รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคนมเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา (PGF2α) และปริมาณน้ำนมในโครีดนม

Supplementation of plant oil in dairy feed as a prostaglandin (PGF2α) precursor synthesis and milk yield in milking cows

นายสินธนาแก้วฝ่ายนอก รหัสนักศึกษา 6040205134

ปฏิบัติงาน ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพนครราชสีมา
227 หมู่ 8 ถนนมิตรภาพ ตำบลจอหอ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30004

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรายวิชาสหกิจศึกษา
หลักสูตรสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีการศึกษา 2563

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคนมเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา (PGF2α) และปริมาณน้ำนมในโครีดนม

Supplementation of plant oil in dairy feed as a prostaglandin (PGF2α) precursor synthesis and milk yield in milking cows

นายสินธนาแก้วฝ่ายนอก รหัสนักศึกษา 6040205134

ปฏิบัติงาน ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพนครราชสีมา
227 หมู่ 8 ถนนมิตรภาพ ตำบลจอหอ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30004

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรายวิชาสหกิจศึกษา
หลักสูตรสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีการศึกษา 2563

รายงานโครงงานฉบับสมบูรณ์ การเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคนมเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา (PGF2α) และปริมาณน้ำนมในโครีดนม

นักศึกษา นายสินธนา แก้วฝ่ายนอก

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ศิวพร แพงคำ

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในโครระยะหลังคลอดด้วยการเสริมน้ำมันพืชโดยใช้แม่โคโฮลสไตน์-ฟรีเซียนลูกผสมที่มีอายุหลังคลอดได้ 3 สัปดาห์ ที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ทั้งหมด 16 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 8 ตัว ซึ่งแม่โคในแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานและโปรตีนในแต่ละสูตรเท่า ๆ กัน กลุ่มแรกให้อาหารข้นที่มีระดับความเข้มข้นโปรตีน 16% กลุ่มที่ 2 เสริมน้ำมันพืช 4% ของอาหารข้นที่มีระดับความเข้มข้นโปรตีน 16% เท่ากับกลุ่มแรก โดยโคทั้ง 2 กลุ่ม จะใช้โปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดเหมือนกัน แตกต่างกันที่ กลุ่มที่ 2 จะไม่มีการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์พรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา (PGF2α) จากการศึกษา พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีการแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดเหมือนกันทังในกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมด้วยน้ำมันพืช แต่ปริมาณน้ำนมที่เสริมน้ำมันพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริม ในสัปดาห์ที่ 4 (16.56vs17.46), 5 (16.99vs17.79), 6 (17.34vs18.30), 7 (16.63vs17.65) และ 8 (16.19vs17.23) กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ โดยสรุปการเสริมไขมันในอาหารโคนมสามารถส่งผลต่อการเป็นสัดของแม่โคและมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณน้ำนม

คำสำคัญ : น้ำมันพืช, การเหนี่ยวนำ และปริมาณน้ำนม

Project Report Title Supplementation of plant oil in dairy feed as a prostaglandin (PGF2α) precursor synthesis and milk yield in milking cows

By Mr.Sintana Kaewfainok

Project Report Advisor Dr.Siwaporn Paengkoum

Abstract

The objectives of this study was evaluated effect of plant oil supplementation at 4% of concentrate/hd/day as a prostaglandin (PGF2α) precursor synthesis and milk yield in milking cows. There were 16 postpartum dairy cows (n=16) were randomly allocated to receive concentrate at 1:3 (concentrate: milk yield). The was 2 groups of animal were fed as concentrate contained crude protein (CP) as 16% in 1st group, 2nd group fed concentrate and supplementation of plat oil at 4 % of concentrate fed to animal every day during correction data period. The results showed that all cows were continually given the same dietary concentrate for 6 weeks both control and treatment group showed Estrus behavior. While the treatment group (2nd group) was found higher milk yield per day than control group (1st group). Compared between 1st group and 2nd group resulted in milk yield parameters in week 4 was (16.56 and17.46), week 5 (16.99 and 17.79), week 6 (17.34 and 18.30), week 7 (16.63 and 17.65), and week 8 (16.19 and 17.23) kilogram/h/day, respectively. In conclusion, plat oil supplementation in the dairy diet could be used as a energy source during transition period in milking cows, there were affected on positives results interim of estrus periods and trend to be increased milk yield during early lactation in dairy cows.

Keyword: plant oil, estrus period, dairy cow and milk yield

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการปฏิบัติการศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร.ศิวพร แพงคำ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่กรุณาแนะนำให้คำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบของพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ นายสัตวแพทย์ คฑาหัสต์ จัตุกูล คุณบุญมาก นายมนัส วงศ์สุวรรณ์ คุณอำนาจ ทัดกลาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่เอื้อต่อการทำโครงการสหกิจศึกษา คลอดจนฟาร์มโคนมยายจิ๊บ อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา จนทำให้โครงการสหกิจสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่า โครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ ให้แก่เหล่าคณาจารย์ ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานสหกิจศึกษาเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับผู้บกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ต่อโครงงานสหกิจศึกษาต่อไป

ลงชื่อ

(.....)

นักศึกษาผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สารบัญรูปภาคผนวก	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ทฤษี สมมุติฐาน	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความสำคัญในการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย	7
2.1.1 จำนวนประชากรโคนมในประเทศไทย	8
2.2 การสืบพันธุ์ของโค	9
2.2.1 การเป็นสัด	9
2.2.2 การเป็นสัดในโค	10
2.2.3 พัฒนาการ และการเจริญของฟอลลิเคิลในรังไข่ของโค	11
2.3 ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเป็นสัด และแหล่งที่สร้าง	12

2.4 การเหนี่ยวนำการเป็นสัด 16
2.5 การใช้สารเสริมน้ำมันพืชในอาหารสัตว์ 17
2.5.1 ไขมันและน้ำมัน 17
2.5.2 การสร้างไขมันในน้ำนม 18
2.5.3 ไขมันต่อระบบสืบพันธุ์และการทำงานของรังไข่ 21
2.6 Prostaglandin F2-alpha (PGF2α) 23
2.6.1 ข้อมูลทางชีววิทยาของ PGF2α 23
2.6.2 กลไกการสลาย CL ของ PGF2α 26
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 27
บทที่ 4 ผลการทดลอง 30
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ 32
เอกสารอ้างอิง 33
ภาคผนวก 39
ประวัติผู้เขียนโครงงานฉบับสมบูรณ์ 41

สารบัญตาราง

ตารางที่		**หน้า**
ตารางที่ 2.1	จำนวนประชากรโคนมในแต่ละภาคของประเทศไทย	8
ตารางที่ 2.2	แสดงจำนวนโคนมที่เลี้ยงใน 4 จังหวัด ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพนครราชสีมารับผิดชอบ	9
ตารางที่ 3.1	แสดงส่วนประกอบของอาหารทดลองแม่โค	27
ตารางที่ 4.1	แสดงอัตราพฤติกรรมการเป็นสัด	30
ตารางที่ 4.1	แสดงผลปริมาณน้ำนม	31

สารบัญภาพ

ภาพที่			หน้า
ภาพที่	2.1	ขั้นตอนการพัฒนาของฟอลลิเคิลในระยะต่างๆ ตั้งแต่ฟอลลิเคิลระยะตั้งต้น ระยะแรก ระยะสอง ระยะสาม จนถึงระยะตกไข่	12
ภาพที่	2.2	การทำงานของฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์	14
ภาพที่	2.3	ฮอร์โมนที่ควบคุมวงรอบการเป็นสัดและการตกไข่	17
ภาพที่	2.4	แสดงสูตรโครงสร้างของกรีเซอร์รอล กรดไขมัน และไตรกรีเซอร์ไรด์ เมื่อ R1 R2 และ R3 คือ สายโซ่คาร์บอนที่เกาะอยู่กับคาร์บอกซิล และกรดไขมันซึ่งอาจจะเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้	18
ภาพที่	2.5	กลไกการเมทาบอลิซึมลิปิดในโคนม	20
ภาพที่	2.6	กระบวนการสังเคราะห์ PGF2α และพรอสตาแกลนดินชนิดอื่นๆ	24
ภาพที่	3.1	แสดงโปรแกรมการเหนี่ยวนำกลุ่มที่ 1 ไม่เติมสารเสริมน้ำมันพืช (ควบคุม)	28
ภาพที่	3.2	แสดงโปรแกรมการเหนี่ยวนำกลุ่มที่ 2 เติมสารเสริมน้ำมันพืช	28

สารบัญรูปภาคผนวก

รูปภาคผนวกที่	**หน้า**
รูปภาคผนวกที่ 1 โคที่ใช้ในการทดลอง	39
รูปภาคผนวกที่ 2 ตรวจความสมบูรณ์พันธุ์เพื่อคัดเลือกโค	39
รูปภาคผนวกที่ 3 ให้อาหารแต่ละกลุ่มทดลอง	39
รูปภาคผนวกที่ 4 ใส่ฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่อง	40
รูปภาคผนวกที่ 5 ฉีดฮอร์โมน GnRH	40
รูปภาคผนวกที่ 6 เก็บปริมาณน้ำนม	40

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อาชีพการเลี้ยงโคนมมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะการเลี้ยงโคนมเป็นการลดต้นทุนการนำนมผงจากต่างประเทศเข้ามาเพื่อผลิตน้ำนมพร้อมดื่ม ซึ่งเกษตรกรจำนวนมากในปัจจุบันที่นิยมเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างเริ่มที่จะเลี้ยงโคนมกันมากขึ้น ซึ่งจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2563) ได้รายงานอย่างชัดว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีกลุ่มผู้เลี้ยงและจำนวนโคสูงที่สุดในภาคอิสาน โดยพบผู้เลี้ยงโคนมมากถึง 31.74 % (156,457/5,024 ครัวเรือน) และมีจำนวนโคนมสูงถึง 69.68 % (156,457/224,511 ตัว) อย่างไรก็ตามจากข้อมูลศูนย์ผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพนครราชสีมา พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคในประเทศไทยประสบปัญหา **“การผสมไม่ติด และ การเป็นสัดไม่สม่ำเสมอ”** มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องรายงานพบว่าปัญหานี้ก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจมากที่สุดสำหรับกลุ่มผู้เลี้ยงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ การผสมไม่ติดในโคนมสูงมากกว่า 40% มีสาเหตุมาจากในสภาวะปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เช่น ปัญหาของโลกร้อน (global warming) หรือพื้นที่ในการเลี้ยงสัตว์ ลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการที่ไม่เหมาะสมกับสรีรวิทยาของโคในแต่ละระยะส่งผลทำให้โคแม่พันธุ์ได้รับผลกระทบโดยตรงต่อกลไกระดับเซลล์ของอวัยวะและฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบสืบพันธุ์ คือ ส่งผลทำให้โคเพศเมียไม่แสดงอาการเป็นสัด เป็นสัดช้า (มากกว่า 90 วันหลังคลอด) ผสมไม่ติดหรือมีอัตราการตายของลูกระยะแรกของการตั้งท้องสูง (Thatcher et al., 2006) ดังนั้นการแก้ไขปัญหา เรื่องการผสมพันธุ์และการผสมไม่ติดควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

โคนมแม่พันธุ์ควรทำการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์คือแม่โคระยะหลังคลอด (postpartum beef cows) หากมีความผิดปกติเกิดขึ้น จะทำให้การกลับสัดล่าช้าออกไปส่งผลเสียต่อเศรษฐกิจของเกษตรกร/ผู้ผลิต ด้วยสาเหตุดังกล่าวโคแรกคลอดจึงมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจผู้เลี้ยงโคมากที่สุด เพราะหากมีการจัดการเป็นอย่างดีและใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมจะทำให้เกิดผลดีต่อการเข้าอู่ของมดลูก อาการเป็นสัด/การกลับสัดเร็วขึ้น ผลผลิตน้ำนม และส่งผลดีต่อโค คือ สุขภาพของร่างกาย มดลูกและรังไข่ดี

ทำให้โคสามารถตั้งท้องได้ภายใน 90 วันหลังคลอด ซึ่งเกิดผลดีต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงโค เพราะจะทำให้โคสามารถให้ลูกทุกปีอย่างสม่ำเสมอ

ดังนั้นในการที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวในโคนมผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการที่จะศึกษาโปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัด การตกไข่ เพื่อที่จะได้นำข้อมูลจากงานวิจัยขั้นพื้นฐานออกรูปแบบในการศึกษาวิจัยขั้นประยุกต์ได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสมบูรณ์พันธุ์ในโคนม ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจหลักในการนำองค์ความรู้ที่ได้เป็นแนวทางการประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีทางการสืบพันธุ์ในโคนมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Fricke et al., 1998) นอกจากนั้นเทคโนโลยีทางการสืบพันธุ์ที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาแก้ปัญหาการผสมไม่ติดในโคนมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และเป็นที่นิยมกันมากในต่างประเทศ คือ วิธีเหนี่ยวนำการเป็นสัดและการตกไข่ วิธีการป้องกันหรือรักษาหรือแก้ปัญหาถุงน้ำบนรังไข่ รกค้าง และมดลูกอักเสบในโคนมแรกคลอด (Thatcher et al., 2006) ซึ่งเทคโนโลยีเหนี่ยวนำการตกไข่ได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยอาศัยทฤษฎีพื้นฐานของการเจริญเติบโตของฟอลลิเคิลที่มีลักษณะคลื่นฟอลลิเคิล (follicular wave) ในวงรอบการเป็นสัดจะมีจำนวนคลื่นประมาณ 2-3 คลื่น ในโค (Ireland et al., 2000) วิธีการเหนี่ยวนำการตกไข่นี้มีข้อได้เปรียบคือเกษตรกรไม่จำเป็นต้องทำการตรวจสัด สามารถกำหนดเวลาการผสมพันธุ์ได้โดยฮอร์โมน 2 ชนิดร่วมกัน ได้แก่ GnRH และ PGF $_{2\alpha}$ ต่อมาวิธีการนี้ได้แพร่หลายไปสู่เกษตรกรในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันดีในวงการการเลี้ยงโค คือ โปรแกรม Ovsynch (Pursley et al., 1995) ถึงแม้ว่าวิธีการ Ovsynch จะเป็นที่นิยมสำหรับเกษตรกรในต่างประเทศอย่างไรก็ตามการนำวิธีการ Ovsynch มาใช้ในประเทศไทยจำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้พื้นฐาน ถึงแม้ว่านักวิจัยในประเทศไทยเริ่มมีการทำการศึกษามาบ้างแล้วแต่ยังไม่มากนัก และประเด็นที่สำคัญพบว่าในประเทศไทยยังขาดการศึกษาวิจัยในด้านการเหนี่ยวนำการตกไข่ในโคนมที่มีความเหมาะสมสำหรับโคนมที่เลี้ยงในประเทศไทย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนในการศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีการหรือเทคโนโลยีเหนี่ยวนำการตกไข่ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูง เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำหรือเพิ่มประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ในโคนมแรกคลอด จากรายงานของ Thatcher et al. (2006) พบว่าปัญหาการผสมไม่ติดหรือลูกตายระยะแรกของการตั้งท้องสูง มีสาเหตุมาจากในช่วงหลังผสมเทียมโคมีระดับ ฮอร์โมน progesterone ต่ำกว่าระดับที่จะทำให้มีการพัฒนาการของตัวอ่อนในระยะก่อนการฝังตัวไม่เพียงพอ ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการเสริมฮอร์โมน hCG และ GnRH เพื่อให้เกิดการสร้าง accessory corpus luteum ให้แก่โคหลังกำหนดเวลาผสมเทียม 5-7 วัน ในโปรแกรม Ovsynch จะเป็นตัวกระตุ้นให้มีการสร้าง luteal cell เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลทำให้ระดับฮอร์โมน

progesterone เพิ่มสูงขึ้นอย่างเพียงพอต่อการพัฒนาการและการฝังตัวได้อย่างสมบูรณ์ของตัวอ่อนในระยะหลังการผสมเทียม ถือว่าเป็นแนวทางในการเพิ่มอัตราการผสมติด และลดการตายในช่วงแรกของการตั้งท้องได้ในโคหลังทำการผสมเทียม

