# การประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนม

# The Invention of Estrus Detector In Dairy Cows

โดย

นาย พิศิษฐ์ ชินประวัติ

นาย สุขขี แย้มยิ้ม

วัน เดือน ปี 29 กย. 2539
เลขทะเบียน 038065
เลขเรียกหนังสือ TJ1081 พ 359 ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

038065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

# เรื่อง
# การประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนม


ผู้จัดทำ

นาย พิศิษฐ์ ชินประวัติ

นาย สุขขี แย้มยิ้ม


.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ทรงวุฒิ แสงจันทร์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์วิชัย ศุภลักษณ์)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนม

นายพิศิษฐ์ ชินประวัติ
นายสุขขี แย้มยิ้ม
อาจารย์ทรงวุฒิ แสงจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์วิชัย ศุภลักษณ์
อาจารย์ที่ปรึกษา

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนมโดยอาศัยหลักการที่ว่า โคเพศเมียในระยะก่อนการเป็นสัดจะแสดงพฤติกรรมปีนขึ้นทับโคตัวอื่น โดยเครื่องมือตรวจสอบการปีนของโคจะทำการติดตั้งที่บริเวณ "เสือร้องไห้" ของโคเพศเมีย เมื่อโคเข้าสู่ระยะ Proestrus จะขึ้นปีนโคตัวอื่น เครื่องมือนี้จะทำหน้าที่เหมือนสวิทช์ซึ่งจะปิดวงจร ทำให้นาฬิกาดิจิตอลเดิน (เริ่มจับเวลา)

เครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนมประกอบด้วย สายหนังซึ่งทำหน้าที่ยึดนาฬิกาจับเวลา และสวิทช์ให้อยู่บนตัวโค และมี L.E.D. เป็นตัวแสดงว่าเครื่องตรวจการเป็นสัดทำงาน

เมื่อโคที่ติดตั้งเครื่องตรวจการเป็นสัดปีนขึ้นทับโคตัวอื่น เครื่องมือนี้จะทำหน้าที่เหมือนสวิทช์ซึ่งจะปิดวงจรทำให้นาฬิกาดิจิตอล และ L.E.D. ทำงานไปเรื่อยๆ จนกว่าผู้เลี้ยง หรือเจ้าหน้าที่จะมาตรวจพบ โดยเวลาที่ปรากฏในนาฬิกาสามารถนำไปคำนวนหาเวลาที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์ได้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนม พบว่าสามารถตรวจพบโคเป็นสัดได้ร้อยละ 53.33 ของโคที่ทำการทดสอบทั้งหมด โดยต้นทุนในการประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนมประมาณ 250 บาท สามารถใช้ได้ประมาณ 12 ครั้ง คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการตรวจการเป็นสัดประมาณ 20.83 บาท ต่อ 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# THE INVENTION OF ESTRUS DETECTOR IN DAIRY COWS

PISIT CHINPRAWAT

SUKKE YAMYIM

SONGYOOT SANGCHAN

ADVISOR

WICHAI SUPHALUCKSANA

ADVISOR

## ABSTRACT

This project is concerned about the design and invention of an instrument that is used for the estrus inspection in dairy cows. The cow will show significant behavior by mounting over the others during the proestrus period. This instrument will be placed at the cow's brisket. It work as a switch that will close the circuit and start the timing of digital clock.

This instrument is composed of a leather belt which hold the digital clock and switch in position. L.E.D. is a part used to indicate the operation of this instrument.

whenever the cow attached with the instrument mounts over the others. The switch will close the circuit. Digital clock and L.E.D. will start to operate continually until staff attendant is notified. The timing of the digital clock can be used to calculate the optimum period for artificial instrument. The efficiency test result found that this instrument can detect cow being estrus for 53.33 % of the sample. The cost of this invention is appoximately 250 baht. It can be used 12 times with the average cost of 20.83 baht per inspection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


| | | |
|---|---|---|
| สารบัญ | | ก |
| บทที่ 1 | บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 | หลักการทำงาน | 2 |
| บทที่ 3 | ตรวจเอกสาร | 3 |
| บทที่ 4 | อุปกรณ์และวิธีการ | 28 |
| | อุปกรณ์ | 28 |
| | วิธีการ | 29 |
| บทที่ 5 | ผลการทดลอง | 31 |
| | ต้นทุนการประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัด | 31 |
| | ตารางแสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจการเป็นสัดของโค | 32 |
| บทที่ 6 | บทสรุปและวิจารณ์ | 34 |
| | ภาคผนวก | 35 |
| | กิตติกรรมประกาศ | 42 |
| | เอกสารอ้างอิง | 43 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## คำนำ

การเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตน้ำนมเป็นอาหารมีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวัน เนื่องจากนมยังเป็นอาหารที่ต้องการสำหรับคนทั่วๆไป แต่สำหรับประเทศไทยนั้นอัตราการบริโภคนมเฉลี่ยประมาณ 10 กิโลกรัม หรือมีอัตราการบริโภคนมทั้งประเทศประมาณ 500 ล้านกิโลกรัม/คน/ปี ซึ่งนับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว นอกจากนี้นมที่บริโภคกันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นนมผงที่มาจากต่างประเทศแล้วนำมาใส่วิตามินและแร่ธาตุในอัตราส่วนที่เหมาะสม เนื่องจากมีราคาถูกกว่านมที่ผลิตได้ภายในประเทศมาก เพราะว่าผลผลิตน้ำนมโคในประเทศไทยไม่เพียงพอทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยหลายประการ ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือจำนวนโคนมภายในประเทศยังน้อยมาก เทคโนโลยีเกี่ยวกับการขยายพันธุ์โดยการผสมเทียมยังไม่ได้รับการเผยแพร่มากนัก รวมทั้งมีการตรวจการเป็นสัดที่ยังไม่มีความแม่นยำเพียงพอ ทำให้ไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมได้ จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาวิธีการที่จะทำให้เกิดความแม่นยำและให้ประสิทธิภาพสูงในการตรวจการเป็นสัด

ในปัจจุบันได้มีการคิดค้นเครื่องมือต่างๆขึ้นมามากมาย แต่เครื่องมือที่ผลิตขึ้นมายังไม่เป็นที่ยอมรับจากเกษตรกร เนื่องจากมีราคาที่แพง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศเรามีฐานะยากจนไม่มีกำลังเงินที่จะซื้อได้ จึงต้องอาศัยกำลังงานจากคนในการตรวจเช็คการเป็นสัดของโคนมแทนซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกษตรกรได้ปริมาณน้ำนมที่น้อยลง ซึ่งจะเป็นผลทำให้ผลผลิตนมภายในประเทศน้อยตามไปด้วย

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนมที่มีราคาถูกและมีความแม่นยำในการตรวจสูง
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจการเป็นสัด
3. เพื่อลดต้นทุนและแรงงานในการตรวจการเป็นสัดในฟาร์มโคนม
4. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องตรวจการเป็นสัดให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

## หลักการทำงาน

ในระยะก่อนการเป็นสัด โคจะมีอาการกระสับกระส่ายผิดปกติ เดินไปมาไม่อยู่นิ่ง ร้องและสนใจสภาพแวดล้อมมากขึ้นโดยมักจะปีนขึ้นทับโคตัวอื่น การทำงานของเครื่องตรวจการเป็นสัดจะเป็นการตรวจการปีนของเพศเมียที่อยู่ในระยะก่อนการเป็นสัด ซึ่งจะใช้สวิทช์แบบกดติดกดดับที่หาซื้อได้ตามร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วๆไป นำมาต่อกับวงจรนาฬิกาจับเวลา และหลอดไฟ L.E.D. พันด้วยเทปกาวใสเพื่อกันน้ำแล้วบรรจุลงในสายรัดที่ประดิษฐ์ขึ้นด้วยแผ่นหนังที่ผู้ทดลองได้ซื้อมาจากแหล่งขายแผ่นหนังแถบถนนเสือป่า การกดสวิทช์ควบคุมเป็นการสั่งให้เครื่องตรวจการเป็นสัดทำงาน โดยจะทำการติดตั้งสวิทช์ไว้ที่บริเวณ "เสือร้องไห้" (บริเวณหน้าอกของโค)

เมื่อโคปีนขึ้นทับโคตัวอื่น จะทำให้สวิทช์ถูกกด ซึ่งเป็นผลทำให้นาฬิกาจับเวลาเริ่มทำงาน และเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมตามที่ผู้เลี้ยงคำนวนไว้ จึงลงมือผสมเทียมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# ตรวจเอกสาร

## การเป็นสัดในโค (Estrus In Cows)

โคที่เลี้ยงเพื่อการผลิตเนื้อและนมในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด (species) คือ *Bos Taurus* เป็นโคที่มีต้นกำเนิดในแถบยุโรปและอเมริกา และ *Bos Indicus* เป็นโคที่มีต้นกำเนิดในแถบเอเชีย โคจัดเป็นสัตว์ที่ผสมพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี การเป็นสัดเกิดขึ้นได้หลายครั้ง (Asdell,1964) อายุของสัตว์ที่จะเป็นสัดครั้งแรกแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสัตว์ Levasseur และ Thibault (1980) สรุปว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลที่ทำให้ระยะดังกล่าวแตกต่างกันออกไปคือ ปัจจัยทางด้านพฤติกรรม สภาวะการได้รับอาหาร อุณหภูมิ และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในฤดูกาล McDonald(1980) ได้กล่าวไว้ว่าการกำหนดวัยเจริญพันธุ์ของสัตว์เริ่มเมื่อสัตว์โตพอที่จะเริ่มเมื่อสัตว์โตพอที่จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ และมีวงรอบการเป็นสัดครั้งแรก สำหรับในโค Sorensen และคณะ (1959) ได้รายงานไว้ว่า โคนมจะถึงวัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าโคเนื้อ

## การเป็นสัดครั้งแรก (First Estrus Or Puberty)

ตั้งแต่เกิดจนอายุ 1 ปี ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (pituitary) เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ (Gilmore และคณะ, 1941) โดยที่ระยะนี้ไม่มีความเกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์เลย จนกระทั่งเมื่อ pituitary gland สามารถตอบสนองต่อ hypothalamic releasing factors ได้ (flerko ,1963) นั่นหมายถึงการหลั่งฮอร์โมนของ pituitary gland เมื่อสัตว์เป็นสัดครั้งแรก เกิดขึ้นเนื่องจากการเจริญของ hypothalamus (Ramirez และ McCann ,1963)

Petskoi (1941) ได้รายงานว่าน้ำหนักเฉลี่ยของรังไข่ในโคแรกเกิดจะหนักประมาณ 0.5-0.6 กรัม และใน 4 เดือนแรกหลังคลอดน้ำหนักรังไข่จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ในเดือนที่ 5 หรือ 6 น้ำหนักจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วพร้อมๆกับมีการเจริญเติบโตของ follicle

Hammond (1927) รายงานว่า อายุเฉลี่ยของการเป็นสัดครั้งแรกในโคทุกสายพันธุ์คือ 9 เดือน หรืออยู่ในช่วง 5-15 เดือน ส่วนในรายงานของ Bearden และ Fuquay (1980) ได้รายงานว่า อายุโคที่แสดงการเป็นสัดครั้งแรกจะแปรผันไปในช่วง 8-18 เดือน แต่ปกติอยู่ในช่วง 9-13 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุและน้ำหนักต่อการเป็นสัดครั้งแรกของโคพันธุ์โฮลสไตน์ (Holstein Friesian) เมื่อได้รับอาหารแตกต่างกัน 3 ระดับ

| โภชนาย่อยรวม | อายุ(สัปดาห์และเดือน) | | | | น้ำหนัก(ปอนด์) | | น้ำหนัก(กิโลกรัม) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สัปดาห์ | เฉลี่ย | เดือน | เฉลี่ย | น้ำหนัก | เฉลี่ย | น้ำหนัก | เฉลี่ย |
| ระดับต่ำ(60%) | 59-80 | 72 | 13.6-18.5 | 16.6 | 430-575 | 540 | 195-261 | 245 |
| ระดับปกติ(100%) | 37-55 | 49 | 8.5-12.7 | 11.3 | 440-650 | 580 | 200-295 | 263 |
| ระดับสูง(140%) | 29-43 | 37 | 6.7-9.9 | 8.5 | 460-640 | 580 | 209-290 | 263 |

ที่มา : Sorensen และคณะ (1959)

Eckles (1915) ได้รายงานอายุเฉลี่ยของการเป็นสัดครั้งแรกของโคพันธุ์ต่างๆไว้ ได้แก่ Jersey 8 เดือน, Guernsey 11 เดือน,Holstein 11 เดือน และ Ayrshires 13 เดือน และในการทดลองที่สถานีทดลองเกษตรกรรมมิสซูรี่ (Missouri Agriculture Experimental Station) ได้แสดงให้เห็นว่าโคสาวที่ให้อาหารอย่างเต็มที่จะเป็นสัดครั้งแรกได้เร็วกว่าโคสาวที่ให้อาหารไม่เต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sorensen และคณะ (1959) ซึ่งรายงานว่าโคสาวจะเป็นสัดครั้งแรกก็ต่อเมื่อมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 500-600 ปอนด์ (227-272 กิโลกรัม) ไม่ว่าอายุเท่าใดก็ตาม ผลการทดลองดังปรากฏในตารางที่ 1

**วงรอบการเป็นสัด (Estrus cycle)**

วงรอบการเป็นสัดสามารถแบ่งคร่าวๆ ออกเป็น 4 ระยะได้แก่ proestrus, estrus, metestrus และ diestrus (Asdell, 1942 ; Dukes, 1942) ซึ่งได้มีการเปลี่ยนแปลงของ follicle และ corpus luteum ในระหว่างวงรอบการเป็นสัดดังในภาพที่ 1

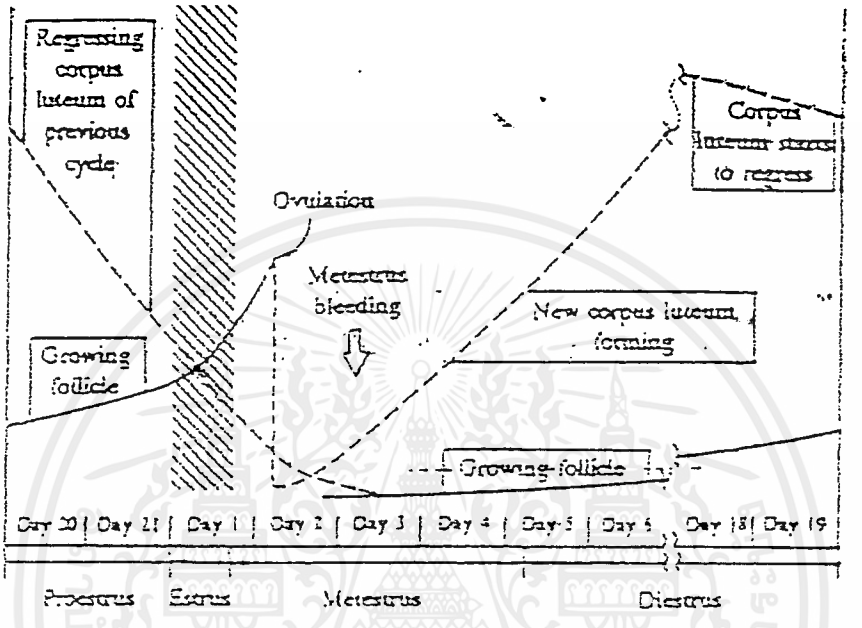
1. ระยะก่อนการเป็นสัด (proestrus) เป็นระยะที่มี FSH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior) มากระตุ้นให้ เจริญเติบโต ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน (Asdell, 1946)

2. ระยะแสดงการเป็นสัด (estrus) เป็นระยะที่ follicle เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วระยะนี้ใช้เวลาอยู่ในช่วง 0.5-30 ชั่วโมง

3. ระยะคลายสัด (metestrus) เป็ระยะที่เกิดการตกไข่ทำให้ แตกออกและทำให้เกิดการเจริญของ CL(corpus luteum) และเริ่มการทำงานโดยการผลิตฮอร์โมน ออกมาระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน(Bearden และ Fuquay, 1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระยะพักการเป็นสัด (diestrus) เป็นระยะที่ CL เจริญอย่างเต็มที่และเริ่มจะฝ่อตัว เนื่องจากอิทธิพลของ$PGF_{2a}$ ที่หลั่งออกมาจากมดลูกประมาณวันที่ 16-18 ของวงรอบการเป็นสัด และจะเหนี่ยวนำทำให้เกิดวงรอบการเป็นสัดใหม่ โดยในระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 10-14 วัน (Gomes, 1965 ; Hunter, 1980)

