บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

1. โครงสร้างของข้อมูล (Data Structure)

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นข้อมูลของสุกรพันธุ์แท้ 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ลาร์จไวท์ พันธุ์แลนด์เรซ และพันธุ์ดูรอค ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 -2541 ข้อมูลประกอบด้วย เบอร์สุกร พันธุ์สุกร วันเดือนปีเกิด เบอร์พ่อ เบอร์แม่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกน้ำหนัก ความหนาไขมันสันหลัง และอายุที่น้ำหนัก ๙๐ กิโลกรัม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ของกรมปศุสัตว์จำนวน 5 แห่ง คือ

- สถาบันวิจัยและทดสอบพันธุ์สุกร นครราชสีมา จ.นครราชสีมา
- ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ทับกวาง จ.สระบุรี
- ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ท่าพระ จ.ขอนแก่น
- ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่
- ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี

รายละเอียดของข้อมูลแต่ละแห่งดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนสุกรที่ใช้ในการศึกษาแยกตามสถานที่และพันธุ์สุกร

สถานที่รวบรวมข้อมูล	ดูรอค	ลาร์จไวท์	แลนด์เรซ	รวม
สถาบัน ฯ นครราชสีมา (แคนาดา)	265	54	506	825
ศูนย์วิจัย ฯ ทับกวาง (แคนาดา)	63	433	183	679
ศูนย์วิจัย ฯ ท่าพระ (อเมริกา)	80	62	84	226
ศูนย์วิจัย ฯ เชียงใหม่ (นอรเวย์)	-	78	148	226
ศูนย์วิจัย ฯ สุราษฎร์ธานี (แคนาดา)	4	24	29	57
รวม	412	651	950	2013

2. วิธีการเก็บข้อมูล

การคัดเลือกสุกรเข้าทดสอบพันธุ์

ขั้นแรกจะต้องคัดครอกที่จะเข้าทำการทดสอบ โดยคัดจากครอกที่ต้องการทดสอบพ่อพันธุ์ (progeny test) และลูกสุกรในครอกมีความสม่ำเสมอกัน ขนาดครอกเมื่อคลอดมีชีวิตอย่างน้อย 9 ตัว และหย่านมอย่างน้อย 8 ตัว

หลังจากคัดเลือกครอกสุกรที่จะทำการทดสอบพันธุ์ได้แล้ว ขั้นต่อไปจะต้องทำการคัดเลือกตัวสุกรเพื่อที่จะนำเข้าทดสอบพันธุ์ โดยคัดเลือกครอกละ 4 ตัว (เพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

1. คัดเลือกเมื่อลูกสุกรมีอายุประมาณ 8 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 20 - 25 กิโลกรัม

2. ตัวโตกว่าตัวอื่น ๆ ในครอกเดียวกัน

3. ลักษณะรูปร่างดี ตัวยาว ลันหนา ตรง หรือโค้งเล็กน้อยไม่แอ่น พื้นท้องตรงไม่ห้อยยาน สะโพกใหญ่ โครงสร้างกระดูกใหญ่ หน้าอกใหญ่ ข้อขาแข็งแรง

4. ระบบสืบพันธุ์มีความสมบูรณ์ดี อัณฑะหรืออวัยวะเพศเมีย มีขนาดไม่เล็กจนเกินไปหรือมีลักษณะผิดปกติ

5. เต้านมมีจำนวนไม่น้อยกว่า 7 คู่ สำหรับพันธุ์ลาร์จไวท์และแลนด์เรซ ไม่น้อยกว่า 6 คู่ สำหรับพันธุ์ดูรอค และควรมีระยะห่างสม่ำเสมอกัน

6. สุกรที่จะนำเข้าทดสอบพันธุ์จะต้องมาจากครอกที่ไม่มีลักษณะผิดปกติ หรือพิการทางพันธุกรรม

การจัดสุกรเข้าทดสอบพันธุ์

ควรจัดสุกรเข้าทดสอบพันธุ์เป็นชุด ๆ และสุกรมีน้ำหนักประมาณ 20 - 25 กิโลกรัม มีการจัดสุ่มคอกให้สุกรแต่ละตัวเพื่อลดอคติ

วิธีการทดสอบพันธุ์

จัดสุกรเข้าคอกทดสอบขนาด 1.2 x 2.4 เมตร ที่มีระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติ และมีอาหารให้กินเต็มที่ เริ่มบันทึกข้อมูลเมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม ทำการชั่งน้ำหนักทุก 3 สัปดาห์ และสิ้นสุดการทดสอบเมื่อน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ข้อมูลที่ทำการบันทึก ได้แก่ น้ำหนักตัวของสุกร ปริมาณอาหารที่สุกรกิน จำนวนวันที่ทำการทดสอบเมื่อสุกรมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ทำการวัดความหนาไขมันสันหลังโดยใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค (RENCO PREG - ALERT) โดยวัดห่างจากเส้นกึ่งกลางลำตัว (midline) ประมาณ 4.5 เซนติเมตร ทำการวัดบริเวณ