นอกจากนี้ยังพบว่าในโคนมแรกคลอดที่ยังอยู่ในระยะ anestrus ซึ่งอยู่ในช่วงให้ผลผลิตพบปัญหาของ ovarian cysts ส่งผลทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ในโคนมลดต่ำลง และก่อให้เกิดผลเสียหายต่อเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมเป็นอย่างมาก (Lopez-Gatius and Lopez-Bejar, 2002) ปัญหาดังกล่าวมักพบในโคนมหลังคลอดระหว่างวันที่ 14-40 วัน ประมาณ 5-10 % ของฝูงโคนม และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในโคเนื้อที่อายุหรือการให้ลูก (parity) มากขึ้น (Bartolome et al., 2005) จากรายงานของ Lopez-Gatius and Lopez-Bejar. (2002) พบว่ากลุ่มเกษตรกรจะต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาถุงน้ำในรังไข่ตัวละ 2.5-3 เหรียญ ปัญหาถุงน้ำบนรังไข่ (ovarian cysts) พบอุบัติการณ์มากกว่า 5-10% ของฝูงโคนมที่สำรวจได้ นอกจากนั้นยังพบประเด็นที่สำคัญ คือ กลุ่มผู้เลี้ยงโคนมไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ด้วยตนเองจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้โคเนื้อให้ลูกช้ากว่าปกติ และส่งผลเสียโดยตรงต่อเศรษฐกิจของเกษตรกรรายย่อย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีการหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการที่นำมาแก้ไขความผิดปกติของถุงน้ำบนรังไข่ในโคเนื้อแรกคลอด ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ที่ส่งผลต่อสุขภาพและการผสมติดในโค คือ ภาวะรกค้าง (retained fetal membrane) ซึ่งมีผลต่อปริมาณการกินได้ และสุขภาพของแม่และลูก (Joosten et al., 1992; Drillich et al., 2006) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์พันธุ์ในแม่โค (Sakagushi et al., 2004) สำหรับอุบัติการณ์การเกิดรกค้างนั้น ขึ้นอยู่กับสาเหตุและปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรกค้างในแต่ละฟาร์ม แต่ละพื้นที่พบในโคที่ให้ลูกแล้วหลายครั้งมากกว่าโคสาว และพบมากในโคที่ให้ลูกแฝด แม่โคที่คลอดก่อนกำหนด แม่โคที่แท้งในระยะท้าย แม่โคในฝูงที่มีการติดโรคแท้งติดต่อ และโรคทางการสืบพันธุ์อื่นๆ (Kankafer et al., 2005)

ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อแก้ไขปัญหาทางการสืบพันธุ์ในโคนมแรกคลอดที่เลี้ยงโดยกลุ่มผู้เลี้ยงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างเชิงบูรณาการการใช้เทคโนโลยีทางการสืบพันธุ์ และองค์ความรู้ในด้านชีววิทยาการสืบพันธุ์ร่วมกับการจัดการโคนมหลังคลอด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการใช้สารเสริมน้ำมันพืชในอาหารสัตว์ เปรียบเทียบจากการเหนี่ยวนำโปรแกรม Ovsynch+P4 เพื่อทดแทนการฉีด PGF2α ต่อการสลายคอร์ปัสลูเทียม

2. ประยุกต์ใช้สารเสริมน้ำมันพืชในอาหารโคนมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำนม และสนับสนุนหลักเศรษฐกิจพอเพียง ให้แก่เกษตรกรรายย่อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาในแม่โคนมโฮลสไตน์-ฟรีเชียนลูกผสมของเกษตรกรรายย่อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง หลังโคมีการคลอดลูกแล้วประมาณ 3 สัปดาห์ ที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ ผ่านการให้ลูกมาแล้วไม่ต่ำกว่า 2-3 ครั้ง ขึ้นไป และมีความสมบูรณ์ของร่างกายตั้งแต่ (body condition score, BCS) 2.5-3 จำนวน 18 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 8 ตัว ซึ่งแม่โคทั้งสองกลุ่มจะได้รับอาหารที่มีโปรตีนและพลังงานแต่ละสูตรเท่ากัน กลุ่มแรกจะให้อาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16% กลุ่มที่สองให้อาหารข้น 16% ร่วมกับการเสริมน้ำมันพืช 4%

1.4 ทฤษี สมมุติฐาน

โคนมในระยะหลังคลอดกินได้ลดลงขณะที่สร้างน้ำนมเพิ่มมากขึ้น อาจเกิดสภาวะสมดุลพลังงานเป็นลบ (negative energy balance; NEB) หรือการให้อาหารพลังงานไม่เพียงพอ จะทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมลดลงรวมทั้งมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งสุขภาพแม่โคที่ดีมาจากอาหารที่ได้รับ โดยเฉพาะพลังงานเป็นสารอาหารตัวแรกที่สัตว์ต้องใช้ เพื่อการดำรงชีวิตให้เป็นปกติ สอดคลอดกับระบบสรีรวิทยาของแม่โคหลังคลอดในช่วงแรก จะช่วยลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิการผลิตได้ รวมถึงการกลับมาเป็นสัดหลังคลอดเร็วขึ้น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

โคนมในระยะหลังคลอด อาจเกิดสภาวะสมดุลพลังงานเป็นลบ (negative energy balance; NEB) หรือการให้อาหารพลังงานไม่เพียงพอ จะทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมลดลงรวมทั้งมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อพัฒนาการของรังไข่ภายใต้รอบการเป็นสัดปกติ ในระยะที่โคนมให้ผลผลิตสูง การเกิดสภาวะสมดุลพลังงานเป็นลบจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าทางชีวเคมี เช่น การลดลงของระดับน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด การลดลงของฮอร์โมนอินซูลิน การเพิ่มขึ้นของ non-esterified fatty acid (NEFA) ในเลือด การเพิ่มขึ้นของสารคีโตน คือ เบต้าไฮดรอกซีบิวทิเรท (beta-hydroxybutyric acid; BHBA) และเมื่อความเข้าข้นของ BHBA ในกระแสเลือดสูงมาก จะแสดงถึงสภาวะสมดุลพลังงานเป็นลบอย่างรุนแรงอันจะส่งผลต่อการสร้างผลผลิตน้ำนม และการทำงานของระบบสืบพันธุ์ (Enjalbert et al., 2001) ซึ่งสภาพแวดล้อมและการจัดการด้านอาหารอาจมีผลทำให้อัตราการกินได้ของแม่โคลดต่ำลง ส่งผลให้แม่โคผอมลง และสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในช่วง 60 วันหลังคลอด การสูญเสียน้ำหนักตัวอย่างรวดเร็วจะมีผลโดยตรงต่อผลผลิตน้ำนมและความคงทนของการให้นม (persistency) นอกจากนี้อาจยังมีผลต่อเนื่องกับสุขภาพของโคนมและความผิดปกติในกระบวนการเมตาบอลิซึมทางโภชนาการ (metabolic disorder) รวมทั้งสมรรถภาพของการสืบพันธุ์ ดังนั้นโภชนาการในช่วงก่อนคลอดและหลังคลอดจึงมีความสำคัญยิ่ง

การสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นก่อนแม่โคคลอดลูกเล็กน้อยในระยะ 20 วันก่อนคลอด การสังเคราะห์น้ำนมจะเกิดขึ้นอัตราที่รวดเร็ว แต่น้ำนมทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ตามถุงนมตามระบบท่อนม และ cistern รอจนกว่าลูกโคจะคลอดและมาดูดน้ำนม ดังนั้นโคที่ให้นมมากจะไม่อยู่สบาย เพราะเต้านมมีการขยายใหญ่บวมตึงมาก ในช่วงใกล้คลอดบางฟาร์มอาจมีการรีดน้ำนมทิ้งก่อนในโคที่เต้านมบวมมาก เพื่อลดความเครียดของโค หรือบางฟาร์มอาจกระตุ้นการคลอดโดยการฉีดฮอร์โมน Prostaglandin F (PGF2) เร่งคลอดเลย เพื่อแม่โคจะเข้าสู่ระบบการรีดนมของฟาร์ม การสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นโดยเกิดจากอัลวีโอลัยที่มีอยู่ กระจายทั่วไปในเต้านมจะดึงเอาสารอาหารจากเลือดออกมาใช้สร้างน้ำนม ซึ่งจะเรียกกระบวนการนี้ว่า Galactopoiesis โดยพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่มาจากน้ำตาลกลูโคสที่สร้างมาจากกรดโปรปิโอนิคเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงบางส่วนที่ถูกสร้างมาจากกรดบิวทีริก กลูโคสเป็นสารสำคัญและจำเป็นสำหรับสังเคราะห์น้ำนม ไม่สามารถใช้น้ำตาลชนิดอื่นแทนได้

Progesterone มีส่วนช่วยในปฏิกิริยาการสังเคราะห์น้ำตาล lactose ปริมาณของ lactose ใน alveolus จะมีทำให้เพิ่มสภาพความเข้มข้นของ osmotic ในน้ำนม ยังผลให้น้ำและ water soluble compounds และแร่ธาตุไวตามินต่างๆ ซึมผ่านผนังเซลล์เข้ามาใน lumen ของถุงนมได้

การให้น้ำนมของสัตว์เกิดขึ้นได้หลายวิธี เพื่อที่จะหลั่งน้ำมออกมา เช่น ลดความดันภายในเต้า หรือโดยการให้ฮอร์โมน oxytocin หรือโดยการกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมน หรือโดยการรีดนมด้วยมือ/ ด้วยเครื่อง หรือโดยการดูดนมของลูกโคเอง ปัจจัยทั้งหมดจะเกิดขึ้นและผสานกัน ทำให้เกิดการหลั่งน้ำนมโดยสมบูรณ์ ปริมาณน้ำนมที่ได้จะเป็นผลมาจากการเพิ่มการทำงานของ secretory cell กับการเพิ่มจำนวนเซลล์ secretory cell ส่วนปริมาณน้ำนมตลอด lactation จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของโคในการใช้อาหารและระดับของอาหาร

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแม่โคช่วง Transitional Period

1. สมดุลพลังงาน สมดุลพลังงานเป็นความแตกต่างของพลังงานที่สัตว์ได้รับ (Energy consumed, Ec) และพลังงานที่สัตว์ต้องการ (Energy required, Eq) ซึ่งพลังงานที่สัตว์ต้องการนี้สามารถแบ่งย่อยได้เป็นพลังงานเพื่อดำรงชีพ (Em) เพื่อการเจริญเติบโต (Eg) เพื่อการให้ผลผลิต (Ep) และการสร้างตัวอ่อน (Ef), (Grummer, 2007) เมื่อไรก็ตามที่พลังงานที่สัตว์ได้รับไม่เพียงพอสัตว์จะทำการย่อยสลายไขมันเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน อันเป็นสาเหตุของการสูญเสียคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายตามมา ในทิศทางตรงข้ามหากพลังงานที่ได้รับมีการเกินความต้องการก็จะมีการสะสมพลังงานเก็บไว้ในรูปแบบของไขมัน และเป็นการเพิ่มคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายขึ้นนั่นเอง

2. ฮอร์โมน ในช่วงเปลี่ยนผ่านหรือช่วงคลอด แม่โคจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนต่างๆ มากมาย เช่น การลดลงของระดับอินซูลิน (Insulin) ในขณะที่โซมาโตรโทรพินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงท้าย ๆ ของการตั้งท้อง และช่วงเริ่มต้นของระยะให้นม ระดับโปรเจสเตอโรนก็สูงขึ้นในช่วงตั้งท้องและลดลงอย่างรวดเร็วในขณะคลอด ซึ่งในช่วงนี้ระดับเอสโตรเจนและกลูโคคอร์ติคอยด์จะสูงขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเหล่านี้ส่งผลให้แม่โคในระยะนี้กินอาหารลดลงจนไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ซึ่งเริ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้แม่โคเริ่มมีการสลายไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อไขมันมาใช้ในการดำรงชีพและให้ผลผลิต (Cadorniga et al., 1997)

3. การกลับเข้าคู่ของมดลูก (Uterine involution) ขนาดของมดลูกจะค่อยๆ ลดลงไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับปกติซึ่งจะเสร็จภายในระยะเวลา 30-40 วัน แต่อย่างไรก็ตาม มดลูกนั้นอาจจะยังไม่เหมาะสมสำหรับการ

พัฒนาตัวอ่อนซึ่งอาจจะพร้อมหลังจาก 60 วันไปแล้วหลังคลอด โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น ภาวะรกค้าง อาการคลอดยาก หรือภาวะของโรคไข้น้ำนม (Gier and Marion, 1968; Marion et al., 1968) ซึ่งส่งผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์หลังคลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดเชื้อบริเวณมดลูก จะยืดระยะเวลาการตกไข่หลังคลอดออกไป ลดอัตราการผสมติด รวมถึงอาจเพิ่มอัตราการคัดออกจากฝูงได้ (Sheldon, 2004) อีกทั้งยังส่งผลต่อปริมาณการกินได้ที่ลดลง เพิ่มความเครียด สัตว์มีสวัสดิภาพที่ต่ำลง รวมไปถึงการหลั่ง Cortisol ที่สูงขึ้นด้วย (Wischral et al., 2001)