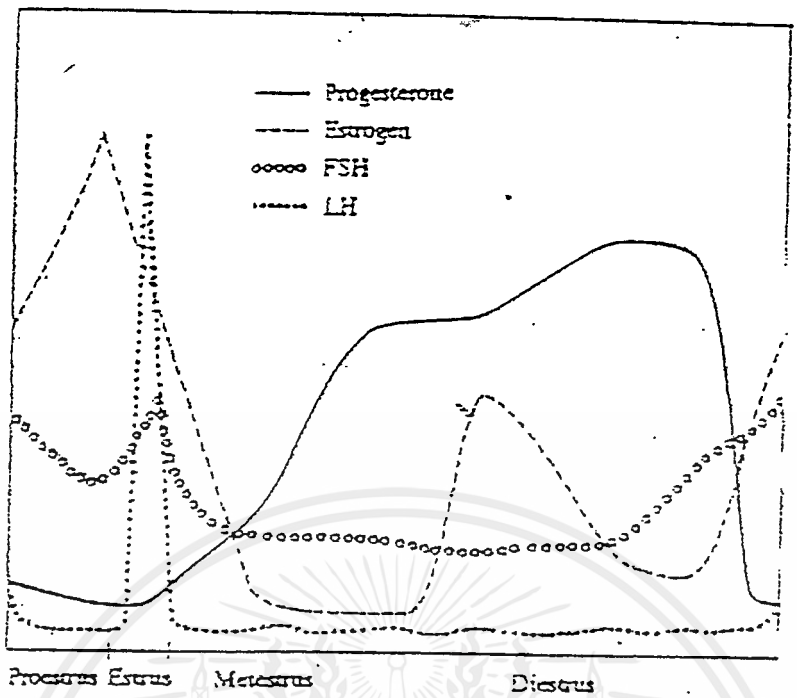



**ภาพที่** 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ follicle และ corpus luteum ในวงรอบการเป็นสัดของโค (Asdell,1946)

**การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในวงรอบการเป็นสัด(Hormone changes in estrus cycle)**

หลังจากโคเป็นสัดครั้งแรกจะเกิดมีวงรอบการเป็นสัดเกิดขึ้นไปตลอด ทั้งนี้เนื่องจากมีอิทธิพลของฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary gland) และรังไข่ (ovary) มากระตุ้นให้เกิดการเป็นสัดในครั้งต่อๆไป ระดับของฮอร์โมนต่างๆในวงรอบการเป็นสัดดังแสดงในภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ระหว่างวงรอบการเป็นสัดของโค (Vendemark และคณะ, 1950)

ในช่วงที่ FSH ถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด ระดับของฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ในเลือดและปัสสาวะจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจนกระทั่งถึงระดับสูงสุดในวันที่เป็นสัด (Mellin และ Erb, 1965; Erb และคณะ, 1971; Cox และคณะ, 1971; Garverick และคณะ, 1971) ต่อจากนั้นจะลดลงและยังคงระดับต่ำๆไว้จนกระทั่งระยะ ในวงรอบการเป็นสัดครั้งถัดไป (Erb และคณะ, 1971) ยกเว้นในช่วงกลางๆของวงรอบการเป็นสัด ระดับ estrogen จะสูงอีกครั้งหนึ่งโดยไม่ทราบสาเหตุแต่จะไม่สูงเท่าช่วงที่แสดงการเป็นสัดและในช่วงนี้โคที่ผสมไม่ติดจะหลั่ง estrogen ออกมาในระดับที่สูงกว่าโคที่ผสมติด (Garverick และคณะ, 1971)

ระดับ LH (Luteinizing Hormone) ในเลือดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงจุดสูงสุดก่อนการตกไข่ ซึ่ง LH จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการตกไข่และการสร้าง CL (Corpus luteum) ต่อมา LH จะลดลงและยังคงระดับต่ำๆไว้จนกระทั่งระยะก่อนการตกไข่ในวงรอบการเป็นสัดครั้งถัดไป (Schams และ Karg, 1969; Hansel และคณะ, 1970; Hendricks และคณะ, 1970; Garverick และคณะ, 1971)

เมื่อ CL เจริญเติบโตหลังเกิดการตกไข่ ปริมาณของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone) ใน CL, ในเส้นเลือดรอบๆรังไข่และในที่ต่างๆทุกที่จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน

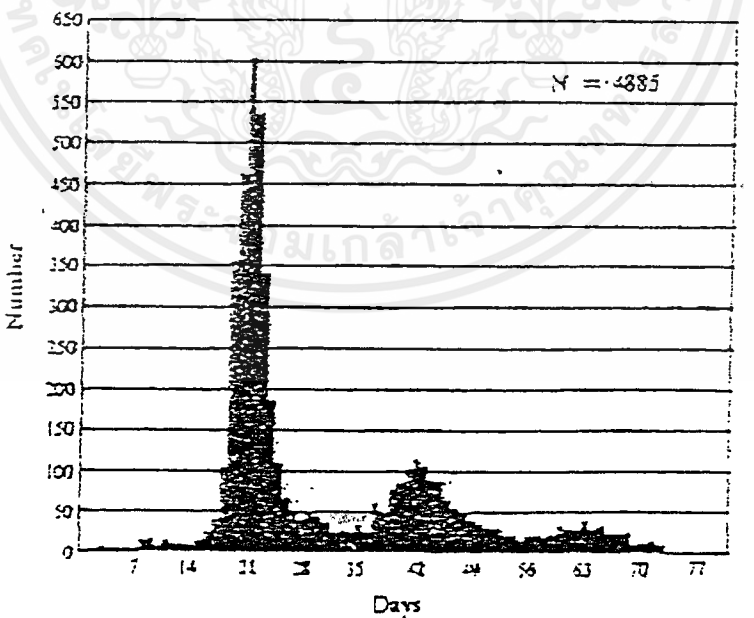
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 10 วันก่อนการเป็นสัดและยังคงสูงต่อไปอีกประมาณ 5 วัน จากนั้นน้ำหนักของ CL และระดับของ progesterone จะลดลงถ้าโคตัวนั้นผสมไม่ติดจนถึงระดับต่ำสุดในระยะแสดงการเป็นสัดครั้งถัดไป (Gomes และคณะ, 1965 ; Melampy และ Anderson, 1968 ; Stabenfeldt และคณะ, 1969 ; Hansel และคณะ, 1970 ; Hendricks และคณะ, 1970 ; Erb และคณะ, 1971 ; Garverick และคณะ, 1971)

**ช่วงเวลาของวงรอบการเป็นสัด (Estrus Cycle Length)**

มีการศึกษาช่วงเวลาวงรอบของการเป็นสัดมากมาย เช่น Chapman และ Casida (1937) รายงานว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของโคปกติ 690 ตัวที่นำมาศึกษามีวงรอบการเป็นสัดภายในระยะเวลา 17-24 วัน Robinson (1977) รายงานว่าโคมีวงรอบการเป็นสัดอยู่ระหว่าง 20-21 วัน แต่อาจคลาดเคลื่อนเป็น 18-24 วันได้ ซึ่ง Asdell และคณะ (1949) พบว่า 16 เปอร์เซ็นต์ของโคจะมีวงรอบการเป็นสัดไม่อยู่ในช่วง 18-24 วัน และ (1946) ได้ทดลองกับโค 274 ตัวพบว่าโค 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีวงรอบการเป็นสัดไม่อยู่ในช่วง 17-25 วัน

ในโคสาวจะมีวงรอบการเป็นสัดสั้นกว่าแม่โค คือโคสาวมีระยะเฉลี่ย 20 วัน แม่โคมีระยะเฉลี่ย 21 วัน (Hawk และ Bellows, 1980) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Asdell (1964) ซึ่งรายงานว่า วงรอบการเป็นสัดในโคสาวมีค่าเฉลี่ย 20.23 ± 2.33 วัน และแม่โคมีค่าเฉลี่ย 21.38 ± 3.68 วัน




**ภาพที่ 3** แสดงระยะเวลาของวงรอบการเป็นสัดในโคซึ่งทำการตรวจสอบในช่วงของการผสมเทียม (Moeller และ VanDemark, 1951)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moeller และ VanDemark (1951) ได้รายงานช่วงเวลาการเป็นสัด โดยทำการสังเกตในระยะที่มีการผสมเทียมโคจำนวน 4885 ตัว พบว่ามีโคเพียง 56 เปอร์เซ็นต์ ที่มีวงรอบการเป็นสัดอยู่ในช่วง 18-25 วัน แต่น่าจะมีเปอร์เซ็นต์สูงกว่านี้โดยดูว่ามีจำนวนมากเป็นสัดใกล้เคียงวันที่ 42 ซึ่งโค 21 เปอร์เซ็นต์มีวงรอบการเป็นสัดอยู่ในช่วง 36-50 วัน ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุในการตรวจการเป็นสัดไม่แน่นอน จำนวนโคที่มีวงรอบการเป็นสัดใน วัน,เวลา ต่างๆกันแสดงในภาพที่ 3

จากผลที่ได้มีการศึกษาและทดลองในที่ต่างๆกัน สรุปว่าวงรอบการเป็นสัดในโคจะอยู่ในช่วง 21 ± 4 วัน

**ช่วงเวลาในการแสดงการเป็นสัด (Duration Of Estrus)**

ระยะเวลาเป็นสัดของโคคือ ระยะเวลาที่โคยอมรับการขึ้นทับจากโคตัวอื่น อาจจะเป็นโคตัวเมียหรือตัวผู้ก็ได้ จนกระทั่งถึงเวลาที่โคตัวนั้นปฏิเสธการขึ้นทับ โดยระยะเวลาการเป็นสัดนั้นจะมีความยาวโดยเฉลี่ยไม่เท่ากัน ซึ่งมีการศึกษาต่างๆดังนี้

Hammond (1927) ได้รายงานว่า โคนมในประเทศอังกฤษมีระยะเวลาการเป็นสัดแตกต่างกันออกไปตั้งแต่ 6-30 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยในโคสาว 16.1 ชั่วโมง ส่วนในแม่โค 19.3 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Trimberger และ Hansel (1955) ซึ่งพบว่าแม่โคมีระยะเวลาในการเป็นสัดโดยเฉลี่ย 19.3 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังใกล้เคียงกับรายงานของ Wiltbank และคณะ (1957) ได้รายงานว่า โคสาวพันธุ์ Angus มีช่วงระยะเวลาการเป็นสัดตั้งแต่ 6-30 ชั่วโมงโดยมีค่า Standard deviation เท่ากับ 4 ชั่วโมง

โคนมในเขตร้อนจะมีระยะเวลาการเป็นสัดสั้นกว่าโคนมในเขตหนาว (Trimberger, 1948; Trimberger และ Hansel, 1955; Van Renburg, 1957; Tanabe และ Almquist, 1960; เสนาะ, 2508) โดยจากการศึกษาพบว่าระยะเวลาการเป็นสัดของโคนมในเมืองร้อน จะมีระยะเวลาการเป็นสัดสั้นกว่าโคนมในเมืองหนาวโดยเฉลี่ย 3-4 ชั่วโมง Hall และคณะ (1958) ได้ทำการศึกษาระยะเวลาการเป็นสัดของโคพันธุ์ Holstein-Friesian พบว่าระยะเวลาการเป็นสัดของโคโดยเฉลี่ยเป็น 10.9 ชั่วโมง โดยแม่โคมีระยะเวลาเป็นสัดเฉลี่ย 10 ชั่วโมง ส่วนในโคสาวเฉลี่ย 13.2 ชั่วโมง และยังพบว่าแม่โคจะแสดงอาการเป็นสัดบ่อยครั้งกว่าโคสาว ซึ่งใกล้เคียงกันกับรายงานของ เสนาะ (2508) ซึ่งได้ทำการศึกษาระยะเวลาการเป็นสัดของโคนมในประเทศไทย พบว่าแม่โคส่วนใหญ่มีระยะเวลาการเป็นสัดอยู่ระหว่าง 10-10.49 ชั่วโมง และโคสาวมีระยะเวลาการเป็นสัดโดยเฉลี่ย 12.54 ชั่วโมง โคนมส่วนใหญ่จะแสดงอาการเป็นสัดในตอนเช้ามากกว่าตอนบ่าย (Trimberger และ Davis, 1943 ; Dyrencahl , 1945 เสนาะ, 2508)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Trimberger (1948) ได้รายงานว่าในช่วงเวลาของวันหนึ่งๆ ที่โคเริ่มเป็นสัดนั้นมีผลต่อความสั้นยาวของระยะเวลาเป็นสัดด้วย โคสาวที่เป็นสัดในตอนเช้าจะมีระยะเวลาโดยเฉลี่ยโดยประมาณ 14.3 ชั่วโมง ในขณะที่โคที่เป็นสัดในตอนบ่ายจะมีระยะการเป็นสัดโดยเฉลี่ย 17.1 ชั่วโมง ส่วนในแม่โคจะมีระยะเวลาการเป็นสัดเฉลี่ยในตอนเช้า 16 ชั่วโมง ในตอนบ่าย 20.4 ชั่วโมง นอกจากนี้ Rottensten และ Touchberry (1957) ยังได้ทำการศึกษาความแตกต่างของระยะเวลาการเป็นสัดในโคสาวพบว่า ระยะการเป็นสัดจะยาวนานมากน้อยเพียงใด มีผลมาจากการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งมีค่าประมาณ 0.21 เปอร์เซ็นต์

เสนาะ (2508) ได้ทำการศึกษาระยะเวลาการเป็นสัดของโคนมที่เลี้ยงในสภาพปล่อยทุ่งกับโคนมที่เลี้ยงในสภาพยืนโรงตลอดเวลาพบว่า แม่โคที่เลี้ยงในสภาพปล่อยทุ่งหญ้ามีช่วงระยะเวลาการเป็นสัดระหว่าง 7.47-20.30 ชั่วโมง เฉลี่ยระยะเวลาการเป็นสัด 13.97 ชั่วโมง ส่วนในโคสาวมีช่วงระยะการเป็นสัดอยู่ระหว่าง 4.40-21.00 ชั่วโมง เฉลี่ยระยะเวลาการเป็นสัด 12.55 ชั่วโมง ในขณะที่แม่โคที่เลี้ยงในสภาพยืนโรงตลอดเวลามีช่วงระยะเวลาการเป็นสัดระหว่าง 9.30-21.00 ชั่วโมง เฉลี่ยระยะเวลาการเป็นสัด 14.22 ชั่วโมง ส่วนโคสาวมีช่วงระยะเวลาการเป็นสัดอยู่ระหว่าง 5.30-20.30 ชั่วโมง เฉลี่ยระยะเวลาการเป็นสัด 12.76 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติออกมาพบว่าการเลี้ยงทั้ง 2 สภาพไม่มีผลทำให้ระยะเวลาเป็นสัดสั้นหรือยาวกว่ากันแต่อย่างใด

**เวลาในการตกไข่ (Time Of Ovalation)**

Zupp (1926) รายงานว่าการตกไข่จะเกิดขึ้นหลังการแสดงการเป็นสัด 30 ชั่วโมง โดยที่ Brewster และคณะ (1940) และ Brewster และ Cole (1941) รายงานว่าการตกไข่จะเกิดขึ้นหลังแสดงการเป็นสัด 26 ชั่วโมง ซึ่งรายงานทั้ง 2 กลุ่มสอดคล้องกับรายงานของ Gersimova (1940) และ Anonymous (1952) ซึ่งรายงานว่าการตกไข่จะเกิดขึ้นหลังแสดงการเป็นสัด 25-30 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 16-65 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาการตกไข่พบว่าการตกไข่มีเวลาเฉลี่ย 11-13 ชั่วโมง หลังหมดการเป็นสัด (Trimberger, 1948 ; Gomes, 1965 ; Nalbandov และ Casida, 1942 ; Marion และคณะ, 1950 ; Marion และ Smith, 1952)

