



247637



การใช้ประโยชน์พลังงานของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวหรือฟางหญ้า
เป็นแหล่งอาหารหลัก

ENERGY UTILIZATION OF THAI NATIVE BEEF CATTLE FED RICE
STRAW OR RUZI STRAW BASED DIET

นางสาวกนกวรรณ กงศิริ

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

600252285

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247637



การใช้ประโยชน์พลังงานของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ได้รับฟางข้าวหรือฟางหญ้าธัญ
เป็นแหล่งอาหารหลัก

ENERGY UTILIZATION OF THAI NATIVE BEEF CATTLE FED RICE
STRAW OR RUZI STRAW BASED DIET

นางสาวกนกวรรณ กองพิธิ



วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

การใช้ประโยชน์พลังงานของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ได้รับฟางข้าวหรือฟางหญ้า
เป็นแหล่งอาหารหยาดหลัก

นางสาวกนกวรรณ กองพีธี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

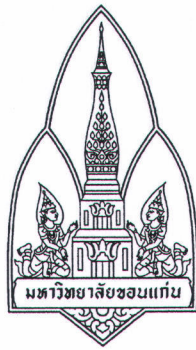
พ.ศ. 2554

**ENERGY UTILIZATION OF THAI NATIVE BEEF CATTLE FED RICE
STRAW OR RUZI STRAW BASED DIET**

MISS KANOKWAN KONGPHITEE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ANIMAL SCIENCE
GRADUATE SCHOOL KHON KEAN UNIVERSITY**

2011



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การใช้ประโยชน์พลังงานของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ได้รับฟางข้าว
หรือฟางหญ้ารัฐเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ : นางสาวกนกวรรณ กองพิธิ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรเดช พลเสน ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงษ์ สุริยภัทร กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร. กฤตพล สมมัตย์ กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. กฤตพล สมมัตย์)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่่นมัตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ พลธานี)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

กนกวรรณ กองพิธิ. 2554. การใช้ประโยชน์พลังงานของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ได้รับฟางข้าวหรือฟางหญ้าซึ่งเป็นแหล่งอาหารหลัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. กฤตพล สมมาตย์

บทคัดย่อ

247637

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์พลังงานในโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับฟางข้าวหรือฟางหญ้าซึ่งเป็นแหล่งอาหารหลัก โดยใช้โคเพศผู้ทดลองจำนวน 12 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 342.25 ± 30.46 กิโลกรัม) อายุประมาณ 3 ปี ทดลองเลี้ยงสัตว์เป็นระยะเวลา 130 วัน วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์จำนวน 4 บล็อก (ซ้ำ) โดยสัตว์ทดลองได้รับอาหารหลัก 3 แบบ คือ T1) ใช้ฟางหญ้าเป็นอาหารหลักในสูตรอาหารให้กินแบบเต็มที่ (*ad libitum*), T2) ใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหลักในสูตรอาหารให้กินแบบเต็มที่ (*ad libitum*) และ T3) ใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหลักให้กินอาหารแบบขึ้นบันได สูตรอาหารครบส่วนมีสัดส่วนอาหารหลัก (30%) และอาหารข้น (70%) ผลการทดลองพบว่า โคเนื้อพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารแบบเต็มที่ ที่มีแหล่งอาหารหลักแตกต่างกัน คือ ฟางหญ้าและฟางข้าว มีปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ เมแทบอลิซึมของพลังงาน พลังงานที่สูญเสียออกนอกร่างกาย พลังงานที่เก็บกักได้ และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ส่วนโคที่ได้รับฟางข้าวในสูตรอาหารโดยมีวิธีการจัดการให้อาหารแตกต่างกัน พบว่า โคที่ได้รับอาหารแบบขึ้นบันได มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุ (เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักเมแทบอลิซึมต่อวัน) มีค่าสูงกว่า ($P<0.05$) โคที่ได้รับอาหารแบบเต็มที่

