

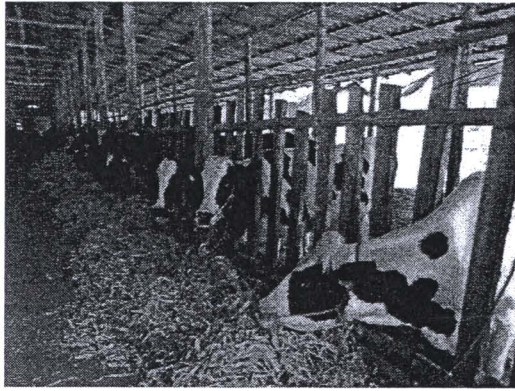
## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

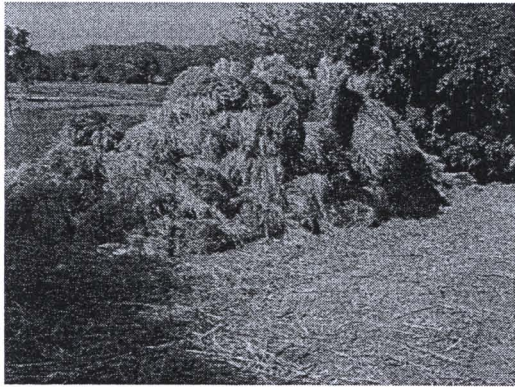
#### 3.1 แหล่งของข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนที่เลี้ยงในอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเก็บข้อมูลจากระเบียนประจำตัวโคนม (ผท.1) ซึ่งแสดงรายละเอียดและข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับประวัติของโคแต่ละตัว เช่น ประวัติการผสม ประวัติสุขภาพ การเก็บข้อมูลเหล่านี้ได้จากฟาร์มเกษตรกรเป็นรายฟาร์มโดยตรง โดยอาศัยการถ่ายเอกสารข้อมูลเพื่อป้องกันการสูญหายของระเบียนประวัติประจำตัวโค และบันทึกข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และเก็บข้อมูลพื้นฐานของการเลี้ยงโคนม

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ ในอำเภอแม่อน เลี้ยงโคภายในบริเวณบ้าน โดยมีการเลี้ยงแบบผูกยืนโรง อีกทั้งไม่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการปลูกพืชอาหารสัตว์ อาหารหยาบที่ได้รับส่วนมากจึงเป็นฟางแห้ง นอกจากนี้อาจมีการเสริมด้วยเศษเหลือที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากไร่นาหรือโรงงานอุตสาหกรรม (by-product) เช่น ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด กากมันสำปะหลัง เปลือกเสาวรส เป็นต้น โดยผู้เลี้ยงจะให้อาหารข้นวันละ 1 กิโลกรัม แต่สำหรับโครีดนม ให้อาหารข้นวันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 กิโลกรัม ในช่วงเช้าและเย็น ก่อนการรีดนมสำหรับการจับสัดแม่โค ผู้เลี้ยงจะสังเกตจากอาการที่แม่โคแสดงออก วันละ 2 ครั้ง ระหว่างการล้างทำความสะอาดคอกในตอนเช้าและตอนเย็น เมื่อพบการเป็นสัดของแม่โค ผู้เลี้ยงจะทำการแจ้งหมอฟสมเทียมหรืออาสาสมัครฟสมเทียม เพื่อนัดเวลาในการเข้ามาผสมเทียมแม่โค



**Figure 2** Tie stall or stanchion barn system in Mae On district



**Figure 3** Straw



**Figure 4** By-product from corn

### 3.2 โครงสร้างของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากประชากรโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2541 – 2550 ข้อมูลที่ใช้ศึกษาประกอบด้วย ชื่อเจ้าของฟาร์ม ชื่อโค หมายเลขประจำตัวโค ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียน วัน-เดือน-ปีที่เกิด หมายเลขพ่อพันธุ์ หมายเลขแม่พันธุ์ หมายเลขตา หมายเลขยาย ลำดับการให้ลูก วัน-เดือน-ปีที่ผสมครั้งแรก วัน-เดือน-ปีที่ผสมติด วัน-เดือน-ปีที่คลอดลูก จำนวนครั้งต่อการผสมติด อายุแม่เมื่อคลอดลูก ช่วงห่างการให้ลูก และจำนวนวันท้องว่าง