**การกลับสัดหลังคลอด (Recurrence Of Estrus After Parturition)**

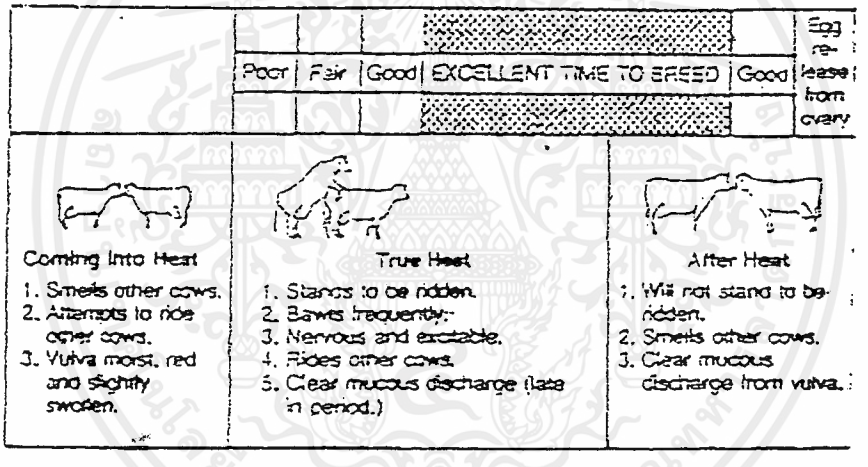
ระยะเวลาจากวันคลอดจนถึงการเป็นสัดหลังคลอดครั้งแรกในโคนมและโคเนื้อจะอยู่ในระหว่าง 30-72 วัน และ 46-104 วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันโดยมีปัจจัยหลายอย่าง เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการ, สิ่งแวดล้อม, อาหาร,ฤดูกาล, ระยะเวลาการให้นม, ปริมาณนมต่อวัน และปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ( Casida, 1971)

**การตรวจการเป็นสัดโดยสังเกตจากลักษณะภายนอกและพฤติกรรมของโค (Estrus detection by the onset and behaviral observation)**

ในการสังเกตลักษณะภายนอกและพฤติกรรมการเป็นสัดของโคนั้น การแสดงออกและสิ่งที่สามารถสังเกตได้จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะสามารถใช้จำแนกได้ว่าโคที่ตรวจพบนั้นอยู่ในช่วงระยะเวลาใดของการเป็นสัด ซึ่งอาการที่สามารถพบเห็นจะแบ่งตามช่วงเวลาการเป็นสัดดังแสดงในภาพที่ 4




**ภาพที่ 4** แสดงอาการต่างๆที่สามารถสังเกตได้จากภายนอก และพฤติกรรมของโคในช่วงระยะเวลาก่อนการเป็นสัดจนถึงหลังการเป็นสัด (Malcolm , 1983)

1. ระยะก่อนการเป็นสัด (Coming Into Heat) โคจะมีอาการกระสับกระส่ายผิดปรกติ เดินไปมาไม่อยู่นิ่ง ร้องและสนใจสภาพแวดล้อมมากขึ้นโดยมักจะปีนขึ้นทับโคตัวอื่น (Malcolm, 1983) บางครั้งจะเอาคางไปเกยบั้นท้ายของโคตัวอื่น นอกจากนี้โคจะแสดงอาการยกริมฝีปากบนขึ้น (Flehmann lip curl) เพื่อสูดดมปัสสาวะของโคที่เป็นสัดตัวอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระยะเป็นสัด (True Heat) โคจะเปลี่ยนจากการปีนขึ้นทับโคตัวอื่นเป็นการยืนนิ่งยอมให้โคตัวอื่นปีนขึ้นทับและไม่เดินหนี นอกจากนี้ยังสามารถตรวจพบเมือกใสเหนียว ไหลออกจากปากช่องคลอดและสามารถสังเกตได้ว่าขนบริเวณด้านบนของโคนหางและสีข้างของโคจะยุ่งเหยิงจนสังเกตได้ เนื่องจากถูกโคตัวอื่นปีนขึ้นทับ

3. ระยะหลังการเป็นสัด (After Heat) อาจพบเลือดสอปนเมือกใส (Metestrus bleeding) ไหลออกมาจากช่องคลอด และโคจะไม่ยืนนิ่งเพื่อให้โคตัวอื่นปีนขึ้นทับแต่อย่างไรก็ดีการสังเกตลักษณะภายนอกและพฤติกรรมของโคในช่วงเวลาต่างๆดังที่กล่าวมาในขั้นต้น เนื่องจากปัจจัยที่เกิดจากสถาพการเลี้ยงที่แตกต่างกันซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 สภาพการเลี้ยงคือ

1. สภาพเลี้ยงโคแบบปล่อยลงทุ่งหญ้า การสังเกตการเป็นสัดของโคอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) แต่ละครั้งใช้เวลาสังเกตไม่ต่ำกว่า 20 นาที จะช่วยให้การจับอาการเป็นสัดถูกต้องถึง 90% ครั้งแรกในช่วงเช้าควรสังเกตภายหลังการปล่อยโคลงแปลงหญ้าแล้วอย่างน้อย 1 ชั่วโมง เนื่องจากโคที่ถูกปล่อยลงแปลงเริ่มแรกจะกินอาหารกันเป็นส่วนใหญ่ โคที่เป็นสัดหรือกำลังจะเป็นสัดจะเริ่มแยกตัวออกจากฝูง ในขณะนี้ให้สังเกตอาการของโคที่แยกตัวเหล่านั้น ในการตรวจครั้งที่ 2 ในช่วงเย็นก็ทำเช่นเดียวกับในช่วงเช้าเช่นกัน

2. สภาพโคยืนโรง แม่โคที่ถูกผูกยืนโรงเป็นประจำ การสังเกตการเป็นสัดจะง่าย เนื่องจากการดูแลใกล้ชิด แต่การกำหนดเวลาที่เหมาะสมที่จะผสมพันธุ์ทำได้ยาก เนื่องจากโคยืนประจำไม่สามารถปีนหรือแสดงปฏิกิริยาต่อโคตัวอื่นได้ ถ้ามีแม่โคจำนวนไม่มาก อาจจะจำอาการเป็นสัดเฉพาะตัวได้เช่น จะมีการร้องมากกว่าปรกติ หรือให้น้ำนมลดลงมาก หรืออาจจะใช้วิธีสังเกตดูเมือกใสจากช่องคลอดและแหวกปากช่องคลอดดูลักษณะสีเยื่อเมือกของผนังช่องคลอด ซึ่งจะพบว่าระยะที่เป็นสัดนี้ เยื่อเมือกจะออกเป็นสีชมพูแดง มีเงาแวววาวจากเมือกใสที่ไหลออกมาและมีอาการบวม ขณะรีดนมน้ำนมจะลด โคหางของโคจะอยู่สูงกว่าตำแหน่งปรกติ เนื่องจากเอ็น (ligament) ที่ยึดบริเวณส่วนของโคหางมีการหย่อนตัวลงจากอิทธิพลของฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) การตรวจพบเฉพาะเมือกใสจากช่องคลอดสามารถบอกได้ว่าโคตัวนั้นเป็นสัด แต่เวลาที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์จะไม่แม่นยำเท่ากับการดูปฏิกิริยาการปีนป่ายซึ่งกันและกันเหมือนดังเช่นวิธีเลี้ยงแบบปล่อยแปลง และพบว่าโคที่เลี้ยงโดยผูกยืนโรงเมื่อเป็นสัดจะใช้เวลายืนมากกว่าเวลานอน โดยเฉพาะในเวลากลางคืนโคที่เป็นสัดมักจะยืนและสนใจสิ่งแวดล้อมในขณะที่โคตัวอื่นจะนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การตรวจการเป็นสัดโดยโคเพศผู้ (Estrus detection by bull)**

เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของโคเพศผู้ในการตรวจการเป็นสัด โดยโคจะใช้สัมผัสทางด้านการมองเห็นเพื่อสังเกตลักษณะและพฤติกรรมการแสดงออกทางเพศของโคเพศเมียเป็นอันดับแรก ความสามารถในการดมกลิ่นเพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะตรวจการเป็นสัดได้ (Geary และ Reeves, 1992) ในทางกลับกันถ้าหากโคเพศผู้ไม่มีคุณสมบัติในการดมกลิ่นแล้วก็จะไม่สามารถตรวจการเป็นสัดได้เช่นเดียวกัน (Umemura และคณะ, 1989)

การตรวจการเป็นสัดโดยโคเพศผู้ในอดีตจะต้องมีผู้จับบังคับ เพื่อมิให้มีการผสมพันธุ์กันเพราะจะมีผลอย่างยิ่งในด้านการปรับปรุงพันธุ์โดยเฉพาะในโคนมซึ่งมักจะใช้การผสมเทียมในการปรับปรุงพันธุ์ จึงได้มีคนคิดค้นและพัฒนาวิธีการที่จะทำให้โคเพศผู้ไม่สามารถที่จะผสมพันธุ์ได้แต่ยังคงมีประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัดอยู่ ซึ่งมีทั้งหมด 3 วิธีได้แก่

1. การผ่าตัดเพื่อเบี่ยงลึงค์ (penis) ให้ออกด้านข้าง โดยโคที่ถูกผ่าตัดเบี่ยงลึงค์จะเรียกว่า teaser bull ซึ่งวิธีนี้จะใช้โคที่ไม่ได้เป็นพ่อพันธุ์ หรือโคนมเพศผู้ซึ่งไม่มีราคา โดยจะต้องถึงวัยเจริญพันธุ์และปลอดโรคทางระบบสืบพันธุ์แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้น อีกทั้งเมื่อปลดจากการใช้งานแล้วสามารถทำเป็นโคขุนส่งตลาดได้ teaser bull 1 ตัวจะใช้คุมแม่โคได้ 20 ตัว

การผ่าตัดเพื่อทำ teaser bull นี้มีข้อเสียคือเมื่อใช้งานไปนานๆ teaser bull อาจจะมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถผสมพันธุ์ได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดจึงนิยมเบี่ยงลึงค์ไป 90 องศาจากตำแหน่งเดิม (Lohachit, 1987) นอกจากนี้ teaser bull จะมีนิสัยดุร้ายขึ้นซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อแม่โคและผู้เลี้ยงได้ และถ้า teaser bull มีพฤติกรรมทางเพศลดลงก็สามารถแก้ไขได้โดยให้อยู่กับโคเพศเมียเพียงวันละประมาณ 1-2 ชั่วโมงเพื่อกระตุ้นให้มีความต้องการผสมพันธุ์เพิ่มมากขึ้นได้ (Ensminger,1987)

2. การตัดท่อนำน้ำเชื้อออกบางส่วน โดยโคที่ถูกผ่าตัดด้วยวิธีนี้จะเรียกว่า Vasectomized bull ซึ่งจะทำการตัดท่อนำน้ำเชื้อ (Vaz deferens) ทั้งสองข้างซึ่งวางตัวไปตามสายรั้งลูกอัณฑะที่ทำหน้าที่ในการส่งผ่านเซลอสุจิออก โดยที่โคจะยังคงแสดงพฤติกรรมการผสมพันธุ์ได้แต่ของเหลวที่หลั่งออกมาจะไม่มีเซลอสุจิปนออกมาด้วย โคที่ทำการผ่าตัดจะสามารถนำไปใช้งานได้ภายใน 2 สัปดาห์ หลังการผ่าตัด

3. การตัดท่อพักอสุจิ โดยโคที่ถูกผ่าตัดด้วยวิธีนี้จะเรียกว่า Epididymectomized bull ซึ่งทำโดยการตัดท่อพักอสุจิบริเวณส่วนหาง (tail epididymis) ซึ่งเป็นท่อภายนอกท่อแรกที่ออกจากอัณฑะและติดกับท่อนำน้ำเชื้อ วิธีจะคล้ายๆกับการทำ Vasectomized bull แต่ทำได้ง่ายกว่าและมีโอกาสที่จะเกิดการเชื่อมต่อกันใหม่ของท่อพักอสุจิน้อยมาก

ทั้งการทำ Vasectomized bull และ Epididymectomized bull มีข้อเสียคือมักจะทำให้เกิดถุงน้ำกามอักเสบ (Vesiculitis) และเกิดการติดเชื้อในอวัยวะสืบพันธุ์ของโคได้ (Lohachit,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1987) นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคทางระบบสืบพันธุ์จากแม่โคตัวหนึ่งไปยังอีกตัวได้ (Ensminger, 1987)

**การตรวจการเป็นสัดโดยโคเพศเมียหรือโคเพศผู้ตอน (Etrus detection by cow or steer)**

เป็นการใช้โคเพศเมียซึ่งอาจเป็นโคสาว หรือแม่โคที่ไม่มีคุณสมบัติในการให้ผลผลิตแล้ว (freemartin) หรือโคเพศผู้ตอนมาทำให้แสดงพฤติกรรมทางเพศ (ผู้) ออกมามากยิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัด โดยโคที่ถูกทำให้แสดงพฤติกรรมทางเพศออกมานี้จะเรียก Androgenized Cow (AC) ในแม่โค และ Androgenized Heifer(AH) ในโคสาว มีด้วยกัน 2 วิธีได้แก่

1. การฉีดฮอร์โมน (Hormone injection) ทำโดยการฉีด Testosterone propionate 2 วันต่อครั้งเป็นเวลา 20 วัน และกระตุ้นให้มีการแสดงพฤติกรรมดียิ่งขึ้นโดยการฉีด Testosterone enanthate ทุกๆ 2 สัปดาห์ ซึ่งมีข้อเสียคือจะต้องมีการบังคับสัตว์เพื่อทำการฉีดฮอร์โมนบ่อยครั้งเกินไป เป็นการรบกวนสัตว์และเพิ่มต้นทุนด้านแรงงาน

2. การฝังฮอร์โมน (Hormone implantation) ทำโดยการฝัง Testosterone propionate และ estradiol benzoate ที่หูเป็นเวลา 2 สัปดาห์ก่อนนำไปใช้งาน และจะทำการฝังฮอร์โมนซ้ำทุกๆ 90 วัน ถ้าต้องการจะใช้ตรวจการเป็นสัดอย่างต่อเนื่อง Mortimer และคณะ (1990) รายงานว่า ระดับของ testosterone ในเลือดที่เพิ่มขึ้นจากการฝังฮอร์โมนไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมทางเพศที่แสดงออก โดยสอดคล้องกับรายงานของ Sawyer และ Fulkerson (1981) ซึ่งทดลองโดยนำโคสาวและโคเพศผู้ตอนมาทำการฝัง Testosterone propionate เพียงอย่างเดียวหรือทำการฉีด estradiol benzoate เข้าใต้ผิวหนัง ผลการทดลองปรากฏว่าทั้งโคสาวและโคเพศผู้ตอนที่ถูกฉีด estradiol benzoate มีประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัดได้ดีกว่าโคที่ฝัง Testosterone propionate กับโคที่ไม่ได้ทำการฝังหรือฉีดฮอร์โมนเลย

วิธีการนี้มีข้อเสียอันเนื่องมาจากสาเหตุในตัวสัตว์เอง โดย Hackett (1986) ได้ทำการทดลองโดยใช้ androgenized heifer และ androgenized cow ในการตรวจการเป็นสัดให้กับโคยืนโรงเป็นเวลา 15 เดือน พบว่า ประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัดของ androgenized heifer และ androgenized cow เป็น 39 และ 23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับจากการเป็นสัด 1026 ครั้งในโค 339 ตัวเมื่อเทียบกับการตรวจการเป็นสัดโดยคลำผ่านทางทวารหนัก นอกจากนี้ Mortimer และคณะ(1990) รายงานว่าถ้ามีโคในฝูงเดียวกันเป็นสัดพร้อมกันหลายๆตัว ก็จะทำให้ประสิทธิภาพการตรวจการเป็นสัดลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การตรวจการเป็นสัดโดย pen-o-clock (Estrus detection by pen-o-clock)**

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับโคเพศผู้ มีลักษณะเป็นท่อพลาสติกสีขาวและมีลิ่มยื่นออกไปทางด้านข้างทั้ง 2 ด้านโดยมีวัสดุนุ่มรองรับอยู่ สามารถสวมเข้าไปในอวัยวะเพศของโคเพศผู้และยึดอยู่ได้ด้วยลิ่มทั้ง 2 ด้าน วิธีนี้จะตรวจการเป็นสัดโดยสังเกตจากการปีนของโคแต่จะผสมพันธุ์กันไม่ได้ เนื่องจาก penis ของโคไม่สามารถยื่นออกมาได้ และเมื่อต้องการให้โคผสมพันธุ์ได้อย่างปรกติก็สามารถถอดออกได้ แต่วิธีนี้มีข้อเสียคืออาจจะทำให้โคมีพฤติกรรมทางเพศลดลงได้ (Ensminger, 1987)

