

### บทที่ 3

#### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาการย่อยสลายในรูเมนรวมทั้งประเภทของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตใน  
วัตถุดิบอาหารโดยใช้ถุงไนลอน (*in sacco*)

1. ศึกษาหาการย่อยสลายในรูเมนของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้ถุงไนลอน (*in sacco*)

ก. อุปกรณ์

- ถุงไนลอนที่มีขนาดช่อง (pore size) 20-40  $\mu\text{m}$  มีขนาดถุง 70× 150 มม.

- เครื่องชั่ง

- ตู้อบและ โถดูดความชื้น

ข. สัตว์ทดลองและคอกทดลอง

ใช้แม่โคลูกผสมที่มีสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน 75 % ขึ้นไปที่เจาะกระเพาะรูเมนไว้แล้ว (fistulated cow) อยู่ในระยะไม่ให้นม จำนวน 3 ตัว เลี้ยงในชองขังเดี่ยวผูกยืนโรง มีที่ให้ให้น้ำอัดโนมัตติและมีรางอาหารอยู่ด้านหน้าตัวโค แม่โคดังกล่าวเลี้ยงไว้เพื่อเตรียมศึกษาการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน

อาหารที่ใช้เลี้ยงโคทดลองประกอบด้วยอาหารหยาบคือ หญ้ารูชีแห้งหั่นให้มีขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว โดยให้โคกินหญ้าแห้งแบบเต็มที่ และให้อาหารข้นชนิดเม็ดทางการค้าที่มีโปรตีน 21 % วันละ 2 กิโลกรัมต่อตัว

ค. อาหารทดลอง

อาหารทดลองประกอบด้วยวัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหาร ได้แก่ ข้าวโพดบด ข้าวโพดนึ่งบิบแตก ข้าวโพดนึ่งบิบแตกบด ถั่วเหลืองไขมันเต็ม อาหารข้นชนิดเม็ด และหญ้ารูชีแห้ง โดยข้าวโพดนึ่งบิบแตก ทำโดยนำเมล็ดข้าวโพดไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมานึ่งให้สุกเป็นเวลา 15 นาที นับจากเมื่อเห็นไอพุ่งออกจากฝักปิด แล้วนำมาบิบให้แตกด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูกที่ตั้งให้มีระยะห่างกัน 1.5 มม. จากนั้นนำมาตากแดดให้แห้ง ในกรณีของข้าวโพดนึ่งบิบแตกบดให้นำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.

### ง. วิธีการทดลอง

1. นำอาหารทดลองทั้งหมดมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-12 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. ยกเว้นข้าวโพดหนึ่งบิบแตกไม่ต้องนำมาบด แล้วนำถุงมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
2. ชั่งน้ำหนักถุง
3. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 3 กรัม ใส่ลงในถุงไนลอนมัดปากถุงให้แน่น
4. ร้อยถุงไนลอนติดกับเชือก
5. แล้วนำไปแช่ในกระเพาะรูเมนเป็นเวลาต่างๆคือ 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง
6. หลังจากครบกำหนดเวลาแล้วนำถุงไนลอนไปล้างในน้ำสะอาดเป็นเวลา 15 นาที บีบให้แห้ง
7. เตรียมถุงไนลอนอีก 1 ชุด (2 ซ้ำ) นำไปแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างบีบให้แห้ง แล้วอบพร้อมถุงอื่นๆ เพื่อหาค่า washing loss
8. อบถุงไนลอนในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
9. ชั่งน้ำหนักถุงและตัวอย่างที่เหลือ

คำนวณเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไป (% Dry matter disappearance)

$$\text{DM disappearance (\%)} = \frac{W_1 + W_2 - W_3}{W_2} \times 100$$

เมื่อ  $W_1$  = น้ำหนักถุง

$W_2$  = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

$W_3$  = น้ำหนักถุง + ตัวอย่างอาหารหลังอบ

นำค่า % DM disappearance ที่ชั่วโมงต่างๆ ไปเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY เพื่อ

คำนวณหาค่าการย่อยสลาย โดยใช้สมการ

$$P = A + B(1 - e^{-ct})$$

เมื่อ  $P$  = โภชนะที่หายไปเวลา  $t$  (degradation at time  $t$ )

$A$  = ส่วนที่ละลายได้ (immediately soluble material)