4. ภาวะรกค้าง (Retained Fostal Marnbranes, RFM) โดยปกติแล้วรกจะถูกขับออกมาหลังคลอดลูกภายใน 4-6 ชั่วโมงหากแม่โตขับรกออกระยะ 6-8 ชั่วโมงให้เฝ้าระวังการเกิดรกค้างและหากแม่โคไม่ขับรกออกมาหลังคลอด 8 ชั่วโมง ถือว่าเป็นภาวะรกค้าง ซึ่งมักมีปัญหามดลูกอักเสบตามมาและโตที่มีปัญหารกค้างนี้จะมีอัตราการผสมติดต่ำ วันท้องว่างยาวขึ้น รวมถึงมีความสมบูรณ์พันธุ์ที่ลดลงด้วย

5. มดลูกอักเสบ (Endoractitis) เป็นอาการที่พบได้มากหลังคลอด โดยพบได้ทั้งอาการอักเสบแบบเฉียบพลันและอักเสบแบบเรื้อรัง ซึ่งโคที่มีปัญหามดลูกอักเสบนี้จะมีปัญหาผสมติดยากมีระยะหลังคลอดถึงผสมติดนานขึ้นและมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลง (Noakes, 2001)

6. คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย แม่โคที่มีสภาพร่างกายอ้วนเกินไปพบว่ามีการสูญเสียคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายมากกว่าโคในสภาพปกติ (Rukkwamsuk et al., 1998) และส่งผลต่อเนื่องถึงการตกไข่ครั้งแรกหลังคลอดที่ยาวนานขึ้นด้วย (Butler and Smith, 1989, Rukkwamsuk et al., 1998)

ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วง Transition Period นั้นเริ่มจากช่วงใกล้คลอดแม่โตจะมีการกินได้ที่ต่ำลงแม้กระทั่งหลังคลอดไปแล้วการกินได้นั้นแม้จะค่อยๆเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังไม่ถึงระดับปกติในขณะเดียวกับที่ปริมาณน้ำนมที่ผลิตกลับค่อยๆไต่ระดับเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับ Peak of Lactation ด้วยเหตุนี้ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวแม่โคจะประสบกับภาวะ Negative Energy Balance ส่งผลให้มีคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายลดลงและมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลง

2.1 ความสำคัญในการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

อาชีพการเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพเกษตรกรรมทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรให้ความสนใจ และหน่วยงานราชการส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรเลี้ยงโคนม เนื่องจากเป็นอาชีพเสริมจากการทำไร่ทำนาและมีรายได้ทุกวัน ทำให้อาชีพการเลี้ยงโคนมขยายตัวเพิ่มขึ้นทั้งจำนวนโคนมและปริมาณผลผลิต รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยี

การเลี้ยง และการปรับปรุงสายพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพอากาศ และภูมิประเทศของประเทศไทย เพื่อทำให้แม่โคสามารถให้ปริมาณน้ำนมที่มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบมีแนวโน้มสูงขึ้น จึงเป็นสาเหตุทำให้ผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับลดลง และเกษตรกรไม่สามารถที่จะปรับราคาขายน้ำนมดิบให้เพิ่มขึ้นตามราคาต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาระยะยาว คือ การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมดิบ รวมถึงการลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้ได้น้ำนมที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น มีคุณภาพที่ดีและทำให้โคนมมีสุขภาพที่ดี

2.1.1 จำนวนประชากรโคนมในประเทศไทย

จากรายงานการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย พ.ศ.2563 พบว่ามีจำนวนผู้เลี้ยงโคทั้งสิ้น 20,174 ครอบครัว ภาคที่เลี้ยงจากมากไปน้อย คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้ ดังนี้ 11,214 6,705 2,040 และ 215 ครอบครัว กรมปศุสัตว์ (2563) รายงานจำนวนโคนมที่เลี้ยงใน 4 จังหวัด ที่ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพนครราชสีมารับผิดชอบ มีจำนวน 254,701 ตัว จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนประชากรโคนมใน พ.ศ.2563 ดังตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 จำนวนประชากรโคนมในแต่ละภาคของประเทศไทย

พ.ศ.	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	กลาง	ใต้	รวมทั้งประเทศ
2560	84,306	177,278	36,642	329	298,555
2561	90,096	189,272	339,841	4,218	623,427
2562	89,886	202,253	369,631	4,541	666,311
2563	93,912	224,511	382,702	6,111	707,236

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2563)

ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนโคนมที่เลี้ยงใน 4 จังหวัด ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพ นครราชสีมารับผิดชอบ

จังหวัดที่รับผิดชอบ	จำนวนประชากรโคนม
นครราชสีมา	148,540
บุรีรัมย์	41,442
สุรินทร์	59,534
ชัยภูมิ	5,185
รวม	254,701

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2563)

2.2 การสืบพันธุ์ของโค

2.2.1 การเป็นสัด

การเป็นสัด (estrus) คือ ช่วงเวลาที่สัตว์เพศเมียยอมรับการผสมพันธุ์จากตัวผู้แล้วมีการตกไข่ โดยพฤติกรรมการเป็นสัดอยู่ภายใต้อิทธิพลของฮอร์โมน นอกจาจอาการยอมรับการผสมพันธุ์จากเพศผู้แล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอื่นๆ เช่น อวัยวะเพศบวมแดง มีเมือกไหล ร้องเสียงดัง กระวนกระวาย การเป็นสัดโคเพศเมียจะเริ่มเป็นสัดเมื่อถึงวัยสาวหรือวัยเจริญพันธุ์ในโคอายุที่ถึงวัยเจริญพันธุ์ประมาณ 12-18 เดือน

วงจรการเป็นสัด (estrous cycle) คือ ช่วงเวลาระหว่างการเป็นสัดแต่ละครั้ง โดยเฉลี่ยวงจรการเป็นสัดในโคมักจะอยู่ที่ 17-24 วัน สัดแบ่งเป็นระยะต่างๆ ได้แก่ proestrus, estrus, metestrus และ diestrus อาจมีบางช่วงที่สัตว์ไม่มีวงรอบการเป็นสัด เช่น ในระยะที่กำลังตั้งท้อง (เพทาย, 2538)

1. ระยะก่อนการเป็นสัด (proestrus) โคจะแสดงอาการกระวนกระวายส่งเสียงครวญคราง อวัยวะเพศขยายและบวมแดง ขึ้นขี่ตัวอื่นในคอกแต่ไม่ยอมให้ผสม ลักษณะอาการเช่นนี้โคบางตัวสังเกตง่ายบางตัวสังเกตยาก ไม่แสดงให้เห็นเด่นชัด เรียก สัดเงียบ (silent heat) ใช้เวลาประมาณ 1-3 วัน

2. ระยะเป็นสัด (estrus) ระยะนี้กระเปาะไข่แก่มากจนแตก และปล่อยไข่ตกลงมาในท่อน าไข่ สัตว์จะแสดงอาการรุนแรงและชัดเจน คือ อวัยวะเพศจะขยายและบวมแดงเข้มขึ้น อาจมีน้ าเมือกขับออกมาปัสสาวะบ่อย ถ้ามีโคตัวอื่นมาขึ้นขี่จะยืนนิ่ง เป็นระยะที่พร้อมหรือยอมให้พ่อพันธุ์ขึ้นผสมและเป็นระยะที่

เหมาะสมแก่การผสมพันธุ์เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ไข่ตก ในโคช่วงที่เป็นสัดมีช่วงระยะเวลา 12-18 ชั่วโมง แต่โคในเขตร้อนจะมีช่วงเวลาสั้นกว่า คือเพียง 10-12 ชั่วโมง

3. ระยะหลังเป็นสัด (metestrus) เป็นระยะท้ายของการเป็นสัด ระยะนี้กระเปาะไข่ปล่อยไข่ออกไปแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงภายในกระเปาะไข่เป็นสารสีเหลือง เรียกว่า คอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum, CL) ซึ่งผลิตฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน (progesterone) อวัยวะเพศอาจยังบวมแดงอยู่ แต่จะไม่ยอมให้พ่อพันธุ์ขึ้นผสมอีกต่อไป ในระยะนี้จะมีการตกไข่ และในโคอาจพบลักษณะคล้ายประจำเดือน (metestrus bleeding) ซึ่งโคสาวพบประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด และในแม่โคพบ 45 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากระดับเอสโตรเจน (estrogen) ที่ลดลง ทำให้เส้นเลือดฝอยแตก มีเลือดไหลออกมา สังเกตเห็นว่ามีหยดเลือดบริเวณหางประมาณ 35-45 ชั่วโมง หลังสิ้นสุดการเป็นสัด

4. ระยะหมดการเป็นสัด (diestrus) เป็นระยะพักจนกว่าจะถึงวงรอบครั้งต่อไป โคจะแสดงอาการปกติ ปริมาณฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนในเลือดสูงมาก ทำให้ไม่มีการเจริญของไข่ในรังไข่ ถ้ามีการผสมและตั้งท้อง CL จะคงอยู่เพื่อรักษาการอุ้มท้อง และปริมาณโปรเจสเทอโรนในเลือดจะสูงมาก ทำให้ไม่มีการเจริญของไข่เกิดขึ้นในระยะนี้ แต่ถ้าไม่มีการผสมหรือผสมไม่ติด CL จะคงอยู่ชั่วระยะหนึ่งแล้วจะฝ่อสลายตัวไปด้วยอิทธิพลของฮอร์โมน PGF2**α** ที่สร้างจากมดลูก ทำให้ปริมาณโปรเจสเทอโรนลดลง เป็นการสิ้นสุดวงรอบและจะขึ้นวงรอบใหม่โดยฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญของไข่ (follicle stimulating hormone, FSH) (เพทาย, 2538)

2.2.2 การเป็นสัดในโค

โคสาวจะเป็นสัด เมื่ออายุประมาณ 12 – 18 เดือน ถ้าเลี้ยงไม่ดีจะเป็นสัดช้ากว่านี้ แต่ควรผสมครั้งแรกเมื่ออายุ 15-24 เดือน แม่โคหลังคลอดจะเป็นสัดประมาณ 25 – 60 วัน แต่เราควรผสมโคตัวเมียหลังคลอดแล้ว 60 วัน เพราะโคตัวเมียต้องการเวลาพื้นตัวเองหลังคลอด และการผสมเทียมได้ผลเมื่อการเป็นสัดครั้งที่ 2 หรือ 3

พฤติกรรมเมื่อโคเป็นสัด

1. กระวนกระวานคลอเคลียตัวอื่น
2. พยายามขึ้นขี่ตัวอื่นซึ่งพยายามหนี (ในระยะนี้ยากที่จะทราบได้ว่าโคตัวใดเป็นสัด)
3. โคในช่วงการเป็นสัดจะยอมให้ตัวอื่นขึ้นขี่โดยสงบ เป็นเวลาที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์

4. ปากช่องคลอดบวมขึ้น หางกระดกเฉียงขึ้นเล็กน้อย

5. มีน้ำมือกไหลเป็นสายยาวออกจากช่องคลอดเปรอะบริเวณก้น ต่างจากสัตว์ท้องซึ่งเมือกจะเหนียว

6. เยื่อบุช่องคลอดมีสีแดงขึ้น เพราะมีเลือดมาเลี้ยงมากขึ้น

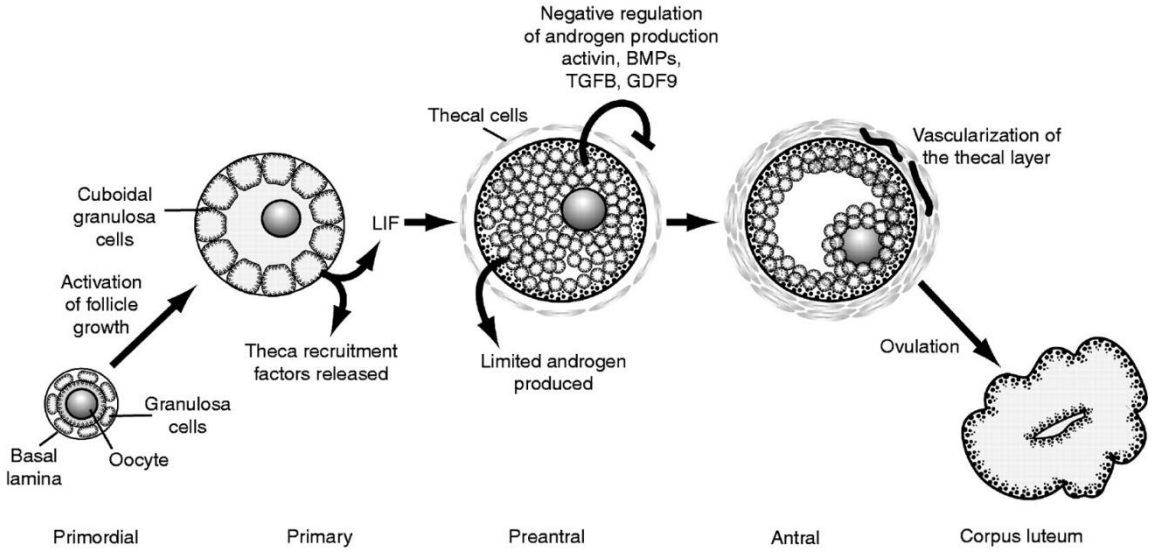
2.2.3 พัฒนาการ และการเจริญของฟอลลิเคิลในรังไข่ของโค

การเจริญเติบโตของฟอลลิเคิล

กระบวนการสร้างฟอลลิเคิล (folliculogenesis) ประกอบด้วย กระบวนการงอกขยาย (proliferation) และการตายของเซลล์(apoptosis) ร่วมกัน (Chun and Hsueh, 1998; Robker and Richards, 1998) โดยที่การตายของฟอลลิเคิลนั้นจะเพิ่มขึ้นในระหว่างที่มีกระบวนการสร้างฟอลลิเคิล และเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงแรกของระยะ follicular phase (Young and McNeilly, 2010) การงอกขยายและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์โซมาติกนำไปสู่การสร้างถุงน้ำในรังไข่ (antrum) โดยภายในถุงน้ำนั้นจะถูกบรรจุด้วยของเหลว ซึ่งสร้างมาจากเซลล์กรานูโลซา (Pineda, 2003) การพัฒนาของฟอลลิเคิลเริ่มต้นจากการเพิ่มขึ้นและการงอกขยายของเซลล์กรานูโลซาซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งระยะของฟอลลิเคิลได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้ ระยะไพรมอเดียล (primordial follicle) ระยะไพรมารี (primary follicle) ระยะทุติยภูมิ หรือระยะพรีแอน-ทรัม (secondary follicle, preantral follicle) และระยะที่สาม หรือระยะแอนทรัม (tertiary follicle, antral follicle) (Moniruzzaman and Miyano, 2010)

