บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 แหล่งที่มาและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลโคขาวลำพูนที่เลี้ยงในฟาร์มโคเนื้อ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ถูกบันทึกไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 ถึง พ.ศ. 2550 ลักษณะของข้อมูลที่เก็บไว้เป็นข้อมูลพันธุ์ประวัติโคและข้อมูลน้ำหนักตัวโคที่ได้จาก การชั่งน้ำหนักแรกเกิดและน้ำหนักรายเดือนแต่ละเดือน

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ สามารถแยกได้เป็น 2 แฟ้มข้อมูล ดังนี้

1. แฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติโค (pedigree file) ประกอบด้วยข้อมูล
   - หมายเลขประจำตัวโค
   - เพศ
   - หมายเลขพ่อพันธุ์
   - หมายเลขแม่พันธุ์
   - วันเดือนปีเกิด
2. แฟ้มข้อมูลน้ำหนักโค (data file) ประกอบด้วยข้อมูล
   - หมายเลขประจำตัวโค
   - เพศ
   - น้ำหนักแรกเกิด (กิโลกรัม)
   - น้ำหนักรายเดือน (กิโลกรัม)
   - วันเดือนปีที่ชั่ง
   - ลำดับลูกที่คลอด (parity of birth)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 โครงสร้างของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากประชากรโคขาวลำพูน ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2527 ถึง พ.ศ. 2550 ซึ่งเป็นข้อมูลน้ำหนักโคตั้งแต่แรกเกิด ถึง 12 ปี ลักษณะของข้อมูลแสดงใน Table 5

Table 5. Characteristics of data used in the analysis

data	N	Means (kg)	Standard deviation	Minimum	Maximum
Number of animals	788				
Number of animal in pedigree	865				
Number of data of weight	21134				
Age (year)					
0-1	6071	63.34	30.98	10	198
1-2	4298	123.30	29.95	51	263
2-3	2853	174.30	39.85	81	312
3-4	2157	209.30	37.71	104	379
4-5	1604	220.72	41.87	127	390
5-6	1186	224.50	41.74	100	410
6-7	962	232.91	48.59	100	543
7-8	636	235.02	49.14	156	480
8-9	446	237.60	42.67	101	462
9-10	368	241.99	37.69	100	368
10-11	327	249.93	42.12	156	393
11-12	226	253.87	40.25	163	403

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล วิธีวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เป็นดังนี้

3.4.1 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของน้ำหนักตัวกับอายุ

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นระหว่างน้ำหนักตัวกับอายุประเมินด้วยวิธีการ Linear regression และ Curvilinear regression โดยแบ่งเป็นช่วงอายุ ดังนี้

- แรกเกิด ถึง อายุ 200 วัน
- อายุ 200 วัน ถึง อายุ 18 เดือน
- อายุ 18 เดือน ถึง โตเต็มที่ (3 ถึง 4 ปี)
- โตเต็มที่ (3 ถึง 4 ปี) ถึง 12 ปี

สมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple linear regression)

จาก $Y = b_0 + b_1X$

สมการถดถอยกำลังสอง (Quadratic curvilinear)

จาก $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$

สมการถดถอยกำลังสาม (Cubic curvilinear)

จาก $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$

เมื่อ Y = ค่าประมาณของน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

X = อายุโค (ปี)

b_0 = จุดตัดแกน y (y-Intercept)

b_1, b_2, b_3 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.2 การประมาณค่าอัตราการเข้าสู่น้ำหนักโตเต็มที่ โดยแบ่งเป็นช่วงอายุ ดังนี้

- แรกเกิด ถึง อายุ 200 วัน
- อายุ 200 วัน ถึง อายุ 18 เดือน
- อายุ 18 เดือน ถึง โตเต็มที่ (3 ถึง 4 ปี)

1. การคำนวณระดับการโตเต็มที่ (degree of maturity; u) ตามวิธีการคำนวณของ Fitzhugh and Taylor (1971)

$$u_t = \frac{y_t}{A} \qquad \text{..... (3.1)}$$

เมื่อ

u_t = degree of maturity ที่อายุ t

y_t = น้ำหนักโคที่อายุ t

A = น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ (อายุ 3 ถึง 4 ปี)