$B$  = ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถหมักย่อยได้ (insoluble fermentable material)

$c$  = อัตราการย่อยสลาย (degradation rate)

$L$  = ระยะเวลาที่รอให้จุลินทรีย์เข้าสัมผัสอาหารและทำการย่อยสลาย (lag phase)

$A + B$  = ค่าการย่อยได้สูงสุดของวัตถุแห้ง (potential degradability, %)

$a$  = ค่าของเส้นกราฟที่ตัดแกน  $y$

$b = (A + B) - a$

$c$  = ค่าคงที่ของอัตราการย่อยสลาย (degradation rate constant, fraction/h)

$e$  = ค่าคงที่ logarithm

$t$  = ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง

จ. การหาสมการที่เหมาะสมและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำค่า % Dry matter disappearance ที่ชั่วโมงต่างๆ ไป plot กราฟโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาชนิดของสมการทำนายที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ 24 ชั่วโมงโดยมีรูปแบบโมเดลคือ

Linear  $y = a + bx$

Quadratic  $y = a + b_1x + b_2x^2$

Exponential  $y = a * e^{bx/Ti}$

เมื่อ  $y$  = การย่อยสลายของข้าวโพดชนิดต่างๆ (%)

$x$  = การย่อยสลายของวัตถุแห้ง

$a$  และ  $b$  = จุดที่เส้นสมการตัดแกน  $y$  (intercept)

$b$  = ความชัน (slope)

$b_1$  และ  $b_2$  = ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (regression coefficient)

$e$  = exponential constant

$Ti$  = ค่าคงที่ของเวลา ( $i = 2, 4, 8, 12, 24, 48$  ชั่วโมง)

แล้ววิเคราะห์รูปแบบการสลายตัวด้วยโปรแกรม NEWAY (Orskov, 1988)

## 2. ศึกษาประเภทของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในวัตถุดิบอาหาร

ก. สัตว์ทดลองและคอกทดลอง

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1

ข. อาหารและวิธีการทดลอง

1. การหาโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย

นำข้าวโพดบด ข้าวโพดหนึ่งบิบแตก ข้าวโพดหนึ่งบิบแตกบด ถั่วเหลืองไขมันเต็ม อาหารเม็ดทางการค้า และหญ้าหูกแห้ง มาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. ส่วนข้าวโพดหนึ่งบิบแตกที่ไม่บดใช้เป็นตัวแทนเปรียบเทียบ นำมาวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธี Kjeldahl (AOAC, 1984) และวิเคราะห์ค่า

คาร์โบไฮเดรตโครงสร้างหรือผนังเซลล์ (NDF) โดยวิธี Detergent (Goering and Van Soest, 1970) ทำการคำนวณหาค่า NFC โดยใช้สูตร

$$\text{NFC \%} = 100 - (\% \text{ NDF} + \% \text{ CP} + \% \text{ EE} + \% \text{ Ash})$$

นำตัวอย่างอาหารอีกส่วนหนึ่งนำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิเมตรยกเว้นข้าวโพดนึ่ง บิบแตก และหาค่า washing loss เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ด้วยวิธี Nylon bag technique แต่ใช้ ตัวอย่างอาหารประมาณ 5 กรัม ใส่ลงในถุงไนลอนที่มีขนาด 140×90 ซม หลังจากนั้นนำกากอาหาร ในถุงที่เหลือจากการทำ washing loss มาวิเคราะห์และคำนวณค่าโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตไม่ใช่ เยื่อใยที่ละลายได้ (Soluble protein และ Soluble NFC) ซึ่งเป็นส่วนที่หายไปในช่วงการแช่ใน อ่างน้ำอุ่น ดังสูตร

$$\text{Soluble protein \%} = \left[ \frac{\text{ปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบเริ่มต้น} - \text{ปริมาณโปรตีนในกากอาหารที่เหลือจาก washing loss}}{\text{ปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบเริ่มต้น}} \right] \times 100$$

$$\text{Soluble NFC \%} = \left[ \frac{\text{ปริมาณ NFC ในวัตถุดิบเริ่มต้น} - \text{ปริมาณ NFC ในกากอาหารที่เหลือจาก washing loss}}{\text{ปริมาณ NFC ในวัตถุดิบเริ่มต้น}} \right] \times 100$$

$$\text{Soluble CHO \%} = \left[ \frac{\text{ปริมาณ CHO ในวัตถุดิบเริ่มต้น} - \text{ปริมาณ CHO ในกากอาหารที่เหลือจาก washing loss}}{\text{ปริมาณ CHO ในวัตถุดิบเริ่มต้น}} \right] \times 100$$