พลังงานรวมที่กินได้ พลังงานที่ย่อยได้ที่กินได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ พบว่า โคที่ได้รับอาหารแบบขึ้นบันได มีค่าสูงกว่า ($P<0.01$) โคที่ได้รับฟางหญ้าและฟางข้าวแบบเต็มที่ ส่วนค่าพลังงานที่สูญเสียในรูปมูลและแก๊สมีเทนของโคที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่พลังงานที่สูญเสียในรูปปัสสาวะ (เมื่อคิดเป็นสัดส่วนพลังงานต่อพลังงานรวมทั้งหมดที่กิน) พบว่า โคที่ได้รับฟางหญ้ามีย่านค่าสูงกว่า ($P<0.05$) โคที่ได้รับอาหารฟางข้าว ค่าการผลิตความร้อน (เมื่อคิดเป็นเมกะจูลต่อวัน และกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักเมแทบอลิซึมต่อวัน) พบว่า โคที่ได้รับอาหารแบบขึ้นบันได มีค่าสูงกว่า ($P<0.05$) โคที่ได้รับฟางหญ้าและฟางข้าวแบบเต็มที่ และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานของโคที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P<0.05$)

247637

สามารถวิเคราะห์ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของโคเนื้อ
พื้นเมืองไทยได้เท่ากับ 541.31 กิโลจูลต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิคต่อวัน ซึ่งสามารถสร้าง
สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ และค่าพลังงานที่เก็บกักได้เป็น
$$ER = (0.6379_{(SE = 16.46)} \times MEI) - 345.30_{(SE = 0.03)} \quad (R^2 = 0.955; P = < 0.001; RSD = 7.81; n = 20)$$
 ความ
ต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพมีค่าเท่ากับ 345.30 กิโลจูลต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิคต่อ
วัน ค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเพื่อการ
เจริญเติบโตมีค่าเท่ากับ 0.60 และ 0.35 ตามลำดับ

การทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับแหล่งอาหารหยาบคุณภาพต่ำแตกต่างกัน
กัน ระหว่างฟางหญ้าสุ้งกับฟางข้าว มีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากอาหารไม่แตกต่างกัน

Kanokwan Kongphitee. 2011. **Energy Utilization of Thai Native Beef Cattle Fed Rice Straw or Ruzi Straw Based Diet.** Master of Science Thesis in Animal Science, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Associate Professor Dr. Kritapon Sommart

ABSTRACT

247637

The objective of this study was to determine energy utilization of Thai native beef cattle fed rice straw or Ruzi straw based diet. Twelve Thai native bulls with body weight of 318.42 ± 28.87 kg and average age of 3 years were feeding trails for 130 days. Dietary treatments were applied in a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications. The treatments consisted of Ruzi straw based diet fed *ad libitum* (T1), rice straw based diet fed *ad libitum* (T2) and rice straw based diet fed stair step feeding (T3). All dietary treatments were formulated and mixed as a total mixed rations containing concentrate (70%) with roughage (30%). Nutrient intake, digestibility, energy metabolism, energy excretion, energy retention and efficiency of energy utilization were not significant different ($P>0.05$) between animals fed Ruzi straw and rice straw based diets. Dry matter and organic matter intake (on the basis of % BW and $\text{g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$) in animals offered stair step feeding higher ($P<0.05$) than in animals fed *ad libitum* of rice straw based diet.

Gross energy intake, digestible energy intake and metabolizable energy intake of animal fed stair step feeding were significantly higher ($P<0.01$) than in animals fed *ad libitum* of Ruzi straw and rice straw based diets. Feces and methane energy excretion were not significant different ($P>0.05$) between animals fed dietary treatments, but urine energy excretion (on the basis of urine energy/gross energy intake) in animals fed *ad libitum* of Ruzi straw was higher ($P<0.05$) than in animals fed rice straw. Heat production (on the basis of MJ/d and $\text{g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$) of animals fed stair step feeding was higher ($P<0.05$) than in animals fed *ad libitum* of Ruzi straw and rice straw. However, energy utilization was not significant different ($P>0.05$) between animals fed dietary treatments.

