

บทที่ 3

ระเบียบและวิธีการวิจัย

แผนการดำเนินงาน

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองคือ

- การทดลองที่ 1 ในห้องปฏิบัติการ (*In vitro*)
- การทดลองที่ 2 ในสัตว์ทดลอง (*In vivo*)
- การทดลองที่ 3 การใช้อุปกรณ์ที่ผลิตในโครงการกับฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

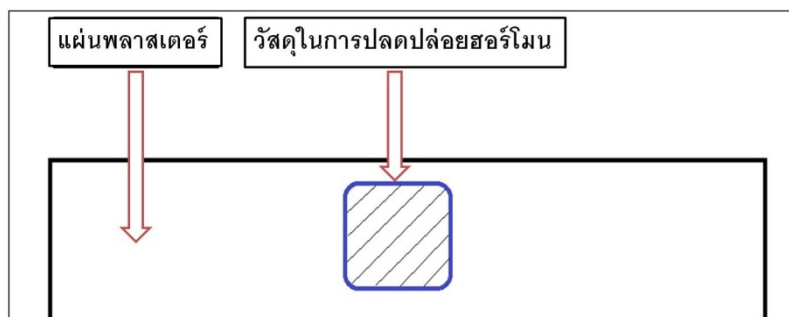
การทดลองที่ 1.ในห้องปฏิบัติการ (*In vitro*)

1. การพัฒนารูปแบบอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนัง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการคิดค้นและพัฒนารูปแบบของอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนัง ที่มีคุณสมบัติในการยึดติดกับผิวหนังของโคทดลองได้อย่างยอดเยี่ยมโดยไม่มี การหลุดลอกออกก่อนสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง รวมถึงคิดวิเคราะห์หาบริเวณเป้าหมายบนตัวโคที่จะทำการแปะพลาสติกฮอร์โมนลงไป ซึ่งบริเวณดังกล่าวต้องเป็นบริเวณที่มีชั้นผิวหนังที่บาง และที่สำคัญคืออยู่ใกล้กับเส้นเลือดมากที่สุด ดังนั้นจึงทำการสรุปว่าบริเวณที่จะทำการแปะอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนลงไปคือบริเวณโคนหางของโค เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีชั้นผิวหนังบางกว่าส่วนอื่นของร่างกาย อีกทั้งในบริเวณโคนหางของโคจะมีเส้นเลือดดำ (Coccygeal Vein) พาดผ่าน

2. การออกแบบอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนัง

รูปแบบของอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนังมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดความกว้าง x ความยาวเท่ากับ 30 x 5 เซนติเมตร โดยตรงกลางของแผ่นพลาสติกจะมีวัสดุที่มีการบรรจุฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในปริมาณต่างๆ ซึ่งรูปแบบของอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบ พลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนังที่ผู้วิจัยได้คิดค้นขึ้นมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะอุปกรณ์เหี่ยวนำการเป็นแบบพลาสเตอร์ฮอร์โมนติดผิวหนัง

3. การหาปริมาณฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่เหมาะสมในการบรรจุในอุปกรณ์เหี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสเตอร์ฮอร์โมนติดผิวหนัง

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาปริมาณฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่เหมาะสมสำหรับบรรจุลงในอุปกรณ์เหี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสเตอร์ฮอร์โมนติดผิวหนังเพื่อหาปริมาณที่น้อยที่สุดที่สามารถเหี่ยวนำให้โคแสดงอาการเป็นสัดได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตอุปกรณ์ให้ได้มากที่สุด โดยผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองโดยจะทำการบรรจุฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนลงในอุปกรณ์เหี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสเตอร์ฮอร์โมนติดผิวหนังที่ระดับต่างๆดังต่อไปนี้ คือ 0.75 กรัม, 1 กรัม และ 1.5 กรัมตามลำดับ โดยจะนำไปใช้งานจริงในโคทดลองเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์เหี่ยวนำการเป็นสัดด้วยฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนแบบสอดช่องคลอดทางการค้า (CIDR®) แล้วทำการเก็บตัวอย่างเลือดโคมาทำการวัดปริมาณฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในกระแสเลือดของโคทดลอง เพื่อหาปริมาณที่ใกล้เคียงกับอุปกรณ์ทางการค้ามากที่สุด