โดย CHO หมายถึงคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ทั้งที่เป็นโครงสร้าง (NDF) และไม่ใช่โครงสร้าง (NFC) ดังสูตร

$$\text{CHO (\%)} = \% \text{ NDF} + \% \text{ NFC}$$

## 2. การหาโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมัก

ซึ่งตัวอย่างอาหารชนิดต่างๆ ใส่ในถุงไนลอนเช่นเดียวกับในข้อ 1 แล้วนำไปแช่ไว้ใน กระเพาะรูเมนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับวัตถุดิบอาหารชั้น และแช่เป็นเวลา 48 ชั่วโมงสำหรับ ตัวอย่างที่เป็นวัตถุดิบอาหารหยาบ เมื่อครบกำหนดแล้วนำกากอาหารที่เหลือในถุงไปวิเคราะห์ เบอร์เซ็นต์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตโครงสร้างโดยวิธีเดียวกับข้อ 1 แล้วคำนวณหาเบอร์เซ็นต์ โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ในรูเมน (Degradable protein และ Degradable CHO) ดังสูตร

$$\text{Degradable protein \%} = \left[ \frac{\text{ปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบเริ่มต้น} - \text{ปริมาณโปรตีนในกากอาหารที่เหลือจากการ incubate ในกระเพาะรูเมน}}{\text{ปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบเริ่มต้น}} \right] \times 100$$

$$\text{Degradable CHO \%} = \left[ \frac{\text{ปริมาณ CHO ในวัตถุดิบเริ่มต้น} - \text{ปริมาณ CHO ในกากอาหารที่เหลือจากการ incubate ในกระเพาะรูเมน}}{\text{ปริมาณ CHO ในวัตถุดิบเริ่มต้น}} \right] \times 100$$

### 3. การหาโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก

คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{Undegradable protein \%} = \left( \frac{\text{ปริมาณ โปรตีนในกากอาหารที่เหลือ}}{\text{ปริมาณ โปรตีนในวัตถุดิบเริ่มต้น}} \right) \times 100$$

$$\text{Undegradable CHO \%} = \left( \frac{\text{ปริมาณ CHO ในกากอาหารที่เหลือ}}{\text{ปริมาณ CHO ในวัตถุดิบเริ่มต้น}} \right) \times 100$$

#### ค. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยวิเคราะห์แบบทางเดียว (One Way Analysis) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

**การทดลองที่ 2 ประเมินค่าพลังงานและการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารโคนมโดยวิธีวัดปริมาตรแก๊สตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988)**

#### ก. สัตว์ทดลองและคอกทดลอง

ใช้แม่โคลูกผสมที่มีสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน 75 % ขึ้นไป ซึ่งได้เจาะกระเพาะไว้แล้ว (fistulated cow) อยู่ในระยะไม่ให้นม จำนวน 2 ตัว มีน้ำหนักประมาณ 400 กิโลกรัม เลี้ยงในช่องขังเดี่ยวผูกยื่นโรง มีที่ให้น้ำอัตโนมัติและมีรางอาหารอยู่ด้านหน้าตัวโค ก่อนเก็บน้ำรูเมนให้แม่โคได้รับอาหารหยาบคือ หญ้าสดประมาณ 20 กิโลกรัม ร่วมกับอาหารข้น 3 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยให้วันละ 2 เวลา คือ 8.30 และ 16.30 นาฬิกา

#### ข. อาหารทดลองและวิธีการทดลอง

นำตัวอย่างวัตถุดิบอาหารได้แก่ ข้าวโพดนึ่งบิบแตก ถั่วเหลืองไขมันเต็ม อาหารเม็ดทางการค้า หญ้ารัฐแห้ง และหญ้ารัฐสด มาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1

มิลลิเมตร ซึ่งตัวอย่างละประมาณ 200 มิลลิกรัม นำมาประเมินการย่อยได้และค่าพลังงานด้วยวิธีวัด ปริมาตรแก๊สตามวิธีของ Menke and Steingass (1988) ดังภาคผนวก 3

