

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเกษตรกร

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร และเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประกอบการประเมินผลการเลี้ยงโคของเกษตรกร โดยแบบสัมภาษณ์จะมีคำถามเป็นสองลักษณะคือ คำถามแบบปลายปิด (Close-ended question) ซึ่งเป็นคำถามที่มีแนวคำตอบกำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว และคำถามแบบปลายเปิด (Open-ended question) ที่ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้ตอบคำถามสามารถตอบได้ตรงตามความเป็นจริง ข้อดีของคำถามแบบปลายปิดคือ ทำให้ผู้วิจัยได้รับคำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ตรงตามความต้องการ คำตอบอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และสามารถเปรียบเทียบได้ทันที ส่วนข้อดีของคำถามแบบปลายเปิดคือ ทำให้ผู้ตอบสามารถตอบคำถามได้ละเอียดทุกแง่มุมตามความต้องการของผู้ตอบอย่างแท้จริง (ปีทมา, 2543) สาเหตุที่ใช้คำถามทั้งสองแบบ เพื่อความเหมาะสมกับคำถามแต่ละข้อ โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพพื้นฐานของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส สมาชิกครอบครัว อาชีพหลัก อาชีพรอง รายได้ของครอบครัว ประสบการณ์ในการเลี้ยงโค และจำนวนโคที่เลี้ยง

ตอนที่ 2 สภาพการเลี้ยงโคของเกษตรกร ได้แก่ ประสบการณ์ในการเลี้ยงโค จำนวนโค และพันธุ์โคที่เลี้ยง วิธีการเลี้ยง อาหารและการเลี้ยงดู โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยง การผสมพันธุ์ โรคและการป้องกันรักษา การซื้อขายโค ปริมาณน้ำนมที่ได้ เป็นต้น

ตอนที่ 3 รายได้และรายจ่าย ได้แก่ รายได้จากการขายน้ำนมและการขายโค รายจ่ายจากการเลี้ยงโคและค่าแรงงาน เป็นต้น

ตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะสำหรับการเลี้ยงโคของเกษตรกร

การประเมินข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์นี้ ทำโดยนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากภาคสนามมาจัดระเบียบและตรวจสอบเบื้องต้น โดยดูความถูกต้องสมบูรณ์ของการตอบ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์โดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย

3.2 การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโคที่เลี้ยง

ทำการเก็บข้อมูลของโคจากระเบียนพันธุ์ประวัติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538-2549 ซึ่งมีข้อมูลหมายเลขโค วันเกิด ระดับสายเลือด ประวัติพ่อแม่ ตา ยาย ประวัติการให้ลูก วันเกิดลูก จำนวนวันที่ท้องว่าง ระยะห่างการให้ลูก และสมุดบันทึกปริมาณน้ำนมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2549 ซึ่งมีข้อมูลระยะให้นม ปริมาณน้ำนมต่อวัน และปริมาณน้ำนมตลอดระยะเวลาการให้น้ำนม

3.2.1 ข้อมูลโคนมที่ศึกษา

- จำนวนฟาร์ม 164 ฟาร์ม
- จำนวนโคนม 4,220 ตัว
- ระยะให้นม 6 ระยะ ตั้งแต่ระยะที่ 1-6
- อายุโค 8 กลุ่ม คือ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ มากกว่า 8 ปี
- เปอร์เซ็นต์สายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน 6 กลุ่ม คือ น้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)
- กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก 20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน
- การให้คะแนนสภาพร่างกาย โดยใช้ระดับการให้คะแนน แบ่งเป็นระดับละ 0.5 คะแนน ในระบบ 1-5 คะแนน คะแนน 1 หมายถึง โคผอมคือไม่มีการสะสมไขมันและ คะแนน 5 หมายถึง โคอ้วนคือมีการสะสมไขมันมาก การให้คะแนนสภาพร่างกายโคนมในประชากรที่ศึกษาโดยการประเมินการจับไขมันสะสมด้วยสายตาจากผู้เก็บข้อมูลจำนวน 9 คน เพื่อนำไปวิเคราะห์โดยใช้ค่าฐานนิยม

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จำนวนข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ทางสถิติประกอบด้วยข้อมูลฟาร์ม 164 ฟาร์ม โคนม 4,220 ตัว ปริมาณน้ำนมของโคจำนวน 1,212 ตัว ระยะห่างของการให้ลูกของโค 1,143 ตัว วันที่ท้องว่างของโค 1,402 ตัว จำนวนครั้งในการผสมติดของโค 2,259 ตัว และคะแนนสภาพร่างกายของโค 1,212 ตัว