**การตรวจการเป็นสัดโดย chinball marker (Estrus detection by chinball maker)**

เป็นอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศนิวซีแลนด์ โดยมีลักษณะเป็นถุงคล้ายลูกบอลและมีเข็มขัดสำหรับรัดติดกับคางของโค ซึ่งภายในถุงจะบรรจุสีที่สามารถเติมได้ ปรกติมักใช้ร่วมกับ teaser bull ในการตรวจการเป็นสัดโดยเรียกรวมกันว่า Gomer

ลักษณะการทำงานคือเมื่อมีการปีนเกิดขึ้นจะทำให้สีจาก chinball ของโคเพศผู้ที่ขึ้นปีนติดบนตัวของโคที่ยอมให้ปีนได้ การเติมสีในแต่ละครั้งจะสามารถใช้กับโคเพศเมียได้ 15-20 ตัว และ Gomer 1 ตัวสามารถคุมฝูงได้ 80 ตัว (Godke และคณะ, 1983) แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือโคที่ติด chinball ใหม่ๆ หรือยังไม่เกิดความเคยชิน จะพยายามทำให้ chinball หลุดออกโดยการถูกับรั้วหรือต้นไม้ได้ และถ้าใช้คุมฝูงในที่มีต้นไม้มากอาจทำให้ไปเกี่ยวกับกิ่งไม้หลุดได้เช่นกัน (Ensminger, 1987)

**การตรวจการเป็นสัดโดยการวิเคราะห์ระดับของโปรเจสเตอโรน (Estrus detection by progesterone assay)**

เป็นการวิเคราะห์ระดับของโปรเจสเตอโรนซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างวงรอบการเป็นสัดเป็นระยะดังต่อไปนี้

1) Postestrual phase เป็นระยะหลังการเป็นสัด ระดับโปรเจสเตอโรนเพิ่มสูงขึ้น

2) Luteal phase เป็นระยะที่ระดับโปรเจสเตอโรนเพิ่มขึ้นสูงสุด

3) Preestrual phase เป็นระยะที่ระดับโปรเจสเตอโรนเริ่มลดลง

4) Estrual phase เป็นระยะที่ระดับโปรเจสเตอโรนต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เป็นระดับของโปรเจสเตอโรนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

1. Plasma progesterone assay โดยจะทำการเก็บตัวอย่างเลือดจาก Jugular vein หรือ Cocygeal vein ก็ได้ แล้วนำไปเก็บใน Vacutainer ซึ่งเป็น Evacuated glass tube ที่มี Lithium Heparin 143 Usp Units อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นจะนำไป centrifuged เพื่อแยก plasma ออกและนำไปไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอร์โรนใน plasma จะใช้วิธี Radioimmunoassay (RIA) หรือ Competitive protein binding (CPB) (Echternkamp และ Hansel, 1973) และเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจการเป็นสัดโดยการล้วงผ่านทางทวารหนักแล้วพบว่าการใช้ plasma progesterone assay สามารถตรวจการเป็นสัดได้ถึง 98.93 เปอร์เซ็นต์ (Martinez-Arroyo, 1988) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Lakhdissi และคณะ (1988) โดยได้รายงานว่าความแม่นยำของการใช้ plasma progesterone assay เป็น 91 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดโดยคน

2. Milk progesterone assay วิธีนี้จะทำการวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนได้ทั้งในนมดิบ (raw milk) และไขมันนม (fat milk) โดย Madureira (1989) รายงานว่าระดับของโปรเจสเตอโรนในนมและใน plasma มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับโปรเจสเตอโรนในนมจะต่ำกว่าใน plasmaเสมอ

การวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนในนมโดยทั่วไป มักจะใช้วิธี Radioimmunoassay(RIA), Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) และ Latex-agglutination (LA) โดยที่ RIA จะมีความแม่นยำในการตรวจการเป็นสัดพอๆกับ ELISA (Nebel และคณะ, 1987 ; Romagnolo และ Nebel, 1993 ; Rajamahendran และคณะ, 1990 ; McLeod และคณะ, 1991 ; Vulkoic และคณะ, 1991) และ LA จะมีความแม่นยำน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ ELISA และ RIA คือ 76.3,100,100 ตามลำดับ

ระดับโปรเจสเตอโรนในนมที่แสดงว่าโคแสดงการเป็นสัดจะมีค่าน้อยกว่า 2 ng/ml (Michalkiewicz และ Reklewska, 1985 ; Rajamahendran และคณะ, 1990) และในนมที่หลั่งออกมาจากแต่ละเต้าจะมีระดับของโปรเจสเตอโรนที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ระดับโปรเจสเตอโรนในนมที่รีดออกมาในช่วงเช้าจะน้อยกว่าในช่วงบ่าย (Toth และคณะ, 1985) โดย Marusi และคณะ (1985) ได้แนะนำว่าการตรวจสอบระดับโปรเจสเตอโรนในนมควรจะทำในช่วง 12.00 น. ถ้าโคให้นมวันละ 3 ครั้ง และในช่วงบ่ายแก่ๆ ถ้าโคให้นมวันละ 2 ครั้ง

Schopper และ Claus (1986) รายงานว่าระดับโปรเจสเตอโรนในนมของโคที่เป็นสัดเทียบกับโคที่แสดงอาการเป็นสัดโดยปรกติจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และโคที่เป็นสัดเทียมจะมีระดับโปรเจสเตอโรนที่สูงอย่างต่อเนื่อง (Li และคณะ, 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Akpe และ Wubishet (1990) ได้เปรียบเทียบชุดคิดที่ใช้ในฟาร์มเพื่อวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนในนม 3 ชุด ได้แก่ Calfcheck (C), Estrucheck (E) และ Accufirm (A) พบว่า E และ C สามารถตรวจการเป็นสัดได้ใกล้เคียงกันคือ 100 และ 96.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับมากกว่า A ซึ่งตรวจการเป็นสัดได้เพียง 70.4 เปอร์เซ็นต์ Coyan และคณะ (1991) ได้ทำการทดสอบชุดคิดในโค 17 ตัว พบว่า 14 ตัวเป็นสัด 2 ตัวไม่แน่ใจว่าเป็นสัด และ 1 ตัว ไม่เป็นสัด โดยให้ค่า 0.01-0.45,1.80-1.92 และ 4.98 ng/ml ตามลำดับ

**การตรวจการเป็นสัดโดยอุปกรณ์ตรวจการปีน (Estrus detection by rump-mounted detector)**

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจการปีนของโคโดยมีหลายแบบ เช่น Kamar, Hot flash, Chalk Marks, telpaint, téltail, tailhead และ sensor ตรวจความไวของแรงกด (pressure-sensitive sensor) เป็นต้น

Godke และคณะ (1983) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการตรวจการเป็นสัด โดยใช้ chinball marker, Kamar และการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดโดยคนในแม่โค 120 ตัว โดยมีการวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนใน plasma เป็นหลัก พบว่า chinball marker และการสังเกตโดยคน สามารถตรวจได้ใกล้เคียงกันโดยมีความแม่นยำเท่ากับ 73 และ 72.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับมากกว่าการตรวจการเป็นสัดด้วย Kamar ซึ่งสามารถตรวจได้เพียง 55.6 เปอร์เซ็นต์

Gwazdauskas และคณะ (1988) รายงานว่าการใช้ Kamar และ/หรือ Hot flash โดยใช้ androginized cow เป็นหลักในการตรวจการเป็นสัดนั้น มีความแม่นยำเป็น 84.3 ± 3.5, 79.1 ± 3.9, 70.4 ± 6.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ Phatak และ Touchberry (1988) ได้รายงานการใช้ Kamar, Hot flash และ chalk Mark โดยใช้การวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนเป็นหลักในการตรวจสอบการเป็นสัด พบว่ามีความแม่นยำเป็น 62 ± 20.3, 53.8 ± 15.1 และ 43.8 ± 5.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**การตรวจการเป็นสัดโดยวัดอุณหภูมิร่างกาย (Estrus detection by Body temperature monitoring by Radiotelemetry)**

สามารถทำการวัดได้จาก 2 ตำแหน่ง คือ

1. Ear skin temperature(EST)

ทำโดยการฝัง transmitter ที่บริเวณใบหู ลักษณะของ transmitter จะมีน้ำหนักประมาณ 50 กรัม หุ้มด้วย Dental acrylic และพันด้วยเทปที่กันน้ำได้อีกชั้นหนึ่ง โดยมีปลายยื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมา 2 ข้าง เพื่อยึดติดกับใบหู โดยใช้ ear tag ธรรมดา และใช้ Thermistor probe ขนาด กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร ต่อมาจาก transmitter และทำการเย็บ Foam holder ติดกับใบหู ด้านปลาย ส่วนที่ไวต่ออุณหภมิจะอยู่บริเวณเส้นกลางใบหู (2 เซนติเมตร จากปลายหู) และมี Transmitting antenna (กว้าง 15 ยาว 0.4 เซนติเมตร) ที่ต่อจาก transmitter

2. Vaginal temperature (VT)

ใช้อุปกรณ์เช่นเดียวกับวิธี EST แต่ได้ทำการดัดแปลงโดยย้าย antenna เข้าไปไว้ด้านในและเคลือบ transmitter ด้วย Paraffin-bases coating แล้วหุ้มทั้งหมดด้วย Support anchor เพื่อให้สามารถสอดไว้ในช่องคลอดได้โดยไม่ถูกขับออก

ลักษณะของ anchor ทำจาก plastisol จะมีรูช่องว่างอยู่ตรงกลางและมีส่วนที่คล้ายนิ้วมือยื่นออกไป 8 นิ้ว ปลายมน ซึ่งรูช่องว่างจะพอดีกับ transmitter นำ radiotransmitter และ support anchor ไปจุ่มใน Benzalkonium chloride solution (1:750 มิลลิลิตรต่อมิลลิเมตร) อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 30 นาที ก่อนนำไปสอดในช่องคลอด เพื่อให้ มีความอ่อนตัวมากขึ้น การสอดจะต้องล้างปากช่องคลอดก่อนด้วย lodide solution และใช้น้ำยาหล่อลื่นกับ anchor และถุงมือที่สวมขณะปฏิบัติงาน หลังจากนั้นบีบเข้าหากันให้ส่วนของนิ้วมือของ anchor เรียบเพื่อสะดวกในการสอดเข้าไปในช่องคลอด โดยจะสอดลึก 20 เซนติเมตร ในช่องคลอด (ในกรณีที่แม่โคเป็นสัด สามารถทำการผสมเทียมได้โดยไม่ต้องเอา anchor ออก) และจะมี telemetry system เป็นตัวรับข้อมูลจาก EST และ VT แล้วส่งไปยังคอมพิวเตอร์ โดย transmitter แต่ละตัวจะส่งสัญญาณความถี่ 150.25 เมกกะเฮิร์ท ช่วงเวลาห่างของสัญญาณนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และชนิดของ transmitter โดย EST จะส่งสัญญาณทุกๆ 1 นาทีที่ 30 องศาเซลเซียส และทุกๆ 4 นาที สำหรับ VT ที่ 39 องศาเซลเซียส และจะมีการติดตั้งเสารับสัญญาณ (antenna) บริเวณด้านบนของหลังคาโรงเรือน สูงจากพื้นดินประมาณ 5.2 เมตร และระยะห่าง 80 เมตร จากชายบริเวณของลานคอก เพื่อใช้รับสัญญาณจากแม่โคที่อยู่บริเวณนอกคอก antenna อีกชุดจะถูกแขวนไว้ตามความยาวของเพดานภายในโรงเรือน ระยะห่างของ antenna ภายในกับภายนอกโรงเรือนประมาณ 6 เมตร แล้วสัญญาณจาก antenna ทั้งสองจะถูกรวบรวมด้วยสายเคเบิลก่อนที่จะถูกแยกไปยังตัวรับของ EST และ VT ซึ่งเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

การแสดงผลของ VT พบว่าเมื่อแม่โคเป็นสัด อุณหภูมิของช่องคลอดจะเพิ่มขึ้น 0.6 ± 0.3 องศาเซลเซียส และยังคงระดับอยู่อย่างน้อย 0.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6.8 ± 4.6 ชั่วโมง ส่วนการวัดอุณหภูมิที่ผิวหนังบริเวณใบหู (EST) จะแสดงให้เห็นถึงสถานภาพของการควบคุมอุณหภูมิปรกติของร่างกายแม่โค โดยการ EST แสดงผลการเป็นสัดของแม่โคโดยตรง จะพบว่ายังให้ผลในการตรวจการเป็นสัดได้ไม้ดีนัก โดยจะตรวจพบได้น้อย แต่มักใช้วิธีนี้เป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาร่วมเพื่อให้มีความผิดพลาดในการตรวจการเป็นสัดน้อยที่สุด (Redden และคณะ, 1993)

**การตรวจการเป็นสัดโดยการวัดอุณหภูมินม (Estrus detection by temperature)**

Gil (1982) รายงานว่า 88 เปอร์เซนต์ ของโคที่แสดงอาการเป็นสัด อุณหภูมิในร่างกายจะเพิ่มขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 0.44 องศาเซลเซียส อุณหภูมินมจะเพิ่มขึ้น 0.52 องศาเซลเซียส และจะกลับเป็นปรกติหลังการเป็นสัด 1 วัน แต่การวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดยังไม่มีความแน่นอนพอที่จะให้ค่าความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิในช่วงการแสดงการเป็นสัดจะใช้ระยะเวลาอันสั้นเพียงประมาณ 9 ชั่วโมง เพื่อถึงจุดสูงสุด ถ้าเกินกว่านี้อุณหภูมิก็จะลดลงทำให้การวัดค่าวันละ 2 ครั้ง (ในขณะทำการรีดนม) ไม่สามารถที่จะบอกได้อย่างชัดเจนได้ว่าโคตัวนั้นเป็นสัดจริงหรือไม่ (McArthur , 1992)

**การตรวจการเป็นสัดโดยค่าความเข้มข้นในนมดิบ (Estrus detection by viscoity of fresh raw milk)**

Ballmann (1985) ได้รายงานการใช้ mini-viscometer ในการวัดความเข้มข้นของนมดิบ โดยสังเกตได้ว่าความเข้มข้นของนมจะเพิ่มขึ้นก่อนวันที่เป็นสัด 3-5 วัน โดยไขมันนมจะเพิ่มขึ้นก่อนวันที่เป็นสัด 2 วัน การให้นม, ฤดูกาล, ช่วงการให้นม และปัจจัยในตัวโคหลายๆด้านจะทำให้ระดับความเข้มข้นของนมในโคแต่ละตัวแตกต่างกันออกไป ผลการทดลองสรุปว่าการพิจารณาค่าความเข้มข้นในนมดิบเพื่อตรวจการเป็นสัดนั้นยังไม่มีความแม่นยำพอที่จะระบุได้ว่าโคตัวนั้นเป็นสัดจริง

**การตรวจการเป็นสัดโดยการนำไฟฟ้าในช่องคลอด (Estrus detection by Electrical conductivity of Reproductive tissue)**

เป็นการวัดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าโดยการผ่าตัดฝัง Bipolar electronic probe ที่บริเวณชั้นเยื่อเมือกช่องคลอด หรือชั้นเนื้อเยื่อใต้เยื่อเมือกของปากช่องคลอด และแสดงผลโดยใช้คอมพิวเตอร์

ลักษณะของ Bipolar electronic probe จะมีขนาดกว้าง 8 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร ประกอบด้วย Bipolar electrode ที่เป็น stainless steel และมีฉนวนหุ้มเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว มีสายไฟฟ้าที่มีพลาสติกหุ้มต่อออกจาก probe เพื่อต่อเข้ากับเครื่องตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการทำงานจะพบว่าในระยะที่เป็นสัด การเหนี่ยวนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งจากการฝังที่ตำแหน่งของคลอด และปากช่องคลอด เมื่อเปรียบเทียบกับระยะที่แม่โคไม่เป็นสัด (Smith และคณะ, 1989) หรือในทางตรงกันข้ามอาจใช้วิธี Electrical resistance of the vaginal mucus membrane (ERVM) ซึ่งเป็นการวัดความต้านทานไฟฟ้าของเยื่อเมือกในช่องคลอดแทนก็สามารถใช้แสดงผลได้เช่นกัน โดยจะพบว่าในระยะที่เป็นสัดความต้านทานไฟฟ้าจะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระยะที่ไม่เป็นสัด (Abdel Rahim EI Nazier, 1987) โดย Rezac และคณะ (1991) ได้รายงานว่าในช่วง proestrus ค่าความต้านทานเฉลี่ยจะลดลงและต่ำสุดเมื่อเริ่มแสดงอาการเป็นสัด โดยมีค่า 10.0 โอห์ม ค่าความต้านทานเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นหลังการแสดงการเป็นสัด 4 วัน จนในวันที่5-10 จะอยู่ในช่วง 13.9-14.5 โอห์ม

