 และการมีสิ่งคัดหลั่งมีลักษณะเป็นเมือกใสไหลออกมาจากบริเวณปากช่องคลอด แสดงในภาพผนวกที่ 2 (กลุ่ม G) โดยทำการสังเกตพฤติกรรมเฉพาะช่วงเวลาดรีดนมเช้า 2 ครั้ง คือ เวลา 4.00 – 4.30 น. และ 7.30 – 8.00 น. ในช่วงบ่าย 2 ครั้ง คือ เวลา 13.30 – 14.00 น. และ 16.30 – 17.00 น. โดยจะเป็นช่วงเวลาที่แม่โคเดินออกจากคอก และกลับเข้าคอกทั้งก่อนและหลังรีดนม

กลุ่มที่ 2 ใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นปีนติดไว้ที่โคนหาง (ชื่อทางการค้า Estrus alert[®]) เป็นเครื่องมือในการช่วยตรวจดูพฤติกรรมการเป็นสัดแทนการสังเกตด้วยตาเปล่า (กลุ่ม G⁺) สังเกตการเปลี่ยนสีจากสีดำเปลี่ยนเป็นสีแดง (สีหลุดลอกเกินกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงรีดนมในตอนเช้าเวลา 4.00 – 4.30 น. และในช่วงบ่ายเวลา 14.30 – 15.00 น. ซึ่งจากการสังเกตพบว่าแม่โคขึ้นทับกันจริง เป็นสาเหตุให้แผ่นอุปกรณ์เกิดการหลุดลอก

โคทั้งสองกลุ่มเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า โดยมีขนาดประมาณ 75 × 95 ตารางเมตรซึ่งพื้นที่โดยเฉลี่ยทั้งสองคอกเท่ากัน ด้านหน้าคอกมีรางอาหาร 2 รางและรางน้ำ 1 ราง (ภาพที่ 7)

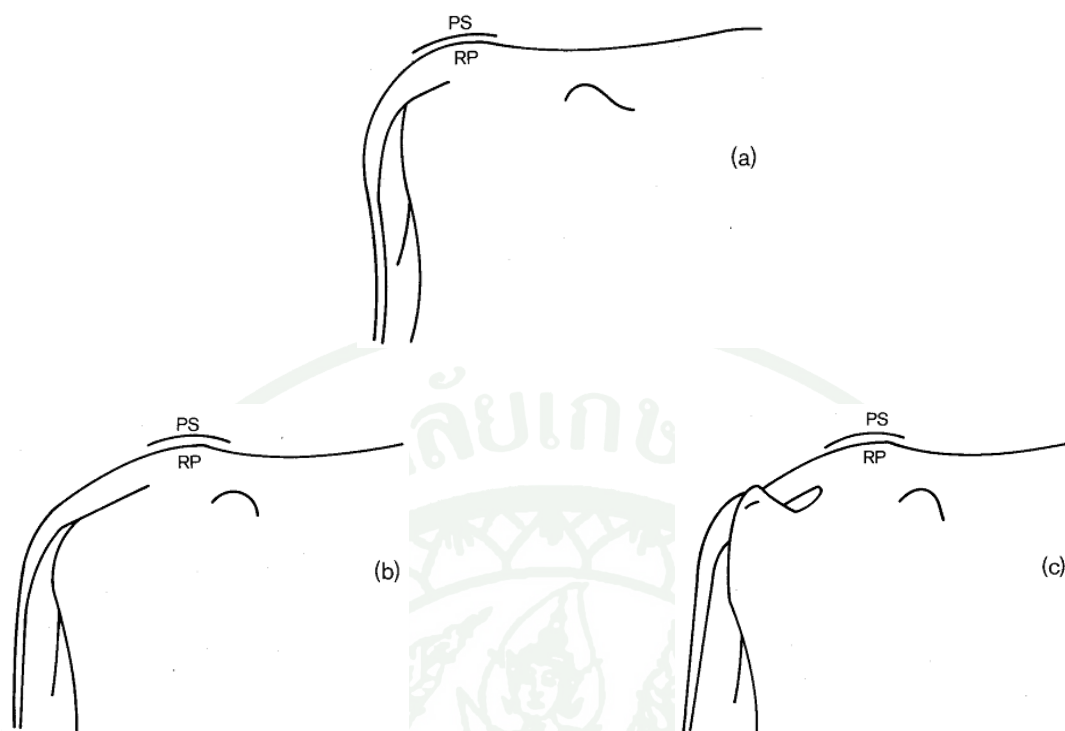


ภาพที่ 7 ลักษณะคอกทดลองแบบปล่อยอิสระในคอก

2. การติดแผ่นอุปกรณ์ Heat mount detectors ที่โคนหางแม่โค

2.1 ล็อกคอโคทุกตัวที่ต้องการติดแผ่นสีให้อยู่ในลักษณะยืนนิ่งในส่วนของผู้ปฏิบัติงานจะยืนด้านหลังตัวโค เพื่อหาตำแหน่งในการติดแผ่นสีที่โคนหาง

2.2 เมื่อมองจากทางด้านหลังของตัวโคในระดับสายตา จะสังเกตเห็นปุ่มของกระดูกหางที่โผล่ออกมา โดยอยู่ถัดลงมาจากระดูกสะโพก (Hip bone) ทั้งสองข้าง ซึ่งตำแหน่งของกระดูกหางที่โผล่ออกมาในโคแต่ละตัวจะแตกต่างกันออกไปตามโครงสร้างของกระดูกเชิงกราน (pelvic bone) สามารถจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ (ภาพที่ 8) โดยการปฏิบัติจริงแสดงภาพในภาคผนวก (ภาพผนวกที่ 1)



ภาพที่ 8 แสดงตำแหน่งในการทาสีที่โคนหาง (PS) และจุดที่สีเกิดการหลุดลอกภายหลังการขึ้นทับ (RP) ภาพ a คือโคที่มีกระดูกสันหลังปกติ และภาพ b, c คือโคที่มีกระดูกสันหลังผิดปกติ

ที่มา: Macmillan and Curnow (1977)

2.3 เมื่อพบตำแหน่งของปุ่มของกระดูกหางที่นูนออกมา คือ กระดูกส่วนหางข้อแรก (first coccygeal vertebra) ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดสิ่งสกปรกตรงบริเวณที่ต้องการทาจากนั้นทาขาวโดยใช้แปรงพู่กันลากผ่านกระดูกหางข้อแรกตามแนวขวางอย่างช้าๆ ไปตามเส้นขน รอกาวแห้งประมาณ 5 นาที แล้วนำแผ่น Estrus alert[®] ขนาดความกว้างโดยประมาณ 5 ซม. และความยาว 10 ซม. ติดลงบนบริเวณที่ทาขาวเอาไว้ กดแผ่น Estrus alert[®] ให้แน่นไปตามความโค้งของกระดูกส่วนหางข้อแรกเพื่อให้แผ่น Estrus alert[®] ติดทนนาน

2.4 ข้อควรระวังในการติดแผ่น Estrus alert[®] ที่โคนหาง สิ่งสำคัญ คือ เนื่องจากการติดแผ่น Estrus alert[®] จำเป็นต้องลากผ่านตำแหน่งบริเวณโคนหางที่โคตัวอื่นจะขึ้นทับ จึงควรทาขาวในตำแหน่งที่ถูกต้องและทาขาวเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องทาซ้ำ ควรทาขาวเพื่อให้มีพื้นที่มากกว่าขนาดของแผ่นกั้นการหลุดลอกบริเวณมุมและขอบแผ่นของ Estrus alert[®] เนื่องจากอาจทำให้หลุดจากโคนหางของโคได้

3. การเก็บตัวอย่างน้ำนม

หลังจากการผสมเทียม ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมจากแม่โคทั้งสองกลุ่มทดลองที่ได้รับการระบุว่าเป็นสัดและตกไข่ โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมในวันที่เช็กการเป็นสัดได้คือ วันที่ 0 วันที่ 5 และ วันที่ 14 หลังการเป็นสัด เพื่อตรวจสอบหาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone) ยืนยันการเป็นสัดและการตกไข่ 5 วันหลังการผสม โดยมีขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำนมดังนี้

3.1 ทำความสะอาดบริเวณเต้านมของโค โดยการใช้ผ้าจุ่มน้ำยาฆ่าเชื้อเช็ดบริเวณเต้านมให้สะอาด เสร็จแล้วใช้ผ้าเช็ดให้แห้งก่อนทำการรีดเก็บตัวอย่าง