### 3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากประวัติประจำตัวโคนม (ผท.1) ประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ สามารถแยกได้เป็น 2 แฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ข้อมูลพันธุ์ประวัติ (pedigree files)
  - หมายเลขประจำตัวโค
  - หมายเลขพ่อพันธุ์
  - หมายเลขแม่พันธุ์
- 2) ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ของตัวสัตว์ (data files)
  - หมายเลขประจำตัวโค
  - ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มคือ
    - กลุ่มที่ 1 ระดับสายเลือด  $x \leq 50$  เปอร์เซ็นต์
    - กลุ่มที่ 2 ระดับสายเลือด  $50 < x \leq 75$  เปอร์เซ็นต์
    - กลุ่มที่ 3 ระดับสายเลือด  $75 < x \leq 87.5$  เปอร์เซ็นต์
    - กลุ่มที่ 4 ระดับสายเลือด  $87.5 < x \leq 93.75$  เปอร์เซ็นต์
    - กลุ่มที่ 5 ระดับสายเลือด  $x > 93.75$  เปอร์เซ็นต์
  - วัน-เดือน-ปีที่เกิด
  - วัน-เดือน-ปีที่ผสมครั้งแรก
  - วัน-เดือน-ปีที่ผสมติด
  - วัน-เดือน-ปีที่คลอดลูก

- ฤดูกาลที่คลอดลูก แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ
  - ฤดูร้อน (เดือนมีนาคม – เดือนมิถุนายน)
  - ฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม – เดือนตุลาคม)
  - ฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน – เดือนกุมภาพันธ์)
- ลำดับการให้ลูก
- อายุแม่เมื่อคลอดลูก
- จำนวนครั้งต่อการผสมติด
- จำนวนวันที่ท้องว่าง
- ช่วงห่างการให้ลูก

### 3.4 การจัดการข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากบัตรประจำตัวโคนม (พท.1) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 – 2550 มีจำนวนแม่โคทั้งหมด 2,482 ตัว จาก 140 ฟาร์ม แก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดและลบข้อมูลที่สูงหรือต่ำผิดปกติออกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยมีข้อมูลทั้งหมด 3,792 ข้อมูล และเมื่อจำแนกข้อมูลตามลำดับการให้ลูก 7 ลำดับ (ลำดับที่ 1-7) ในแต่ละลำดับมีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 1215, 953, 660, 462, 274, 145 และ 85 ข้อมูล ตามลำดับ (Table 3)

**Table 5** Data of fertility traits for analysis separate by parity

| Parity  | Traits |       |       |
|---------|--------|-------|-------|
|         | NSC    | DO    | CI    |
| 1       | 1,215  | -     | -     |
| 2       | 953    | -     | -     |
| 3       | 660    | 572   | 564   |
| 4       | 462    | 399   | 390   |
| 5       | 274    | 243   | 241   |
| 6       | 145    | 123   | 124   |
| 7       | 85     | 77    | 72    |
| Overall | 3,792  | 1,410 | 1,381 |

NSC = number of service per conception, DO = day open, CI = calving interval





### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

**3.5.1** วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าสูงสุด (maximum) และค่าต่ำสุด (minimum) ของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด

**3.5.2** ทดสอบปัจจัยคงที่ ที่มีผลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด ด้วยวิธี general linear model (GLM) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดในแต่ละปัจจัยคงที่ ด้วย least square different (LSD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งมีโมเดลในการทดสอบปัจจัยคงที่ต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด โดยจำแนกตามลำดับการให้ลูก ดังนี้

- 1) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 1

**Table 6** Model for effects test of number of service per conception in 1<sup>st</sup> parity

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <u>Fixed effects</u>            |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | ✓ | ✓ | - | - |
| Herd                            | ✓      | ✓ | ✓ | ✓ | - |
| Birth year                      | ✓      | - | - | ✓ | ✓ |
| Birth season                    | -      | ✓ | - | - | ✓ |
| Calving age                     | -      | - | ✓ | ✓ | ✓ |

✓ = factors in the model

2) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 2

**Table 7** Model for effects test of number of service per conception in 2<sup>nd</sup> parity

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <u>Fixed effects</u>            |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | ✓ | ✓ | - | ✓ |
| Herd                            | ✓      | ✓ | - | ✓ | ✓ |
| Calving age                     | ✓      | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Calving season                  | -      | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