Vucko และ Potocnjak (1988) ได้รายงานการตรวจการเป็นสัดโดยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าภายในช่องคลอดจาก Vaginal Conductivity Meter ซึ่งเป็นวิธีที่มีความแม่นยำเป็นอย่างมากและการผสมพันธุ์จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อค่าความต้านทานอยู่ระหว่าง 36-42 โอห์ม โดย Losh และ Kocke (1990) ได้รายงานจากแบบสอบถามของผู้ที่ใช้เครื่องวัดความต้านทานไฟฟ้าว่าอุปกรณ์นี้สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัดได้ และ 84 เปอร์เซ็นต์ของผู้ใช้ พอใจในผลของเครื่อง

Schofield และคณะ (1991) รายงานว่า CMR (Cervical mucus resistsnce) จะลดลงถึงจุด ต่ำสุดในวันที่เป็นสัด แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงนี้ไม่เพียงพอที่จะตรวจการเป็นสัดได้อย่างแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sawyer และคณะ (1990) โดยได้ทำการทดลองกับโค 60 ตัวที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดการเป็นสัดด้วย Syncromate B หรือ PG พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจการเป็นสัดโดยการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดโดยคน หรือการตรวจการเป็นสัดโดยการวิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนในนมแล้ว การตรวจการเป็นสัดโดยวัดความต้านทานไฟฟ้าภายในช่องคลอดไม่มีความแม่นยำพอที่จะใช้ในการตรวจการเป็นสัดได้

**การตรวจการเป็นสัดโดยปฏิกิริยาของลำแสงอินฟราเรดระยะใกล้ (Estrus detection by near-infrared reflectance spectroscopy)**

Kunzler และคณะ (1991) ได้รายงานการใช้ near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) เพื่อตรวจการเปลี่ยนแปลงของช่องคลอดในระหว่างวงรอบการเป็นสัดในโค Holstein 16 ตัว โดยมีการตรวจการเป็นสัดโดยล้วงผ่านทางทวารหนัก, วิเคราะห์ระดับโปรเจสเตอโรนในนมด้วยชุดคิด cowside และการใช้ tailhead chalk ตลอดระยะเวลาการทดลองควบคู่กันไปด้วย การเปลี่ยนแปลงของช่องคลอดจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และ น้ำ โดยมีความแตกต่างของลำแสงอินฟราเรดที่ตรวจวัดได้เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038065

3 ช่วง คือ 1695-1705, 1790-1800 และ 1880-1900 นาโนเมตร ผลการทดลองสรุปว่าการใช้ลำแสงอินฟราเรดในการตรวจการเป็นสัดสามารถทำได้ แต่อย่างไรก็ตามจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

**การตรวจการเป็นสัดโดย pedometer (Estrus detection by pedometer)**

pedometer หรือ motion sensor transducer เป็นอุปกรณ์วัด activity ของโคซึ่งเดิมเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับคน แต่ได้ทำการปรับปรุงมาใช้กับโค โดยติดที่ข้อเท้าของโคโดยใช้แถบยางยืด 2 เส้น ที่มีตะขอเกี่ยว ปรกติจะทำการอ่านค่าวันละ 2 ครั้ง (ในขณะทำการรีดนม) โดย Schofield และ Phillips (1987) ได้รายงานว่า pedometer มีประสิทธิภาพดีพอที่จะใช้ในการตรวจการเป็นสัดได้ Redden และคณะ (1993) ได้ให้ข้อพิจารณาเพิ่มเติมเพื่อให้มีความแม่นยำในการตรวจมากยิ่งขึ้นดังนี้คือ

1. วันที่โคเป็นสัดจะมี activity ในช่วงเวลากลางวันเพิ่มขึ้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จากค่าเฉลี่ยของโคที่ไม่เป็นสัด

2. ถ้ามีการเพิ่มของ activity ที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาน้อยกว่า 15 วัน หลังจากที่มีการเพิ่มของ activity ในระดับที่สูงกว่าครั้งหนึ่งแล้ว ให้ถือว่าการเพิ่มขึ้นในครั้งหลังไม่ได้เป็นการแสดงการเป็นสัด

3. ถ้ามีการเพิ่มขึ้นของ activity ในระยะเวลาน้อยกว่า 15 วัน หลังจากที่มีการเพิ่มของ activity ในระดับที่ต่ำกว่าครั้งหนึ่งแล้ว ให้ถือว่าการเพิ่มขึ้นในครั้งหลังเป็นการแสดงการเป็นสัด

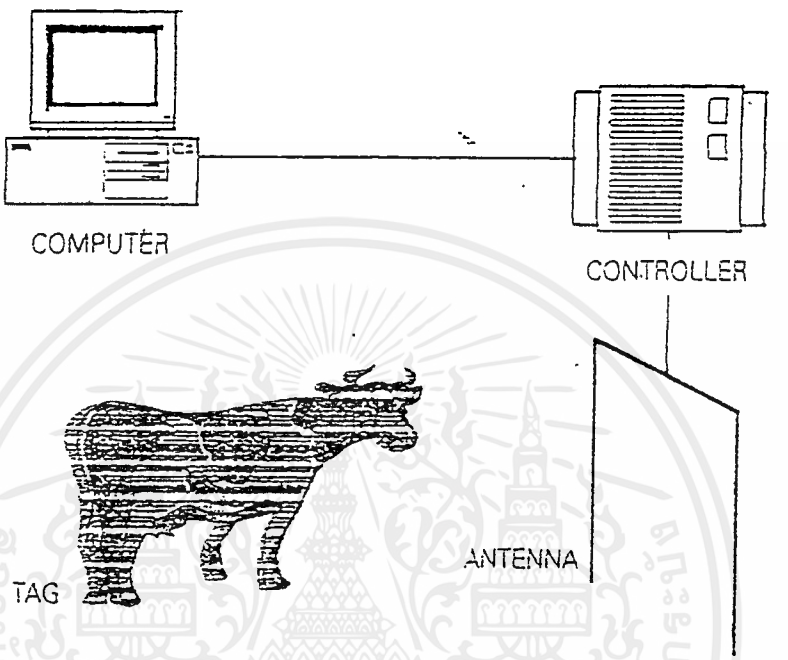
**การตรวจการเป็นสัดโดย Automated Electronic Activity Tag System (Estrus detection by Automated Electronic Activity Tag System)**

เป็นอุปกรณ์ที่ติดบริเวณขาหลังของโคโดยมีแถบเข็มขัดรัด และมีตัวอ่านสัญญาณเพื่อส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อวัด activity หลักการทำงานคือ ใช้การ ปิด-เปิด ของ Mercury switch ตามการเคลื่อนไหวของโคและทำการรวบรวมค่าที่ได้ในขณะทำการรีดนม ซึ่งภายในโรงรีดนมจะมีการติดตั้ง Portal Style Stationary Antenna system ดังภาพที่ 5 ที่จะทำให้เกิดบริเวณของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเฉพาะ สำหรับแม่โคที่เป็นสัดจะมี activity counts สูงกว่าแม่โคที่ไม่เป็นสัด (Liu และ Spahr, 1993)

Moore และ Spahr (1991) รายงานว่าความแม่นยำของ tag ในการตรวจการเป็นสัดเท่ากับ 21 เปอร์เซ็นต์ ของการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดโดยคน Liu และ Spahr (1993) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานว่า ความแม่นยำในการตรวจการเป็นสัดของ tag เป็น 74 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดโดยคนสามารถตรวจได้เพียง 58 เปอร์เซ็นต์ และยังได้ทำการทดลองโดยติด tag ทั้งที่ขาหน้าและขาหลัง ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างในประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัด เพียงแต่ต้องเพิ่ม activity counts เป็น 2 เท่าจากเดิม




ภาพที่ 5 แสดงอุปกรณ์การทำงานของ Automated Electronic Activity Tag System (Liu และ Spahr, 1993)

**การตรวจการเป็นสัดโดยสัตว์ที่ผ่านการฝึก (Estrus detection by trained animal)**

ในขณะที่แม่โคเป็นสัดจะพบว่า ในระบบของ Urogenital tract จะมีสารประกอบบางอย่างที่มีกลิ่นซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะ โดยจะเกิดขึ้นตามธรรมชาติในระยะเวลา 2-3 วัน ก่อนการเป็นสัดและจะหมดไปอย่างรวดเร็วหลังหมดระยะเป็นสัด

ตัวอย่างของเหลวจากส่วนต่างๆของร่างกาย ที่สามารถใช้ในการตรวจการเป็นสัด ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Swabs of Volva and Vestiblue

ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้ forceps ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว คีบ cotton ball ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเช่นกันเช็ดบริเวณ ปากช่องคลอด และส่วนหน้าของช่องคลอดของแม่โคแล้วเก็บตัวอย่างที่ได้บรรจุในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -15 ถึง -20 องศาเซลเซียส

2. Vaginal mucus

ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้ galss speculum ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วสอดเข้าไปด้านในช่องคลอด แล้วสอด cotton gauze tampon ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วผ่านเข้าไปใน speculum เข้าไปในส่วน vaginal (การใช้ speculum เพื่อป้องกัน tampon สัมผัสกับส่วนอื่นๆของ Urogenital tract) ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วนำตัวอย่างที่ได้บรรจุในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -15 ถึง -20 องศาเซลเซียส

3. Natural excreted urine

ทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะจากโค โดยใช้ขวดแก้วสะอาด จากนั้นใช้ cotton ball ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จุ่มในปัสสาวะที่บรรจุไว้ในขวดแก้ว เก็บที่อุณหภูมิ -15 ถึง -20 องศาเซลเซียส

4. Urine from bladder

ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้ Foley catheter สอดผ่านท่อทางเดินปัสสาวะ (urethra) เข้าไปในกระเพาะปัสสาวะ (bladder) แล้วทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะ (เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของปัสสาวะกับสารอื่นๆใน Genital tract) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -15 ถึง -20 องศาเซลเซียส

5. Milk

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมจากถังบรรจุนม หรือจากการรีดประจำวันตามปรกติใช้ cotton ที่ชื้นจุ่มน้ำนมบรรจุในขวดแก้วที่สะอาด และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -15 ถึง -20 องศาเซลเซียส

6. Blood

ทำการเก็บตัวอย่างจากเส้นเลือดดำที่บริเวณคอ และใส่หลอดที่บรรจุด้วย Ethylenediaminetertraacetate (EDTA) ซึ่งเป็นสารป้องกันการจับตัวเป็นลิ่มของเลือด (Anticoagulant) นำไป centrifuged แล้วทำการเก็บส่วนของ plasma มาหยดบนน cotton swab ในปริมาณประมาณ 1.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -15 ถึง -20 องศาเซลเซียส

การตรวจการเป็นสัดจะใช้สุนัขหรือหนูที่ผ่านการผึกมาแล้วเพื่อดมตัวอย่างกลิ่นต่างๆของร่างกาย โดยจะสามารถบอกได้ว่าโคตัวนั้นเป็นสัดหรือไม่ (Kiddy และคณะ, 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kiddy และคณะ (1984) ได้ทำการศึกษาระยะเวลาการปรากฏของกลิ่นโดยใช้สุนัขพันธุ์ Catahoula leopard และ German sheperd โดยใช้ตัวอย่างจาก Vaginal mucus ซึ่งทำการเก็บจากแม่โคในวันที่เป็นสัด พบว่าการปรากฏของกลิ่นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระยะ 3 วัน ก่อนการเป็นสัดและจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่เป็นสัด (สุนัขตรวจพบได้มากที่สุด) โดยกลิ่นจะหมดไปหลังจากการแสดงการเป็นสัด 1 วัน

Dehnhard และ Claus (1988) ได้ใช้หนูที่ผ่านการฝึกเพื่อแยกกลิ่นของปัสสาวะในโค โดยที่หนูจะสามารถบอกได้ว่าโคตัวนั้นเป็นสัดหรือไม่โดยการกระตุ้นที่ Microswitch และจะใช้เวลา 45 วินาที ต่อ 1 ตัวอย่าง การแสดงปฏิกิริยาของหนูจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกลิ่นนั้น

**การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยตรวจการเป็นสัด (Computer-aided estrus detection)**

Schluensen และคณะ (1987) ได้รายงานการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเก็บรวบรวมค่าอุณหภูมินมและอุณหภูมิร่างกายของโค เพื่อนำมาคำนวนและวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างโคที่เป็นสัดและไม่เป็นสัด นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบโรคเต้านมอักเสบได้อีกด้วย

Roth และคณะ (1989) ได้รายงานการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลความถี่ของการเดิน อุณหภูมินม ปริมาณนม และการนำไฟฟ้าที่ปากช่องคลอดในโคเลี้ยงปล่อย และข้อมูลอุณหภูมินม ความถี่ของการเดิน ปริมาณนม การเต้นของชีพจร และการนำไฟฟ้าที่ปากช่องคลอดในโคยืนโรงเพื่อตรวจการเป็นสัด

Domecq และคณะ (1987) ได้รายงานการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system) ในการจัดการระบบสืบพันธุ์ในฝูงโค โดยถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยโปรแกรม PC.Expert Professional shell และ Turbo Pascal 5 ใน IBM-compatible PC ข้อมูลที่ถูกรวบรวมจากแบบสอบถามและรายงานในฟาร์มโคนมจำนวน 6 ฟาร์ม จะถูกประเมินโดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที ในการบอกถึงประสิทธิภาพในการผลิตและกลวิธีการจัดการฟาร์มโคได้

Zenger (1990) ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวัดปริมาณนมของโค ซึ่งสรุปได้ว่าการลดลงในช่วงแคบๆของปริมาณนมจะสามารถบ่งบอกถึงการเกิดโรค, การตรวจวัดความต้องการอาหารของโค และสามารถตรวจการเป็นสัดในโคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ไดโอดเปล่งแสง** (รศ.ดร.สิทธิชัย และ รศ.ดร.พีรศักดิ์ , 2535)

L.E.D. (Light Emitting Diode) หรือไดโอดเปล่งแสง เป็นไดโอดอีกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อกระแสไหลผ่านจะเปล่งแสงออกมาได้

ไดโอดเปล่งแสงเกิดจากการสร้างรอยต่อ PN ด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ เมื่อคร่อมแรงดันไฟฟ้าที่รอยต่อโดยให้ขั้วบวกอยู่ด้าน P และขั้วลบอยู่ด้าน N โฮลใน P และอิเลคตรอนใน N จะไหลมารวมตัวกันที่รอยต่อเกิดเป็นแสงให้เราเห็น

สารกึ่งตัวนำที่ใช้มักจะเป็นผลึกแกเลียม (Ga) ที่มีส่วนผสมอื่นอยู่ด้วย สารเจือปนที่เจือปนอยู่ในอัตราส่วนที่ต่างกันจะทำให้เกิดการเปล่งแสงสีต่างๆได้ ปกติรอยต่อ PN จะสร้างขึ้นจากการปลูกชั้น N หรือ P บนฐานซึ่งเป็น P หรือ N ของผลึกแกเลียม

โดยปกติไดโอดชนิดนี้จะใช้แรงดันและกระแสน้อยคือ แรงดันประมาณ 2 V และกระแสประมาณ 1-20 mA ก็จะทำให้ไดโอดเปล่งแสงได้ ไดโอดชนิดนี้ใช้เป็นหลอดแสงเล็กๆ, ใช้เป็นแหล่งแสงในรีโมทคอนโทรล, แหล่งแสงของเส้นใยแสงได้

นอกจากนี้ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของไดโอดเปล่งแสงยังดีกว่าหลอดไฟเล็กๆ โดยที่ไดโอดชนิดนี้จะกินไฟน้อยและมีอายุการใช้งานที่นานมาก นอกจากนั้นยังทนทานต่อการสั่นสะเทือนไม่เหมือนหลอดไฟทั่วไป การเปิดปิดทำได้เร็วมากจึงใช้ในการมอดูเลต (modulate) ด้วยความเร็วสูงและการกระพริบด้วยพัลส์ได้ดี