- ซี่โครงซี่สุดท้าย
- สะโพก (บริเวณกระดูกสันหลังข้อสุดท้ายต่อกับกระดูกโคนหาง)

3. ลักษณะที่ใช้ในการศึกษา

- อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ - น้ำหนักเมื่อเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่ทดสอบ}}$$

- อัตราการแลกน้ำหนัก

$$FCR = \frac{\text{อาหารที่กินทั้งหมดในระหว่างทดสอบ}}{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในระหว่างทดสอบ}}$$

$$BF = \frac{\text{ความหนาไขมันสันหลังบริเวณซี่โครงซี่สุดท้าย + สะโพก}}{2}$$

- อายุเมื่อน้ำหนัก 90 กก. (วัน) (Agricultural Canada, 1983)

หมายถึง จำนวนวันจากเกิดถึงน้ำหนัก 90 กิโลกรัม

1. ในกรณีที่น้ำหนักไม่ถึง 90 กก.

$$\text{สูตรการปรับอายุ} = \frac{90 - \text{น้ำหนักที่ชั่งได้จริง}}{\text{ADG ระยะสุดท้าย}}$$

2. ในกรณีที่น้ำหนักเกิน 90 กก.

$$\text{สูตรการปรับอายุ} = \frac{\text{น้ำหนักที่ที่ชั่งได้จริง} - 90}{\text{ADG ระยะสุดท้าย}}$$

4 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 2 ไฟล์ข้อมูล คือ

1. ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการผลิต ประกอบด้วย

    1.1) เลขประจำตัวสุกร

    1.2) พันธุ์

    1.3) เพศ

    1.4) วันเดือนปีเกิด

    1.5) วันเดือนปีที่เข้าทดสอบ

    1.6) วันเดือนปีที่สิ้นสุดการทดสอบ

    1.7) ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด

    1.8) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน

    1.9) อัตราการแลกน้ำหนัก

    1.10) ความหนาไขมันสันหลัง

    1.11) อายุเมื่อน้ำหนัก 90 กก.

2. ข้อมูลพันธุ์ประวัติ โดยจัดเรียงตามวันเดือนปีเกิดของสุกร ประกอบด้วย

    2.1) เลขประจำตัวของสุกร

    2.2) เลขประจำตัวพ่อของสุกร

    2.3) เลขประจำตัวแม่ของสุกร

5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

5.1 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลที่เก็บมาจากภาคสนาม (field data) ซึ่งปัจจัยต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ใช้ในการศึกษา เช่น อิทธิพลของ ฝูง-ปี-เดือนที่สุกรเข้าทดสอบพันธุ์แตกต่างกัน อิทธิพลของเพศที่ต่างกัน อีกทั้งจำนวนข้อมูลในแต่ละชั้นของปัจจัยต่างๆก็มีไม่เท่ากัน เมื่อทำการตรวจสอบการกระจายของข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Analysis System (SAS) ด้วยคำสั่ง PROC UNIVARIATE (SAS, 1985) พบว่า ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกน้ำหนัก ความหนา ไขมันสันหลัง และอายุที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม ของสุกรพันธุ์ดูรอค พันธุ์ลาร์จไวท์ และพันธุ์แลนด์เรซ ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ มีการกระจายแบบปกติ

5.2 แบบหุ่น Animal Model การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษาเพื่อจะนำไปใช้ในการประมาณคุณค่าการผสมพันธุ์ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธี DFREML เป็นการวิเคราะห์ครั้งละลักษณะ สามารถจำแนกออกเป็นปัจจัยคงที่และปัจจัยสุ่ม ดังมีแบบหุ่นทางสถิติ (Statistical Model) ดังนี้

$$y_{ijk} = \mu + HYM_i + S_j + A_k + e_{ijk}$$

เมื่อ y_{ijk} = ลักษณะที่ทำการศึกษาแจกแจงตาม HYM ที่ I เพศที่ j ของสุกรตัวที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะเป็นอิทธิพลร่วมซึ่งค่าสังเกตทุกค่าได้รับ

HYM_i = อิทธิพลคงที่ของ ฝูง-ปี-เดือนที่เข้าทดสอบ ที่ i (i = 1,2,...,300)

S_j = อิทธิพลคงที่ของเพศที่ j (j = 1,2)

A_k = อิทธิพลสุ่มเนื่องจากสุกรตัวที่ k โดย $A_k \sim NID\ (O,\sigma_a^2)$

e_{ijk} = อิทธิพลสุ่มอื่นๆ ที่ค่าสังเกตได้รับ

โดย $e_{ijk} \sim NID\ (O,\sigma_e^2)$

5.3 การหาองค์ประกอบความแปรปรวนของตัวสัตว์ และองค์ประกอบความคลาดเคลื่อน ค่าความแปรปรวนที่ได้จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าการผสมพันธุ์ด้วยวิธี Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) แบ่งการคำนวณเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1) สร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์ที่กลับเมตริกซ์แล้ว (A^{-1})

2) เตรียมข้อมูล จากแบบหุ่น Animal Model สำหรับการคำนวณและใช้สร้างแบบหุ่นแบบผสมที่มีแบบหุ่นทั่วไป (general model) หรือ mixed model equation (MME) ได้ในแบบหุ่นเดียวกันดังนี้

$$\underset{\sim}{y} = X\underset{\sim}{\beta} + Z\underset{\sim}{u} + \underset{\sim}{e}$$

โดยที่

$\underset{\sim}{y}$ = เวคเตอร์ (vector) ของค่าสังเกต

- ลักษณะอัตราการเจริญเติบโต
- ลักษณะอัตราการแลกน้ำหนัก
- ลักษณะความหนาไขมันสันหลัง
- ลักษณะอายุที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม

X = เป็นเมตริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกต กับปัจจัยคงที่ ที่ประกอบด้วยค่าเฉลี่ยของอิทธิพลร่วม 1 ระดับ อิทธิพลของ ฝูง-ปี-เดือนที่เข้าทดสอบ 300 ระดับ อิทธิพลของเพศ 2 ระดับ

$\underset{\sim}{\beta}$ = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่ ที่ไม่ทราบค่า

Z = เป็นเมตริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกต กับปัจจัยสุ่ม ซึ่งเป็นปัจจัยเนื่องมาจากอิทธิพลของตัวสุกร

พันธุ์ดูรอค มีขนาด 412 x 412

พันธุ์ลาร์จไวท์ มีขนาด 651 x 651

พันธุ์แลนด์เรซ มีขนาด 950 x 950

$\underset{\sim}{u}$ = เวคเตอร์ของค่าการผสมพันธุ์ของสัตว์แต่ละตัว

พันธุ์ดูรอค มีขนาด 412 x 1

พันธุ์ลาร์จไวท์ มีขนาด 651 x 1

I 18806090

พันธุ์แลนด์เรซ มีขนาด 950 x 1

โดยที่ $u \sim$ NID (0, $A\sigma_a^2$)

e = เวคเตอร์ของความคลาดเคลื่อน (error)

โดยที่ $e \sim$ NID (0,$I\sigma_a^2$)

ผลจากขั้นตอนนี้โปรแกรมจะบอกค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, S.D.) ของข้อมูลในแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษา ซึ่งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสองเท่ากับค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ

$$(S.D.)^2 = \sigma_p^2$$

3) คำนวณองค์ประกอบความแปรปรวน เพื่อหาค่าสูงสุดของฟังก์ชั่น ในขั้นตอนนี้โปรแกรมต้องการค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม หรือ ค่าความแปรปรวนของอำนาจยีนแบบบวกสะสม สำหรับเริ่มต้น (prior value) คำนวณค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม จากสูตรการคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมของ Falconer และ Mackay (1996) ดังนี้

$h^2 = \sigma_a^2 / \sigma_p^2$ จะได้ $\sigma_a^2 = h^2\sigma_p^2$

แล้วนำค่า σ_a^2 ที่คำนวณได้เป็นค่าเริ่มต้น เพื่อจะได้ประหยัดเวลาในการคำนวณและให้ผลลัพธ์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของตัวสัตว์และความคลาดเคลื่อนที่ได้มีค่าน่าเชื่อถือ

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรม

สำหรับการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมนั้น จะต้องใช้ค่าความแปรปรวนของอำนาจยีนแบบบวกสะสม และความแปรปรวนเนื่องจากสิ่งแวดล้อม (environmental variance, σ_a^2) ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้เรียกว่าอัตราพันธุกรรมอย่างแคบ จากค่าองค์ประกอบความแปรปรวนข้างต้นสามารถหาค่าอัตราพันธุกรรมได้จากสูตรการคำนวณดังนี้ (Falconer and Mackay, 1996)

$$h^2 = \frac{\sigma^2_a}{\sigma^2_a + \sigma^2_e}$$

การประมาณค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา

จากค่าองค์ประกอบความแปรปรวนข้างต้นสามารถหาค่าสหสัมพันธ์ของคุณค่าการผสมพันธุ์ (correlation of breeding value) ของระหว่างลักษณะทางการเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกน้ำหนัก ความหนาไขมันสันหลัง และอายุที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS วิเคราะห์ภายใต้คำสั่ง PROC CORR (SAS, 1985) ได้จากสูตรการคำนวณดังนี้ (Falconer and Mackay, 1996)

$$\text{สหสัมพันธ์ของคุณค่าการผสมพันธุ์ } (r_{gg}) \quad = \frac{\text{cov}_{g1g2}}{\sqrt{v_{g1} v_{g2}}}$$

การประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์

การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยคงที่และประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์สามารถกระทำได้พร้อมกันโดยใช้วิธี BLUP โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MATVEC (Wang, 1995) ข้อกำหนดของวิธี BLUP คือไม่ทราบค่าเฉลี่ยแต่ทราบค่าความแปรปรวน ในการคำนวณครั้งนี้ใช้ค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป MATVEC ทำการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ โดยใช้แบบหุ่น Animal Model