ค.การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยวิเคราะห์แบบทางเดียว (One Way Analysis) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

**การทดลองที่ 3 การใช้อาหารชั้นผสมเองที่มีข้าวโพดหนึ่งปีบแตกเป็นแหล่งพลังงานทดแทนบางส่วน ของอาหารชั้นทางการค้าเลี้ยงโคให้นม**

ก.สัตว์ทดลองและคอกทดลอง

ใช้แม่โคนมลูกผสมที่มีสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียนระดับ 96.87-100 % จำนวน 6 ตัว มี น้ำหนักประมาณ 450 กิโลกรัม อยู่ในช่วงให้นม 247-269 วัน อยู่ใน lactation ที่ 2-3 และให้ผลผลิต เฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อวัน เลี้ยงในช่องขังเดี่ยวแบบผูกยืนโรง มีราวเหล็กกั้นระหว่างโคแต่ละตัว มีที่ ให้น้ำอัตโนมัติและรางอาหารอยู่ด้านหน้าของตัวโค ส่วนพื้นคอกปูด้วยแผ่นยางดำหนา 1 เซนติเมตรบนพื้นซีเมนต์เพื่อป้องกันการบาดเจ็บของข้อและกีบโคขณะลุกขึ้นหรือนอน

ข.อาหารทดลอง

ให้หญ้าที่สดเป็นอาหารหลักเสริมด้วยหญ้าที่แห้งเพื่อช่วยกระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง โดยหญ้าทั้งสองชนิดนี้ผลิตในศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ (สันป่าตอง) ซึ่งเป็นสถานที่ ทดลอง ให้โคได้รับหญ้าดังกล่าวในปริมาณ 20 และ 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ นอกจากนี้ ยังให้อาหารชั้นที่ประกอบด้วยอาหารเม็ดทางการค้าซึ่งมีโปรตีน 19.84 % และอาหารชั้นผสมเองซึ่ง ประกอบด้วยข้าวโพดหนึ่งปีบแตก ถั่วเหลืองไขมันเต็ม วิตามินและแร่ธาตุ โดยคำนวณสูตรอาหาร ตามความต้องการของโคแต่ละตัวในแต่ละระยะด้วยโปรแกรม MRATION (สมคิด, 2549) ดังตาราง

3.1 โดยแบ่งอาหารทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 สูตรควบคุมให้อาหารเม็ดทางการค้า 100 % ตามที่กำหนด

กลุ่มที่ 2 ให้อาหารเม็ดทางการค้า 75 % และอาหารชั้นผสมเอง 25 %

กลุ่มที่ 3 ให้อาหารเม็ดทางการค้า 50 % และอาหารชั้นผสมเอง 50 %

ตาราง 3.1 ส่วนประกอบและปริมาณอาหารชั้นที่ให้โคในแต่ละวัน

Table 3.1 Composition of treatment diets and daily feed offered per cow

	T1		T2		T3	
	kg/day <sup>1/</sup>	(%)	kg/day <sup>1/</sup>	(%)	kg/day <sup>1/</sup>	(%)
Concentrate commercial	8.76	100	6.59	75.75	4.39	50.00
Home mixed concentrate <sup>2/</sup>			2.11	24.25	4.33	49.66
Steamed cracked corn			1.16	13.33	2.34	26.83
Full fat soybean			0.87	10.00	1.84	21.10
Vitamin premix <sup>3/</sup>			0.04	0.46	0.08	0.92
Mineral premix <sup>4/</sup>			0.004	0.46	0.07	0.80

<sup>1/</sup> As fed basis<sup>2/</sup> Home mixed concentrate : ประกอบด้วย steamed cracked corn, full fat soybean, vitamin premix และ mineral premix<sup>3/</sup> vitamin premix : ใน 1 กก.ประกอบด้วยวิตามินเอ 15,000,000 หน่วยสากล วิตามินดี 3,000,000 หน่วยสากล วิตามินอี 11,000 หน่วยสากล วิตามินเค 0.50 กรัม วิตามินบีหนึ่ง 1.80 กรัม วิตามินบีสอง 3.00 กรัม วิตามินบีหก 3.50 กรัม วิตามินบีสิบสอง 0.01 กรัม ไนอะซิน 25.0 กรัม เพนโทธินิก 10 กรัม โปแทสเซียม 45 กรัม คลอไรด์ 210 กรัม โซเดียม 110 กรัม สารลดอนุมูลภาพอาหารสัตว์ 5 กรัม และสารสื่อผสม 1 กรัม<sup>4/</sup> Mineral premix : ใน 1 กก.ประกอบด้วย Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 0.47 กก., CaCO<sub>3</sub> 0.18 กก., NaCl 0.24 กก., S 0.16 กก., MgO 0.03 กก., MgSO<sub>4</sub> 0.03 กก., ZnSO<sub>4</sub> 0.47 มก., CuSO<sub>4</sub> 5 H<sub>2</sub>O 0.18 มก., MnSO<sub>4</sub> 0.10 มก., CoSO<sub>4</sub> 0.27 มก., Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> 5 H<sub>2</sub>O 0.20 มก. และ KIO<sub>3</sub> 0.94 มก.