ไดโอดเปล่งแสงสามารถให้สีอินฟาเรด แดง ส้ม เหลือง เหลืองเขียว และเขียวได้ ในปัจจุบันมีผู้ทดลองทำไดโอดเปล่งแสงสีน้ำเงินได้สำเร็จ จึงทำให้มีแม่สีครบ คือ แดง เขียว น้ำเงิน ต่อมาก็สามารถนำเอามาทำจอภาพสีได้โดยไม่ยากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวคลื่นของแสงที่เปล่งจากไดโอด จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำไดโอดและส่วนผสมของสารเจือปน ลองดูว่าไดโอดที่เปล่งแสงต่างๆ ใช้สารกึ่งตัวนำชนิดใดบ้าง

- อินฟาเรด (ความยาวคลื่น 0.93-0.95 μm) ใช้ GaAs
- สีแดง (0.70 μm) ใช้ GaP เจือด้วย Zn และ O
- สีแดง (0.66 μm) ใช้ GaAlAs เป็นไดโอดที่ให้แสงอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
- สีส้มแดง (0.63 μm) ใช้ GaAsP ที่มีสูตร GaAs P
- สีส้ม (0.61 μm)ใช้ GaAsP ที่มีสูตร GaAs P
- สีเหลือง (0.59 μm) ใช้ GaAsP ที่มีสูตร GaAs P
- สีเหลืองเขียว (0.565 μm) ใช้ GaP และเจือด้วย N มีประสิทธิภาพในการให้แสงสูงกว่าหลอดสีเขียว
- สีเขียว (0.555 μm) ใช้ GaP แต่ให้แสงไม่ค่อยมีประสิทธิภาพเท่าหลอดสีเหลืองเขียว จึงไม่เป็นที่นิยมใช้
- สีน้ำเงิน (0.49 μm) ใช้ GaN กำลังอยู่ในขั้นพัฒนาวิธีการผลิตจำนวนมาก
- สีน้ำเงิน (0.48 μm) ใช้ ZnSe และ SiC กำลังได้รับการวิจัยพัฒนาไปสู่ขั้นใช้งานได้จริง

ไดโอดเปล่งแสงจะถูกใช้เป็นหลอดไฟเดี่ยวๆ หรือใช้หลายๆ ตัวประกอบกันเป็นหลอดแสดงก็ได้ ถ้าใช้เดี่ยวๆ จะเรียกว่าหลอด L.E.D.

หลอด L.E.D. มีหลายชนิด โดยทั่วไปจะใช้ L.E.D. ใส่ลงในฝาครอบพลาสติกและอัดด้วยอีพ็อกซี เมื่อต่อตัวต้านทานอนุกรมไว้และป้อนแรงดันไฟก็จะทำให้หลอดติดสว่างได้

หลอด L.E.D. จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ที่มีขนาดเล็กลงมาคือ 4, 3 และ 2.5 มิลลิเมตร ก็มี ขนาดใหญ่ขนาด 7 มิลลิเมตร หรือ 10 มิลลิเมตร ก็มี ส่วนหัวจะถูกอัดด้วยอีพ็อกซีหรืออีพ็อกซีผสมกับ ให้โปร่งใส ครอบพลาสติกโดยรอบ บางครั้งจะเป็นสีแดง, เหลือง, เขียว ตามสีของการเปล่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สวิทช์ (Switches)** (พิษณุ และ มังกร, 2532)

ในระบบไฟฟ้าปัจจุบัน ได้มีการนำสวิทช์หลายแบบหลายชนิดมาใช้ควบคุมการเปิดปิดวงจร ทั้งขณะที่มีโหลด และไม่มีโหลด เพื่อแยกอุปกรณ์ไฟฟ้าจากวงจร การเลือกชนิดของสวิทช์ที่เหมาะสมสำหรับงานแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับการพิจารณาสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ขีดจำกัดทางไฟฟ้าและคุณสมบัติของสวิทช์จะต้องเหมาะกับงานที่มันจะต้องทำ สวิทช์จะต้องมีจำนวนขั้วที่ถูกต้อง และมีขีดจำกัดของแรงดันและกระแสสำหรับใช้กับโหลดที่มันควบคุม ถ้าเราใช้สวิทช์เพื่อตัดกระแส มันจะต้องมีขีดความสามารถที่เหมาะสมในการตัดกระแสและเหมาะกับชนิดของโหลดที่เป็นความต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ หรือตัวเก็บประจุ

2. โครงสร้างและส่วนประกอบของสวิทช์จะต้องเหมาะสมกับการใช้งานที่สวิทช์จะได้รับ สวิทช์ที่ใช้งานบ่อยครั้งจะต้องได้รับการสร้างมาอย่างแข็งแรงทนทาน เพื่อประกันอายุการใช้งานที่ยาวนานที่ยาวนานโดยไม่เสียหาย องค์ประกอบอื่นๆ เช่น กลไกของตัวสัมผัส contact) การดับอาร์คความเร็วในการ "ตัด" และ "ต่อ" จะต้องนำมาพิจารณาด้วย

3. อุปกรณ์ย่อย เช่น ที่ยึดฟิวส์ (fuse holder) หรือการทำงานของตัวสัมผัส จะต้องนำมาพิจารณาด้วย

4. กล่องบรรจุ ชนิดของกล่องซึ่งใช้ในการติดตั้ง การยึดโยงกันระหว่างฝาปิด และคันบังคับอุปกรณ์ในการล็อคสวิทช์ให้อยู่ในตำแหน่งเปิด จะต้องนำมาใช้ตามความเหมาะสม

การพิจารณาดังกล่าวจะทำได้อย่างถูกต้องก็ต่อเมื่อผู้พิจารณามีความเข้าใจอย่างชัดแจ้งในคุณสมบัติของสวิทช์ชนิดต่างๆ และขนาดต่างๆ ที่มีอยู่

เราอาจใช้โครงสร้างพื้นฐานและลักษณะการทำงานเป็นตัวกำหนดชนิดของสวิทช์

**จำนวนขั้ว** สวิทช์ใดๆ ก็ตามจะมีปลายข้างหนึ่งหรือมากกว่าสำหรับต่อสายไฟและอีกข้างหนึ่งสำหรับต่อสายโหลด ปลายต่อแต่ละคู่ที่ต่อสายไฟและสายโหลดเรียกว่า "ขั้ว" ดังนั้นจำนวนหัวต่อสายจะเป็นตัวกำหนดชนิดของสวิทช์ ถ้าถือจำนวนขั้วเป็นหลักในการแบ่งประเภทของสวิทช์ จำนวนขั้วมีค่าเท่ากับจำนวนทางเดินของตัวนำผ่านสวิทช์ ในระบบปัจจุบันมีตั้งแต่ 1 ถึง 5 ขั้ว

**การตัดผิวสัมผัส** ในการเปิดทางไม่ให้กระแสไหล สวิทช์อาจจะตัดผิวสัมผัสที่จุดหนึ่งหรือสองจุดในทางเดินกระแส ถ้ามันตัดจุดเดียวในแต่ละขั้วจะเป็นแบบ "ตัว 1 ตอน" (single break ) ถ้ามันตัด 2 จุดในแต่ละขั้วจะเป็นแบบ "ตัว 2 ตอน" (double-break )

**จำนวนทาง** สวิทช์อันหนึ่งอาจจะมีตำแหน่งวงจรปิดได้หนึ่งตำแหน่ง หรือหลายๆ ตำแหน่ง สวิทช์ส่วนใหญ่เป็นแบบทางเดียว คือมีตำแหน่งวงจรปิดตำแหน่งเดียว แต่อย่างไรก็ตามสวิทช์สองทาง คือสวิทช์ที่มีตำแหน่งวงจรปิดสองตำแหน่ง ซึ่งจะต่อวงจรได้หนึ่งวงจรใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละตำแหน่งของสวิทช์ ก็เป็นที่ใช้กันทั่วไป ในการสับเปลี่ยนโหลดจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง หรือสับเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟให้โหลดอันหนึ่งไปยังโหลดอีกอันหนึ่ง

**ชนิดของตัวสัมผัส** ที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ แบบตัวสัมผัสเป็นใบมีดสับ (knife-blade pressure contact) และอีกแบบเป็นแบบผิวสัมผัสระหว่างตัวสัมผัสที่อยู่กับที่อัดติดแน่นกับตัวสัมผัสเคลื่อนที่ด้วยความดันสูง (high pressure butt)

**วิธีการทำงาน** สวิทช์อาจมีกลไกของตัวสัมผัสเป็นแบบทางกลหรือไฟฟ้า เมื่อแรงกระทำเกิดจากแรงคนกระทำต่อคันบังคับ การทำงานเป็นแบบทางกลเช่นเดียวกันกับเมื่อความดันกระทำบนสวิทช์ความดัน (pressure switch) หรือ ลูกเบี้ยวบนลิมิตสวิทช์ (limit switch) หรือของเหลวกระทำต่อสวิทช์ลูกลอย (float switch) ก็เป็นการทำงานแบบทางกล การทำงานจะเป็นแบบทางไฟฟ้า เมื่อมีคนหรือระบบอัตโนมัติใดๆ ไปต่อวงจรที่จ่ายกระแสให้แก่มอเตอร์หรือ ขดลวดแม่เหล็ก ซึ่งจะเป็นตัวสร้างแรงกระทำต่อผิวสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## อุปกรณ์และวิธีการ

1. สัตว์ทดลอง ใช้โคนมเพศเมียที่อยู่ระหว่างการให้นมจำนวน 15 ตัว ซึ่งโคนมมีร่างกายสมบูรณ์และแข็งแรงปราศจากโรคติดต่อ โคนมทั้งหมดได้รับความดูแลและการเลี้ยงดูของกลุ่มผู้เลี้ยงโคนมขุมทอง ศูนย์รับน้ำนมขุมทอง เขตลาดกระบัง

2. อุปกรณ์ของเครื่องจับเวลา

2.1 วงจรนาฬิกาดิจิตอล จำนวน 1 ชุด

2.2 ถ่านไฟฉาย AA จำนวน 2 ก้อน

2.3 รังถ่านไฟฉาย จำนวน 2 ชุด

2.4 L.E.D. ขนาด 3 โวลท์ จำนวน 1 ตัว

2.5 สายไฟขนาดเล็กเส้นเดี่ยวยาว 1.5 เมตร จำนวน 2 เส้น

3. อุปกรณ์ติดตั้งกับตัวโค

3.1 หนังเทียมสีครีม 1.5 หลา

3.2 หัวเข็มขัด จำนวน 2 หัว

4. อุปกรณ์ของสวิตช์ตรวจการเป็นสัด

4.1 สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ จำนวน 1 ตัว

5. อุปกรณ์ช่วยเหลือ

5.1 หัวแร้งและตะกั่วบัดกรี

5.2 คีมตัดและปลอกสายไฟ, คีมดัดลวด, คีมปากจิ้งจก

5.3 มีดคัดเตอร์, กรรไกร

5.4 ชุดไขควง

5.5 แถบกาวพันสายไฟ

5.6 เข็มเย็บผ้าพร้อมด้าย

5.9 กาวเชื่อมเอนกประสงค์

5.10 เทปกาวใส

5.11 แถบกาวสองหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# วิธีการ

## 1. หลักการทำงาน

ในระยะก่อนการเป็นสัด (Coming Into Heat) โคจะมีอาการกระสับกระส่ายผิดปรกติ เดินไปเดินมาไม่อยู่นิ่ง ร้องและสนใจสภาพแวดล้อมมากขึ้นโดยมักจะปีนทับโคตัวอื่น (Malcolm, 1983) การทำงานของเครื่องตรวจการเป็นสัดจะเป็นการตรวจการปีนของโคเพศเมียที่อยู่ในระยะก่อนการเป็นสัด ซึ่งจะใช้สวิทช์แบบกดติดปล่อยดับที่หาซื้อได้ตามร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วๆไป นำมาดัดแปลงให้สามารถกดติดจนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่หรือคนเลี้ยงมาดึงสวิทช์ออก จึงสามารถตั้งการทำงานของเครื่องใหม่ได้ โดยทำเขี้ยวล็อคติดไว้ที่ด้านข้างของปุ่มทั้งสองข้าง และนำฝาขวดน้ำพลาสติกซึ่งเจาะรูให้สามารถรับกับเขี้ยวที่ทำไว้ มาติดที่ด้านบนของสวิทช์กดติดปล่อยดับ เมื่อสวิทช์ที่ติดอยู่บริเวณเสือร้องไห้ (Brisket) ของโคเพศเมียถูกกดนั่นแสดงว่าโคตัวนั้นแสดงพฤติกรรมการปีนโคตัวอื่น ฝาขวดน้ำพลาสติกที่ติดอยู่บนสวิทช์จะถูกกด ฝาขวดน้ำจะเลื่อนลงและจะถูกล็อคไว้ด้วยเขี้ยว ทำให้วงจรปิดและกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่สามารถไปกระตุ้นการทำงานของเครื่องจับเวลา ทำให้ L.E.D. ติดสว่าง และเวลาภายในนาฬิกาดิจิตอลเดินไปได้เรื่อยๆ โดยเริ่มต้นจาก 12.00 น. โดยที่การปีนครั้งต่อไปของโคนั้นจะไม่สามารถตั้ง (Set) เวลาของนาฬิกาดิจิตอลให้เป็น 12.00 น. ได้เลยจนกว่าเจ้าหน้าที่จะมาตรวจพบเท่านั้น ซึ่งเจ้าหน้าที่จะสามารถคำนวนเวลาที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์จากเวลาในนาฬิกาดิจิตอลได้ การตั้งการทำงานของเครื่องใหม่สามารถทำได้โดย ทำให้วงจรเปิดอีกครั้งและสามารถทำการตรวจการเป็นสัดได้ต่อไป

## 2. วิธีการทดลอง

ทำการติดตั้งเครื่องตรวจการเป็นสัดที่ประดิษฐ์ขึ้นในช่วงเช้าเวลา 9.30-11.00 น. หรือในช่วงบ่ายเวลา 13.30-15.00 น. ให้กับโคที่สุ่มได้โดยเมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จจะเป็นดังในภาพผนวกที่ 1 และทำการตรวจผลการทำงานของเครื่องตรวจการเป็นสัดในระหว่างการให้นมของโค ในเวลา 02.00- 06.00 น. และ 14.00-18.00 น. ทุกวันเป็นเวลา 21 วัน

## 3. แผนการทดลอง

ทำการสุ่มโคเพศเมียจำนวน 15 ตัว จากฝูงโคนมที่อยู่ระหว่างการให้นมจำนวน 50 ตัว โดยใช้ตารางเลขสุ่มเพื่อติดตั้งเครื่องตรวจการเป็นสัดที่ประกอบเสร็จแล้วกับตัวโค ทั้งส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์และส่วนจับเวลา ดังแสดงในภาคผนวก รูปที่ ก-2, ก-3, ก-6 และ ก-7 ตามลำดับ โดยที่ส่วนจับเวลาจะต้องต่อวงจรดังในภาคผนวก รูปที่ ก-8 และต่อสายไฟดังในภาคผนวก รูปที่ ก-9

**4. การบันทึกข้อมูล**

4.1 บันทึกจำนวนครั้งที่สวิทช์เครื่องตรวจการเป็นสัดถูกกด (ปิดวงจร)

4.2 บันทึกข้อผิดพลาดและสิ่งเพิ่มเติมอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในโคแต่ละตัว

**5. การวิเคราะห์ข้อมูล** (ปกครอง , 2508)

นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 4.1 มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

โดย ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) หาได้จาก

$$\text{ค่าเฉลี่ย } (\bar{X}) = \sum X / N$$

โดย **ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน** (S.D.) หาได้จาก

$$\text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)} = \sqrt{(\sum X / N) - X}$$

**6. สถานที่ทำการทดลอง**

การประดิษฐ์และประกอบเครื่องที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ทดสอบกับโคนมในฟาร์มของกลุ่มผู้เลี้ยงโคนมขุมทอง ศูนย์รับน้ำนมขุมทอง เขตลาดกระบัง

**7. ระยะเวลาในการทดลอง**

เริ่มทำการทดลองเดือน มกราคม 2540 สิ้นสุดการทดลองเดือน พฤษภาคม 2540 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 5 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## ผลการทดลอง

### การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจการเป็นสัด

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจการเป็นสัดของโค (ตารางที่2) จากการนำเอาเครื่องมือตรวจการเป็นสัดติดกับตัวสัตว์ และทำการตรวจสอบการเป็นสัดโดยวิธีล้วงคลำทางทวารหนักเพื่อดูประสิทธิภาพของเครื่องตรวจการเป็นสัดพบว่า เครื่องสามารถตรวจพบโคเป็นสัด มีโคเป็นสัดจริงจำนวน 8 ตัว คิดเป็นร้อยละ 53.33 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 เครื่องตรวจพบโคเป็นสัด แต่เมื่อนำโคไปตรวจล้วงการเป็นสัด ปรากฏว่าแม่โคไม่เป็นสัดตามที่เครื่องตรวจพบจำนวน 2 ตัว คิดเป็นร้อยละ 13.33 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเครื่องมือที่ติดตั้งไม่อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เมื่อโคนอนลงจะกดทับสวิทช์ทำให้สวิทช์ทำให้เครื่องมือทำงาน บางครั้งอาจโดนโคตัวอื่นใช้จมูกดันบริเวณสวิทช์ จึงทำให้เครื่องมือทำงาน เครื่องไม่ตรวจพบการเป็นสัดแต่โคมีการแสดงอาการเป็นสัด จำนวน 5 ตัว คิดเป็นร้อยละ 33.33 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 สาเหตุที่เครื่องตรวจการเป็นสัดไม่สามารถตรวจพบโคเป็นสัดเนื่องมาจาก บริเวณที่เป็นสวิทช์สำหรับการกดทับที่ทำมาจากฝาขวดน้ำพลาสติกหลุดไป จึงทำให้เมื่อโคปีนขึ้นทับโคตัวอื่น สวิทช์ไม่สามารถทำงานได้ ในบางครั้งพบว่าสายไฟที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์จับเวลาเกิดการหลุดออกจากกันทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ครบวงจร และเครื่องมือตรวจไม่พบการเป็นสัดและโคไม่มีการแสดงอาการเป็นสัดจำนวน 0 ตัว (ไม่มีผลการทดลองเกิดขึ้นในกรณีนี้)

### ต้นทุนการประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัด

| | |
|---|---|
| 1. อุปกรณ์สวิทช์ตรวจการเป็นสัด | 20 บาท |
| 2. อุปกรณ์เครื่องจับเวลา | 120 บาท |
| 3. อุปกรณ์สำหรับติดตั้งกับตัวโค | 80 บาท |
| 4. อุปกรณ์ช่วยเหลือ | 30 บาท |
| **รวม** | **250 บาท** |

จากการวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตเครื่องตรวจการเป็นสัดพบว่า เครื่องตรวจการเป็นสัด 1 เครื่อง มีราคา 250 บาท สามารถใช้งานได้ 12 ครั้ง คิดเป็นค่าใช้จ่าย 20.83 บาท ต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจการเป็นสัด 1 ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการตรวจการเป็นสัด จะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 10 บาท ต่อการตรวจพบโคเป็นสัด 1 ครั้ง นอกจากนี้ยังพบว่าเครื่องตรวจการเป็นสัดมีประสิทธิภาพในการตรวจการเป็นสัดได้ ร้อยละ 53.33 ซึ่งยังจะต้องทำการศึกษาค้นคว้ากันต่อไป

**ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจการเป็นสัดของโค**

| จำนวนโค | เครื่องตรวจสัดทำงาน โคเป็นสัด | เครื่องตรวจสัดทำงาน โคไม่เป็นสัด | เครื่องตรวจสัดไม่ทำงาน โคเป็นสัด | เครื่องตรวจสัดไม่ทำงาน โคไม่เป็นสัด |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| รวม | 8 | 2 | 5 | 0 |
| % | 53.33 | 13.33 | 33.33 | 0 |
| S.D. | 0.49 | 0.33 | 0.47 | 0.00 |

**หมายเหตุ** ตารางนี้เป็นตารางแสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจการเป็นสัดของโค โดยตารางนี้จะแยกว่าโคที่ทำการทดสอบกับเครื่องตรวจการเป็นสัดจะมีผลการทดสอบอยู่ในสภาวะแบบใด ซึ่งมีสภาวะที่เป็นไปได้อยู่ 4 สภาวะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สภาวะที่เครื่องตรวจการเป็นสัดทำงานและโคเกิดการเป็นสัดจริง (ในกรณีนี้ ค่าที่หาได้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือประสิทธิภาพของเครื่อง)

2. สภาวะที่เครื่องตรวจการเป็นสัดทำงานและโคไม่เป็นสัด

3. สภาวะที่เครื่องตรวจการเป็นสัดไม่ทำงานและโคเป็นสัด

4. สภาวะที่เครื่องตรวจการเป็นสัดไม่ทำงานและโคไม่เป็นสัด (ในกรณีที่ 2-4 เป็นข้อผิดพลาดของเครื่องตรวจการเป็นสัด)

ถ้าโคที่ทำการทดสอบเกิดผลการทดสอบเป็นอย่างไรจะทำให้ค่าในกรณีนั้นเป็น 1 และในอีก 3 กรณีจะให้ค่าเป็น 0 (เช่น ในการทดสอบโคตัวที่1 จากการตรวจสอบโดยการล้วงทางทวารหนักพบว่าโคเป็นสัด แต่เครื่องตรวจการเป็นสัดไม่ทำงาน เพราะฉะนั้นค่าในตาราง ช่องเครื่องตรวจการเป็นสัดไม่ทำงานโคเป็นสัด จะมีค่าเป็น 1 และช่องที่เหลือมีค่าเป็น 0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6

# บทสรุปและวิจารณ์

## สรุปผลการทดลอง

การประดิษฐ์เครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนม โดยการนำส่วนของรังถ่าน 2 ชุด , หลอดไฟ และนาฬิกาดิจิตอล ต่อเป็นวงจรแล้วบรรจุลงในกล่องพลาสติก ติดสวิทช์แบบกดติดปล่อยดับที่หาซื้อได้ตามร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วๆไป ซึ่งนำมาดัดแปลงให้สามารถกดติดจนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่หรือคนเลี้ยงมาแกะออก จึงสามารถตั้งการทำงานของเครื่องใหม่ได้ โดยทำเขี้ยวล็อคติดไว้ที่ด้านข้างของสวิทช์ทั้งสองข้าง และนำฝาขวดน้ำพลาสติกซึ่งเจาะรูให้สามารถรับกับเขี้ยวที่ทำไว้มาติดที่ด้านบนของปุ่ม เมื่อสวิทช์ถูกกดฝาขวดน้ำจะเลื่อนลงไปอยู่ด้านล่างและถูกล็อคไว้ด้วยเขี้ยว ทำให้หลอดไฟ ติดสว่าง และนาฬิกาดิจิตอลทำงาน การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจการเป็นสัดสามารถตรวจพบโคเป็นสัดได้ ร้อยละ 53.33 ต้นทุนในการผลิตประมาณ 250 บาท ต่อ 1 เครื่อง และยังสามารถนำกลับมาใช้งานได้ประมาณ 10 ครั้ง คิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 25 บาท ต่อการตรวจพบโคเป็นสัด 1 ครั้ง เครื่องตรวจการเป็นสัดนี้สามารถใช้ทดแทนแรงงานคนและประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้

## บทวิจารณ์

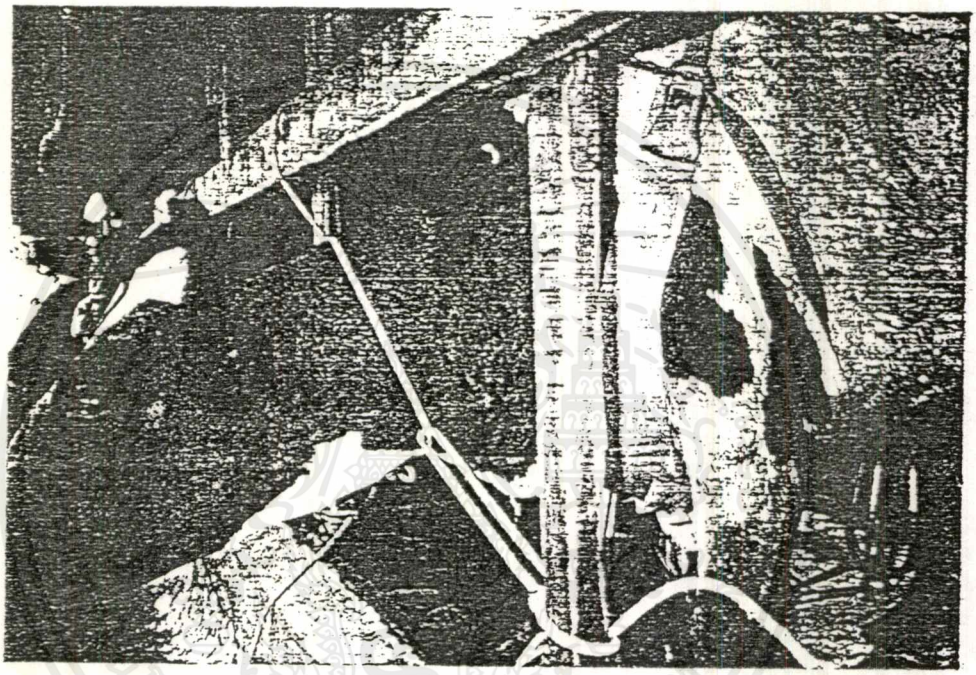
การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจการเป็นสัดที่ประดิษฐ์ขึ้น โดยได้ทำการทดสอบกับโคของฟาร์มโคนมของกลุ่มผู้เลี้ยงโคนมขุมทอง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพ ผลปรากฏว่ามีประสิทธิภาพในการตรวจสัดได้ยังไม่ดีเท่าที่ควร โดยสามารถตรวจพบโคเป็นสัดได้ 53.33 เปอร์เซ็นต์

สาเหตุที่ทำให้ตรวจพบการเป็นสัดได้เพียงร้อยละ 53.33 เนื่องมาจากโคที่ทำการทดสอบไม่แสดงอาการเป็นสัดโดยการปีนทั้งหมด อาจเนื่องมาจาก โคที่ใช้ทำการทดสอบถูกเลี้ยงในสภาพโคแบบยืนโรงตลอดเวลา ทำให้โคไม่สามารถปีนโคตัวอื่นได้ และสาเหตุอีกประการหนึ่งที่สำคัญคือ สายรัด ยึดสวิทช์และวงจรไว้กับตัวโคยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ ทำให้เวลาโคขยับตัว (ก้มคอกินหญ้าหรือขยับตัวลงนอน) สายรัดที่ยึดไว้เกิดขยับ หลุดไปจากตำแหน่งเดิม หรือไม่ก็ขาด ทำให้การทดสอบมีประสิทธิภาพน้อยลงตามไปด้วย เพราะฉะนั้นผู้ที่จะทำการทดลองต่อไปจึงควรเน้นความสำคัญกับสายรัดให้มาก ควรออกแบบสายรัดให้มีการยึดวงจรและสวิทช์ให้ติดกับตัวโคได้ทุกการเคลื่อนไหวของโคจะดียิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

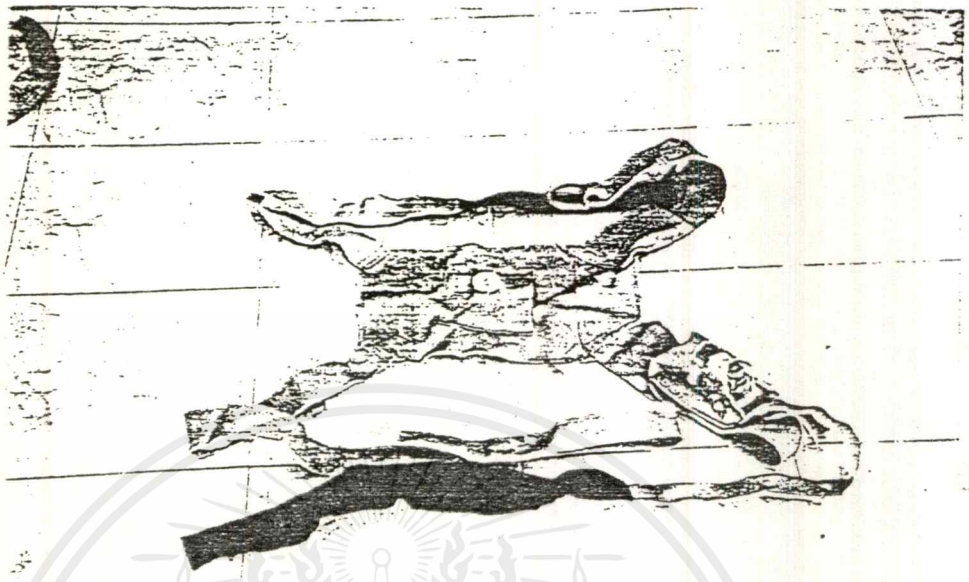
# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

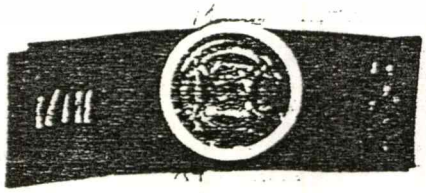


รูปที่ ก-1 แสดงโลที่ติดตั้งเครื่องตรวจการเป็นสัดเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-2 แสดงภาพเครื่องตรวจการเป็นสัดในโคนม



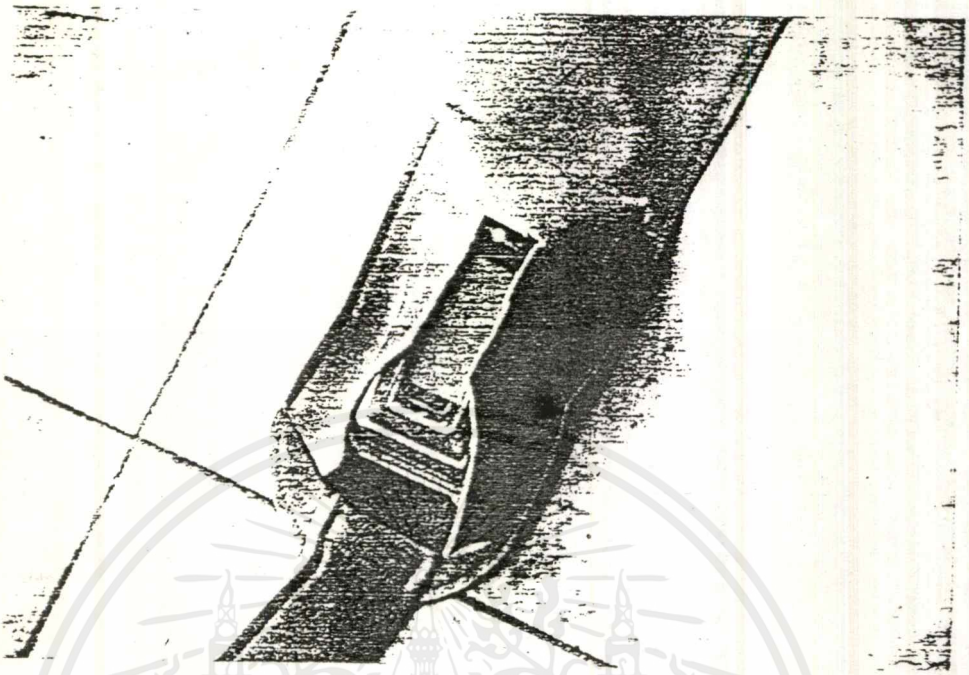
รูปที่ ก-3 แสดงส่วนสวิทช์ (ด้านบน) ของเครื่องตรวจการเป็นสัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-4 แสดงส่วนสวิทช์ (ด้านหน้า) ของเครื่องตรวจการเป็นสัด เมื่อยังไม่ถูกกด