3.2 รีดเก็บน้ำนมในช่วงเช้าและบ่าย (เลือกเก็บช่วงใดช่วงหนึ่งตามการพบการพฤติกรรมการเป็นสัด) โดยเมื่อรีดนมไปได้ช่วงเวลาหนึ่งแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมใส่ขวดพลาสติกขนาด 30 มิลลิลิตร

3.3 เก็บขวดตัวอย่างน้ำนมไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อรอการตรวจวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนในน้ำนม

4. การบันทึกข้อมูล

4.1 สังเกตและบันทึกผลแผ่นอุปกรณ์ที่ติดบริเวณโคนหางของแม่โคทุกตัวในกลุ่ม G^+ โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนสีบริเวณแผ่น และจดบันทึกเมื่อพบว่าแผ่นสีเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีแดงเกินกว่า 50 % ซึ่งใช้การสังเกตด้วยตาเปล่า (ดัดแปลงมาจาก Macmillan, 1998) ส่วนในกลุ่ม G^- เมื่อเช็กสัดได้จากการสังเกตพฤติกรรมจึงบันทึกผล

4.2 หลังจากทีบันทึกแม่โคตัวที่สีหลุดลอกในกลุ่ม G^+ และแม่โคที่เป็นสัดกลุ่ม G^- แล้วจึงทำการผสมเทียมภายใน 12 ชม. จากนั้นจึงติดตามผลการผสมเทียมเป็นระยะเวลา 21 วัน และบันทึกข้อมูลแม่โคตัวที่ได้รับการผสมเทียม

4.3 ตรวจสอบและบันทึกผลการติดเชื้อของแม่โคหลังผสม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 นำข้อมูลระดับของโปรเจสเตอโรนในน้ำนมของวันที่ 0, 5 และ 14 หลังการเป็นสัด มาวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลของการเข้คัสต์ทั้ง 2 กลุ่มทดลองคือ กลุ่มที่ใช้การสังเกตพฤติกรรม และ กลุ่มที่ใช้แผ่นอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นปีน (Estrus alert[®]) ในการทดลองนี้มีการกำหนดระดับของค่าโปรเจสเตอโรนในน้ำนม (คัดแปลงจาก Bajema *et.al.*, 1994) ดังนี้

5.1.1 วันที่ 0 ถ้าค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ng/ml หมายถึง โคแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดจริง แต่ถ้าค่ามากกว่า 1 ng/ml หมายถึง โคไม่เป็นสัดจริงและการตรวจสัดผิดพลาดแบบ False positive

5.1.2 วันที่ 5 ถ้าค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 ng/ml หมายถึง โคมีการตกไข่และพบการเจริญของคอร์ปัสลูเทียม (คำนวณจากโคตัวที่ตรวจพบการเป็นสัดถูกต้อง คือ ระดับฮอร์โมน โปรเจสเตอโรนวันที่ 0 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ng/ml)

5.2 ประเมินค่าอัตราตรวจพบการเป็นสัด (Oestrus detection rate) และอัตราการได้รับการผสม (Submission rate) จากการคำนวณตามสูตร;

$$\text{อัตราตรวจพบการเป็นสัด} = \frac{\text{จำนวนโคที่แสดงอาการเป็นสัด} \times 100}{\text{จำนวนโคทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม}}$$

$$\text{อัตราการได้รับการผสม} = \frac{\text{จำนวนโคที่ได้รับการผสมเทียม} \times 100}{\text{จำนวนโคทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม}}$$

นำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของแม่โคจากทั้ง 2 กลุ่ม วิเคราะห์ผลความแตกต่างทางสถิติ ด้วยวิธี Chi-square test (Test For Independence) ซึ่งกำหนดค่า $p = 0.05$ โดยมีสมการ (Facolner and Mackay, 1996) ดังนี้

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \text{ df} = k - 1$$

เมื่อ	O_i	=	เป็นจำนวนความถี่ในลักษณะที่สนใจที่เกิดขึ้นจริงจากการสังเกตในกลุ่มตัวอย่าง i ($i = 1$ และ 2)
	E_i	=	เป็นจำนวนความถี่ในลักษณะที่สนใจที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกลุ่มตัวอย่าง i ($i = 1$ และ 2)
	k	=	เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในลักษณะที่สนใจ หรือ อาจเป็นระดับของตัวแปรที่ต้องการศึกษา
	n	=	ขนาดตัวอย่าง

สถานที่ทำการทดลอง

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอ มวกเหล็ก จังหวัด สระบุรี

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มต้นการทดลอง 1 สิงหาคม 2556

สิ้นสุดการทดลอง 25 ตุลาคม 2556

ผลและวิจารณ์

1. การใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นป็น (Heat mount detectors) และผลการจัดกลุ่มต่ออัตราตรวจพบการเป็นสัด (Oestrus detection rate)

เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาผสม (Mating period) ที่เน้นการเฝ้าระวังการเป็นสัดของแม่โคอย่างเต็มที่ คือ ระยะตั้งแต่เริ่มการทดลองจนตรวจพบการเป็นสัดของโคทุกตัวในกลุ่มทดลอง พบว่าสามารถตรวจพบการเป็นสัดของโคในกลุ่ม G^+ ได้ทุกตัว (100 %) ภายใน 45 วัน ในขณะที่สามารถตรวจพบแค่ 22.2 % (2/9 ตัว) ในกลุ่ม G แสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นป็น (Heat mount detectors) มีประสิทธิภาพในการเช็คสัดสูงกว่า การจัดกลุ่มและสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัด เนื่องจากในระยะเวลาที่เท่ากันสามารถเช็คสัดได้ครบทุกตัว และเมื่อนำค่าอัตราตรวจพบการเป็นสัดวิเคราะห์ด้วยวิธี Chi-Square test พบว่ากลุ่ม G และ G^+ มีอัตราตรวจพบการเป็นสัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$; ตารางที่ 4) มีรายงานสอดคล้องกันระบุว่า การใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นป็น มีประสิทธิภาพในการตรวจสัดมากกว่าการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัด (At-taras and spahr, 2001)

ตารางที่ 4 อัตราตรวจพบการเป็นสัดที่ 45 วัน และอัตราการได้รับการผสมของโคกลุ่ม G และ G^+

ดัชนี	กลุ่ม 1 (G)	กลุ่ม 2 (G^+)	P-value
อัตราตรวจพบการเป็นสัดที่ 45 วัน	2/9 (22.2 %)	9/9 (100 %)	< 0.01
อัตราการได้รับการผสม	5/7 (71.4 %)	4/9 (44.4 %)	ns

ns = non significant

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองทั้ง 2 กลุ่มแล้ว ถึงแม้จะเพิ่มความถี่ในการสังเกตพฤติกรรมเป็น 4 ครั้งต่อวันในกลุ่ม G แต่ภายใน 45 วันที่มีการตรวจการเป็นสัดอย่างจริงจัง พบว่ามีอัตราตรวจพบการเป็นสัดน้อยกว่าในกลุ่ม G^+ เนื่องจากการใช้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัดได้ผลดี และยังใช้เวลาการทำงานที่สั้นลง เพราะใช้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของแผ่นอุปกรณ์ที่ติดโคนหางเท่านั้น ซึ่งทำได้ง่าย รวดเร็วและเห็นผลได้ชัดเจน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า การใช้เทคนิคการจัดกลุ่มและสังเกตพฤติกรรมนั้นไม่มีประสิทธิภาพ โดยหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองในกลุ่ม G สามารถตรวจพบการเป็นสัด 77.7 % (7/9 ตัว) ซึ่งมีค่าที่น่าพอใจ เพียงแต่การเลือกใช้วิธีนี้อาจทำให้ระยะเวลาการทำงานยาวนานขึ้น ในแง่ของเวลาที่แม่โคอยู่ในกลุ่มผสม (Mating Period) ซึ่งต้องใช้

การเอาใจใส่ในการทำงาน และเวลาที่มากกว่า จากการรายงานของฟาร์มขนาดเล็กในแถบยุโรปตะวันตก ใช้เวลาจับสัตว์ 3 เวลา ครั้งละ 15 – 20 นาที นอกเหนือจากเวลาที่โครีดนมหรือกินอาหาร ทำให้ค่าอัตราการเป็นสัตว์ที่ยอมรับได้มากกว่า 80 % (Phillips, 2010) แสดงว่าการเพิ่มความถี่ในการตรวจเช็คสัตว์ มีผลต่อการเพิ่มอัตราตรวจพบการเป็นสัตว์

การจัดกลุ่มแม่โค (grouping) ทำให้เกิดการรวมฝูงโคนมเพศเมียที่ร่อผลสม และกำลังจะเป็นสัตว์ (SAG; Edward, 2008) สำหรับการทดลองนี้จำนวนแม่โคในแต่ละกลุ่มมี 9 ตัว ซึ่งได้จัดตามความเหมาะสมกับการสังเกตพฤติกรรม และตรวจอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัตว์จากการขึ้นปิ่นที่ใช้แรงงาน 1 คน โดยอาจแตกต่างกันในธรรมชาติที่มีการจับกลุ่มรวมกันระหว่างแม่โคซึ่งมีประมาณ 20 ตัวต่อกลุ่ม (Sinclair, 1977) ทั้งนี้การจัดการแม่โคหลังคลอดในวงจรการเป็นสัตว์ครั้งที่ 2 โดยให้มีวันกลับสัตว์ใกล้เคียงกัน และจัดกลุ่มให้มีขนาดเล็กลงเป็นประโยชน์ทั้งในกลุ่ม G และ G⁺ เพื่อให้การจับสัตว์ทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น จากรายงานจำนวนแม่โคที่เป็นสัตว์ในกลุ่มมีผลต่อการเหนี่ยวนำให้แม่โคตัวอื่นแสดงพฤติกรรมการขึ้นทับเพิ่มสูงขึ้น โดยถ้ามีโค 1 ตัวที่เป็นสัตว์จะทำให้ค่าเฉลี่ยในการขึ้นทับสูงขึ้น 11 ครั้ง และเพิ่มเป็น 36 และ 53 ครั้งเมื่อมีโคเป็นสัตว์ 2 และ 3 ตัว ตามลำดับ (Humik, 1975) อาจเป็นไปได้ที่ฝูงแม่โคมีการกระตุ้นกันเองภายในกลุ่ม หากมีตัวใดตัวหนึ่งเป็นสัตว์ เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นในการแสดงพฤติกรรมการเป็นสัตว์ ในโคที่รวมกลุ่มกันขึ้นกับอิทธิพลของจำนวนแม่โคในฝูง และอัตราส่วนของโคที่เป็นสัตว์ในช่วงเวลาเดียวกัน (Phillips, 2010) และน่าจะทำให้ผู้เลี้ยงหรือผู้รีดนมสังเกตเห็นพฤติกรรมดังกล่าวได้ชัดเจนขึ้น

โดยในปัจจุบันยังไม่มีรายงานที่สามารถระบุได้แน่ชัดว่า ควรมีจำนวนของโคในการจัดกลุ่มขนาดเล็กกี่ตัว จึงเหมาะสมสำหรับการตรวจสัตว์ พบเพียงแต่การจัดกลุ่มย่อยจำนวน 5-6 ตัวต่อกลุ่ม ซึ่งอธิบายถึงผลของ Social facilitation ว่าอาจเป็นการเพิ่มระดับความตื่นตัวทางเพศที่เหนี่ยวนำให้สมาชิกตัวอื่นในกลุ่มที่อยู่ในช่วงเป็นสัตว์แสดงพฤติกรรมการขึ้นทับ (Acevedo *et. al.*, 2007) อันเป็นผลจากอิทธิพลของโคเพศเมียด้วยกันเอง (Female-to-female effect) ซึ่งกลไกของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมภายในกลุ่ม อาจเป็นอิทธิพลจากการทำงานของฮอร์โมน โดยยังไม่สามารถระบุแน่ชัดได้ แต่การสื่อสารของสัตว์ภายในกลุ่ม เกี่ยวข้องกับการมองเห็น การเคลื่อนไหว การได้ยิน และการปล่อยสารฟีโรโมน (McLeod and Phillips, 1998) และปัจจัยของ Social facilitation ขึ้นอยู่กับจำนวนแม่โคที่เป็นสัตว์ภายในกลุ่ม โดยพบว่าหากมีแม่โคที่ไม่เป็นสัตว์ (nonestrus) อยู่ในกลุ่มจะทำให้โคตัวอื่นลดปฏิสัมพันธ์ทางเพศ และเป็นผลทำให้ลดพฤติกรรมการขึ้นทับ (Acevedo *et. al.*, 2007)

การมีจำนวนแม่โคภายในกลุ่มมาก เป็นการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ในช่วงการเป็นสัด แต่การรวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่น อาจทำให้ไม่มีพื้นที่มากพอสำหรับการแสดงพฤติกรรม หรือถ้ามีการแสดงพฤติกรรมเป็นสัดเกิดขึ้น อาจทำให้การตรวจพบการเป็นสัดยากขึ้น เนื่องจากการสังเกตทำได้ยากขึ้น หากมีโคที่อยู่ในบริเวณเดียวกันจำนวนมากเกินไป (Diskin, 2008) สภาพแวดล้อมของโรงเรือนที่โคอาศัยอยู่จำเป็นต้องมีพื้นที่เพียงพอ สำหรับให้โคแสดงพฤติกรรมเป็นสัดรวมไปถึงเรื่องของพื้นผิวภายในคอก ซึ่งมีผลทั้งการขึ้นทับและการยืน โคที่อยู่ในโรงเรือนที่มีพื้นที่จำกัด (Roelofs *et al.*, 2010) หรือในระบบการเลี้ยงแบบผูกยืนโรง (tie stall) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโคด้วยกันเกิดขึ้นน้อยและอาจมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ ทำให้แม่โคไม่สามารถแสดงพฤติกรรมการขึ้นทับได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นการตรวจสัดทำได้เพียงสังเกตพฤติกรรมนำสู่การเป็นสัด ซึ่งไม่ใช่พฤติกรรมการขึ้นทับกัน (secondary oestrous signs) ดังนั้นผลการตรวจสัดที่พบมีความผิดพลาดสูง (Ranasinghe *et al.*, 2009) และแน่นอนว่าจะมีผลกระทบทางลบต่อจำนวนโคตั้งท้องระยะแรก

แม่โคในกลุ่ม G^+ จะได้รับการตรวจพบการเป็นสัดได้ครบทั้งหมด (9/9) ภายใน 45 วัน อาจเป็นผลจากการใช้แผ่นอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นป็น (Heat mount detectors) ตรวจการเป็นสัดได้ต่อเนื่อง ตั้งแต่เริ่มติดอุปกรณ์ดังกล่าว สำหรับในการทดลองนี้หลังจากการจัดกลุ่มทั้ง 2 กลุ่มแล้ว ได้ติดแผ่นอุปกรณ์ตั้งแต่เริ่มการทดลองวันแรก โดยเมื่อเทียบกับระยะวงจรรอบการเป็นสัดประมาณวันที่ 17 – 20 ของวงจรรอบการเป็นสัด (proestrus) ซึ่งตามธรรมชาติแม่โคนมมักแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดในช่วงเวลาอากาศเย็น โดยเมื่อติดแผ่นอุปกรณ์การเช็ดสัดไว้ที่โคนหาง จะถูกทำสัญลักษณ์ในช่วงกลางคืนตั้งแต่เวลา 18.00 – 6.00 น. (Hackett and Mcallister, 1984) ดังนั้นนอกเหนือจากช่วงเวลา คือ 4.00 – 4.30 น. 7.30 – 8.00 น. 13.30 – 14.00 น. และ 16.30 – 17.00 น. ที่ไม่ได้สังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดในกลุ่ม G ถ้ามีแม่โคขึ้นทับกันอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นป็น (Heat mount detectors) สามารถตรวจพบการเป็นสัดได้ ดังนั้นการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดเฉพาะช่วงเวลา โดยบางช่วงที่ไม่ได้เฝ้าสังเกต เช่น เวลา 21.00 น. โคอาจขึ้นทับกันนอกเวลาทำงานไม่มีคนอยู่ในแปลงทำให้การตรวจสัดพลาดไปได้ มีรายงานระบุว่าควรตรวจสัดอย่างสม่ำเสมอ โดยการตรวจสัดที่ดีต้องทำอย่างน้อยวันละ 2 – 3 ครั้ง นอกเหนือจากเวลารีดนมและเวลาจ่ายอาหารโค และในแต่ละครั้งต้องตรวจอาการเป็นสัดประมาณ 30 นาที (Van Vliet and Van Eerdenburg, 1996) โดยให้ความสนใจในการตรวจการเป็นสัดในช่วงเช้ามืดและในช่วงพลบค่ำ เนื่องจากแม่โคแสดงอาการให้เห็นได้เด่นชัด (Hackett and Mcallister, 1984)