3.3.1 ค่าสังเกตต่างๆ จากการสำรวจนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรม SAS for windows version 8.1 (SAS, 1990)

3.3.2 วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ด้วยวิธี Correlation (ณัฐพล, 2548; Falconer, 1989) ในโปรแกรม SAS for windows version 8.1 (SAS, 1990)

จากสูตร $r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{\sqrt{V_x V_y}}$ หรือ $r_{xy} = \frac{SCP_{xy}}{\sqrt{SS_x SS_y}}$

โดยค่าความแปรปรวนร่วมสามารถหาได้จาก

$$V_{x+y} = V_x + V_y + 2COV_{xy}$$

เมื่อ	r_{xy}	คือ	ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่าง X และ Y
	COV_{xy}	คือ	ความแปรปรวนร่วมของลักษณะ X และลักษณะ Y
	V_x	คือ	ความแปรปรวนของลักษณะ X
	V_y	คือ	ความแปรปรวนของลักษณะ Y
	V_{x+y}	คือ	ความแปรปรวนของลักษณะ X + Y
	SCP_{xy}	คือ	ผลรวมของผลคูณ (sum of cross product) ลักษณะ X และ Y
	SS_x	คือ	ผลรวมกำลังสองของลักษณะ X
	SS_y	คือ	ผลรวมกำลังสองของลักษณะ Y

3.3.3 ประมวลค่าอัตราพันธุกรรมโดยโมเดลสัตว์ (animal model) ด้วยเทคนิค Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) และวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) (Meyer, 1989; Gilmour *et al.*, 1999) ในโปรแกรม VCE 4 (Groeneveld, 1998) จากหุ่นสถิติดังนี้

1 ประมวลค่าอัตราพันธุกรรมของวันให้นม

$$y_{ijkl} = \mu + HYS_i + HF_j + AC_k + Animal_l + Error_{ijkl}$$

เมื่อ	y_{ijkl}	คือ	วันให้นม
	μ	คือ	ค่าเฉลี่ย
	HYS_i	คือ	ฝูง (164 ฝูง) ปี (12 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538-2549) ฤดูกาลตลอด (3 ฤดู คือ ร้อน ฝน หนาว)
	HF_j	คือ	กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)

AC_k คือ กลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก (8 กลุ่ม คือ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และมากกว่า 8 ปี)

$Animal_1$ คือ ตัวสัตว์

$Error_{ijkl}$ คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

2 ประมวลค่าอัตราพันธุกรรมของปริมาณน้ำนม

$$y_{ijkl} = \mu + HYS_i + HF_j + Lactation_k + Animal_1 + Error_{ijkl}$$

เมื่อ y_{ijkl} คือ ปริมาณน้ำนม

μ คือ ค่าเฉลี่ย

HYS_i คือ ฟอง (164 ฟอง) ปี (12 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538-2549)

ฤดูกาลคลอด (3 ฤดู คือ ร้อน ฝน หนาว)

HF_i คือ กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)

$Lactation_k$ คือ ระยะให้นมที่ 1-6

$Animal_1$ คือ ตัวสัตว์

$Error_{ijkl}$ คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

3 ประมวลค่าอัตราพันธุกรรมของวันท้องว่าง

$$y_{ijkl} = \mu + HYS_i + HF_j + CI_k + Animal_1 + Error_{ijkl}$$

เมื่อ y_{ijkl} คือ วันท้องว่าง

μ คือ ค่าเฉลี่ย

HYS_i คือ ฟอง (164 ฟอง) ปี (12 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538-2549)

ฤดูกาลคลอด (3 ฤดู คือ ร้อน ฝน หนาว)

HF_i คือ กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)

CI_k คือ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน)

$Animal_1$ คือ ตัวสัตว์

$Error_{ijkl}$ คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

4 ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของระยะห่างของการให้ลูก

$$y_{ijkl} = \mu + HYS_i + HF_j + AC_k + Animal_1 + Error_{ijkl}$$

เมื่อ y_{ijkl} คือ ระยะห่างของการให้ลูก

μ คือ ค่าเฉลี่ย

HYS_i คือ ฟอง (164 ฟอง) ปี (12 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538-2549)
ฤดูกาลตลอด (3 ฤดู คือ ร้อน ฝน หนาว)

HF_j คือ กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)

AC_k คือ กลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก (8 กลุ่ม คือ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และมากกว่า 8 ปี)