4. การวิเคราะห์ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน

4.1 การหาอัตราเจือจางที่เหมาะสมของ MAb P4 และ P4-HRP โดยวิธี ELISA

เคลือบเพลท 96 หลุมด้วย MAb P4 ที่มีความเข้มข้น 1:1, 1:2, 1:5, 1:10 และ 1:50 ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิ 4° C นาน 16 ชั่วโมง ล้างด้วยเพลทด้วยสารละลายสำหรับการล้างจากนั้นเติมสารละลายเจลาตินความเข้มข้น 2% ปริมาตร 200 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 60 นาที ล้างเพลทเติม P4-HRP ที่มีความเข้มข้น 1:10,000 1:20,000 1:30,000 และ 1:40,000 ปริมาตร 10 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที ล้างเพลทแล้วเติมสารละลายที่ทำให้เกิดสีปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มีดเป็นเวลา 20 นาที และทำการหยุดปฏิกิริยาด้วย 4NH₂SO₄ ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 492 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader

4.2 การหากราฟมาตรฐาน

เคลือบเพลท 96 หลุม ด้วย MAb P4 ที่มีความเข้มข้น 1:10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิ 4° C นาน 16 ชั่วโมง ล้างด้วยเพลทด้วยสารละลายสำหรับการล้างจากนั้นเติม

สารละลายเจลาตินความเข้มข้น 2% ปริมาตร 200 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 60 นาที ล้างเพลทเติมสารละลายมาตรฐานโปรเจสเทอโรนที่มีความเข้มข้น 0, 1, 2.5, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 และ 1,000 พิโคกรัมต่อ 50 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที เติม P4-HRP ที่ความเข้มข้น 1:40,000 ปริมาตร 10 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที ล้างเพลทแล้วเติมสารละลายที่ทำให้เกิดสีปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที และทำการหยุดปฏิกิริยาด้วย $4\text{NH}_2\text{SO}_4$ ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 492 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate reader

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณ P4 ในตัวอย่างโดยวิธี Competitive ELISA

เคลือบเพลท 96 หลุม ด้วย MAb P4 ที่มีความเข้มข้น 1:10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิ 4°C นาน 16 ชั่วโมง ล้างด้วยเพลทด้วยสารละลายสำหรับการล้างจากนั้นเติมสารละลายเจลาตินความเข้มข้น 2% ปริมาตร 200 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 60 นาที

การทดลองที่ 2 ในสัตว์ทดลอง (*In vivo*)

1. แผนการทดลอง

ใช้โคนมลูกผสมฟรีเซียนจำนวน 15 ตัวแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วย

- กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการใส่อุปกรณ์แต่อย่างใด จำนวน 5 ตัว
- กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่สอดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบสอดช่องคลอด (CIDR®) ที่บรรจุฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน 1.9 กรัม จำนวน 5 ตัว
- กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ใช้อุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกสอดฮอร์โมนติดผิวหนังที่บรรจุฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน จำนวน 5 ตัว

2. วิธีการทดลอง

ก่อนทำการทดลองสัตว์ทดลองทุกตัวจะได้รับการฉีดฮอร์โมนพรอสตาร์แกลนดินเอพทูแอลฟา ปริมาตร 2 มิลลิกรัมเข้ากล้ามเนื้อบริเวณขาหลังเพื่อสลายคอร์ปัสลูเทียมไม่ให้เกิดการทำงานค้างอยู่

1. ทำการสอดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัด (CIDR®) เข้าไปในช่องคลอดของโคทดลองกลุ่มที่ 1 ส่วนโคทดลองกลุ่มที่ 2 ทำการใช้อุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนัง (แปะลงที่บริเวณโคนหางของโคเป็นเวลานาน 7 วัน