การพิจารณาผลการตรวจพบการเป็นสัดตลอดตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทดลอง พบว่ากลุ่ม G และกลุ่ม G^+ มีค่าเท่ากับ 77.7 % (7/9 ตัว) และ 100 % (9/9 ตัว) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P >$

0.05) ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น (116 วัน) สามารถเลือกใช้เทคนิคการจัดกลุ่มร่วมกับการสังเกตพฤติกรรม หรือการจัดกลุ่มร่วมกับการใช้อุปกรณ์ได้ทั้งสองวิธี แต่การเลือกใช้เทคนิคการจัดกลุ่มร่วมกับการสังเกตพฤติกรรม เป็นวิธีการที่ให้ผลการตรวจคัดที่ดี โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการใช้อุปกรณ์ แต่สำหรับการลงทุนเชิงธุรกิจในระบบการผลิตโคนม การตรวจคัดที่ใช้เวลานานขึ้นจากการตรวจคัดพลาดในวงรอบการเป็นสัดครั้งแรก และการผสมเทียมหลายครั้งเนื่องจากแม่โคมีปัญหาในระบบสืบพันธุ์ ทำให้เป้าหมายที่คาดหวังว่าแม่โคตั้งท้องให้ลูกภายใน 1 ปี ไม่เป็นไปตามที่วางแผน และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้แผ่นอุปกรณ์ช่วยในการตรวจเช็คสัด ให้ผลดีในเรื่องของระยะเวลาการทำงานที่สั้นลง และเป็นการประหยัดแรงงาน แต่ก็พบข้อเสียจากความผิดพลาดในการตรวจ False positive โคตัวที่ถูกโคตัวอื่นขึ้นทับโคอาจเป็นสัดจริง (standing heat) หรือโคถูกปีนทั้งที่ไม่เป็นสัดก็ได้ นอกจากนี้ยังเกิดการสูญเสียจากแผ่น Estrus alert[®] ติดโคนหางที่หลุดหายอีกด้วย (Ball *et. al.*, 1983) ซึ่งการทดลองนี้ให้ผล False positive ในกลุ่ม G และ G⁺ เท่ากับ 28.5 % (2/7 ตัว) และ 22.2 % (2/9 ตัว) ตามลำดับ ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในผลการทดลองถัดไป (ตารางที่ 5) โดยไม่พบกรณีของการสูญเสียจากแผ่น Estrus alert[®] ติดโคนหางเกิดขึ้นทั้งสองกลุ่ม

2. ผลของอัตราการได้รับการผสม (Submission rate) ในกลุ่มใช้การสังเกตพฤติกรรม (กลุ่ม G) และกลุ่มใช้แผ่นอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัดจากการขึ้นปีน (กลุ่ม G⁺)

อัตราการได้รับการผสมของแม่โคในกลุ่ม G และ G⁺ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อัตราการได้รับการผสมในกลุ่ม G และ G⁺ เท่ากับ 71.4 % (5/7 ตัว) และ 44.4 % (4/9 ตัว) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ พบว่า อัตราการได้รับการผสมมีค่าต่ำกว่าอัตราตรวจการเป็นสัดทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง คือ ในกลุ่ม G อัตราการเช็คสัดเท่ากับ 77.7 % และกลุ่ม G⁺ เท่ากับ 100 %

สำหรับในกลุ่ม G ซึ่งเลือกสังเกตอาการที่โคแสดงออก เมื่ออยู่ในช่วงเป็นสัด ดังต่อไปนี้ คือ ขอมการขึ้นทับโคตัวอื่นทั้งบริเวณส่วนหัว และส่วนท้าย (mounting) การดมช่องคลอดโคตัวอื่น (sniffing) และการมีสิ่งคัดหลั่งมีลักษณะเป็นเมือกใสไหลออกมาจากบริเวณปากช่องคลอด ลักษณะเหล่านี้ได้ถูกกำหนดเป็นระบบคะแนน โดยมีค่าเท่ากับ 100, 10 และ 3 คะแนน ตามลำดับ (Van Vliet *et. al.*, 1996) ซึ่งเมื่อรวมคะแนนแล้วมีค่าสูงกว่า 50 คะแนนขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าแม่โคควรได้รับการผสม ลักษณะที่เลือกมาดังกล่าวข้างต้นนี้ ถือได้ว่าเป็นอาการบ่งชี้ที่สำคัญ ดังนั้นเมื่อมีการสังเกตตรวจก่อนการผสมเทียมจึงสามารถผสมเทียมได้ในทันที ส่วนในกลุ่ม G⁺ พิจารณาให้แม่โคได้รับการผสม

โดยสังเกตด้วยตาเปล่าจากการหลุดลอกของแผ่นเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีแดงเกินกว่า 50 % เพื่อเป็นการยืนยันว่า แม่โคยอมให้ตัวอื่นขึ้นทับส่วนท้าย มีค่าเท่ากับ 100 คะแนน ซึ่งมีค่าสูงที่สุดดังนั้นการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว จึงมีความน่าเชื่อถือในการตรวจการเป็นสัด

ในการทดลองนี้แม่โคที่ตรวจพบการเป็นสัดแต่ไม่ได้รับการผสม เกิดจากปัญหาของระบบสืบพันธุ์ โดยปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ คือ ปัญหาโรคมดลูกอักเสบเฉียบพลัน (Acute metritis) และถุงน้ำในรังไข่ (Cystic ovarian disease) โดยเฉพาะในกลุ่ม G^+ สำหรับอาการโรคมดลูกอักเสบเฉียบพลันนั้น เมื่อทำการล้วงตรวจช่องคลอดจะตรวจพบหนองปนเมือกอยู่บริเวณช่องคลอด ส่วนถุงน้ำในรังไข่พบว่ารังไข่มีขนาดใหญ่กว่าปกติ (สุณิรัตน์, 2553) ซึ่งต้องทำการรักษาและรอให้แม่โคมีสภาพร่างกายที่พร้อม เพื่อกลับวงจรการเป็นสัดใหม่อีกครั้ง เมื่อมีการจับสัดครั้งต่อไปจึงจะสามารถผสมเทียมได้ โดยนับระยะเวลาไปอีกประมาณ 21 วัน นับจากที่ตรวจพบโรค ดังนั้นการผสมเทียมจึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้ทันทีในการตรวจพบการเป็นสัดครั้งแรกที่ทำการทดลอง และทำให้ค่าของอัตราการผลิตการผสมมีค่าต่ำกว่าค่าอัตราตรวจการเป็นสัด

ทั้งนี้ค่าอัตราการได้รับการผสมขึ้นกับการจัดการของเจ้าของโค ที่ต้องเอาใจใส่แม่โคหลังคลอดเป็นประจำทุกวันอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการจับสัดต้องชัดเจน ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดจากการจับสัดเช่น โคไม่ได้เป็นสัด แต่บันทึกว่าโคเป็นสัดแล้วผสมเทียม ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อค่าอัตราการผสมติด ดังนั้นเจ้าของโคจึงควรให้ความสนใจ เพื่อให้ค่าอัตราการได้รับการผสมมีค่าสูง เนื่องจากมีผลต่อการให้ลูก และอาจช่วยลดผลกระทบต่างๆที่ไม่สามารถคาดการณ์ ซึ่งทำให้อัตราการผสมติดมีค่าต่ำลง (Macmillan, 1984) ในการทดลองนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพตรวจการเป็นสัดของแม่โคโดยการจับกลุ่ม และการใช้อุปกรณ์ช่วยแต่ไม่สามารถเพิ่มอัตราการได้รับการผสม เนื่องจากปัญหาความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์และการติดเชื้อ การเพิ่มอัตราการตั้งท้องและการให้ลูกในอนาคต จึงต้องเพิ่มมาตรการในการดูแลสุขภาพและความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์ และลดปัญหาการติดเชื้อของระบบสืบพันธุ์ในแม่โคหลังคลอด

3. การวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นโปรเจสเตอโรนในน้ำนม ต่อการตรวจสอบผลการตรวจพบพฤติกรรมเป็นสัด และสถานภาพการทำงานของรังไข่