$Animal_1$ คือ ตัวสัตว์

$Error_{ijkl}$ คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

5 ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนครั้งในการผสมติด

$$y_{ijkl} = \mu + HYS_i + HF_j + CI_k + Animal_1 + Error_{ijkl}$$

เมื่อ y_{ijkl} คือ จำนวนครั้งในการผสมติด

μ คือ ค่าเฉลี่ย

HYS_i คือ ฟอง (164 ฟอง) ปี (12 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538-2549)
ฤดูกาลตลอด (3 ฤดู คือ ร้อน ฝน หนาว)

HF_i	คือ	กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)
CI_k	คือ	กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน)
$Animal_l$	คือ	ตัวสัตว์
$Error_{ijkl}$	คือ	ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

6 ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของคะแนนสภาพร่างกาย

$$y_{ijkl} = \mu + HYS_i + HF_j + CI_k + Animal_l + Error_{ijkl}$$

เมื่อ	y_{ijkl}	คือ	คะแนนสภาพร่างกาย
	μ	คือ	ค่าเฉลี่ย
	HYS_i	คือ	ฝูง (164 ฝูง) ปี (12 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538-2549) ฤดูกาลคลอด (3 ฤดู คือ ร้อน ฝน หนาว)
	HF_j	คือ	กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)
	CI_k	คือ	กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน)
	$Animal_l$	คือ	ตัวสัตว์
	$Error_{ijkl}$	คือ	ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

3.3.4 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมด้วยวิธี General Linear Model (GLM) เพื่อหาช่วงวันของระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมของแต่ละลักษณะ และวิธี Regression (สุวัฒน์, 2540) เพื่อหาจำนวนวันของระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมของทุกลักษณะ ในโปรแกรม SAS for windows version 8.1 (SAS, 1990)

3.3.4.1 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับสมรรถภาพการผลิต

1 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับวันให้นม และปริมาณน้ำนม เนื่องจากอิทธิพลของฝูง ปี ฤดูแลงตลอด ด้วยวิธี GLM ในโปรแกรม SAS จากหุ่นสถิติ

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + a_i b_j + a_i c_k + b_j c_k + a_i b_j c_k + e_{ijkl}$$

เมื่อ

y_{ijkl} คือ วันให้นมและปริมาณน้ำนม

μ คือ ค่าเฉลี่ย

a_i คือ ฝูง (164 ฝูง) ปี (12 ปี คือ 2538-2549)

ฤดูแลงตลอด (3 ฤดูแลง คือร้อน ฝน หนาว)

b_j คือ ระยะให้นมที่ 1-6

c_k คือ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน)

$a_i b_j$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างฝูง ปี ฤดูแลงตลอด และระยะให้นม

$a_i c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างฝูง ปี ฤดูแลงตลอด และกลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก

$b_j c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก

$a_i b_j c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างฝูง ปี ฤดูแลงตลอด ระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก

e_{ijkl} คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

2 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับวันให้นม และปริมาณน้ำนม เนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูก ด้วยวิธี GLM ในโปรแกรม SAS จากหุ่นสถิติ

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + a_i b_j + a_i c_k + b_j c_k + a_i b_j c_k + e_{ijkl}$$

เมื่อ	y_{ijkl}	คือ	วันให้นมและปริมาณน้ำนม
	μ	คือ	ค่าเฉลี่ย
	a_i	คือ	กลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก (8 กลุ่ม คือ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และมากกว่า 8 ปี)
	b_j	คือ	ระยะให้นมที่ 1-6
	c_k	คือ	กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน)
	$a_i b_j$	คือ	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก และระยะให้นม
	$a_i c_k$	คือ	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก และกลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
	$b_j c_k$	คือ	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
	$a_i b_j c_k$	คือ	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก ระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
	e_{ijkl}	คือ	ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

3 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับวันให้นม และปริมาณน้ำนม เนื่องจากเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน ด้วยวิธี GLM ในโปรแกรม SAS จากหุ่นสถิติ

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + a_i b_j + a_i c_k + b_j c_k + a_i b_j c_k + e_{ijkl}$$

เมื่อ	y_{ijkl}	คือ	วันให้นมและปริมาณน้ำนม
	μ	คือ	ค่าเฉลี่ย

a_i	คือ	กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)
b_j	คือ	ระยะให้นมที่ 1-6
c_k	คือ	กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน)
$a_i b_j$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน และระยะให้นม
$a_i c_k$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน และกลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
$b_j c_k$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
$a_i b_j c_k$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน ระยะให้นม และกลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
e_{ijkl}	คือ	ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