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากฟอลลิเคิลระยะพรีแอนทรัมเป็นระยะแอนทรัม (ภาพที่ 2.1) ถูกควบคุมโดยสัญญาณต่างๆ ภายในรังไข่ รวมถึงสเตียรอยด์ที่เกี่ยวกับอวัยวะสืบพันธุ์ (gonadal steroid) สารเร่งการเจริญเติบโต (growth factors) และไซโตไคน์ (cytolines) (Sirotkin, 2011) ซึ่งในระยะนี้ฟอลลิเคิลจะมีความไวต่อกระบวนการตายของฟอลลิเคิลมากขึ้น (Fortune, 2003; Orisaka, et al., 2009) ฟอลลิเคิลระยะแอนทรัมที่มีขนาดใหญ่จำเป็นต้องพึ่งพาโกนาโดโทรปินและฟอลลิเคิลในระยะส่วนใหญ่มักเกิดการฝ่อเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ฟอลลิเคิลบางใบที่สามารถพัฒนาต่อไปเป็นฟอลลิเคิลที่พร้อมจะตกไข่ และเกิดการตกไข่ตามมา (Edson, et al., 2009) ในช่วงท้ายของการพัฒนาฟอลลิเคิลเซลล์กรานูโลซาและเซลล์ทีคา จะถูกกระตุ้นและหลั่งสเตียรอยด์ เช่น แอนโดรเจน และเอสโตรเจน ฮอร์โมนเปปไทด์ พรอสตาแกลนดิน และสารอื่นๆในปริมาณที่เพียงพอเพื่อใช้ในการพัฒนาของฟอลลิเคิล และส่งต่อสารสื่อสัญญาณเพื่อทำงานร่วมกับ

แนวแกนของต่อมไฮโปทาลามัส ต่อมใต้สมอง และรังไข่ (hypothalamic-pituitary-ovarian axis) (Caárdenas andPope, 2002) แนวแกนนี้มีความสำคัญ และมีบทบาทในการทำหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์ โดยทำการสร้างและหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ประกอบด้วย Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) Follicle stimulating hormone (FSH) Luteinizing hormone (Monniaux, et al.) และฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งฮอร์โมนเหล่านี้ทำหน้าที่ในการควบคุมวงรอบการเป็นสัด ผ่านทางกระบวนการตอบสนองกลับซึ่งจะเป็นไปในทางกระตุ้นหรือยับยั้ง



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการพัฒนาของฟอลลิเคิลในระยะต่างๆ ตั้งแต่ฟอลลิเคิลระยะตั้งต้น ระยะแรก ระยะสอง ระยะสาม จนถึงระยะตกไข่

ที่มา : Young and McNeilly (2010)

2.3 ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเป็นสัด และแหล่งที่สร้าง

วงรอบการเป็นสัดที่เกิดขึ้นในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทุกชนิดถูกควบคุมโดยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ระบบประสาทส่วนกลาง ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า และจากรังไข่ สำหรับฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ซึ่งสร้างมาจาก

2.3.1 ไฮโปธารามัส (Hypothalamus) เช่น โกนาโดรโธปิน รีรีสซิ่ง ฮอร์โมน Gonadotropin releasing hormone (GnRH) ฮอร์โมนนี้มีหน้าที่ไปกระตุ้นต่อมไร้ท่ออื่นๆ ให้สร้างและหลั่งฮอร์โมนอื่นๆ

ออกมา GnRH เป็นโปรตีนฮอร์โมน ประกอบด้วยกรดอะมิโน 10 ตัว หน้าที่หลักคือ กระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary gland) สร้างและหลั่ง gonadotropin 2 ชนิด ได้แก่ ฮอร์โมน FSH และ LH หากฮอร์โมน GnRH มีความถี่และปริมาณที่พอเหมาะ จะเกิดการกระตุ้นให้มีการสร้าง และหลั่งฮอร์โมน FSH และ LH แต่ถ้าความถี่ของ GnRH ฮอร์โมนลดลง การหลั่งฮอร์โมน FSH และ LH ก็จะลดลง อย่างไรก็ตามหาก FSH หลั่งถี่มากขึ้น หรือ หลั่งต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้ตัวรับ (Receptor) ของ GnRH ฮอร์โมนที่อยู่ที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้าลดลงจะมีผลยับยั้งการสร้าง และหลั่ง FSH และ LH ฮอร์โมน

2.3.2 ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary gland) สร้างและหลั่งฮอร์โมนหลายชนิด ฮอร์โมนที่สร้างและหลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ คือ

1. ฮอร์โมน FSH มีผลไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของฟอลลิเคิลบนรังไข่ โดยทำงานร่วมกับฮอร์โมนตัวอื่นๆ ด้วย

2. ฮอร์โมน LH ทำให้เกิดการตกไข่ โดยทำงานร่วมฮอร์โมนตัวอื่นๆ นอกจากนี้ หลังการตกไข่ ฮอร์โมน LH ยังกระตุ้นให้เซลล์บนรังไข่เปลี่ยนเป็น CL

3. ฮอร์โมน Adrenocorticotropic hormone (ACTH) เป็นฮอร์โมนที่ไปกระตุ้นการทำงานของต่อมหมวกไตให้มีการสร้างและหลั่งกลูโคคอติคอยด์ฮอร์โมนที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์โดยตรง ได้แก่ FSH ฮอร์โมน และ LH

2.3.3 รังไข่ (Ovary) มีหน้าที่สร้างไข่เพื่อการผสมพันธุ์ นอกจากนี้ยังสร้างฮอร์โมนต่างๆ ที่เกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ได้แก่

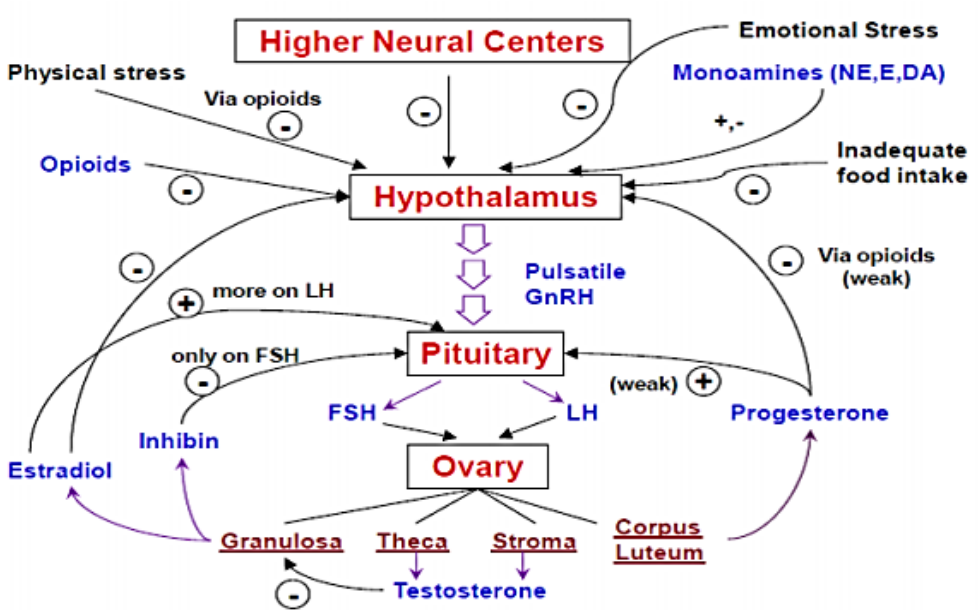
1. สร้างฮอร์โมน E2 โดยสร้างจากเซลล์แกรนูโรซา (Granulosa cell) ของฟอลลิเคิลเซลล์แกรนูโรซา เป็นเซลล์ที่อยู่ด้านในของฟอลลิเคิล โดยอยู่ล้อมรอบช่องว่างของฟอลลิเคิล ฮอร์โมนเอสโตรเจนปริมาณน้อยๆ จะช่วยกระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมน FSH แต่ฮอร์โมน E2 ปริมาณมากๆ จะยับยั้งการสร้างและหลั่งฮอร์โมน FSH นอกจากนี้ E2 เป็นฮอร์โมนที่ทำให้สัตว์แสดงอาการเป็นสัด ทำให้มีเมือกใสไหลจากช่องคลอด ระบบสืบพันธุ์ทั้งระบบแข็งขึ้นและยืดหยุ่นมากขึ้น โดยอาการเป็นสัดของสัตว์จะเด่นชัดขึ้นตามปริมาณของ E2 ที่เพิ่มขึ้น

2. สร้างอินฮิบิน (Inhibin) ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้ง GnRH ที่มีต่อ FSH ทำให้ FSH ลดลง โดยทำงานร่วมกับ E2 ที่สร้างจากฟอลลิเคิลของรังไข่ อินฮิบินไม่มีผลต่อฮอร์โมน LH อินฮิบินมี 2 ชนิด คือ Inhibin α และ Inhibin β

3. สร้างแอคติวิน (Activin) ซึ่งมีฤทธิ์กระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมน FSH ยับยั้งการผลิตฮอร์โมน P4 ป้องกันการสร้างเซลล์ลูเตียล (Luteal cell) ของช่องว่างในฟอลลิเคิล แอคติวิน เป็นโปรตีนฮอร์โมนที่สร้างจากเซลล์แกรนูโรซาของฟอลลิเคิล

4. สร้างฟอลลิสเตติน (Follistatin) การทำงานของฟอลลิสเตตินจะตรงข้ามกับแอคติวิน โดยมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างและหลั่งฮอร์โมน FSH ฟอลลิสเตติน (Follistatin) จะไม่ยับยั้งฮอร์โมน LH ฟอลลิสเตตินสร้างจากเซลล์แกรนูโรซาของฟอลลิเคิล ช่วยให้เซลล์แกรนูโรซาเปลี่ยนเป็นลูเตียล (Luteal cell) ช่วยให้เกิดการเสื่อมสลายของฟอลลิเคิล

5. สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรน (P4) จากเซลล์ลูเตียลของ CL เพื่อควบคุมการตั้งท้องฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนเป็นฮอร์โมนที่ทำให้มดลูกอยู่นิ่งๆ ไม่เคลื่อนไหว มดลูกภายใต้อิทธิพลของฮอร์โมน P4 จะนิ่มเหลว นอกจากนี้ยังยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน LH ที่สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าอีกด้วย ดังรูปที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การทำงานของฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์

ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2563)

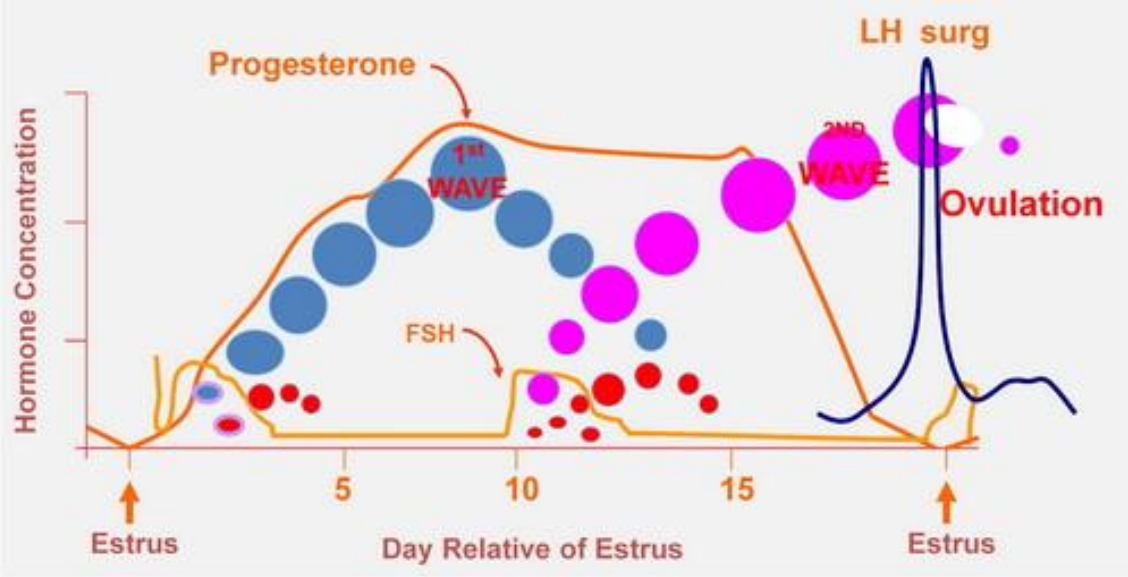
วงจรการเป็นสัด เกิดจากการควบคุมการทำงานด้วยฮอร์โมนจาก 3 แหล่ง คือ ไฮโพทาลามัส (hypothalamus) ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary) และรังไข่ (ovary) นอกจากนี้ยังมีการทำงาน

ร่วมกันขงฮอร์โมนจากมดลูก (uterus) โดย PGF2α จากมดลูกช่วยสลาย CL และระงับการสร้างโปรเจสเทอโรน

ระดับฮอร์โมนในกระแสเลือดในช่วงวงจรการเป็นสัดของโคมีการเปลี่ยนแปลงระดับโปรเจสเทอโรนลดลงในวันที่ 16–18 ตามด้วยระดับของเอสโตรเจนสูงขึ้นในช่วงท้ายของระยะ proestrus ต่อมาในช่วง estrus ระดับ FSH และ luteinizing hormone (LH) สูงขึ้น ส่วนระดับโพรแลคติน (prolactin) จะสูงขึ้นในช่วงท้ายของ estrus ต่อมาในช่วงต้นของ metestrus จนถึงช่วงของ diestrus ระดับโปรเจสเทอโรนจะสูงขึ้นแต่ลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วง proestrus แต่ระดับ FSH, LH และเอสโตรเจนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นระหว่างช่วง proestrus และฮอร์โมนเหล่านี้จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วง estrus ต่อมาช่วง metestrus และช่วงกลางของ diestrus ระดับเอสโตรเจนจะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง

โปรเจสเทอโรนมีบทบาทสำคัญในการควบคุมวงจรการเป็นสัด CL ระหว่างช่วง diestrus ทำให้ระดับโปรเจสเทอโรนสูงขึ้น จะเกิดกระบวนการ negative feedback (ภาพที่ 2.2) ซึ่งจะยับยั้งการหลั่ง FSH และ LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า นอกจากนี้ยังยับยั้งการหลั่ง gonadotropin releasing hormone (GnRH) โดยจะมีผลยับยั้งพฤติกรรมการเป็นสัด ถ้าสัตว์ไม่ได้ตั้งท้องจะมีการหลั่ง PGF2α จากมดลูกไปยังรังไข่ โดย PGF2α ก่อให้เกิดการฝ่อของ CL หลังจากการก่อตัวมา 10-14 วัน