ในกรณีการตรวจสอบข้อมูลการสังเกตด้วยตาเปล่า และการใช้อุปกรณ์ ในการทดลองจึงตรวจวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนในน้ำนมของแม่โคหลังการตรวจพบพฤติกรรมเป็นสัดทั้งกลุ่ม G (ตารางที่ 6) และ G^+ (ตารางที่ 7) โดยกำหนดค่าระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน

ในน้ำนมวันที่ 0 ไว้ดังนี้ ถ้าค่าฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ng/ml แปลผลได้ว่า โคแสดงพฤติกรรมความเป็นสัจจริง แต่ถ้ามีค่าฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนมากกว่า 1 ng/ml แปลผลได้ว่า โคไม่เป็นสัจจริง และเรียกการตรวจคัดผิดพลาดแบบ False positive จากผลการวิเคราะห์พบว่า ในกลุ่ม G โคเป็นสัจจริง 71.4 % (5/7 ตัว) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่ม G⁺ 77.7 % (7/9 ตัว; ตารางที่ 5) และอัตราตรวจคัดผิดพลาดแบบ False positive ในกลุ่ม G เท่ากับ 28.5 % (2/7 ตัว) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่ม G⁺ 22.2 % (2/9 ตัว)

ตารางที่ 5 อัตราตรวจพบการเป็นสัจจริง และอัตราตรวจคัดผิดพลาดแบบ False positive ของโคกลุ่ม G และ G⁺

ดัชนี	กลุ่ม 1 (G)	กลุ่ม 2 (G ⁺)	P-value
อัตราตรวจพบการเป็นสัจจริง	5/7 (71.4 %)	7/9 (77.7 %)	ns
อัตราตรวจคัดผิดพลาดแบบ False positive	2/7 (28.5 %)	2/9 (22.2 %)	ns

ns = non significant

จากค่าอัตราการตรวจพบการเป็นสัจจริงแสดงให้เห็นว่า กลุ่ม G และ G⁺ ให้ผลการตรวจการเป็นสัจจริงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่เทคนิคการจัดกลุ่มร่วมกับการใช้อุปกรณ์ตรวจการเป็นสัจมีแนวโน้มของอัตราตรวจพบการเป็นสัจจริงสูงกว่า (77.7 %) การใช้เทคนิคการจัดกลุ่มร่วมกับการสังเกตพฤติกรรม (71.4 %) ส่วนอัตราตรวจคัดผิดพลาดแบบ False positive (ระบุว่าตรวจพบการเป็นสัจ แต่จากผลการตรวจด้วยฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในน้ำนมพบว่าโคไม่ได้เป็นสัจ) ในกลุ่ม G มีแนวโน้มความผิดพลาดของการตรวจคัด (28.5 %) สูงกว่ากลุ่ม G⁺ (22.2 %) โดยค่าทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ทั้งสองวิธีที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพในการตรวจพบการเป็นสัจจริง และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นไม่ต่างกัน จากผลการทดลองนี้จึงสามารถเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ตามความเหมาะสมของการจัดการในแต่ละฟาร์ม

ตารางที่ 6 ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคกลุ่ม G

โคกลุ่ม G	ค่าความเข้มข้นฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (ng/ml)/วันที่			สถานภาพ
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 14	
1	8	< 1	8	ไม่เป็นสัด
2	< 1	< 1	< 1	เป็นสัดจริงแต่ไม่ตกไข่
3	< 1	3	15	เป็นสัดจริง
4	< 1	4	16	เป็นสัดจริง
5	< 1	2	1	เป็นสัดจริง
6	3	5	6	ไม่เป็นสัด
7	< 1	3	8	เป็นสัดจริง
8	n/v	n/v	n/v	n/v
9	n/v	n/v	n/v	n/v

หมายเหตุ: n/v = ไม่มีข้อมูล เนื่องจากโคในกลุ่ม G ลำดับที่ 8 และ 9 ไม่มีการเก็บตัวอย่างน้ำนมโดยสิ้นสุดการทดลองที่ 116 วัน ไม่มีการตรวจพบพฤติกรรมความเป็นสัดจำนวน 2 ตัว

ตารางที่ 7 ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนของโคกลุ่ม G⁺

โคกลุ่ม G ⁺	ค่าความเข้มข้นฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (ng/ml)/วันที่			สถานภาพ
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 14	
1	< 1	5	< 1	เป็นสัดจริง
2	1	< 1	8	เป็นสัดจริง
3	21	< 1	11	ไม่เป็นสัด
4	1	4	< 1	เป็นสัดจริง
5	1	< 1	< 1	เป็นสัดจริงแต่ไม่ตกไข่
6	1	1	2	เป็นสัดจริง
7	< 1	1	7	เป็นสัดจริง
8	7	< 1	12	ไม่เป็นสัด
9	< 1	3	8	เป็นสัดจริง

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การตกไข่มีปัญหาในแม่โคที่เป็นสัดและการตกไข่ปกติของโคกลุ่ม G และ G⁺

ดัชนี	กลุ่ม 1 (G)	กลุ่ม 2 (G ⁺)	P-value
การตกไข่มีปัญหาในแม่โคที่เป็นสัด	5/5 (100 %)	6/7 (85.7 %)	ns
การตกไข่ปกติจากโคทั้งหมดในกลุ่ม	3/7 (42.8 %)	1/9 (11.1 %)	ns

ns = non significant

จากการกำหนดค่าระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนวันที่ 5 ถ้ามากกว่า 5 ng/ml แปลผลได้ว่าโคมีการตกไข่และพบการเจริญของคอร์ปัสลูเทียม (คำนวณจากโคตัวที่ตรวจพบการเป็นสัดถูกต้องคือ ระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนวันที่ 0 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ng/ml) จากผลการวิเคราะห์พบว่าในกลุ่ม G การตกไข่มีปัญหา 5/5 ตัว (100 %) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่ม G⁺ 6/7 ตัว (85.7 %) และโคที่มีการตกไข่ปกติในกลุ่ม G และ G⁺ เท่ากับ 3/7 ตัว (42.8 %) และ 1/9 ตัว (11.1 %) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ($P > 0.05$; ตารางที่ 8) ค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในวันที่ 5 หลังการเป็นสัดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ng/ml อาจเป็นผลจากการเจริญเติบโตผิดปกติของคอร์ปัสลูเทียม ซึ่งอาจเกิดจากสภาพความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์หลังคลอด โดยสังเกตพบว่าหลังพบการเป็นสัดจะมีปัญหาการติดเชื้อมีสาเหตุ ทำให้ไม่ได้รับการผสม (ตารางที่ 4) ส่วนค่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในวันที่ 14 ซึ่งเป็นช่วงกลางของระยะการเป็นสัดหลังการตกไข่ (Luteal phase) หากมีการเป็นสัดจริง และเกิดการตกไข่ปกติ น่าจะมีค่าสูงกว่า 1 ng/ml ข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 8 เป็นผลจากการวิเคราะห์ค่าโปรเจสเตอโรนในน้ำนมเท่านั้น ไม่มีการสังเกตทางทวารหนักในแม่โคที่ทำการทดลอง

สรุปผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนโดยรวม พบว่า การตรวจพบการเป็นสัดในกลุ่ม G และ G⁺ ได้ผลดี แต่พบปัญหาที่เกิดจากตัวโคทำให้ไม่ได้รับการผสม (ตารางที่ 4) อาจเกิดจากการติดเชื้อ การตกไข่ วงรอบการเป็นสัดผิดปกติ ปัญหาโรคมดลูกอักเสบเฉียบพลันหรืออุ้งน้ำในรังไข่ ดังนั้นค่าอัตราการได้รับการผสมจึงมีค่าน้อยกว่าอัตราตรวจการเป็นสัด เนื่องจากแม้จะตรวจสัดพบแต่ไม่สามารถผสมเทียมได้ทันที มีความจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปัญหในส่วนของการจัดการแม่โคหลังคลอด โดยการสังเกตสภาพความผิดปกติของแม่โคแต่ละตัว รวมถึงเทคนิคในการผสมเทียม และจากการวิเคราะห์ค่าโปรเจสเตอโรนในน้ำนม ยังพบปัญหาการตกไข่ วงรอบการเป็นสัดผิดปกติ จำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ต้องได้รับการแก้ไข เนื่องจากส่งผลกระทบโดยตรงต่อจำนวนแม่โคที่ได้รับการผสม โอกาสในการผสมติด และรวมไปถึงจำนวนแม่โคตั้งท้อง ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการผลิตโคนม โดยคาดหวังผลกำไรจากผลผลิตน้ำนม