รูปที่ ก-5 แสดงส่วนสวิทช์ (ด้านหน้า) ของเครื่องตรวจการเป็นสัด เมื่อถูกกดแล้ว

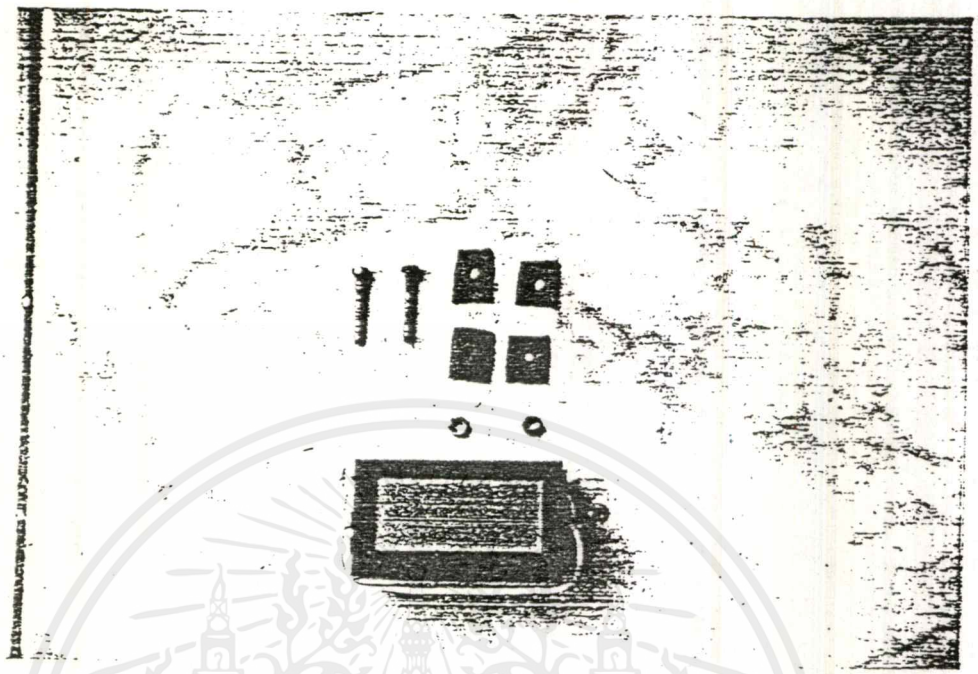
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



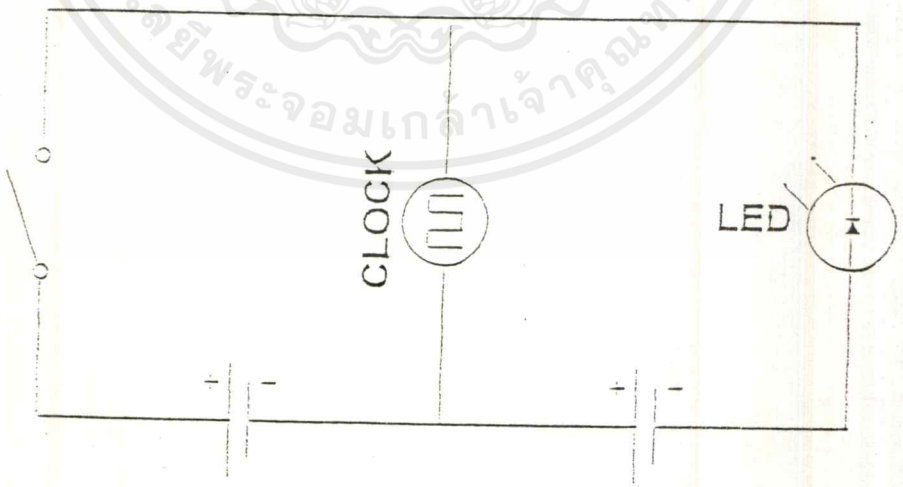
รูปที่ ก-6 แสดงส่วนจับเวลาของเครื่องตรวจการเป็นสัด ขณะอยู่ในสายหนัง

รูปที่ ก-7 แสดงส่วนจับเวลาของเครื่องตรวจการเป็นสัด (กล่องวงจร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

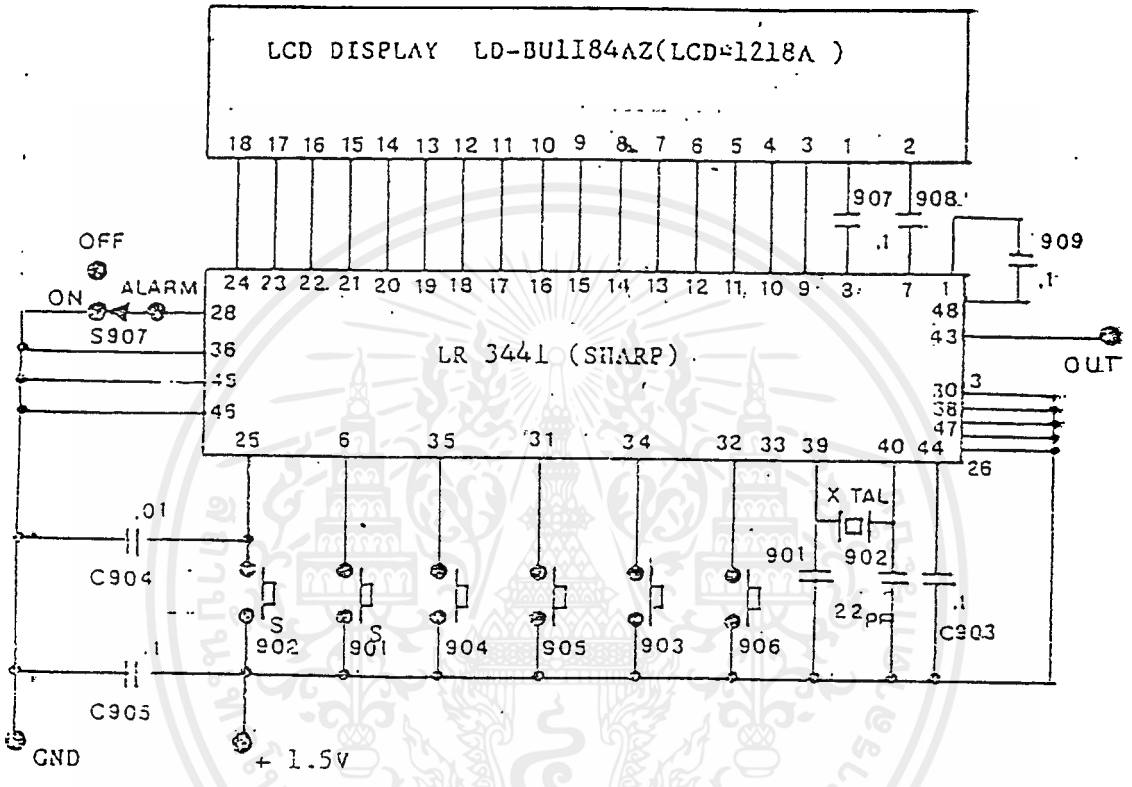


รูปที่ ก-8 แสดงการต่อสายไฟและส่วนประกอบของเครื่องจับเวลา




รูปที่ ก-9 แสดงการต่อสายไฟของเครื่องจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ ก-10 แสดงวงจรนาฬิกาดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทรงวุฒิ แสงจันทร์ และอาจารย์วิชัย ศุภลักษณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้แนวคิดและคำปรึกษา ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่างๆ จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ สำเร็จลงได้ และขอบคุณพี่สมชาย และพี่ๆที่ฟาร์มโคนมของกลุ่มผู้เลี้ยงโคนมขุมทอง เขตลาดกระบัง ซึ่งเป็นผู้เอื้อเฟื้อโคสำหรับใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

ขอขอบคุณเพื่อนๆน้องๆที่ภาควิชาเครื่องกล ที่ให้ความช่วยเหลือทุกท่าน และขอขอบคุณ พี่ๆน้องๆ ในชุมนุมมิวสิคทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดทั้งเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ทางด้านทุนทรัยพ์และเป็นกำลังใจในการศึกษาอยู่ตลอดเวลา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


รศ.ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม และ รศ.ดร.พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ. ทฤษฎีและการคำนวณวงจรอิเลคทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : ซีเอดยูเคชั่น, 2535.

ปกครอง ไชยกาล. หลักการสถิติ. กรุงเทพฯ : มงคลการพิมพ์, 2508.

พิษณุ วิทย์ศิลป์ และ มังกร หริรักษ์. สู่โลกอิเลคทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์, 2532.

เสนาะ อ่ำรอด. 2508. การศึกษาระยะเวลาการเป็นสัดของวัวนมในเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

Abdel rahim, S.E.A. and A.E.EI Nazier. 1987. Electric resistance of the vaginal mucus as an aid for heat detection in sleep. Vet. Rec. 121(22):273.

Akpe, N. and A. Wubishet. 1990. Comparision of three rapid milk progesterone test kits for their efficiancy of estrus detection. J. Dairy Sci. 73(Suppl. 1):273.

Anonymous. 1952. The effect of progesterone on ovulation time in dairy heifers. J. Dairy Sci. 35:65-70.

Asdell, S.A. 1946. Patterns of Memmalian Reproduction. In Comstock Pub. Assoc., Ithaca, N.Y.

Asdell, S.A. 1946. Patterns of Memmalian Reproduction. 2d ed., Kingsport Press Inc., Newyork. 670 p.

Asdell, S.A., J. deAlba and S.J. Robert. 1949. Studies on the estrus cycle of dairy cattle: Cycle length, size of corpus luterm, and endometrial change. Cornell Vet. 39:389-402.

Ballmann, H. 1985. Source of variation in the viscosity of fresh raw milk and its use to indicate oestrus. Milchwissenschaft. 41(7).

Bearden, H.J. and J.W. Fuquay. 1980. Applied Animal Reproduction. Reson Publ. Co., Inc., Verginia. 337 p.

Brewster, J.E. and C.L. Cole. 1941. The time of ovulation in cattle. J. Dairy. Sci. 24:111-115.

Brewster, J.E., R. May. and C.L. Cole. 1940. The time of ovulation and rate of spermatozoa travel in cattle. Am. Soc. Anim. Prod. Proc. 33:304-310.

Casida, L.E. 1971. The postpartum interval and its relation to fertility in the cow, sow and ewe, J. Anim. Sci. 32(Suppl. 1):66-72.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chapman, A.B. and L.E. Casida. 1937. Analysis of variation in the sexual cycle and some of its component phases with special reference to cattle. J. Agr. Res. 54:417-435.

Cox, R.L., P.E. Mattner and G.D. Thorburn. 1971. Change in ovarian secretion of oestradiol-17 around oestrus in sheep. J. Endocrinol. 49:345-346.

Coyan, K., B. Guven, S. Ozsar and T. Tekeli. 1991. Oestrus detection with a rapid milk progesterone test. (German translation from Turkish). Hayvancilik Arastirma Dergisi. 1(1):33-35.

Dehnhard, M. and R. Claus. 1988. Reliability criteria of a bioassay using rats trained to detect estrus-specific odor in cow urine. Theriogenology. 30(6):1127-1138.

Domecq, J.J., R.L. Nebel and M.L. McGilliard. 1989. An expert system to evaluate reproductive menagement and the need and selection of an on-farm milk progesterone test. J. Dairy Sci. 72(Suppl. 1):460-461.

Dukes, H.H. 1942. The Physiology of Domestic Animals. pp. 629-632. In Comstock Pub. Assoc., Ithaca, N.Y.

Dyrencahl, L. 1945. Are Sunday insemination necessary? Lontmannen (Stockh) No.29. J. Dairy Sci.72(Suppl. 1) : 350-351.

Echternkamp, S.E. and W. Hansel. 1973. Concurrent changes in bovine plasma hormone levels prior to and during the first postpartum estrous cycle. J. Anim. Sci. 37(6) :1362-1370.

Eckles, C.H. 1915. The ration and age of calving as factors influencing the growth and dairy qualities of cows. Missouri Age. Expt. Sta. Bull. 936 p.

Ellenberger, H.B. and A.H. Lohmann. 1946. Aritificial insemination of dairy cattle. Vermont Agr. Expt. Sta. Bull. 533 p.

Ensminger, M.E. 1987. Beef cattle science. The interstate printer & publishers, Inc., Illinois. 380 p.

Erb, R.E., R.D. Randel and C.J. Callahan. 1971. Female sex steroid changes during the reproductive cycle. J. Anim. Sci. 32(Suppl. 1):80-106.

Flerko, B. 1963. The central nervous system and the secretion and release of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone. Advances in Neuroendocrinology (A.V. Nalbandov, ed.) pp. 211-288. In Unversity of Illinois Press, Urbana.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Garverick, H.A., R.E. Erb, D.G. Niswender and C.J. Callahan. 1971. Reproductive steroids in the bovine. III. Changes during the estrous cycle. J. Anim. Sci. 32:946-956.

Geary, T.W. and J.J. Reeves. 1992. Relative importance of vision and olfaction for dectection of oestrus by bull. J. Anim. Sci. 70(9):2726-2731.

Gersimova, A.A. 1940. Duration of heat and time of ovulation in the cow.(Trans.title.) Probl. Zivotn. 12:126-129.

Gil, Z. 1982. Application of automatic measurement of milk temperature during milking for detection of oestrus in cows. Medycyna Weterynaryjna (Poland). 38(8-9):416-419.

Gilmore, L.O., W.E. Petersen and A.T. Rasmussen. 1941. Some morphological and functional relationships of the bovine hypophysis. Minnersota Agr. Expt. Sta. Tech. Bull. 145 p.

Godke, R.A., S.H. Pool, J.L. Kreider and L.F. Archbald. 1983. The use of a chin-ball marking device and heat detector patches for monitoring pasture mating with beef bulls. Agripractice. 4(7):25-38.

Gomes, W.R. and R.E. Erb. 1965. Progesterone in bovine reproduction: a review. J. Dairy Sci. 53:314-330.

Gwazdauskas, F.C., R.L. Nebel, D.J. Sprecher, W.D. Whittier, T.W. Munkittrick and M.L.

McGilliard. 1988. Detection of estrus in Dairy of cattle with rump-mounted detectors and androgenized females. J. Dairy Sci . 71(Suppl. 1):136.

Hackett, A.J. 1986. Testosterone or estradiol treatment of heifers of freemartins to detect estrus in confined dairy cattle. Theriogenology. 26(4):475-481.

Hackett, A.J. and H.D. Hafs. 1969. Pituitary and Hypothalamic endocrine changes during the bovine estrous cycle. J. Anim. Sci. 28:531-536.

Hall, J.G., C. Branton and E.J. Stone. 1958. Intensity of estrus in dairy cattle in Louisiana. J. of Dairy Sci. No. 42. 395 p.

Hammond, J. 1927. The Phisiology of Reproduction in the Cow. Cambridge Univ. Press.

Hansel, W. and R.B. Snook. 1970. Pituitary ovarian relationships in the cow. J. Dairy. Sci. 53:945-961.

Hawk, H.W. and R.A. Bellows. 1980. Beef and Dairy Cattle, pp. 337-345. In E.S.E. Hofez.(ed.). Reproduction in farm animals. 4th ed., Lea & Febiger, Philadelphia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hendricks, D.M., J.F. Dickey and D.G. Niswender. 1970. Serum L.H. And plasma progesterone levels during the estrous cycle and early pregancy in cows. Biol. Reprod. 2:346-351.

Hunter, R.H.F. 1980. Physiology and Technology of Reproduction in Female Domestic Animals. Academic Press, London. 393 p.

Jezierski, T. 1988. The use of a trained dog for detection of oestrus related odors in dairy cows. Proceeding of International Congress of Applied Ethology in Farm Anim. 39-43.

Kiddy, C.A., D.S. Mitchell and H.W. Hawk. 1984. Estrus-related odors in body fluid of dairy cows. J. Dairy Sci. 67(2):388-391.

Kunzler, R.A., D.P. Marcinkowski and D.H. Clark. 1991. Characterization of vulvular epithelium during the bovine estrus cycle as determined by near infrared reflectance spectroscopy(NIRS). J. Dairy Sci. 44(Suppl. 1):228.

Lakhdissi, H., B. Haddada, A. Lahlou-Kassi and M. Thibier. 1989. Management of reproduction in large dairy herds in Morocco. 3. Retrun to oestrus and anoestrus after natural mating. (English tranlation from French). Revue d Elevage et de Nedecine Vet. des Pays Tropicaux. 42(2):261-266.

Levaseur, M.C. and C. Thibault. 1980. Reproductive life cycles, pp. 130-149. In E.S.E. Hofez. (ed.). Reproduction in farm animals. 4th ed., Lea & Fibiger, Philadelphia.

Li, F.D., S.A. Peng, J.C. Zhang and H.C. Liu. 1986. Radioimmunoassay of milk progesterone during oestrus in dairy cows. Chinese J. Anim. Sci. Zhongguo Xumo Zazhi. 4:8-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้