หลังการตกไข่ CL จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังตกไข่ 2-4 วัน และตรวจพบโปรเจสเทอโรนเพิ่มมากขึ้นด้วย เมื่อเข้าสู่ระยะ diestrus ฮอร์โมน LH จะควบคุมและมีอิทธิพลต่อการสร้างและการทำงานของ CL โดยการเพิ่มปริมาณเลือดที่เข้าไปเลี้ยง CL ในทางกลับกัน PGF2α จะลดปริมาณเลือดที่เข้าเลี้ยง CL ทำให้ CL ฝ่อไป (กองผสมเทียม, 2554) (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 ฮอร์โมนที่ควบคุมวงรอบการเป็นสัดและการตกไข่

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2563)

2.4 การเหนี่ยวนำการเป็นสัด

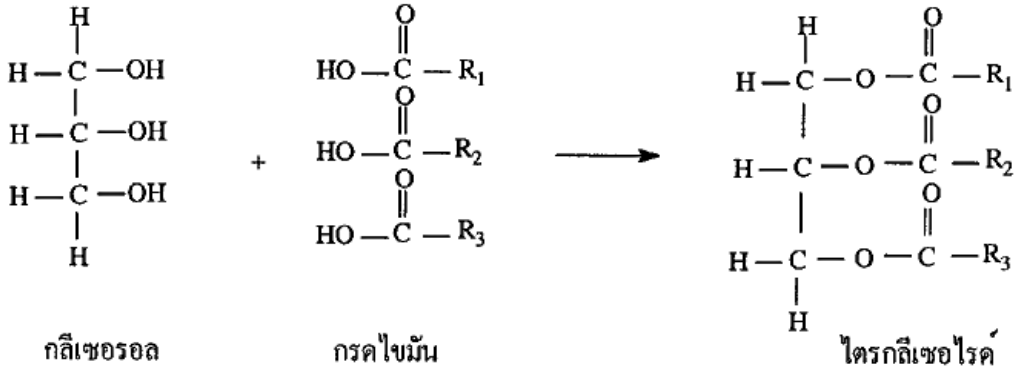
การเหนี่ยวนำการเป็นสัด คือ การจัดการให้สัตว์หนึ่งตัวหรือหลายตัวเป็นสัดพร้อมกันในเวลาที่กำหนดไว้หรือในเวลาที่ต้องการ โดยทั่วไปใช้ฮอร์โมนที่สกัดจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์มาให้สัตว์ โดยเลียนแบบการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนที่ควบคุมวงรอบการเป็นสัดตามธรรมชาติ (Ball and Peter, 2004 อ้างโดย ณัฐวุฒิ, 2555) การควบคุมวงรอบการเป็นสัดขึ้นอยู่กับการจัดการฮอร์โมนที่มีวงรอบการเป็นสัด โดยมีกระบวนการหลัก คือกระบวนการสลายคอร์ปัสลูเทียมหรือกระบวนการลดการหลั่งฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ซึ่งในธรรมชาติกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นในวันที่ 17 และ 18 ของวงรอบการเป็นสัด ดังนั้นการทำให้ระดับของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนลดลง สามารถทำได้โดยการจัดการจากภายนอกตัวสัตว์โดยการเลียนแบบการทำงานของคอร์ปัสลูเทียม โดยการใช้ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนติดต่อกันหลายวันแล้วหยุดใช้ (Chenault et al., 2003 อ้างโดย ณัฐวุฒิ, 2555)

2.5 การใช้สารเสริมน้ำมันพืชในอาหารสัตว์

2.5.1 ไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สำคัญ เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงาน รวมทั้งเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ฮอร์โมนในร่างกาย และเป็นแหล่งไวตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ ไวตามิน A, D, E, และ K นอกจากนี้แล้วทางด้านกายภาพของอาหารสัตว์ช่วยเพิ่มความน่ากินของอาหารและช่วยลดความเป็นฝุ่นของอาหาร การย่อยไขมันส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ลำไส้เล็กโดยเอนไซม์ lipase ที่ผลิตจากตับอ่อน ร่วมกับการทำหน้าที่ของน้ำดีในการทำให้ไขมันแตกตัว เรียกว่า emulsifying function เพื่อให้ lipase เข้าย่อยได้ง่ายขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตเป็น glycerol และ fatty acids อย่างไรก็ตามทางเคมีไขมันมีความหมายครอบคุมถึงสารหลายชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ดีในสารละลายไขมัน เช่น อีเทอร์ (ether) คลอโรฟอร์ม (chloroform) ไขมันที่รับประทานส่วนใหญ่ได้แก่สารที่มีชื่อว่า ไตรกรีเซอร์ไรด์ (triglyceride) ซึ่งเป็นผลจากการรวมตัวของกลีเซอรอล (glycerol) 1 โมเลกุล กับกรดไขมัน (fatty acids) 3 โมเลกุล กลีเซอรอลประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน กรดไขมันประกอบด้วนธาตุคาร์บอนทั้งสามชนิดนี้แต่มีการเรียงตัวแตกต่างกัน กรดไขมัน 3 ตัวที่มาเกาะอยู่กับกลีเซอรอลนั้นอาจเป็นชนิดเดียวกันหมดหรือต่างชนิดก็ได้ เมื่อรับประทานน้ำมันจึงเท่ากับได้รับกลีเซอร์ไรด์นั่นเอง (สุรีย์ พูนศรัทธา 2540)

น้ำมันและไขมันธรรมชาติประกอบด้วยไตรกรีเซอร์ไรด์หลายชนิด ลักษณะของไขมันขึ้นอยู่กับปริมาณของไตรกรีเซอร์ไรด์ และลักษณะของไตรกรีเซอร์ก็ขึ้นอยู่กับกรดไขมันชนิดต่างๆ ที่มารวมตัวกัน ลักษณะสูตรโครงสร้างของกรดไขมัน (4, 10) ประกอบด้วยสายโซ่คาร์บอน (chain of carbon atom) จับต่อๆ กัน และคาร์บอนแต่ละตัวจับรวมกับไฮโดรเจนอะตอม โดยมีปลายข้างหนึ่งของสายโซ่เป็นหน่วยเมทิล (methyl group : $-CH_3$) และปลายอีกข้างหนึ่งเป็นหน่วยคาร์บอกซิล (carboxyi group : -COOH) เช่น กรดเสตียริค (stearic acid) มีสูตรโครงสร้างดังนี้ $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ ซึ่งหน่วยคาร์บอกซิลจะไปจับกับกรีเซอร์ไรด์ได้กรีเซอรอล ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงสูตรโครงสร้างของกรีเซอร์รอล กรดไขมัน และไตรกรีเซอร์ไรด์ เมื่อ R1 R2 และ R3 คือสายโซ่คาร์บอนที่เกาะอยู่กับคาร์บอกซิล และกรดไขมันซึ่งอาจจะเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้

ที่มา : Wattiaux (2011)

2.5.2 การสร้างไขมันในน้ำนม

โดยทั่วไปอาหารที่แม่โคกินจะมีลิปิดประมาณร้อยละ 2-4 ซึ่งแม่โคนำไปสร้างไขมันในน้ำนมได้ถึงร้อยละ 50 ของปริมาณไขมันทั้งหมดในน้ำนม

การย่อยสลายของลิปิดและการเกิดกรดไขมันอิ่มตัวในกระเพาะ

ลิปิดเกิดการย่อยสลายในกระเพาะโดยพันธะระหว่างกรีเซอรอลและกรดไขมันแตกออกได้เป็นกรีเซอรอล 1 โมเลกุล และกรดไขมัน 1 โมเลกุล ต่อจากนั้นกรีเซอรอลจะเกิดการหมักอย่างรวดเร็วได้เป็นกรดไขมันระเหย ส่วนกรดไขมันจะถูกเปลี่ยนเป็นฟอสโฟลิปิดโดยแบคทีเรียเพื่อสร้างเยื่อหุ้มเซลล์

ความสำคัญอีกประการหนึ่งของจุลินทรีย์ในกระเพาะคือ การเติมไฮโดรเจน (hydrogenate) ให้กับกรดไขมันไม่อิ่มตัว ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน กรดไขมันจะมีความอิ่มตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากพันธะคู่เกิดการแทนที่ด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอม

กรดไขมันในกระเพาะขัดขวางการหมักของเส้นใย ดังนั้นลิปิดในอาหารโคนมที่มากเกินความจำเป็น (มากกว่าร้อยละ 8) อาจเป็นผลเสียต่อการผลิตน้ำนมและปริมาณไขมันในน้ำนม กรดไขมันไม่อิ่มตัวเกิดผลเสียมากกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว อย่างไรก็ตามอาจลดอัตราการย่อยสลายลิปิดในกระเพาะแม่โคได้โดยการให้ลิปิดในรูปของเมล็กพืชน้ำมันที่ยังคงมีเปลือกหุ้ม หรือการเลี้ยงโคนมในระดับอุตสาหกรรมอาจให้อาหาร

ประเภทลิปิดในลักษณะลิปิดหรือเกลือแคลเซียมของกรดไขมันเพื่อให้กรดไขมันไม่ละลายในกระเพาะหรือละลายได้ช้าลง

จุลินทรีย์ในกระเพาะผลิตฟอสโฟลิปิดประมาณร้อยละ 10-15 และยังคงมีกรดไขมันอิ่มตัวอยู่ประมาณ 85-90 ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นกรดปามมิติกและสเตียริกเกาะอยู่กับอนุภาคจุลินทรีย์

การดูดซึมลิปิดในลำไส้

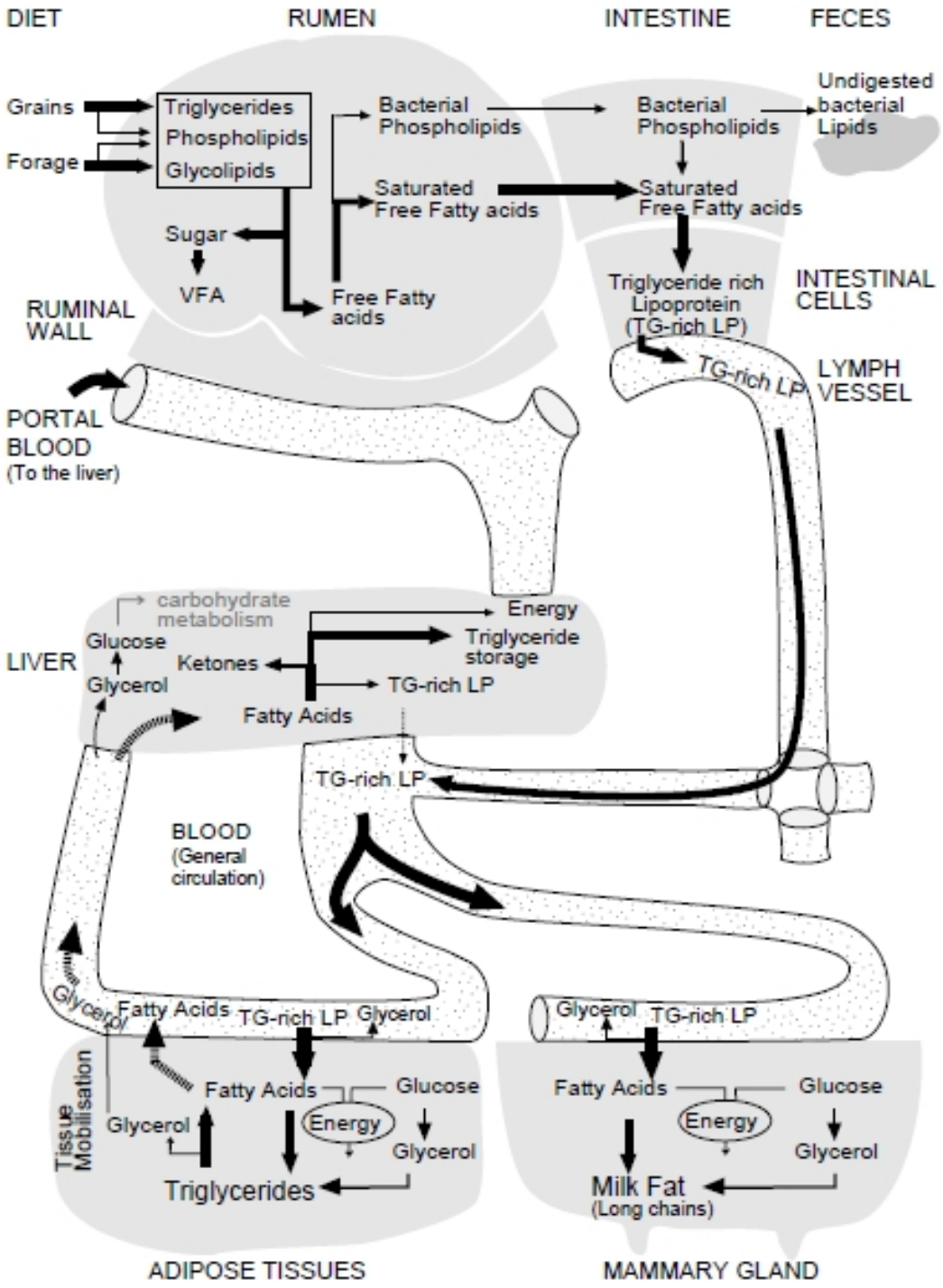
ฟอสโฟลิปิดซึ่งผลิตจากจุลินทรีย์จะเกิดการย่อยในลำไส้เล็กได้เป็นกรดไขมันและการดูดซึมที่ผนังลำไส้ น้ำดีจากตับและน้ำย่อยจากตับอ่อน (มีเอนไซม์และไบคาร์บอเนตสูง) จะรวมกันนลำไส้เล็กซ่งช่วยในการดูดซึมลิปิด โดยในลำไส้เล็กกรดไขมันจะเกาะอยู่กับกรีเซอรอลได้เป็นไตรกรีเซอร์ไรด์ จากนั้นไตรกรีเซอร์ไรด์ กรดไขมันบางส่วน คอลเรสเตอรอลและสารประกอบอื่นที่มีสมบัติคล้ายลิปิด (lipid-like substances) จะเคลือบอยู่บนโปรตีนเกิดเป็นไตรกรีเซอร์ไรด์-ริช ไลโพโปรตีน (triglyceride-rich lipoprotine, TG-rich LP) หรือ ไคโลไมครอน (chylomicrom) หรือไลโพโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำมาก TG-rich LP เข้าสู่ระบบน้ำเหลืองในท่อ (เข้าต่อระหว่างระบบน้ำเหลืองและระบบเลือด) และเข้าสู่ระบบเลือดซึ่งแตกต่างจากสารอาหารอื่นซึ่งดูดซึมที่ลำไส้ ไขมันถูดดูดซึมเข้าระบบไหลเวียนโลหิตโดยตรงและนำไปใช้ทั่วร่างกายโดยไม่ต้องผ่านกระบวณการเบื้องต้นที่ตับ