ในการทดลองนี้ การตรวจสอบในการจัดการฟาร์มและการปฏิบัติจริง ใช้คนงานรีดนม 1 คน ดูแลแม่โครีดนมประมาณ 20 ตัว อาจทำให้การตรวจสอบเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะช่วงที่ต้องทำงานควบคู่ไปด้วย เนื่องจากในช่วงเวลารีดนมเป็นช่วงที่แม่โคมีกิจกรรม เช่น การกินอาหาร การรีดนม ไม่ใช่ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแสดงการเป็นสัตว์ จึงควรตรวจสอบก่อน หรือหลังจากรีดนม และควรจัดกลุ่มแม่โคให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้เห็นการแสดงพฤติกรรมการเป็นสัตว์ชัดเจนขึ้น ซึ่งในสภาพการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าทำให้แม่โคแสดงพฤติกรรมเป็นสัตว์ได้ดีกว่า การเลี้ยงในโรงเรือน (Palmer *et. al.*, 2012) อีกทั้งการใช้อุปกรณ์ช่วยตรวจสอบจำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจในการใช้ และใช้ให้ถูกวิธี เหมาะสมต่อสภาพการจัดการภายในฟาร์ม และถึงแม้ว่าจะมีอุปกรณ์มาช่วย แต่หากไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่จากผู้เลี้ยง ในการตรวจสอบผลอุปกรณ์หลังการขึ้นแท่นของโคในทันที การใช้อุปกรณ์จะไม่เกิดประโยชน์และยังเสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในกรณีเน้นการตรวจการเป็นสัปดาห์เข้มข้น ในช่วงจัดกลุ่มผสมเป็นเวลา 45 วัน จะเห็นว่าประสิทธิภาพการตรวจสัปดาห์ของกลุ่มที่ใช้อุปกรณ์จะสูงกว่า ซึ่งการปรับปรุงการตรวจการเป็นสัปดาห์โดยการใช้วิธีการ หรือใช้อุปกรณ์ช่วยตรวจการเป็นสัปดาห์ คือ การจัดกลุ่ม และการจัดกลุ่มร่วมกับการใช้อุปกรณ์ (Heat mount detectors) จะเห็นว่า การจัดกลุ่มช่วยทำให้แรงงานตรวจพบการเป็นสัปดาห์ชัดเจนขึ้น ในส่วนกรณีที่ใช้การจัดกลุ่มร่วมกับอุปกรณ์ ทำให้การตรวจสัปดาห์สะดวก ประหยัดแรงงาน ใช้เวลาน้อย และได้ผลดี

ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการแม่โคในช่วงรอการผสม โดยการใช้ข้อมูลของแม่โคเป็นองค์ประกอบ ในการเลือกมาจัดเข้ากลุ่มจำเป็นที่จะต้องจดบันทึกข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับแม่โคทุกตัวในฟาร์ม เช่น วันกลับสัด วันที่ได้รับการผสมเทียม จำนวนวันที่ให้นม (DIM) เป็นต้น เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจในการจัดกลุ่ม

2. การวิจัยนี้เป็นการแก้ปัญหาเรื่อง การมีแรงงานจำกัดทำให้งานตรวจการเป็นสัปดาห์ไม่มีคนรับผิดชอบโดยตรง เนื่องจากต้องรีดนมแม่โคเป็นจำนวนมาก สำหรับในระบบการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า จึงได้นำเอาอุปกรณ์ตรวจการเป็นสัปดาห์จากจีนไปมาใช้เพื่อช่วยตรวจสัปดาห์ในช่วงที่ไม่มีแรงงาน ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีค่าใช้จ่ายเพิ่ม แต่ในกรณีที่ไมต้องการใช้อุปกรณ์ก็สามารถใช้เทคนิคการจัดกลุ่มและสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัปดาห์ในช่วงวันอาจเป็น 3 – 4 ครั้งต่อวันโดยเลือกช่วงเวลานอกเหนือจากที่โคทำกิจกรรม เช่น กินอาหาร หรือรีดนม ก็จะช่วยให้อัตราตรวจการเป็นสัปดาห์เพิ่มสูงขึ้น แต่จากการทดลองนี้พบว่า อาจต้องใช้ระยะเวลานานกว่าการใช้อุปกรณ์ แต่ก็สามารถให้ผลดีเช่นเดียวกัน

3. การจัดการที่ใช้ในการวิจัย ทุกกระบวนการจำเป็นต้องได้รับการเอาใจใส่จากผู้ดูแลโค ถึงแม้จะใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย ก็ต้องมีความเข้าใจและตรวจสอบอุปกรณ์อยู่เสมอ เพื่อให้ค่าอัตราการเช็ดสัดไม่ผิดพลาด ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการแก้ปัญหา นำไปสู่การวิจัยต่อไปที่จะพิจารณาค่าอัตราการผสมติด อัตราการตั้งท้อง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- บรรลือ กรมาติย์สุข และ สุดสายใจ กรมาติย์สุข. 2549. การกำหนดโปรแกรมการสืบพันธุ์ในแม่โคนมหลังคลอด. *สัตวแพทยสาร* 57: 56–72.
- ปรียพันธุ์ อุดมประเสริฐ. 2537. การจัดการสุขภาพและผลผลิตในฟาร์มโคนม. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์สารมวลชน, กรุงเทพฯ.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2540. อาหารและการจัดการฟาร์มขนาดใหญ่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2546. โคนม. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุณิรัตน์ เอี่ยมละมัย. 2553. การสืบพันธุ์ในโค. พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก. ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น.
- สุนิสา แก้ววิเศษ. 2551. ชุดตรวจสอบโปรเจสเทอรอนโดยใช้เทคนิคเอนไซม์ลิงค์อิมมูโนซอร์เบนต์ แอสเสย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิชัย โรจนเสถียร. 2538. การจัดการระบบสืบพันธุ์ในฟาร์มโคนม, น. 81–92. ใน สุวิชัย โรจนเสถียร, บรรณาธิการ. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การดูแลสุขภาพและระบบสืบพันธุ์ในโค. ภาควิชาสัตวศาสตร์ ฐานเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- Acevedo, N., C.S. Galina, A. Pulido and A. Orihuela. 2007. Dynamics in sexually active groups of Zebu cattle (*Bos indicus*) comparing two procedures for estrus induction. *J. Vet. Beh.* 2: 5–9.
- Albright, J.L. and C.W. Arave. 1997. **The Behaviour of Cattle**. CAB International, UK.

- At-taras, E.E. and S.L. spahr. 2001. Detection and characterization of estrus in dairy cattle with an electronic heatmount detector and an electronic activity tag. **J. Dairy Sci.** 84: 792–798.
- Bajema, D.H., M.P. Hoffman, T.E. Aitchison and S.P. Ford. 1994. Use of cow-side progesterone tests to improve reproductive performance of high-producing dairy cows. **Theriogenology** 42: 765–771.
- Baldwin, B.A. 1977. Ability of goat and calves to distinguish between conspecific urine samples using olfaction. **Appl. Anim. Ethol.** 3: 145–150.
- Ball, P.J.H and A.R Peters. 2004. **Reproduction in Cattle.** 3th ed. Blackwell Publishing, London.
- Ball, P.J.H., J.E.D. Cowpe and D.B. Harker. 1983. Evaluation of tail paste as an oestrus detection aid using serial progesterone analysis. **Vet. Rec.** 112: 147–149.
- Bergsten, C. 2001. Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. **Vet. Clin. N. Am.** 17: 1–23.
- Berteaux, D. and T. Micol. 1992. Population studies and reproduction of the feral cattle (*Bos taurus*) of Amsterdam Island. **J. Zool.** 228: 265–276.
- Britt, J.H., R.G. Scott, J.D. Armstrong and M.D. Whitacre. 1986. Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. **J. Dairy Sci.** 69: 2195–2202.
- Broom, D.M. and A.F. Fraser. 2007. **Domestic Animal Behaviour and Welfare.** 4th ed. CAB International, UK.