- โดยขั้นตอนในการสอดอุปกรณ์กลุ่มที่ 1 (CIDR®) คือ ทำความสะอาดบริเวณปาก ช่องคลอด ก่อนสอดอุปกรณ์ หลังจากนั้นทาเจลหล่อลื่นที่ตัวอุปกรณ์และปากช่องคลอดแล้วสอดอุปกรณ์เข้าไปในช่องคลอดและค่อยๆดันตัวอุปกรณ์เข้าไปในช่องคลอดสังเกตการคงอยู่ของอุปกรณ์ได้จากสายที่ห้อยออกมาทางปากช่องคลอด

- ส่วนขั้นตอนในการติดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกติดผิวหนังคือ ทำความสะอาดบริเวณโคนหางด้านล่างของโคด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% ให้สะอาด หลังจากนั้นทำการติดอุปกรณ์ลงไป ซึ่งเวลาติดอุปกรณ์จะต้องติดโดยให้บริเวณที่บรรจุฮอร์โมนสัมผัสกับผิวหนังบริเวณโคนหางให้มากที่สุด หลังจากนั้นทำการพันพลาสติกส่วนที่เหลือบริเวณรอบโคนหางให้แน่น

2. เก็บตัวอย่างเลือดของโคทดลองทุกตัว โดยทำการเก็บเลือดจากตำแหน่งหลอดเลือดดำที่คอ (jugular vein) จำนวน 5 มิลลิกรัม นำตัวอย่างเลือดที่เจาะมาบรรจุหลอดทดลองที่เติมสารป้องกันเลือดแข็งตัว EDTA ปริมาตร 500 ไมโครลิตร หลังจากนั้นนำเลือดที่ได้มาปั่นแยกพลาสมา (plasma) ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2000 rpm นาน 10 นาที แยกเอาพลาสมาที่อยู่ส่วนบนใสหลอด microcentrifuge tube ขนาด 1.9 มิลลิกรัมและนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมน โปรเจสเตอโรน (P_4), เอสโตรเจน (E_2), ฟอลลิเคิลสติมูเลตติ้งฮอร์โมน (FSH) และลูทีไนซิงฮอร์โมน (LH) ในครั้งแรกเก็บตัวอย่างเลือดในวันที่เริ่มทำการทดลอง (วันที่ 0) หลังจากนั้นจะเก็บตัวอย่างเลือดทุกวันตลอดการทดลอง 15 วัน รวมเป็น 16 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างเลือดในช่วงเวลาเดียวกันทุกวันคือ 7.30 น.

3. สแกนรังไข่เพื่อวัดขนาดของฟอลลิเคิล, โดมินันท์ฟอลลิเคิล, คอร์ปัสลูเทียม ของโคทดลองทุกตัวตลอดระยะเวลาการทดลอง เพื่อศึกษาผลของการใช้อุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดที่ส่งผลต่อสรีรวิทยาของระบบสืบพันธุ์ของโคทดลอง

4. วัดปริมาณ P_4 ในพลาสมาด้วยเทคนิค ELISA

5. สังเกตพฤติกรรมการแสดงอาการเป็นสัดของโคทดลองหลังจากถอดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดทั้งสิ้น 3 วัน (วันที่ 8, 9 และ 10) โดยทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงอาการเป็นสัดวันละ 2 ครั้ง ะละ 2 ชั่วโมง คือช่วงเวลา 07:00-09:00 น. และ 15:00-17:00 น.