การใช้ลิปิดจากอาหารในเต้านม

ครึ่งหนึ่งของไขมันนมมาจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันจาก TG-rich LP โดยต่อมน้ำนมเกิดเป็นกรดไขมันสายยาวขึ้น เช่น กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนมากกว่า 16 อะตอม แต่จะยับยั้งการสร้างกรดไขมันสายสั้นและสายยาวปานกลาง ดังนั้นไขมันนมจะลดลงเมื่อโคกินอาหารที่มีเส้นใยต่ำแต่สามารถชดเชยไขมันนมบางส่วนได้โดยการเพิ่มไขมันในอาหารโคนม

การเคลื่อนย้ายไขมัน

ช่วงต้นของระยะการให้นมแม่โคต้องการพลังงานสำหรับการเคลื่อนย้ายไขมันจากเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) และอาหาร กรดไขมันจากไตรกรีเซอร์ไรด์ซึ่งเก็บอยู่ในเนื้อเยื่อไขมันและปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด การเคลื่อนย้ายไขมันเกิดขึ้นโดยตับ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหรือเปลี่ยนไขมันเป็นคีโตนซึ่งอาจปล่อยเข้ากระแสเลือดโดยใช้พลังงานจากเนื้อเยื่ออื่น ตับไม่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างและส่ง TG-rich LP กรดไขมันส่วนเกินจึงถูกเก็บไว้ในรูปไตรกรีเซอร์ไรด์ภายในเซลล์ตับในช่วงต้นของการให้นม



ภาพที่ 2.5 กลไกการเมทาบอลิซึมลิปิดในโคนม

ที่มา : Wattiaux (2011)

2.5.3 ไขมันต่อระบบสืบพันธุ์และการทำงานของรังไข่

Lucy et al. (1991) รายงานว่าไขมันมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต การให้หนูรับอาหารที่ไม่มีไขมันเป็นระยะเวลา 70 วัน ปรากฏว่าเกิดขุยรังแค ขนหลุดร่วง อัตราการเจริญเติบโตหยุดชะงัก ไตมีความผิดปกติ เลือดออกตามมากับปัสสาวะ ลิงค์หย่อนยาน การตกไข่ผิดปกติ หนูทุกตัวตายภายใน 120-230 วัน Lucy, (2007) รายงานว่าการเสริมไขมันพืชในอาหารมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงฟอลลิเคิลของโค โดยพบฟอลลิเคิลขนาดกลางมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1.5-5 เท่า ภายใน 3-7 สัปดาห์หลังคลอด ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของฟอลลิเคิลดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของพลังงานในอาหาร โดยการเพิ่มขึ้นของจำนวนฟอลลิเคิลมักเกิดขึ้นได้กับแม่โคที่มี BCS ที่ดี ในขณะที่การเสริมไขมันพืชทำให้ฟอลลิเคิลขนาดกลางมีจำนวนที่เพิ่มขึ้น แต่ฟอลลิเคิลขนาดเล็ก (<3 mm) กลับลดลง (Wiltbank et al., 2002) อาจเนื่องมาจากไขมันที่ได้จากพืชมีปริมาณของ Linoleic acid (LA) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นอยู่ในปริมาณสูง ไขมันพืชที่เป็นแหล่งของ LA ได้แก่ น้ำมันเมล็ดฝ้าย (whole cottonseed) น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (sunflower oil) เป็นต้น และ Thomas et al. (1997) ได้ทำการศึกษาถึงการเสริมไขมันแข็งที่ได้จากสัตว์ แหล่งของเกลือแคลเซียมของกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง หรือน้ำมันจากปลา จากการศึกษาดังกล่าว พบว่าการเจริญเติบและการพัฒนาของฟอลลิเคิลจากการใช้ไขมันสัตว์เสริมในอาหารมีการเจริญเติบโตและพัฒนาต่ำกว่าการใช้ไขมันพืชเสริมในอาหาร นอกจากจะพบว่าการเสริมไขมันส่งผลให้อัตราการผสมติดของแม่โคนมเพิ่มขึ้นแล้ว แม่โคที่สภาวะพลังงานไม่สมดุลหรือแม่โคที่ผอมการทำงานของรังไข่ลดต่ำลง (Staple et al., 1998) อาจจะกลับมาทำงานเป็นปกติได้เร็วขึ้นโดยการเสริมไขมัน ซึ่งกลไกการทำงานของรังไข่จะถูกควบคุมโดยฮอร์โมนหลัก 2 ตัวคือ LH และ FSH โดย LH และ FSH จะถูกหลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ซึ่งได้รับการกระตุ้นจาก GnRH ที่หลั่งมาจาก hypothalamus ทั้ง LH และ FSH ทำหน้าที่ในการชักนำให้เกิดคลื่นฟอลลิเคิลและการเจริญเติบโตของฟอลลิเคิล แม่โคในช่วงแรกคลอดและในช่วงที่สมดุลพลังงานเป็นลบ การทำงานของรังไข่มักลดต่ำลงเนื่องจากปริมาณการหลั่ง LH จากต่อมใต้สมองลดลง (Beam and Butler, 1999)

Prostaglandins เป็นสารประกอบทางชีวโมเลกุล ที่ได้จากกรดไขมันที่มีคาร์บอน 20 อะตอม prostaglandins ในซีรี่ที่ 2 เช่น PGF2α มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการควบคุมการคลอด ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง PGF2α มีหน้าที่ควบคุมการเสื่อมสลายของ CL ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรมการเป็นสัดภายหลังการคลอด arachidonic acid (C20:4) ถูกใช้ในการสังเคราะห์ prostanoids ทั้งสองซีรี่ ซึ่ง arachidonic acid ที่นำมา

สังเคราะห์ prostanoids ส่วนหนึ่งสามารถสังเคราะห์ขึ้นเองในตัวสัตว์ และอีกส่วนหนึ่งถูกเปลี่ยน linoleic acid จากอาหารที่กินเข้าไป การเปลี่ยน linoleic acid ไปเป็น arachidonic acids

แม่โคนมจะมีการตกไข่เกิดขึ้นระหว่าง 17-42 วันหลังคลอด แม่โคนมที่ปริมาณการให้ผลผลิตน้ำนมสูง การตกไข่ครั้งแรกหลังการคลอดจะล่าช้าออกไป หากจะเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ควรที่จะมีกลยุทธ์ต่างๆ ที่ทำการพัฒนาขึ้นเกี่ยวกับการให้อาหาร และนำมาใช้ในแม่โคนมแรกคลอดที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูง เพื่อให้แม่โคแรกคลอดได้รับพลังงานระดับสูงสุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณเยื่อใยทั้งหมดที่แม่โคควรที่จะได้รับในช่วงแรกคลอด จากผลการวิจัยจำนวนมากได้รายงานว่าการเสริมไขมันพืชในอาหารให้แก่แม่โคนมแรกคลอด ส่งผลให้แม่โคสามารถรักษาปริมาณการผลิตน้ำนมไว้ได้ในระดับสูง และยังสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักตัวในช่วงแรกคลอดได้ (Patton et al., 2007) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการเสริมไขมันพืชในอาหารแม่โคนมแรกคลอด สามารถลดความรุนแรงของการเกิดสภาวะ negative energy balance (NEB) ได้ (Overton and Waldron, 2004) ซึ่งโดยส่วนใหญ่ NEB จะเกิดขึ้นประมาณสัปดาห์ที่ 4 หลังคลอด (Patton et al., 2007) แม่โคนมหลังคลอดที่สามารถกลับมามีพลังงานที่สมดุลได้เร็วภายหลังการคลอดอาจเป็นสัญญาณสำคัญต่อการเริ่มต้นการทำงานของรังไข่ได้อีกครั้ง และมีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ที่ดีอีกครั้งในระยะเวลาอันสั้น (Santos et al., 2003)

2.6 Prostaglandin F2-alpha (PGF2α)

โพรสตาแกลนดิน (prostaglandin) เป็นสารประกอบไขมัน สร้างมาจากเซลล์เอนโดมีเทรียมของมดลูก มีส่วนร่วมในการทำงานของร่างกาย เช่น การหดตัวและการผ่อนคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบ การขยายตัวและการหดตัวของหลอดเลือด การควบคุมความดันโลหิตและการบวมจากการอักเสบ การย่อยไขมัน การหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร การแข็งตัวของเลือด และกระบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ รวมถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับไตและการหายใจ (Hendricks, 2006) แม้ว่าจะมีฤทธิ์มากมายแต่มักตรวจพบระดับของโพรสตาแกลนดินในเลือดที่ระดับต่ำ แม้ว่าในขณะที่โพรสตาแกลนดินกำลังออกฤทธิ์ก็ตาม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าโพรสตาแกลนดินถูกเผาผลาญและลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว ประกอบกับไหลเวียนเข้ากระแสเลือดน้อยทำให้ตรวจพบได้ต่ำ

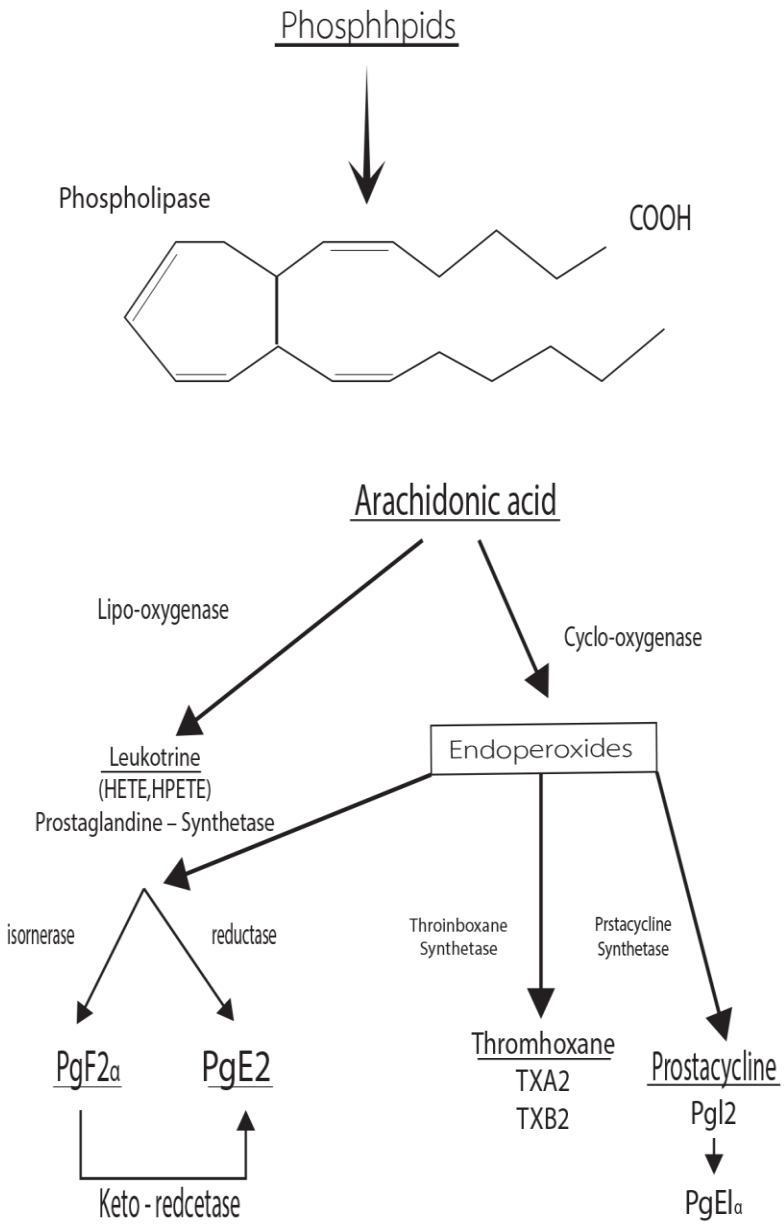
โพรสตาแกลนดินที่สำคัญในกระบวนการสืบพันธุ์ คือ PGF2α และ PGE2 ที่หลั่งมาจากมดลูก ซึ่ง PGF2α ทำให้เกิดการหลั่ง LH ในสัตว์จริง ส่วน PGE2 เป็นตัวทำให้เกิดการหลั่ง LH ทั้งในหลอดทดลองและใน

สัตว์ทดลอง โดยโพรสตาแกลนดินมีฤทธิ์ทำให้ CL สลายตัวและมีฤทธิ์เหมือนออกซีโตซิน (oxytocin) PGF2**α** จะมีฤทธิ์ทั้งสองอย่างดังกล่าว ส่วน PGE2 มีฤทธิ์เฉพาะเหมือนออกซิโตซิน กระบวนการที่ PGF2**α** ทำให้ CL ฝ่อสลายไปนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด แต่คาดว่าฤทธิ์ที่ทำให้เกิดการหดตัวของเส้นเลือดนั้นจะทำให้เกิดการขาดออกซิเจน และทำให้เกิดการสลายตัวของ CL ตามมา ส่วน PGE2 นั้นในการทดลองพบว่าจะไปยับยั้งฤทธิ์ของเอสโตรเจนในการทำให้ CL สลายในแกะ

ในขณะการคลอดโพรสตาแกลนดินทำหน้าที่ในการกระตุ้นการหดตัวของมดลูกช่วยให้เกิดการคลอดได้ ในแกะที่ท้องพบว่าการเพิ่มของเอสโตรเจน PGF2**α** และการบีบตัวของมดลูกเป็นไปพร้อมๆ กัน ส่วนในโคนั้นจะมีปริมาณเอสโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในช่วง 30 วันสุดท้ายของการตั้งท้อง ส่วนโปรเจสเทอโรนจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วง 2-3 วันสุดท้ายของการตั้งท้อง หลังจากนั้นจะมีการหลั่ง PGF2**α** ออกมาซึ่งจะทำหน้าที่หลักในการเพิ่มการหดตัวของชั้นกล้ามเนื้อของมดลูก เพิ่มการหลั่งออกซีโตซินออกมา ซึ่งออกซีโตซินนี้จะทำหน้าที่ช่วยให้เกิดการหดตัวของมดลูกในการคลอดลูก (สีกุน, 2550)

2.6.1 ข้อมูลทางชีววิทยาของ PGF2α

สารตั้งต้นของการสังเคราะห์ PGF2**α** เป็นประเภทฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ซึ่งอาจเป็นฟอสโฟไลปิดของเยื่อหุ้ม (membrane phospholipid) หรือได้จากไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) และโคเลสเตอรอล (cholesterol) หลังจากนั้นฟอสโฟไลปิดจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดอะราชิโดนิก (arachidonic acid) โดยเอนไซม์ฟอสโฟไลเปส (phospholipase) และกรดอะราชิโดนิกจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสารเอนโดเพอรอกไซด์ (endoperoxides) โดยเอนไซม์ไซโคลออกซีเจเนส (cyclo-oxygenase) หลังจากนั้นเอนไซม์พรอสตาแกลนดินซีนเธเตส (prostaglandin synthetase) จะเปลี่ยนเอนโดเพอรอกไซด์ให้เป็น PGF2**α** โดยทำงานร่วมกับเอนไซม์ไอโซเมอเรส (isomerase) (ภาพที่ 3)



รูปที่ 2.6 กระบวนการสังเคราะห์ PGF2**α** และพรอสตาแกลนดินชนิดอื่นๆ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Lands (1988)

การสลาย PGF2α ของร่างกายเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยปกติพบว่า PGF2α จะไม่มีการสะสม เพราะถูกสลายอย่างรวดเร็วในบริเวณที่มีการผลิต (production sites) PGF2α จะถูกเปลี่ยนเป็นเมตาโบไลท์ คือ 13, 14-d-hydro-15-keto-prostaglandin-F2α หรือ PGFM โดยปฏิกิริยารีดักเตส (reductase) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นอย่างมากบริเวณแหล่งผลิตของ PGF2α เอง ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของ PGF2α จะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งอนุพันธ์ OH (OH radical) ของคาร์บอนตำแหน่ง C15 และพันธะคู่ (double bond) ระหว่าง C13-C14

เนื่องจาก PGF2α เป็นฮอร์โมนที่ผลิตโดยอวัยวะและออกฤทธิ์ในอวัยวะนั้นโดยตรงหรือออกฤทธิ์ที่อวัยวะใกล้เคียงเท่านั้นโดยที่อวัยวะเป้าหมายนั้นต้องมีรีเซปเตอร์ (receptor) ที่เฉพาะเจาะจงต่อ PGF2α ด้วยเสมอ จากการศึกษาของ Kimball and Lauderdale (1975 อ้างโดย สุภาพรรณ, 2543) พบว่าการสะสมและการออกฤทธิ์ของ PGF2α ใน CL นั้นอาศัย จำนวนรีเซปเตอร์ต่อ PGF2α ของเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ลูเตียลและความทนทานต่อเอนไซม์ 15 OH-PG-dehydrogenase ของ PGF2α แต่ละชนิด

โดยปกติมดลูกจะมีกลไกควบคุมการสร้าง PGF2α โดยเริ่มจากการจับ (binding) ของเอสโตรเจน (E2-17β) และรีเซปเตอร์ต่อ E2-17β ในไซโตพลาสม์ (cytoplasm) ของเซลล์เอนโดมีเทรียลของมดลูก (endometrial cells) แล้วเกิดสัญญาณ (signal) ให้เกิดการสังเคราะห์รีเซปเตอร์ต่อออกซิโตซิน (OTreceptors) ขึ้นบริเวณเยื่อหุ้มของเซลล์เอนโดมีเทรียล (endometrial plasma membrane) เมื่อออกซิโตซินในกระแสเลือดจับกับ OT-receptor จะเกิดการปลดปล่อยกรดอะราชิโดนิคและเอนไซม์พรอสตาแกลนดินซีนเธเตสจะเปลี่ยนกรดอะราชิโดนิคเป็น PGF2α ในที่สุด

ภายหลังจาก PGF2α ถูกสร้างจากเซลล์เอนโดมีเทรียลของมดลูกแล้วจะถูกส่งไปยังรังไข่โดยถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดดำออกจากมดลูก (uterine vein) แล้วเคลื่อนที่เข้าสู่รังไข่โดยถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดแดงเข้ารังไข่ (ovarian artery) โดยกระบวนการเคาเตอร์เคอเรนท์ (counter current) เราเรียกบริเวณที่เส้นเลือดแดงเข้ารังไข่พันอยู่รอบๆ เส้นเลือดดำจากมดลูกนี้ว่ายูเธอโรโอวาเรียนเพดดิเคิล (utero-ovarian pedicle) หากทำการผูกส่วนปลายของเส้นเลือดดำจากมดลูกก่อนหน้ารังไข่พบว่า CL ที่อยู่บนรังไข่ข้างนั้นไม่มีการสลายเกิดขึ้น

2.6.2 กลไกการสลาย CL ของ PGF2α

ในโคในปัจจุบันเชื่อว่า PGF2**α** สามารถทำให้เกิดการสลาย CL โดยเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 อย่างคือ 1. การสลาย CL โดยกระบวนการทำหน้าที่ของเซลล์ลูเตียล (functional luteolysis) 2. การสลาย CL ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างของเซลล์ลูเตียล (structural luteolysis)

การสลาย CL โดยรบกวนการทำหน้าที่ของเซลล์ลูเตียลนั้นอาจลดการไหลเวียนเลือดจากรังไข่เข้าสู่ CL โดยไม่กระทบต่อระบบไหลเวียนเลือดของรังไข่ทั้งหมดหรืออาจยับยั้งการสังเคราะห์โปรเจสเทอโรนที่เกิดจากการกระตุ้นของ LH (inhibiting LH-stimulated progesterone synthesis) แต่เหตุผลที่ค่อนข้างเชื่อถือได้ของ PGF2**α** ต่อการยับยั้งการทำหน้าที่ลดการสร้างโปรเจสเทอโรน คือ PGF2**α** จะไปจับกับรีเซปเตอร์ที่เยื่อหุ้มของเซลล์ลูเตียลและขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์สารตั้งต้นสำหรับการสร้างโปรเจสเทอโรน

การสลาย CL โดยการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างอาจเกิดได้จากภาวะขาดออกซิเจน (anoxic condition) ซึ่งเป็นผลจากการลดปริมาณเลือดที่ไหลเวียนเข้าสู่ CL นอกจากนี้ยังพบว่าที่บริเวณเยื่อหุ้มไลโซโซม (lysosomal membrane) มีรีเซปเตอร์ต่อ PGF2**α** ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าในระยะแรกที่เริ่มมี PGF2**α** ขนาดต่ำ ๆ ในกระแสเลือดส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์ลูเตียลสูญเสียการทำหน้าที่ ดังนั้น PGF2**α** จึงเคลื่อนเข้าสู่เซลล์และจับกับรีเซปเตอร์ที่เยื่อหุ้มไลโซโซมและกระตุ้นให้โลโซโซมหลั่งเอนไซม์ (lysosomal enzyme) และเกิดการทำลายเซลล์ในที่สุด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

สัตว์ทดลอง

ใช้แม่โคนมโฮลสไตน์-ฟรีเชียนลูกผสมของเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จำนวน 18 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 8 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 แม่โคที่ได้รับอาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16 % (ควบคุม) กลุ่มที่ 2 แม่โคที่รับอาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16 % ใช้ร่วมกับสารเสริมน้ำมันพืช 4 % โดยทำการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ แม่โคทั้งหมดจะมีอายุหลังการคลอดลูกแล้ว 3 สัปดาห์

แม่โคทดลองได้ทำการเลี้ยงในระบบยืนกรง ในช่วงเวลา 06.00 และ 15.00 น. มีอาหารข้นให้แม่โค 6 กิโลกรัม/ตัว/วัน หรือ 1 ต่อ 3 ของปริมาณน้ำนม ในกลุ่มทดลองที่ 2 ทำการคลุกเคล้าอาหารข้นและสารเสริมน้ำมันพืช 4 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละตัวเข้าด้วยกันเพื่อสัดส่วนอาหารที่โคจะได้รับเท่าๆ กัน โดยมีอาหารหยาบ (ฟางข้าว) และน้ำสะอาดให้สัตว์กินภายในคอกพักอย่างเต็มที่

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของอาหารทดลองแม่โค

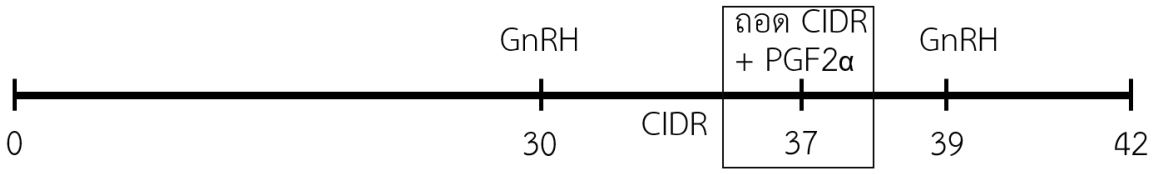
ส่วนประกอบ (%)	กลุ่มที่ 1 (%)	กลุ่มที่ 2 (%)
โปรตีน	16	16
ไขมัน	3	3
ความชื้น	13	13
กาก	14	14
พรีมิกซ์	1	1
สารเสริมน้ำมันพืช	0	4
อาหารหยาบ (ฟางข้าว)	ตลอดเวลา	ตลอดเวลา

ฮอร์โมนที่ใช้ในการทดลอง

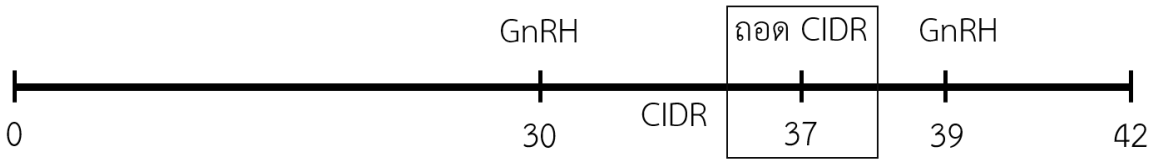
1. ฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด (CIDR)

2. ฮอร์โมนโกนาโดรโธปิน รีรีสซิ่ง (Receptal) ชนิดฉีดเข้ากล้ามเนื้อ

3. ฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูเอลฟา (PGF2**α**) (Estrumate) ชนิดฉีดเข้ากล้ามเนื้อ



ภาพที่ 3.1 แสดงโปรแกรมการเหนี่ยวนำกลุ่มที่ 1 ไม่เติมสารเสริมน้ำมันพืช (ควบคุม)



ภาพที่ 3.2 แสดงโปรแกรมการเหนี่ยวนำกลุ่มที่ 2 เติมสารเสริมน้ำมันพืช

วิธีการทดลอง

1. ทำการคัดเลือกแม่โคนมโฮลสไตน์-ฟรีเชียนลูกผสมที่ไม่มีปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์ เช่น ภาวะถุงน้ำที่รังไข่ มดลูกอักเสบ เป็นต้น โดยเลือกแม่โคหลังการคลอด 3 สัปดาห์ และมีความสมบูรณ์ของร่างกายตั้งแต่ (body condition score, BCS) 2.5-3

2. เริ่มให้อาหารแม่โคตามกลุ่มทดลอง ตั้งแต่วันที่ 0 ตลอดการทดลอง 42 วัน

3. ทำการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแม่โคทั้งสองกลุ่ม ด้วยฮอร์โมนโกนาโดโธปิน รีรีสซิ่ง ฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน และฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 วันที่ 30 ทำการสอด CIDR เข้าในช่องคลอด ร่วมกับฉีดฮอร์โมนโกนาโดโธปิน รีรีสซิ่ง (ครั้งที่ 1) 2.5 มิลลิกรัม เข้ากล้ามเนื้อ

3.2 วันที่ 37 มีขั้นตอนที่แตกต่างกัน คือ

3.2.1 กลุ่มการทดลองที่ 1 ทำการถอดแท่งฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน CIDR ออกจากช่องคลอด ร่วมกับฉีดฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา 2 มิลลิกรัม เข้ากล้ามเนื้อ

3.2.2 กลุ่มการทดลองที่ 2 ทำการถอด CIDR เพียงอย่างเดียว

3.3 วันที่ 39 ทำการฉีดฮอร์โมนโกนาโดโธปิน รีรีสซิ่ง 2.5 มิลลิกรัม (ครั้งที่ 2)

3.5 สังเกตุอาการเป็นสัดของแม่โคหลังการฉีดฮอร์โมนโกนาโดโธปิน รีรีสซิ่ง (ครั้งที่ 2) ประมาณ 48-72 ชั่วโมง

สถานที่ทำการทดลอง

ศึกษาทดลองในโคนม ณ ฟาร์มยายจิ๊บ หมู่ 11 บ้านเกรา ตำบลใหม่ อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ละติจูด 15°06'09.1"N ลองจิจูด 102°14'39.3"E และวิเคราะห์ข้อมูล ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพนครราชสีมา

เก็บข้อมูล

1. พฤติกรรมการเป็นสัดของแม่โค
2. ปริมาณน้ำนมดิบทุกๆ วันที่ 7 วัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง 6 สัปดาห์

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองด้านพฤติกรรมการเป็นสัดในแม่โคนมที่มีอายุหลังการคลอด 3 สัปดาห์ ที่เสริมด้วยสารเสริมน้ำมันพืชในปริมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นโคนม โดยใช้เป็นแหล่งพลังงานและสารตั้งต้นการสังเคราะห์ฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา ที่ทดลองในโปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบ Ovsynch+P4 โดยอาหารทุกสูตรที่แม่โคได้รับมีปริมาณพลังงาน โปรตีนและสารอาหารอื่นๆ เหมือนกันทั้งหมด มีส่วนประกอบที่เป็นวัตถุดิบหลักคือ อาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ฟางข้าว ได้แก่ กลุ่มที่ 1 อาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 อาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมน้ำมันถั่วพืช 4 เปอร์เซ็นต์ โดยทดลองด้านการเสริมอาหารทั้งหมด 6 สัปดาห์ ตามตารางจะเห็นได้ว่า แม่โคในกลุ่มทดลองที่มีการเสริมน้ำมันพืช 4 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง 42 วัน มีการแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดพร้อมกันกับกลุ่มที่มีการทำโปรแกรมการเหนี่ยวนำแบบ Ovsynch+P4 (ควบคุม) ในวันที่ 39 ของการทดลองทั้งหมด 8 ตัว คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราพฤติกรรมการเป็นสัด

กลุ่มการทดลอง	การแสดงพฤติกรรมการเป็นสัด (ตัว)	อัตราการเป็นสัด (%)
กลุ่มที่ 1	8/8	100
กลุ่มที่ 2	8/8	100