A significant linear relationship between metabolizable energy intake (MEI) and energy retention (ER) were obtained i.e. $\text{ER} = (0.637_{(\text{SE} = 16.46)} \times \text{MEI}) - 345.50_{(\text{SE} = 0.03)}$, ($R^2 = 0.96$;

247637

$P < 0.001$; $RSD = 7.81$; $n = 20$). Thus, metabolizable energy requirement for maintenance (ME_m) of Thai native beef cattle was determined to be $541.31 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}/\text{d}$. Net energy requirement for maintenance (NE_m) was determined to be $345.30 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}/\text{d}$. Efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance (k_m) and for growth (k_g) were determined to be 0.60 and 0.35, respectively.

The results indicated that efficiency of feed utilization in Thai native beef cattle was not differ among animal fed rice straw or Ruzi straw as a low quality roughage based diets.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการี และคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤตพล สมมาตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ได้ให้ความรู้ เสนอแนะแนวทางการศึกษาวิจัย รวมทั้งสนับสนุน ให้ได้ทุนการวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใน ความกรุณา และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรเดช พลเสน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงษ์ สุริยภัทร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้เสียสละเวลา และ ให้ข้อแนะนำที่ดี จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาท ความรู้ วิชาการต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผอ. ศุภชัย อุดชาชน ตลอดจนพนักงานและเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนา อาหารสัตว์ขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและ พัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ขอขอบคุณ Dr. Makoto Otsuka จากศูนย์วิจัยเกษตรนานาชาติแห่ง ประเทศญี่ปุ่น (JIRCAS) ที่สนับสนุนด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และแรงงานในการทดลอง ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและใช้อุปกรณ์ในการวิเคราะห์เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่กรุณาสนับสนุนทุนอุดหนุนทั่วไปประจำปี 2553 ผ่าน ทาง ชุดโครงการวิจัยเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโคเนื้อ โคนม โคพื้นเมืองไทยอย่างยั่งยืน ภาควิชา สัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จนทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

และสุดท้ายนี้ ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง และขอขอบคุณนักศึกษา ปริญญาเอก นักศึกษาปริญญาโท ภายใต้ชุดโครงการวิจัยเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโคเนื้อ โคนม โคพื้นเมืองไทยอย่างยั่งยืน ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีได้เอื้อนนามในที่นี้ ที่ให้ความ ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาที่ศึกษาในครั้งนี้

กนกวรรณ กองพิธิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการจากการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความสำคัญของการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย	4
2.2 พันธุ์โคเนื้อที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย	5
2.3 อาหารและการจัดประเภทอาหารของโคเนื้อ	12
2.4 การประเมินคุณค่าทางโภชนาของอาหารสัตว์	15
2.5 หลักการทางพลังงานและความต้องการพลังงานของโคเนื้อ	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	
3.1 สัตว์ทดลอง	31
3.2 การวางแผนการทดลอง	31
3.3 บังคับการทดลอง	32
3.4 อาหารและการให้อาหารทดลอง	32
3.5 การเก็บข้อมูลและสุ่มเก็บตัวอย่าง	35
3.6 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7 การประเมินค่าเมแทบอลิซึมของพลังงาน ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ กินได้ ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ และค่า ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ และเพื่อการเจริญเติบโต	38
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	39
3.9 ระยะเวลาทำการวิจัย	40
3.10 สถานที่ทำการวิจัย	40
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง	41
4.2 ปริมาณการกินได้ของสูตรอาหารในโคเนื้อพื้นเมืองไทย	42
4.3 ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของสูตรอาหารในโคเนื้อพื้นเมือง ไทย	47
4.4 ปริมาณการกินได้ของพลังงาน เมแทบอลิซึมของพลังงาน และพลังงานที่ สูญเสียออกนอกร่างกายของสูตรอาหารในโคเนื้อพื้นเมืองไทย	49
4.5 การใช้ประโยชน์ของพลังงาน และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของสูตร อาหารในโคเนื้อพื้นเมืองไทย	56
4.6 ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) ในโค เนื้อพื้นเมืองไทย	60
4.7 ค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรง ชีพ (k_m) และเพื่อการเจริญเติบโต (k_p) ในโคเนื้อพื้นเมืองไทย	65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	69
5.2 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	81
ประวัติผู้เขียน	97

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 จำนวนประชากร โคนือ (ตัว) แสดงเป็นรายภาคและรวมทั้งประเทศ ตั้งแต่ปี 2542 - 2553	5
ตารางที่ 3.1 แผนผังการทดลอง	32
ตารางที่ 3.2 สูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบทางเคมี	33
ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง	42
ตารางที่ 4.2 ปริมาณการกินได้ของโคชนะของโคนือพื้นเมืองไทยที่ได้รับสูตรอาหาร	43
ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการย่อยได้ของโคชนะของสูตรอาหารในโคนือ พื้นเมืองไทย	48
ตารางที่ 4.4 ปริมาณการกินได้ของพลังงาน เมแทบอลิซึมของพลังงาน และพลังงาน ที่สูญเสียออกนอกร่างกายของโคนือพื้นเมืองไทยที่ได้รับสูตรอาหาร	50
ตารางที่ 4.5 รูปแบบการปลดปล่อยแก๊สมิเทน ณ เวลาต่างๆ ของวัน	54
ตารางที่ 4.6 การใช้ประโยชน์ของพลังงานและประสิทธิภาพพลังงานของโคนือ พื้นเมืองไทยที่ได้รับสูตรอาหาร	58
ตารางที่ 4.7 ความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของโคนือ	64
ตารางที่ 4.8 ค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานของโคพื้นเมืองไทย	67

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1	ขั้นตอนการใช้ประโยชน์ของพลังงานในตัวสัตว์ 29
ภาพที่ 2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้กับค่าพลังงานที่ร่างกายสามารถเก็บกักไว้ได้ 30
ภาพที่ 3.1	แผนผังระบบการวัดค่าพลังงานความร้อนในตัวสัตว์ทางอ้อมด้วยการวัดการหายใจแบบ Head hood 37
ภาพที่ 4.1	รูปแบบการปลดปล่อยแก๊สมีเทน ณ เวลาต่างๆ ของวัน 55
ภาพที่ 4.2	ผลผลิตแก๊สมีเทนสะสมตลอดทั้งวัน 55
ภาพที่ 4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ (metabolizable energy intake, $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$) และค่าพลังงานที่เก็บกักได้ (energy retention, $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$) ในโคเนื้อพื้นเมืองไทย 63
ภาพที่ 4.4	เปรียบเทียบค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) ของโคเนื้อระหว่างงานทดลองนี้และงานทดลองอื่น 65
ภาพที่ 4.5	ค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของโคเนื้อพื้นเมืองไทย 66
ภาพที่ 4.6	ค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโตของโคเนื้อพื้นเมืองไทย 67
ภาพผนวกที่ 1	ลักษณะคอกเลี้ยงสัตว์ 82
ภาพผนวกที่ 2	การเก็บตัวอย่างมูล 82
ภาพผนวกที่ 3	การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 82
ภาพผนวกที่ 4	การวัดการหายใจเพื่อประเมินเมแทบอลิซึมพลังงาน 82
ภาพผนวกที่ 5	แสดงอุปกรณ์พลาสติก กระดาษ ลวด และลักษณะการเกี่ยวสะพานระหว่างลวดกับตัวอย่าง 95
ภาพผนวกที่ 6	แสดงส่วนประกอบภายใน Bomb และ Bomb 95
ภาพผนวกที่ 7	แสดงเครื่อง Automatic adiabatic bomb calorimeter 96