6. การตรวจการตกไข่ด้วยชุดตรวจสอบการตกไข่ทางการค้า (LH Ovulation Test) โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 กำหนดวันเพื่อเริ่มต้นการทดสอบ

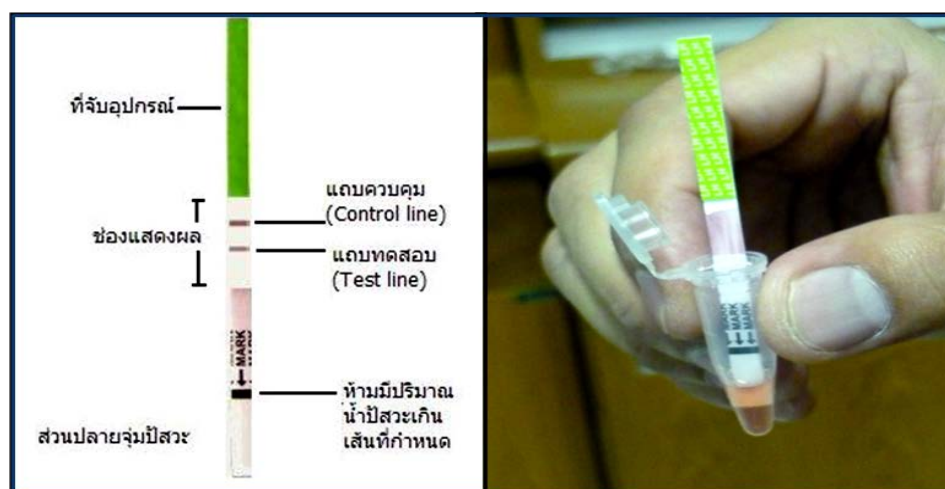
6.2 เก็บตัวอย่างเลือดในหลอดทดลอง (Vial)

6.3 ฉีกซองและนำชุดทดสอบออกจากซอง

6.4 จุ่มชุดทดสอบลงในตัวอย่างเลือดโดยให้หัวลูกสรบนแท่งชี้ไปยังตัวอย่างเลือดใช้เวลาประมาณ 10 -20 วินาทีระวังอย่าให้ตัวอย่างเลือดเกินเส้นสูงสุด (Max line) บนแท่ง มิฉะนั้นผลจะคลาดเคลื่อน

6.5 นำแท่งทดสอบออกจากตัวอย่างเลือด แล้ววางนอนกับพื้นที่เรียบ สะอาด แห้ง และไม่ดูดซับน้ำ สำหรับเวลาที่อ่านผลการทดสอบที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 5 นาที

6.6 รอสีของเส้นทดสอบปรากฏ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของ LH ในเลือด โดยปกติผลเป็นบวกจะปรากฏผลในเวลาอันสั้น ประมาณ 40 วินาที อย่างไรก็ตาม การยืนยันผลการทดสอบที่เป็นลบใช้เวลาทำปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ 10 นาทีทั้งนี้ไม่ควรอ่านผลหลังจากทำการทดสอบเกิน 30 นาที ดังแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงการตรวจการตกไข่ด้วยชุดตรวจสอบการตกไข่ทางการค้า (LH Ovulation Test)

การทดลองที่ 3 การใช้อุปกรณ์ที่ผลิตในโครงการกับฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

1.การทดสอบในโคนม

ใช้โคนมเมียจำนวน 300 ตัวแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มประกอบด้วย

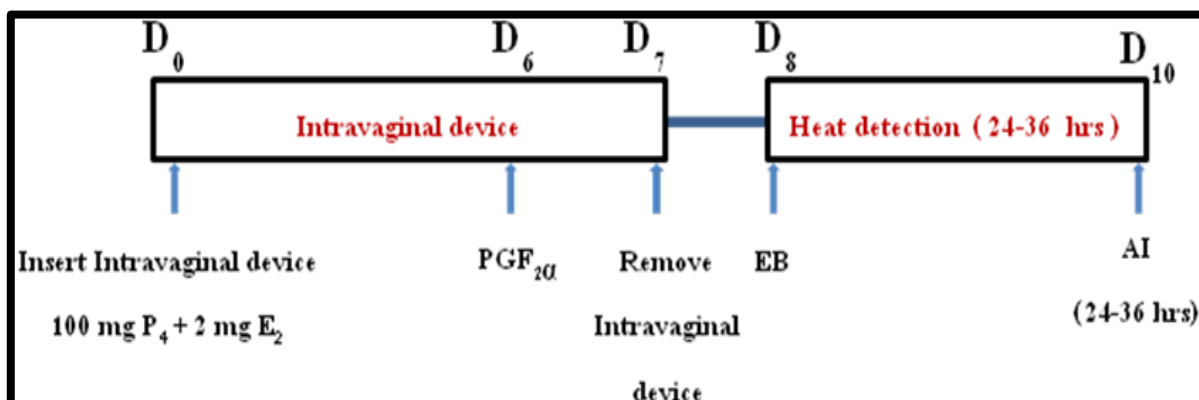
กลุ่มที่ 1. กลุ่มที่สอดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัด (CIDR®) จำนวน 100 ตัว