- Castellanos, F.A., A. Orihuela and C.S. Galina. 1997. Oestrous expression in dairy cows and heifers (*Bos taurus*) following repeated PGF2a injection and choice of selecting a mounting partner. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 51: 29–37.
- Chenoweth, P.J. 1981. Libido and mating behaviour in bulls, boars and rams. A review. **Theriogenology** 16: 155–177.
- Chicoteau, E., E. Mamboe, C. Cloe and A. Bassinga. 1989. Oestrous behaviour of Baoule cows (*Bos taurus*) in Burkina Faso. **Anim. Reprod. Sci.** 21: 153–159.
- Claycomb, R.W. and M.J. Delwiche. 1998. Biosensor for on-line measurement of bovine progesterone during milking. **Biosens. Bioelectron.** 13: 1173–1180.
- Cupp, A.S., T.T. Stumpf, F.N. Kojima, L.A. Werth, M.W. Wolfe, M.S. Roberson, R.J. Kittok and J.E. Kinder. 1995. Secretion of gonadotrophins change during the luteal phase of the bovine oestrous cycle in the absence of corresponding changes in progesterone or 17 β -estradiol. **Anim. Reprod. Sci.** 37: 109.
- Diskin, M.G. 2008. Reproductive management of dairy cows: a review (part I). **Ir. Vet. J.** 61: 326–332.
- Diskin, M.G. and J.M. Sreenan. 2000. Expression and detection of oestrus in cattle. **Reprod. Nutr. Dev.** 40: 481–491.
- Dobson, H., R. Smith, M. Royal, C. Knight and I. Sheldon. 2007. The high-producing dairy cow and its reproductive performance. **Reprod. Domest. Anim.** 42: 17–23.
- Dobson, H., S.L. Walker, M.J. Morris, J.E. Routly and R.F. Smith. 2008. Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? **Animal**. 2: 1104–1111.

- Edward, O.P. 2008. **Principles and Application of Domestic Animal Behavior**. CAB International, UK.
- Entsu, S., H. Dohi, and A. Yamada. 1992. Visual acuity of cattle determined by the method of discrimination learning. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 34: 1–10.
- Estes, R.D. 1974. Social organization of the African Bovidae, pp. 166-205. In V. Geist and F. Walther, eds. **The Behaviour of Ungulates and Its relation to Management**. IUCN public, Morges.
- Facolner, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. **Introduction to Quantitative Genetics**. 4th ed. Longman Group Ltd., London, UK.
- Firk, R., E. Stamer, W. Junge and J. Krieter. 2002. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. **Livest. Prod. Sci.** 75: 219–232.
- Forde, N., M.E. Beltman, P. Lonergan, M. Diskin, J.F. Roche and M.A. Crowe . 2011 Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. **Ani. Reprod. Sci.** 124: 163–169.
- Friggens, N.C. and M.G.G. Chagunda. 2005. Prediction of the reproductive status of cattle on the basis of milk progesterone measures: model description. **Theriogenology** 64: 155–190.
- Furkerson, W.J. 1984. Reproduction in dairy cattle: effect of age, cow condition, production level, calving-to-first-service interval and the male. **Anim. Reprod. Sci.** 7: 305–314.
- Galina, C.S., A. Orihuela and I. Rubio. 1996. Behavioural trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. **Anim. Reprod. Sci.** 42: 465–470.

- Gangwar, P.C., C. Branton and D.L. Evans. 1965. Reproductive and physiological responses of Holstein heifers to controlled and natural climatic conditions. **J. Dairy Sci.** 48: 222–227.
- Grant, R.J. and J.L. Albright. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **J. Anim. Sci.** 73: 2791–2803.
- Gwazdauskas, F.C., J.A. Lineweaver and M.L. McGilliard. 1983. Environmental and management factors affecting estrous activity in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 66: 1510.
- Gwazdauskas, F.C., W.D. Whittier, W.E. Vinson and R.E. Pearson. 1986. Evaluation of reproductive efficiency of dairy cattle with emphasis on timing of breeding. **J. Dairy Sci.** 69: 290.
- Hackett, A.J., T.R. Batra and A.J. Mcallister. 1984. Estrus detection and subsequent reproduction in dairy cows continuously housed indoors. **J. Dairy Sci.** 67: 2446.
- Hafez, E.S.E. and B. Hafez. 2000. **Reproduction in Farm Animals**. 7th ed. Blackwell, UK.
- Hoard, W.D. 1996. **Dairy Cattle Fertility and Sterility**. W.D. Hoard & son company, USA.
- Hurnik, J.F., G.J. King and H.A. Robertson. 1975. Estrous and related behavior in postpartum Holstein cows. **Appl. Anim. Ethol.** 2: 55–68.
- Kajaysri, J. 2006. Comparison of estradiol concentrations and conception rate between cows with different estrus behaviors. **KKU. Vet. J.** 16: 15–22.
- Keeling, L.J. and H.W. Gonyou. 2001. **Social Behaviour in Farm Animals**. CABI Publishing, USA.
- Kerbrat, S. and C. Disenhaus. 2004. A propotions for an updated behavioral characterization of the oestrus period in dairy cows. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 87: 223–238.

- Kiley, M. 1972. The vocalizations of ungulates, their causation and function. **Z. Tierpsychol.** 31: 171–222.
- Kojima, F.N. and D.J. Patterson. 2003. **Guide to Estrus Synchronization of Beef Cattle.** University of Missouri, Columbia.
- Leidl, W. and R. Stolla. 1976. Measurement of electric resistance of the vaginal mucus as an aid for heat detection. **Theriogenology** 6: 237–249.
- Lehrer, A.R., G.S. Lewis and E. Aizinbud. 1992. Oestrus detection in cattle: recent developments. **Anim. Reprod. Sci.** 28: 355–361.
- Llewelyn, C.A., C.D. Munro, A.G. Luckins, T. Jordt, M. Murray and E. Lorenzini. 1987. Behavioural and ovarian changes during the oestrous cycle in the Boran (*Bos indicus*). **Brit. Vet J.** 143: 75–82.
- Lopez-Gatius, F., P. Santolaria, I. Mundet and J.L. Yaniz. 2005. Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. **Theriogenology** 63: 1419–29.
- Lopez, H., L.D. Satter, M.C. Wiltbank. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. **Anim. Reprod. Sci.** 81: 209–223.
- Lovendahl, P., M. Chagunda, J. O'connell and N. Friggens. 2008. Genetics of fertility indicators based on behaviour and progesterone in milk. **Cattle Practice** 17: 7–12.
- McCaughey, W.J. and A.D. Patterson. 1981. Vaginal electrical resistance in cows: Measurements in isolated reproductive tracts. **Vet. Res. Commun.** 5: 73–76.
- Macmillan, K.L. and R.J.Curnow. 1977. Tail painting - a simple form of oestrus detection in New Zealand dairy herds. **New. Zeal. J. Exp. Agr.** 5: 357–361.

- Macmillan, K.L. 1984. Factors affecting reproductive performance in the dairy cow, pp. 25 – 30. *In* G.K. Barrell, ed. **Dairy Cattle Reproduction**. Lincoln College, New Zealand.
- Macmillan, K.L. 1998. Reproductive management of dairy cattle, pp. 91 – 112. *In* E. D. Fielden and J.F. Smith, ed. **Reproductive Management of Grazing Ruminants in New Zealand**. Hamilton Printing Works, New Zealand.
- McDonald, M.F., G.K. Barrell and Z.Z. Xu. 1998. Modifying Reproductive Process, pp. 77 – 90. *In* E.D. Fielden and J.F. Smith, ed. **Reproductive Management of Grazing Ruminants in New Zealand**. Hamilton Printing Works, New Zealand.
- McLeod, B.J. and D.J. Phillips. 1998. Hormonal control of the reproductive process, pp. 3 – 41. *In* E.D. Fielden and J.F. Smith, ed. **Reproductive Management of Grazing Ruminants in New Zealand**. Hamilton Printing Works, New Zealand.
- Miller, R.H., H.D. Norman, M.T. Kuhn, J.S. Clay and J.L. Hutchison. 2007. Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. **J. Dairy Sci.** 90: 1594–1606.
- Nebel, R. L. 1987. On-farm milk progesterone tests. **J. Dairy. Sci.** 71:1682–1690.
- Opsomer, G., Y.T. Grohn, J. Hertl, M. Coryn, H. Deluyker and A. de Kruif. 2000. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. **Theriogenology** 53: 841–857.
- Orihuela, A. 2000. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 70: 1–16.

- Palmer, A.M., G. Olmos, L.A. Boyle and J.F. Mee. 2012. A comparison of the estrous behavior of Holstein-Friesian cows when cubicle-housed and at pasture. **Theriogenology** 77: 382–388.
- Paul, M.F. 1999. Management Strategies for Improving Reproductive Efficiency in Lactating Dairy Cows. **Adv. Dairy Tech.** 11: 107.
- Peralta, O.A., R.E. Pearson and R.L. Nebel. 2005. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. **Anim. Reprod. Sci.** 87: 59–72.
- Peters, A.R. and P.J.H. Ball. 1986. **Reproduction in Cattle.** 1st ed. Butterworth & Co Ltd., UK.
- Peters, A.R. and P.J.H. Ball. 1995. **Reproduction in Cattle.** 2nd ed. Blackwell Science Ltd., London.
- Phillips, C.J.C. 2010. **Principles of Cattle Production.** 2th ed. Cambridge University, Cambridge, UK.
- Phillips, C.J.C. and S.A. Schofield. 1990. The effect of environment and stage of the estrous-cycle on the behavior of dairy-cows. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 27: 21–31.
- Rahe, C.H., R.E. Owens, J.L. Fleiger, H.J. Newton and P.G. Harms. 1980. Pattern of plasma luteinizing hormone in the cyclic cow: Dependence upon the period of the cycle. **Endocrinology** 107: 498.
- Ranasinghe, R.M.S.B.K., T. Nakao and A. Kobayashi. 2009. Incidence of error in oestrus detection based on secondary oestrus signs in a 24-h tie-stalled dairy herd with low fertility. **Reprod. Dom. Anim.** 44: 643–646.

- Reece, J.B., N.A. Campbell; M.L. Cain, R.B. Jackson and P.V. Minorsky. 2010. **Campbell biology**. 9th ed. Benjamin-Cummings Publishing Company, USA.
- Reimers, T.J., R.D. Smith and S.K. Newman. 1985. Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the northeastern United States. **J. Dairy Sci.** 68: 963.
- Rhodes, A.P. 1984. Practical recommendations for achieving high reproductive performance to artificial breeding, pp. 81 – 87. In G. K. Barrell, ed. **Dairy Cattle Reproduction**. Lincoln College, New Zealand.
- Roelofs, J., F. Lopez-Gatius, R.H.F. Hunter, F.J.C. M. van Eerdenburg and C. Hanzen. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. **Theriogenology** 74: 327–344.
- Rorie, R.W., T.R. Bilby and T.D. Lester. 2002. Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. **Theriogenology** 57: 137–48.
- Schally, A.V., A. Arimura, A.J. Kastin, H. Matsuo, Y. Baba, T.W. Redding, R.M.G. Nair L. Debeljuk and R.F. White. 1971. Gonadotropin–releasing hormone: one polypeptide regulates secretion of luteinizing and follicle–stimulating hormones. **Science** 173: 1036.
- Schloeth, R. 1958. Le cycle annuel et le comportement social du taureau de camargue. **Mammalia** 22: 121–139.
- Senger, P.L. 1994. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. **J. Dairy Sci.** 77: 2745.
- Sheldon, I.M. 2004. The postpartum uterus. **Vet. Clin. N. Am-Food A.** 20: 569–591.

Sheldon, I.M., S.B. Price, J. Cronin, R.O. Gilbert and J.E. Gadsby. 2009. Mechanisms of infertility associated with clinical and subclinical endometritis in high producing dairy cattle. **Reprod. Dom. Anim.** 44:1–9.

Sinclair, A.R.E. 1977. **The African Buffalo : a Study of Resource Limitation of Populations.** University of Chicago Press, USA.

Sousa, N.M., J.M. Garbayo, J.R. Figueiredo, J. Sulon, P.B.D. Goncalves and J.F. Beckers, 1999. Pregnancy-associated glycoprotein and progesterone profiles during pregnancy and postpartum in native goats from the north-east of Brazil. **Small Ruminant Res.** 32: 137–147.

Stevenson J.S., G.C. Lamb, Y. Kobayashi and D.P. Hoffman. 1998. Luteolysis during two stages of the estrous cycle: Subsequent endocrine profiles associated with radiotelemetrically detected estrus in heifers. **J. Dairy Sci.** 81: 2897–2903.

Stumpf, T.T., M.S. Roberson, M.W. Wolfe, D.L. Hamernik, R.J. Kittok and J.E. Kinder. 1993. Progesterone, 17 β -estradiol and opioid neuropeptides modulate pattern of LH in circulation of the cow. **Biol. Reprod.** 49: 1096.

Tadesse, M., J. Thiengtham, A. Pinyopummin, S. Prasanpanich and A. Tegegne. 2011. The use of vaginal electrical resistance to diagnose estrus and early pregnancy and its relation with size of the dominant follicle in dairy cattle. **Kasetsart J.** 45:435–443.

Tenhagen, B.A., C. Vogel, M. Drillich, G. Thiele and W. Heuwieser. 2003. Influence of stage of lactation and milk production on conception rates after timed artificial insemination following Ovsynch. **Theriogenology** 60:1527–1537.

Thatcher, W.W. and C.J. Wilcox. 1973. Postpartum estrus as an indicator of reproductive status in the dairy cow. **J. Dairy Sci.** 56: 608.

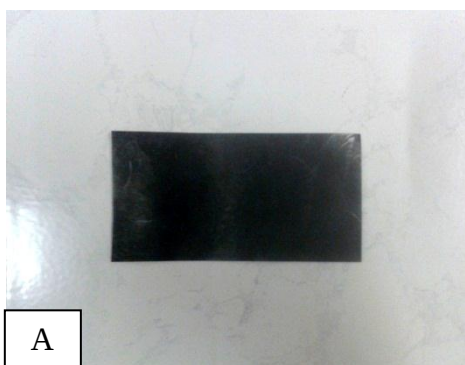
- Van Vliet, J.H. and F.J.C.M. Van Eerdenburg. 1996. Sexual activities and estrus detection in lactating Holstein cows. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 50: 57.
- Walker, S.L., R.F. Smith, J.E. Routly, D.N. Jones, M.J. Morris and H. Dobson. 2008. Lameness, activity time-budgets, and estrus expression in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 91: 4552–4559.
- Walsh, S.W., E.J. Williams and A.C.O. Evans. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. **Anim. Reprod. Sci.** 123: 127–138.
- Walters, D.L. and E. Schallenberger. 1984. Pulsatile secretion of gonadotropins, ovarian steroids and ovarian oxytocin during the periovulatory phase of the oestrous cycle in the cow. **J. Reprod. Fertil.** 71: 503.
- Williamson, N.B. and R.S. Morris. 1972. A study of estrous behavior and estrous detection methods in a large commercial dairy herd. **Vet. Rec.** 91: 50.
- Williamson, N.B. 1998. Monitoring reproductive performance as an aid to management, pp. 193 — 199. *In* E.D. Fielden and J.F. Smith, ed. **Reproductive Management of Grazing Ruminants in New Zealand**. Hamilton Printing Works, New Zealand.





ภาคผนวก ก

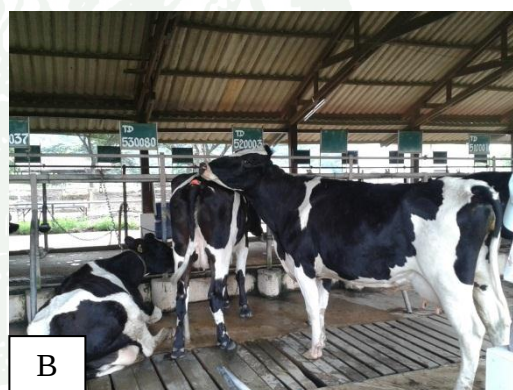
ภาพวิธีการติดแผ่นอุปกรณ์ (Estrus alert[®]) และพฤติกรรมการเป็นสัตว์



ภาพผนวกที่ ก1 ภาพ A ตัวอย่างแผ่นอุปกรณ์ Estrus alert® ภาพ B วิธีการทาขาวบริเวณโคนหาง
ภาพ C ใช้แปรงพู่กันขนาด 1½ นิ้ว ทาขาวให้ทั่วบริเวณที่ต้องการติดแผ่น Estrus
alert® ภาพ D แผ่น Estrus alert® ที่ผ่านการขึ้นทาบแล้ว



ภาพผนวกที่ ก2 ภาพ A ช่องคลอดมีเมือกใส ภาพ B ช่องคลอดบวม ขยายใหญ่



ภาพผนวกที่ ก3 ภาพ A แม่โคขึ้นทับส่วนท้ายของโคตัวอื่น ภาพ B เอาคางเกยส่วนท้ายโคตัวอื่น

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวอรสา บุญมีรติ
เกิดวันที่ 21 กรกฎาคม 2531
สถานที่เกิด อำเภอคูสิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา วท.บ. (เทคนิคการสัตวแพทย์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