## ค.แผนการทดลอง

เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านจำนวนสัตว์ทดลองจึงได้ใช้แผนการทดลองแบบสลับ (Balanced design) และเนื่องจากไม่สามารถจัดระยะพักระหว่างทรีตเมนต์ได้ เพราะโคต้องถูกรีดนมอย่างต่อเนื่อง จึงได้วางแผนสำรวจผลตกค้าง (residual effect) โดยวางทรีตเมนต์สลับกันภายในสองสแควร์ (เจริญ, 2549)

ทำการทดลอง 3 ระยะเวลาละ 15 วัน โดยใช้โคนมสแควร์ละ 3 ตัว รวมทั้งหมด 6 ตัว ดังแสดงในตาราง 3.2

Table 3.2 Experimental cow arrangement

	Cow 1	Cow 2	Cow 3	Cow 4	Cow 5	Cow 6
Period 1	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Period 2	T2	T3	T1	T3	T1	T2
Period 3	T3	T1	T2	T2	T3	T1

ให้อาหารตามแผนการทดลองโดยอาหารชิ้นแบ่งให้ 3 เวลาคือ 7.00, 12.00 และ 17.00 น. ส่วนหญ้าที่สด 20 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ให้กินตลอดทั้งวัน หญ้าที่แห้งให้ 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เฉพาะช่วงเย็น เก็บตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลาทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และเก็บอาหารเหลือออกวันละครั้งในช่วงเช้าก่อนให้อาหาร ทำการรีดนมด้วยเครื่องวันละ 2 เวลาคือ 5.30 และ 16.00 น. ใช้เวลาทดลอง 3 ระยะเวลาละ 15 วัน โดย 7 วันแรกของแต่ละคาบเป็นการปรับสัตว์ให้คุ้นเคยกับอาหารใหม่ ส่วน 7 วันหลังเป็นการเก็บข้อมูล ปริมาณอาหารที่กินได้ ปริมาณน้ำนม สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าที่สดและหญ้าที่แห้งนำไปอบหาค่าวัตถุแห้งทุกวันเพื่อคำนวณค่าวัตถุแห้งที่โคกินได้ และเก็บสะสมไว้เพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการ Proximate analysis (AOAC., 1984) และ Detergent method (Goering and Van Soest, 1970) นอกจากนี้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมช่วงเช้าและเย็นก่อนเริ่มทดลอง และในช่วง 3 วันสุดท้ายก่อนจบแต่ละคาบในอัตรา 1% ของปริมาณน้ำนม ใส่ sodium azide ในอัตรา 0.1% ของตัวอย่าง เพื่อรักษาสภาพนมแล้วนำไปเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมด้วยเครื่อง Milkoscan 133 V 3.9 GB นอกจากนี้ยังได้ทำการประเมินน้ำหนักโคก่อนเริ่มการทดลองและในวันสุดท้ายก่อนสิ้นสุดการทดลองแต่ละคาบโดยการวัดรอบอกด้วยสายวัดที่ระบุค่าน้ำหนักเป็นปอนด์แล้วนำมาแปลงเป็นกิโลกรัมโดยการคูณด้วยแฟกเตอร์ 0.45359

### ง. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ Balanced Design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Scheffe's Multiple Contrast (SMC) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

### จ. สถานที่ทำการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

1. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ ต.ยุหว่า อ. สันป่าตอง จ.เชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. คอกสัตว์ทดลองของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่

### ฉ. ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

เดือนมีนาคม 2550 ถึงเดือน มีนาคม 2551 ประมาณ 12 เดือน