กลุ่มที่ 2. กลุ่มที่สอดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกสอดติดผิวหนัง จำนวน 200 ตัว

2.วิธีการทดลอง

1. ทำการสอดและติดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดให้แก่สัตว์ทดลองทดลองใน กลุ่มที่ 1, และกลุ่มที่ 2 เป็นเวลานาน 7 วัน ตามโปรแกรมเหนี่ยวนำการเป็นสัดเพื่อการผสมเทียม โดยมีขั้นตอนการเหนี่ยวนำการเป็นสัด โดยทำการสอดและติดอุปกรณ์เหนี่ยวนำเป็นสัดแก่โคทดลองเป็นเวลา 7 วัน โดยทำการเก็บเลือดตลอดระยะเวลา ที่มีการสอด อุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัด ไว้ในช่องคลอดเป็นเวลา 10 วัน โดยวันที่ 0 (D₀) สอดอุปกรณ์เหนี่ยว นำการเป็นสัด พร้อมกับฉีด 100 mg P₄ + 2 mg E₂ และวันที่ 6

(D₀) ฉีด ฮอร์โมน PGF_{2α} และถอดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัด ในวันที่ 7 (D₇) หลังจากถอดอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดออกไปแล้ว 24 ชั่วโมงวันที่ 8 (D₈) ทำการฉีดฮอร์โมน EB ฝ้าสังเกตการเป็นสัดในช่วง 24-36 ชั่วโมง โดยทำการตรวจการเป็นสัดวันละ 2 ครั้งๆละ 2 ชั่วโมง และวันที่ 10 (D₁₀) ทำการผสมพันธุ์ เมื่อพบว่าโคแสดงอาการเป็นสัด



ภาพที่ 12 แสดงขั้นตอนในการทดลองการจัดการผสมพันธุ์โคภายหลังจากการเหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วยอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัด.

2. การตรวจการเป็นสัดและการผสมพันธุ์ หลังจากการเหนี่ยวนำการเป็นสัดของทั้งหมด และ จะทำการฝ้าสังเกต การเป็นสัดของโคและกระบือหลังจากถอดอุปกรณ์ 2 วัน โดยทำการตรวจ การเป็นสัด วันละ 2 ครั้ง ๆ ละ 2 ชั่วโมง คือช่วงเวลา 07:00-09:00 น. และ 15:00-17:00 น.

3.เมื่อตรวจพบการเป็นแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดจึงทำการผสมเทียม จำนวน 2 ครั้ง โดยทิ้งระยะเวลาการผสม ห่างกัน 12 ชั่วโมง

4.ทำการตรวจการกลับสัดหลังการผสมที่ 21-24 วันและทำการตรวจท้องหลังการผสมที่ 55-60 วันหลังการผสม

ตารางแผนงานวิจัย

กิจกรรม	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ผู้รับผิดชอบ
	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 7-12	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 7-12	
1.การผลิตอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัตว์	✓				ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 1.1 วิวัฒน์ 1.2 ผู้ช่วยวิจัย
2.การศึกษาการปล่อยฮอร์โมนภายใน ห้องปฏิบัติการ	✓	✓			ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2.1 วิวัฒน์ 2.2 เพทาย 2.3 ผู้ช่วยวิจัย
3.การศึกษาการใส่อุปกรณ์และการ ปล่อย ฮอร์โมนภายในร่างกายสัตว์ ของอุปกรณ์ ในฟาร์มสัตว์ ทดลอง		✓			ฟาร์มโคเนื้อโคนมมหาวิทยาลัยแม่ โจ้ 3.1 วิวัฒน์ 3.2 ผู้ช่วยวิจัย
4.การศึกษาการใช้อุปกรณ์ ในการศึกษา งานภาคสนามกับฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยง โคนม			✓	✓	มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ กรมปศุสัตว์ 4.1 วิวัฒน์ 4.2 เพทาย 4.3 ศิวชัย 4.4 จุริรัตน์ 4.5 ธวัชชัย 4.6 ผู้ช่วยวิจัย

ตารางผลงานในแต่ละช่วงเวลา

ปีที่	เดือนที่	ผลงานที่คาดว่าจะสำเร็จ
-------	----------	------------------------

1	1-6	· ผลิตอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดตามรูปแบบโครงการวิจัย
	7-12	· ทราบถึงการปล่อยฮอร์โมนของอุปกรณ์ แบบในห้องปฏิบัติการและในสัตว์ทดลอง
2	1-12	· ได้ข้อมูลของการใช้อุปกรณ์ในงานภาคสนาม

สิ่งที่คาดว่าจะได้รับ ประโยชน์ที่จะได้รับจากผลงานวิจัย และผู้ที่จะได้ประโยชน์จากโครงการ

- สิ่งทีคาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัย

อุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้ในการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนัง สำหรับใช้ในการเหนี่ยวนำการเป็นสัดในโคนม โคเนื้อ และกระบือ

- ประโยชน์ที่จะได้รับจากผลงานวิจัย และผู้ที่จะได้ประโยชน์จากโครงการ

ปีที่ 1

- ☐ สร้างนวัตกรรมใหม่ให้แก่วงการปศุสัตว์ เนื่องจากอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนังที่ผลิตขึ้นเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม่เคยถูกเผยแพร่มาก่อน

ผู้ที่ได้ประโยชน์จากโครงการ นักวิจัย, บริษัทและฟาร์มเอกชน

- ☐ แก้ปัญหาในการดำเนินงานของหน่วยงานที่ทำการวิจัย ช่วยให้สามารถทำการวิจัยเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ของโคนม, โคเนื้อและกระบือได้สะดวกมากขึ้น เพราะอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนังที่ผลิตขึ้น มีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบสอดช่องคลอด ส่งผลให้ช่วยให้สามารถจัดการด้านการผสมพันธุ์ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากสามารถกำหนดเวลาให้โคและกระบือเพศเมียแสดงอาการเป็นสัดในเวลาที่ต้องการได้ ทำให้ง่ายต่อการจัดการ อีกทั้งยังช่วยให้การผสมพันธุ์มีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากการใช้อุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบ พลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนังสามารถลดการอักเสบของมดลูกได้ถึง 100%

ผู้ที่ได้ประโยชน์จากโครงการ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม, นักวิจัย, บริษัทและฟาร์มเอกชน

- ☐ เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป เนื่องจากการวิจัยนี้ได้ทำการคิดค้นและพัฒนาแบบอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกฮอร์โมนติดผิวหนังขึ้นมา ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวถือเป็นการพลิกโฉมวงการปศุสัตว์ของประเทศไทย และในอนาคตคาดว่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับสัตว์อื่นได้

ผู้ที่ได้ประโยชน์จากโครงการ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม โคน้ำและกระบือ นักวิจัย บริษัทและฟาร์มเอกชน

ปีที่ 2

- ☐ บริการความรู้แก่ประชาชน ในเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงโคนมรายย่อยและรายใหญ่ให้มีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการผลิตอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกเตอร์ฮอร์โมนติดผิวหนังไว้ใช้เองภายในฟาร์ม

ผู้ที่ได้ประโยชน์จากโครงการ เกษตรกรรายย่อย และรายใหญ่

- ☐ บริการความรู้แก่ภาคธุรกิจ ให้มีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาการผลิตอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกเตอร์ฮอร์โมนติดผิวหนังเพื่อเหนี่ยวนำการเป็นสัดพร้อมกันโค ช่วยลดจำนวนการนำเข้าของเทคโนโลยี เนื่องจากวัสดุ-อุปกรณ์และสารเคมีสามารถหาได้ภายในประเทศ

ผู้ที่ได้ประโยชน์จากโครงการ เกษตรกรรายใหญ่ ฟาร์มเอกชนที่มีกำลังการผลิตสูง

- ☐ นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ โดยประโยชน์ที่ได้สามารถผลิตอุปกรณ์เหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบพลาสติกเตอร์ฮอร์โมนติดผิวหนังได้ภายในประเทศที่มีราคาถูก

ผู้ที่ได้ประโยชน์จากโครงการ เกษตรกรรายย่อย รายใหญ่ ฟาร์มเอกชนและบริษัทส่งออก

ผู้ที่จะได้ประโยชน์จากโครงการ

เกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ เกษตรกรผู้ผลิตโคนม โคน้ำและกระบือ ในประเทศไทย และเกษตรกรผู้ผลิตโคนมและโคน้ำในต่างประเทศ

ประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ-สังคมและประโยชน์ที่ภาคเกษตรและเศรษฐกิจส่วนรวม

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ

ประโยชน์จากการเหนี่ยวนำการเป็นสัดคำนวณจากข้อมูล ที่คำนวณจากการเพิ่มขึ้น ของลูกโคกระบือประมาณ 600,000 ตัว/ปี มูลค่าของโคกระบือแต่ละตัวที่เกิดขึ้นเมื่ออายุ 3 ปีมีดังนี้: (1) มูลค่าจากตัวโคกระบือน้ำหนักประมาณ 500 กก. ราคา กิโลกรัมละ 80 บาท เป็น 40,000 บาท, (2) มูลค่าจากการผลิตน้ำนมประมาณ 3,500 กิโลกรัม/ปี เป็น $3500 \times 18 = 63,000$ บาท/ปี, และ (3) ลูกโคกระบือที่เกิดขึ้น 1 ตัวมูลค่า 5,000 บาท รวมทั้งสิ้นโคเพศเมียอายุ 3 ปีมีมูลค่า เฉลี่ย มูลค่า 108,000 บาท/ตัว จะ

ได้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจประมาณ 64,800,000,000 บาท/ปี ถ้าตั้งเป้าที่จะผลิตอุปกรณ์ สำหรับ
 เหนียวนำการผสมเทียมผสมโคกระบือ 20 % ของทั้งประเทศ จะได้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ประมาณ
 $64,800,000,000.00 \times 0.20 = 12,960$ ล้านบาท

ผลกระทบทางสังคม

ปี 2549 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโค กระบือจำนวน 23,105 ครัวเรือน (ดำรง สีนานุรักษ์ และผู้ร่วมงาน, 2551) ขนาดครอบครัวเฉลี่ย 3.8 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2549) ดังนั้นประชากรที่อาศัยรายได้ จาก
 การเลี้ยงโคนมมีประมาณ $23,105 \times 3.8 = 87,799$ คน ถือเป็นความมั่นคงทางอาหารที่สำคัญของประเทศ
 ครอบครัวเหล่านี้เป็นเกษตรกรรายย่อยที่ยังคงเหลืออยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตปศุสัตว์ของประเทศไทย
 และถือว่ามียานวนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรผู้ผลิตสัตว์ปีก และสุกรในระบบอุตสาหกรรม
 องค์ความรู้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นปัจจัยหนึ่ง ในการเสริมสร้างความเข้มแข็ง ของกลุ่มเกษตรกรราย
 ย่อย เหล่านี้