✓ = factors in the model

3) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 3

**Table 8** Model for effects test of number of service per conception in 3<sup>rd</sup> parity

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <u>Fixed effects</u>            |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | - | ✓ | - | - |
| Herd                            | -      | ✓ | - | - | - |
| Calving age                     | -      | - | ✓ | ✓ | - |
| Calving season                  | ✓      | ✓ | - | ✓ | ✓ |
| <u>Covariables</u>              |        |   |   |   |   |
| Day open                        | -      | ✓ | ✓ | - | ✓ |
| Calving interval                | -      | - | - | ✓ | ✓ |

✓ = factors in the model

4) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 4

**Table 9** Model for effects test of number of service per conception in 4<sup>th</sup> parity

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <u>Fixed effects</u>            |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | ✓ | - | ✓ | - |
| Herd                            | ✓      | - | ✓ | - | - |
| Calving age                     | -      | - | - | - | ✓ |
| Calving season                  | -      | ✓ | ✓ | ✓ | - |
| <u>Covariables</u>              |        |   |   |   |   |
| Day open                        | ✓      | - | - | ✓ | ✓ |
| Calving interval                | -      | ✓ | ✓ | - | ✓ |

✓ = factors in the model

5) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 5

**Table 10** Model for effects test of number of service per conception in 5<sup>th</sup> parity

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <u>Fixed effects</u>            |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | - | ✓ | - | ✓ |
| Herd                            | ✓      | - | - | ✓ | - |
| Calving age                     | -      | ✓ | ✓ | - | - |
| Calving season                  | ✓      | ✓ | ✓ | ✓ | - |
| <u>Covariables</u>              |        |   |   |   |   |
| Day open                        | -      | ✓ | - | - | ✓ |
| Calving interval                | -      | - | - | ✓ | ✓ |

✓ = factors in the model

## 6) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 6

**Table 11** Model for effects test of number of service per conception in 6<sup>th</sup> parity

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <u>Fixed effects</u>            |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | ✓ | ✓ | - | - |
| Herd                            | ✓      | - | - | ✓ | - |
| Calving age                     | ✓      | ✓ | - | - | - |
| Calving season                  | -      | ✓ | - | ✓ | ✓ |
| <u>Covariables</u>              |        |   |   |   |   |
| Day open                        | -      | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Calving interval                | -      | - | ✓ | - | ✓ |

✓ = factors in the model

## 7) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 7

**Table 12** Model for effects test of number of service per conception in 7<sup>th</sup> parity

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <u>Fixed effects</u>            |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | ✓ | - | - | - |
| Herd                            | ✓      | - | ✓ | ✓ | - |
| Calving age                     | -      | ✓ | - | - | ✓ |
| Calving season                  | -      | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| <u>Covariables</u>              |        |   |   |   |   |
| Day open                        | ✓      | ✓ | - | - | ✓ |
| Calving interval                | -      | - | ✓ | ✓ | - |

✓ = factors in the model



8) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด

Table 13 Model for effects test of number of service per conception

| Factors                         | Models |   |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Fixed effects                   |        |   |   |   |   |
| Percentage of Holstein Friesian | ✓      | ✓ | ✓ | - | - |
| Herd                            | ✓      | - | - | - | - |
| Calving age                     | ✓      | ✓ | - | - | ✓ |
| Calving season                  | -      | - | ✓ | ✓ | - |
| Parity                          | -      | ✓ | ✓ | - | - |
| Covariables                     |        |   |   |   |   |
| Day open                        | -      | - | - | ✓ | ✓ |
| Calving interval                | -      | - | - | ✓ | ✓ |

✓ = factors in the model

3.5.3 วิเคราะห์ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ด้วยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ภายใต้ mixed model แบบ univariate และประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ ด้วยวิธี best linear unbiased prediction (BLUP) ภายใต้โมเดลตัวสัตว์ (animal model) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป variance component estimator version 4 (VCE 4) (Eildert, 1998) ซึ่งโมเดลที่ใช้มีดังนี้

1) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 1

$$y_{ijkl} = \mu + HF_i + Herd_j + Year_k + animal_l + \varepsilon_{ijkl}$$

- เมื่อ  $y_{ijklm}$  = จำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 1
- $\mu$  = ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด
- $HF_i$  = อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรီးเซียน
- $Herd_j$  = อิทธิพลคงที่ของฝูง
- $Year_k$  = อิทธิพลคงที่ของปีที่เกิด

$$\begin{aligned} animal_l &= \text{อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์} \\ \varepsilon_{ijkl} &= \text{ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง} \end{aligned}$$

2) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 2

$$y_{ijkl} = \mu + HF_i + HS_j + AOD_k + animal_l + \varepsilon_{ijkl}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } y_{ijklm} &= \text{จำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 2} \\ \mu &= \text{ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด} \\ HF_i &= \text{อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน} \\ HS_j &= \text{อิทธิพลคงที่ของฝูง-ฤดูกาลที่คลอดลูก} \\ AOD_k &= \text{อิทธิพลคงที่ของอายุแม่เมื่อคลอด} \\ animal_l &= \text{อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์} \\ \varepsilon_{ijkl} &= \text{ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง} \end{aligned}$$

3) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 3

$$y_{ijkl} = \mu + HF_i + b_1(DO)_j + b_2(CI)_k + animal_l + \varepsilon_{ijkl}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } y_{ijkl} &= \text{จำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 3} \\ \mu &= \text{ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด} \\ HF_i &= \text{อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน} \\ b_1(DO)_j &= \text{อิทธิพลของตัวแปรร่วมเนื่องจากจำนวนวันท้องว่าง} \\ b_2(CI)_k &= \text{อิทธิพลของตัวแปรร่วมเนื่องจากช่วงห่างการให้ลูก} \\ animal_l &= \text{อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์} \\ \varepsilon_{ijkl} &= \text{ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง} \end{aligned}$$

4) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 4

$$y_{ijklm} = \mu + HF_i + Season_j + b(CI)_k + animal_l + \varepsilon_{ijkl}$$

|                      |   |                                                |
|----------------------|---|------------------------------------------------|
| เมื่อ $y_{ijklm}$    | = | จำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 4   |
| $\mu$                | = | ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด       |
| $HF_i$               | = | อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน   |
| $Season_j$           | = | อิทธิพลคงที่ของฤดูกาลที่คลอดลูก                |
| $b(CI)_k$            | = | อิทธิพลของตัวแปรร่วมเนื่องจากช่วงห่างการให้ลูก |
| $animal_l$           | = | อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์                   |
| $\varepsilon_{ijkl}$ | = | ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง               |

5) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 5

$$y_{ijklm} = \mu + HF_i + Season_j + b_1(DO)_k + b_2(CI)_l + animal_m + \varepsilon_{ijklm}$$

|                       |   |                                                 |
|-----------------------|---|-------------------------------------------------|
| เมื่อ $y_{ijklm}$     | = | จำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 5    |
| $\mu$                 | = | ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด        |
| $HF_i$                | = | อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน    |
| $Season_j$            | = | อิทธิพลคงที่ของฤดูกาลที่คลอดลูก                 |
| $b_1(DO)_k$           | = | อิทธิพลคงที่ตัวแปรร่วมเนื่องจากจำนวนวันท้องว่าง |
| $b_2(CI)_l$           | = | อิทธิพลของตัวแปรร่วมเนื่องจากช่วงห่างการให้ลูก  |
| $animal_m$            | = | อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์                    |
| $\varepsilon_{ijklm}$ | = | ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง                |

6) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 6

$$y_{ijklm} = \mu + HF_i + Herd_j + Season_k + animal_l + \varepsilon_{ijkl}$$

|                   |   |                                              |
|-------------------|---|----------------------------------------------|
| เมื่อ $y_{ijklm}$ | = | จำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 6 |
| $\mu$             | = | ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด     |
| $HF_i$            | = | อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน |

|                      |   |                                  |
|----------------------|---|----------------------------------|
| $Herd_j$             | = | อิทธิพลคงที่ของฝูง               |
| $Season_k$           | = | อิทธิพลคงที่ของฤดูกาลที่คลอดลูก  |
| $animal_l$           | = | อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์     |
| $\varepsilon_{ijkl}$ | = | ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง |

7) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 7

$$y_{ijklm} = \mu + HF_i + b_1(DO)_j + b_2(CI)_k + animal_l + \varepsilon_{ijkl}$$

|                      |   |                                                 |
|----------------------|---|-------------------------------------------------|
| เมื่อ $y_{ijklm}$    | = | จำนวนครั้งต่อการผสมติด ในลำดับการให้ลูกที่ 7    |
| $\mu$                | = | ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด        |
| $HF_i$               | = | อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือด โฮลส์ไคน์ฟรีเซียน  |
| $b_1(DO)_j$          | = | อิทธิพลคงที่ตัวแปรร่วมเนื่องจากจำนวนวันท้องว่าง |
| $b_2(CI)_k$          | = | อิทธิพลของตัวแปรร่วมเนื่องจากช่วงห่างการให้ลูก  |
| $animal_l$           | = | อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์                    |
| $\varepsilon_{ijkl}$ | = | ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง                |

8) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด

$$y_{ijkl} = \mu + HF_i + Herd_j + b(DO)_k + animal_l + \varepsilon_{ijkl}$$

|                      |   |                                                |
|----------------------|---|------------------------------------------------|
| เมื่อ $y_{ijkl}$     | = | จำนวนครั้งต่อการผสมติด                         |
| $\mu$                | = | ค่าเฉลี่ยของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด       |
| $HF_i$               | = | อิทธิพลคงที่ของระดับสายเลือด โฮลส์ไคน์ฟรีเซียน |
| $Herd_j$             | = | อิทธิพลคงที่ของฝูง                             |
| $b(DO)_k$            | = | อิทธิพลของตัวแปรร่วมเนื่องจากจำนวนวันท้องว่าง  |
| $animal_l$           | = | อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์                   |
| $\varepsilon_{ijkl}$ | = | ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลอง               |



3.5.4 วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ ของความสมบูรณ์พันธุ์ ทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่ จำนวนครั้งต่อการผสมติด, จำนวนวันท้องว่าง และช่วงห่างการให้ลูก โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ด้วยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ภายใต้ mixed model equation แบบ multivariate ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป variance component estimator version 4 (VCE 4) (Eildert, 1998) ซึ่งโมเดลที่ใช้มีดังนี้

- 1) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดและจำนวนวันท้องว่าง

**Table 14** Factor in model for estimated correlation of number of service per conception (NSC) and day open (DO)

| Factor                          | Type          | Traits |    |
|---------------------------------|---------------|--------|----|
|                                 |               | NSC    | DO |
| Animals                         | Random effect | ✓      | ✓  |
| Percentage of Holstein Friesian | Fixed effect  | -      | ✓  |
| Calving age                     | Fixed effect  | ✓      | -  |
| Calving season                  | Fixed effect  | ✓      | ✓  |

✓ = factors in the model

- 2) ลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดและช่วงห่างการให้ลูก

**Table 15** Factor in model for estimated correlation of number of service per conception (NSC) and calving interval (CI)

| Factor                          | Type          | Traits |    |
|---------------------------------|---------------|--------|----|
|                                 |               | NSC    | CI |
| Animals                         | Random effect | ✓      | ✓  |
| Percentage of Holstein Friesian | Fixed effect  | ✓      | ✓  |
| Herd                            | Fixed effect  | ✓      | ✓  |
| Parity                          | Fixed effect  | ✓      | -  |
| Calving season                  | Fixed effect  | -      | ✓  |

✓ = factors in the model



3) ลักษณะจำนวนวันท้องว่างและช่วงห่างการให้ลูก

**Table 16** Factor in model for estimated correlation of day open (DO) and calving interval (CI)

| Factor                           | Type          | Traits |    |
|----------------------------------|---------------|--------|----|
|                                  |               | DO     | CI |
| Animals                          | Random effect | ✓      | ✓  |
| Percentage of Holstein Friesian  | Fixed effect  | ✓      | ✓  |
| Herd                             | Fixed effect  | ✓      | -  |
| Parity                           | Fixed effect  | -      | ✓  |
| Calving season                   | Fixed effect  | ✓      | -  |
| Number of service per conception | Covariable    | -      | ✓  |

✓ = factors in the model

3.5.5 วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่าง 2 ลักษณะ ของความสมบูรณ์พันธุ์ พันธุ์ทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่ จำนวนครั้งต่อการผสมติด, จำนวนวันท้องว่าง และช่วงห่างการให้ลูก ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