3.3.4.2 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับสมรรถภาพการสืบพันธุ์

1 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับวันท้องว่าง และจำนวนครั้งในการผสมติด เนื่องจากอิทธิพลของฝูง ปี ฤดูกาลตลอด ด้วยวิธี GLM ในโปรแกรม SAS จากหุ่นสถิติ

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + a_i b_j + a_i c_k + b_j c_k + a_i b_j c_k + e_{ijkl}$$

เมื่อ y_{ijkl} คือ วันท้องว่าง และจำนวนครั้งในการผสมติด

μ คือ ค่าเฉลี่ย

a_i คือ ฝูง ปี (2538-2549) ฤดูกาลตลอด (ร้อน ฝน หนาว)

b_j คือ ระยะให้นมที่ 1-6

c_k	คือ	กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520, 521-530 วัน)
$a_i b_j$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างฝูง ปี ฤดูแล้ง และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
$a_i c_k$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างฝูง ปี ฤดูแล้ง และ ระยะให้นม
$b_j c_k$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
$a_i b_j c_k$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างฝูง ปี ฤดูแล้ง, ระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
e_{ijkl}	คือ	ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

2 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับวันท้องว่าง และจำนวนครั้งในการผสมติด เนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูก ด้วยวิธี GLM ในโปรแกรม SAS จากหุ่นสถิติ

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + a_i b_j + a_i c_k + b_j c_k + a_i b_j c_k + e_{ijkl}$$

เมื่อ	y_{ijkl}	คือ	วันท้องว่าง จำนวนครั้งในการผสมติด และคะแนนสภาพร่างกาย
	μ	คือ	ค่าเฉลี่ย
	a_i	คือ	กลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก (8 กลุ่ม คือ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และมากกว่า 8 ปี)
	b_j	คือ	ระยะให้นมที่ 1-6
	c_k	คือ	กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520, 521-530 วัน)
	$a_i b_j$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก และระยะให้นม
	$a_i c_k$	คือ	ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก และกลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก

- $b_j c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
- $a_i b_j c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของอายุเมื่อคลอดลูก ระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
- e_{ijkl} คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

3 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับวันท้องว่าง และจำนวนครั้งในการผสมติด เนื่องจากเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน ด้วยวิธี GLM ในโปรแกรม SAS จากหุ่นสถิติ

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + a_i b_j + a_i c_k + b_j c_k + a_i b_j c_k + e_{ijkl}$$

- เมื่อ y_{ijkl} คือ วันท้องว่าง จำนวนครั้งในการผสมติด และคะแนนสภาพร่างกาย
- μ คือ ค่าเฉลี่ย
- a_i คือ กลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน (6 กลุ่ม คือน้อยกว่า 62.50, 62.51-75.00, 75.01-82.50, 82.51-87.5, 87.51-93.50 และ 93.50-100 เปอร์เซ็นต์)
- b_j คือ ระยะให้นมที่ 1-6
- c_k คือ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก (20 กลุ่ม คือ 331-340, 341-350, 351-360, 361-370, 371-380, 381-390, 391-400, 401-410, 411-420, 421-430, 431-440, 441-450, 451-460, 461-470, 471-480, 481-490, 491-500, 501-510, 511-520 และ 521-530 วัน)
- $a_i b_j$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน และระยะให้นม
- $a_i c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน และกลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
- $b_j c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างระยะให้นม และ กลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
- $a_i b_j c_k$ คือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างกลุ่มของเปอร์เซ็นต์สายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน ระยะให้นม และกลุ่มของระยะห่างของการให้ลูก
- e_{ijkl} คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

3.3.4.3 วิเคราะห์ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับทุกลักษณะด้วยวิธี Multiple Liner Regression ในโปรแกรม SAS จากหุ่นสถิติ

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_5x_5$$

เมื่อ	y	คือ	ระยะห่างของการให้ลูก
	x_{1-5}	คือ	ระยะให้นม ปริมาณน้ำนม วันท้องว่าง จำนวนครั้งในการผสม ติด และคะแนนสภาพร่างกาย
	b_0	คือ	ค่าคงที่ของสมการรีเกรชัน
	b_{1-5}	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของ y บน $x_1 - x_5$

3.4 สถานที่ทำการวิจัย

ฟาร์มโคนมเกษตรกรรายย่อยจำนวน 164 ฟาร์ม ในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่

3.5 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2547 และสิ้นสุดการทำการวิจัยธันวาคม 2549 รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัยประมาณ 30 เดือน