หมายเหตุ : กลุ่มที่ 1 อาหารข้นโปรตีน 16 % (ควบคุม), กลุ่มที่ 2 อาหารข้นโปรตีน 16 % + สารเสริมน้ำมันพืช 4%

ผลการทดลองด้านประสิทธิภาพของสารเสริมน้ำมันพืชต่อปริมาณน้ำนมของแม่โคในช่วงการให้นม 3 ถึง 8 สัปดาห์หลังคลอด ซึ่งอยู่ในช่วง early lactation ของการให้นม จะเห็นได้ว่ากลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่มมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 3-6 และลดลงในสัปดาห์ที่ 7 และ 8 อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันพืช 4 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมน้ำมันพืช (ควบคุม) ในสัปดาห์ที่ 4 (16.56 ± 0.35 vs 17.46 ± 0.21), 5 (16.99 ± 0.38 vs 17.79 ± 0.16), 6 (17.34 ± 0.30 vs 18.30 ± 0.21), 7

(16.63±0.41vs17.65±0.24) และ 8 (16.19±0.46vs17.23±0.21) กิโลกรัม/ตัว/วัน ดังตารางที่ 4.1 มีอัตราการเฉลี่ยของน้ำนมในกลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันพืชในสัปดาห์ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 8 มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 17.39 และ 16.58 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลปริมาณน้ำนม

กลุ่มการทดลอง	ปริมาณน้ำนมดิบ (สัปดาห์หลังคลอด)					
	3	4	5	6	7	8
กลุ่มที่ 1	15.79 ±0.43	16.56 ±0.35	16.99 ±0.38	17.34 ±0.30	16.63 ±0.41	16.19 ±0.46
กลุ่มที่ 2	15.90 ±0.31	17.46 ±0.21	17.79 ±0.16	18.30 ±0.21	17.65 ±0.24	17.23 ±0.21

หมายเหตุ : กลุ่มที่ 1 อาหารข้นโปรตีน 16 % (ควบคุม), กลุ่มที่ 2 อาหารข้นโปรตีน 16 % + สารเสริมน้ำมันพืช 4%

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

ในกลุ่มโคที่มีการใช้สารเสริมน้ำมันพืชสามารถทดแทนการฉีด PGF2α ในโปรแกรมการเหนี่ยวนำแบบ Ovsynch ได้ โดยให้ผลเหมือนกลุ่มโคที่มีการใช้การฉีด PGF2α โดยโคแสดงอาการเป็นสัดเหมือนกันทั้งสองกลุ่ม แต่กลุ่มที่มีการใช้สารเสริมน้ำมันพืช มีปริมาณน้ำนมเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมของสารเสริมน้ำมันพืชต่ออาหารสัตว์ ทำให้ไม่อาจทราบถึงปริมาณที่ต้องใช้สารเสริมน้ำมันพืชอย่างแน่ชัด ซึ่งอาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม ต่อไป

การศึกษาครั้งนี้อาจสรุปได้ว่าสารเสริมที่มีอยู่ในน้ำมันพืชอาจมีส่วนช่วยทำให้การสังเคราะห์ PGFα เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้แม่โคแสดงอาการเป็นสัด ซึ่งเป็นแนวทางในการเหนี่ยวนำทางธรรมชาติโดยไม่ต้องอาศัยการฉีดกระตุ้นจากฮอร์โมนสังเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2563. **ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ระดับประเทศ ปี 2563.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา https://1th.me/5EKZu

ณัฐวุฒิ อภิชัย. 2555. การศึกษาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในกระแสเลือดจากการใช้อุปกรณ์สอดช่องคลอดเพื่อควบคุมการเป็นสัดในกระบือปลัก. **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต** มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เพทาย พงษ์เพียจันทร์. 2538. **สรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่

สีกุน นุชชา. 2550. **ฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.seekun.net/e-ai2- all.htm.

สุรีย์ พูนศรัทธา. 2540. การศึกษาคุณภาพของน้ำมันบริโภคในระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน. **กรมวิทยาศาสตร์บริการ**.

สุรชัย สีน้ำคำ สมจิตร์ กันธาพรม และจักรกฤษณ์ เยรัมย์. 2558. การเพิ่มความสมบูรณ์พันธุ์ในโคนมระยะก่อนและหลังคลอด ด้วยการเสริมน้ำามันพืชในอาหารข้น.

Bartolome, J.A., F.T. Silvestre, S. Kamimura, A.C.M. Arteche, P. Melendez, D. Kelbert, J. McHale, K. Swift, L.F. Archbald, W.W. Thatcher, 2005. Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows. I: use of the Ovsynch and Heatsynch protocols after non-pregnancy diagnosis by ultrasonography. **Theriogenology** 63(6): 1617-1627

Beam, S.W., and W.R. Butler, 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. **J Reprod Fertil Suppl** 54: 411-424.

Butler W.R., R.D. Smith, 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **Journal of Dairy Science** 72(3):767-83.

Chun, S.Y., and A.J. Hsueh, 1998. Paracrine mechanisms of ovarian follicle apoptosis. **J Reprod Immuno** 39(1-2): 63-75

Caárdenas, H., and W.F. Pope, 2002. Control of ovulation rate in swine. **Journal of Animal Science** 80(E-Supp_1): E36 – E46

Cadórniga-Valiño, C., R.R. Grummer, L.E. Armentano, S.S. Donkin, S.J. Bertics, 1997. Effects of Fatty Acids and Hormones on Fatty Acid Metabolism and Gluconeogenesis in Bovine Hepatocytes. **Journal of Dairy Science** 80(4): 646-656

Drillich, M., U. Reichert, M. Mahlstedt, W. Heuwieser, 2006. Comparison of Two Strategies for Systemic Antibiotic Treatment of Dairy Cows with Retained Fetal Membranes: Preventive vs. Selective Treatment. **Journal of Dairy Science** 89(5): 1502- 1508

Enjalbert, F., M.C. Nicot, C. Bayourthe, R. Moncoulon, 2001. Ketone Bodies in Milk and Blood of Dairy Cows: Relationship between Concentrations and Utilization for Detection of Subclinical Ketosis. **Journal of Dairy Science** 84(3): 583-589

Edson, M.A., A.K. Nagaraja, M.M. Matzuk, 2009. The mammalian ovary from genesis to revelation. **Endocrine Reviews** 30(6): 624-712

Fortune, J.E., 2003. The early stages of follicular development: activation of primordial follicles and growth of preantral follicles. **Animal Reproduction Science** 78(3–4): 135-163

Fricke, P.M., J.N. Guenther, M.C. Wiltbank. 1998. Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. **Theriogenology** 50(8): 1275-1284

Gier, H.T., G.B. Marion, 1968. Uterus of the cow after parturition: involutional changes. **American of Journal of veterinary research** 29(1): 83-96.

Grummer, R.R., 2007. Strategies to improve fertility of high yielding dairy farms: Management of the dry period. **Theriogenology** 68(1): S281-S288

Hendricks, K.E.M., J.A. Bartolome, P. Melendez, C. Risco, L.F. Archbald, 2006. Effect of repeated administration of PGF2α in the early post partum period on the prevalence of clinical endometritis and probability of pregnancy at first insemination in lactating dairy cows. **Theriogenology** 65(8): 1454-1464

Ireland, J.J., M. Mihm, E. Austin, M.G. Diskin, J.F. Roche, 2000. Historical Perspective of Turnover of Dominant Follicles During the Bovine Estrous Cycle: Key Concepts, Studies, Advancements, and Terms. **Journal of Dairy Science** 83(7): 1648-1658

Joosten, I., E.J. Hensen, 1992. Retained placenta: an immunological approach. Animal **Reproduction Science** 28(1–4): 451-461

Land, W.E.M., 1988. Appraisal of synthesis and metabolism of prostaglandins *In* **Prostaglandins : Biology and Chemistry of prostaglandins and Related Eicosanoids**. Curtis-Prior, B.B.(Ed.) Churrchill Livingstone p. 147-151.

Lopez-Gatius, F., P. Santolaria, J. Yaniz, M. Fenech, M. lopez-Bejar. 2002. Risk factors for postpartum ovarian cysts and their spontaneous recovery or persistence in lactating dairy cows. **Theriogenology** 58: 1623-1632

Lucy, M.C., 2007. The bovine dominant ovarian follicle. **Journal of Animal Science** 85(E-Suppl): E89-E99

Lucy, M.C., C.R. Staples, F.M. Michel, W.W. Thatcher, 1991. Energy Balance and Size and Number of Ovarian Follicles Detected by Ultrasonography in Early Postpartum Dairy Cows. **Journal of Dairy Science** 74(2): 473-482

Marion, G. B., H.T. Gier, J B. Choudary, 1968. Micromorphology of the Bovine Ovarian Follicular System. **Journal of Animal Science** 27(2) 451–465

Moniruzzaman, M., and T. Miyano, 2010. Growth of Primordial Oocytes in Neonatal and Adult Mammals. **Journal of Reproduction and Development** 56(6): 559-66

Monniaux, D., N. Clemente, J.L. Touzé, C. Belville, C. Rico, M. Bontoux, J.Y. Picard, S. Fabre, 2008. Intrafollicular steroids and anti-mullerian hormone during normal and cystic ovarian follicular development in the cow. **Biology of Reproduction** 79(2): 387-96

Orisaka, M., J.Y. Jiang, S. Orisaka, F. Kotsuji, B.K. Tsang, 2009. Growth differentiation factor 9 promotes rat preantral follicle growth by up-regulating follicular androgen biosynthesis. **Endocrinology** 150(6): 2740–2748

Overton, T.R., and M.R. Waldron, 2004. Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. **Journal of Dairy Science** 87: E105-E119

Patton, J., D.A. Kenny, S. McNamara, J.F. Mee, F.P. O'Mara, M.G. Diskin, J.J. Murphy, 2007. Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in Holstein-Friesian cows. **Journal of Dairy Science** 90(2): 649-658.

Pineda, M.H., 2003. Female Reproductive System. In: McDonald's Veterinary Endocrinology and Reproduction, Pineda, M.H. and M.P. Dooley (Eds.). **Iowa State University Press,** Ames, Iowa, USA, ISBN: 0813811066.

Pursley, J.R., M.O. Mee, M.C. Wiltbank, 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2α and GnRH. **Theriogenology** 44(7): 915-923

Robker, R.L., and J.S. Richards. 1998. Hormonal Control of the Cell Cycle in Ovarian Cells: Proliferation Versus Differentiation. **Biology of Reproduction** 59(3): 476-482

Rukkwamsuk T., T.W. MATH, J.H. GEELEN, 1998. Effect of Fatty Liver on Hepatic Gluconeogenesis in Periparturient Dairy Cows. **Journal of Dairy Science** 82: 500–505

Santos, J.E.P., M. Villasenor, P.H. Robinson, E.J. DePeters, C.A. Holmberg, 2003. Type of cottonseed and level of gossypol in diets of lactating dairy cows: plasma gossypol, health, and reproductive performance. **Journal of Dairy Science** 86(3): 892-905

Sakaguchi, M., Y. Sasamoto, T. Suzuki, Y. Takahashi, Y.Yamada. 2004. Postpartum Ovarian Follicular Dynamics and Estrous Activity in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science** 87(7): 2114-2121

Sheldon, I.M., 2004. The postpartum uterus. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice** 20(3): P569-591

Sirotkin, A.V., 2011. Cytokines: signalling molecules controlling ovarian functions. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology** 43(6): 857-861

Staples, C.R., J.M. Burke, W.W. Thatcher, 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science** 81(3): 856-871

Thatcher, W.W., T.R. Bilby, J.A. Bartolome, F. Silvestre, C.R. Staples, J.E.P. Santos. 2006. Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. **Theriogenology** 65(1): 30-44

Thomas, M.G., B. Bao, G.L. Williams, 1997. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. **Journal of Animal Science** 75(9): 2512–2519

Wattiaux, M. A. 2011. Carbohydrate metabolism in dairy cows. [Online]. Available:http://www.babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/en/de_03.en. pdf.

Wischral, A, I.T, Verreschi, S.B. Lima, L.F. Hayashi, R.C. Barnabe, 2001. Pre-parturition profile of steroids and prostaglandin in cows with or without foetal membrane retention. **Animal Reproduction Science** 67(3-4): 181-188

Wiltbank, M.C., A. Gümen, R. Sartori, 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. **Theriogenology** 57(1): 21-52

Young, J.M. and A.S. McNeilly, 2010. Theca: the forgotten cell of the ovarian follicle. **Reproduction** 140(4): 489-504

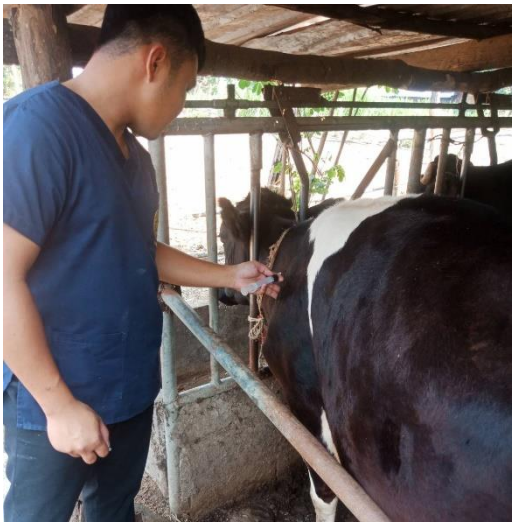
ภาคผนวก

รูปภาคผนวกที่ 1 โคที่ใช้ในการทดลอง

รูปภาคผนวกที่ 2 ตรวจความสมบูรณ์พันธุ์เพื่อคัดเลือกโค

รูปภาคผนวกที่ 3 ให้อาหารแต่ล่ะกลุ่มทดลอง

รูปภาคผนวกที่ 4 ใส่ฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนชนิดสอดช่องคลอด



รูปภาคผนวกที่ 5 ฉีดฮอร์โมน GnRH

รูปภาคผนวกที่ 6 เก็บปริมาณน้ำนม

ประวัติผู้เขียนโครงงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อ-สกุล	นายสินธนา แก้วฝ่ายนอก
วัน เดือน ปีเกิด	17 ธันวาคม พ.ศ. 2541
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 47 หมู่ที่ 14 ตำบลบัวใหญ่ อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30120
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมตอนต้น	โรงเรียนบัวใหญ่ นครราชสีมา พ.ศ. 2557
ระดับมัธยมตอนปลาย	โรงเรียนบัวใหญ่ นครราชสีมา พ.ศ. 2560
ระดับปริญญาตรี (กำลังศึกษา)	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา พ.ศ. 2563