2. การคำนวณอัตราการเจริญเติบโต (absolute growth rate; AGR)

$$AGR = \frac{y_{t2} - y_{t1}}{t_2 - t_1} \qquad \text{……. (3.2)}$$

เมื่อ

AGR = absolute growth rate

y_t = น้ำหนักโคที่อายุ t

t = อายุโค (วัน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การคำนวณอัตราการเข้าสู่น้ำหนักโตเต็มที่ (absolute maturing rate; AMR)

$$AMR = \frac{u_{t2} - u_{t1}}{t_2 - t_1} \times 100 \quad \text{..... (3.3)}$$

เมื่อ

AMR = absolute maturing rate

u_t = degree of maturity ที่อายุ t

t = อายุโค (วัน)

4. การคำนวณ relative maturing rate (RMR)

หรือ

$$RMR = \frac{\ln y_{t2} - \ln y_{t1}}{t_2 - t_1} \times 100 \quad \text{..... (3.4)}$$

เมื่อ

RMR = absolute maturing rate

y_t = น้ำหนักโคที่อายุ t

t = อายุโค (วัน)

3.4.3 ทดสอบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ ค่าอัตราการเข้าสู่น้ำหนักโตเต็มที่

วิเคราะห์หาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ เพื่อศึกษาถึงผลที่มีต่อค่าอัตราการเข้าสู่น้ำหนักโตเต็มที่ ด้วยวิธีการ General Linear Model (GLM) แบบ univariate analysis ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ มีดังนี้

- เพศ
- พ่อพันธุ์
- แม่พันธุ์
- ฤดูกาลที่เกิด
- ปีที่เกิด
- ลำดับลูกที่คลอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.4 การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของค่าอัตราการเข้าสู่น้ำหนักโตเต็มที่

ประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าอัตราพันธุกรรม ด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) แบบ Animal model โดยโปรแกรมสำเร็จรูป VCE 4 (Groeneveld, 1998) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทีละลักษณะ (univariate analysis) ปัจจัยคงที่ (Fixed effect) และตัวแปรร่วม (Covariable) ที่นำมาใช้ในโมเดลแสดงใน Table 6

การคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมจากค่าความแปรปรวนของอำนาจยีนแบบบวกสะสม (additive genetic variance: σ_a^2) และความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อน (residual error variance: σ_e^2) ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้เรียกว่า อัตราพันธุกรรมอย่างแคบ จากค่าองค์ประกอบความแปรปรวนข้างต้นสามารถหาค่าอัตราพันธุกรรมได้จากสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

เมื่อ h^2 = อัตราพันธุกรรม

σ_a^2 = ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม

σ_e^2 = ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

Table 6. Fixed effect and Covariable in Models of relative maturing rate (RMR)

Fixed effect and	**Age**		
Covariable	**Birth to 200 days**	**200 days to 18 months**	**18 month to maturity**
Fixed effect			
Sex	–	–	X
Month of birth	X	X	–
Season of birth	X	X	X
Year of birth	X	X	–
Covariable			
Birth weight	X	–	–

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.5 ทดสอบหาสมการการเจริญเติบโตที่เหมาะสม

ทดสอบหาสมการการเจริญเติบโตที่เหมาะสมและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วย 4 วิธีการ คือ

1. วิธีการ Steepest Descent (Gradient)
2. วิธีการ Newton
3. วิธีการ Gauss-Newton
4. วิธีการ Marquardt

เปรียบเทียบแต่ละวิธีการและสมการการเจริญเติบโตที่เหมาะสมจากค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Means square error; MSE) และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (coefficient of determination; R^2) เพื่อให้ได้สมการที่ดีที่สุดในการทำนายกราฟการเจริญเติบโตของโค ขาวลำพูน สมการที่ใช้ทดสอบมีดังนี้

1. สมการ Brody $y_t = A - B * e^{-kt}$ ..... (3.5)
2. สมการ Exponential $y_t = A\left(1 - B * e^{-kt}\right)$ ..... (3.6)
3. สมการ Bertalanffy $y_t = A\left(1 - B * e^{-kt}\right)^3$ ..... (3.7)
4. สมการ Richards $y_t = A\left(1 - B * e^{-kt}\right)^m$ ..... (3.8)
5. สมการ Logistic $y_t = A(1 + B * e^{-kt})^{-1}$ ..... (3.9)
6. สมการ Gompertz $y_t = A * \exp\left(- B * e^{-kt}\right)$ ..... (3.10)

เมื่อ

y_t = น้ำหนักที่อายุ t (weight of age t)
A = น้ำหนักโตเต็มที่ (asymptotic mature weight)
B = ค่าคงที่ (integration constant)
k = อัตราเข้าสู่น้ำหนักตัวเมื่อโตเต็มที่ (mature rate)
m = ค่าคงที่ (power constant)
e = exponential constant
t = อายุที่ชั่งน้ำหนัก (ปี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved