

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



203377



ผลของระดับพลังงานที่กินได้ต่อความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมัก
ในกระเพาะรูเมน เมแทบอลิซึมในกระแสเลือด และสมรรถนะ
การเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย

EFFECT OF ENERGY INTAKE LEVELS ON DIGESTIBILITY, RUMEN
FERMENTATION, BLOOD METABOLITES AND GROWTH
PERFORMANCE IN THAI NATIVE CATTLE

นายต๋องชัย แก้ววีสิริ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

๖๐๐๒๕๗๗๗

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



203377



ผลของระดับพลังงานที่กินได้ต่อความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมัก
ในกระเพาะรูเมน เมตาบอลิซึมในกระแสเลือด และสมรรถนะ
การเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย

**EFFECT OF ENERGY INTAKE LEVELS ON DIGESTIBILITY, RUMEN
FERMENTATION, BLOOD METABOLITES AND GROWTH
PERFORMANCE IN THAI NATIVE CATTLE**



นายฉัตรชัย แก้วพิลา

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

ผลของระดับพลังงานที่กินได้ต่อความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมัก
ในกระเพาะรูเมน เมทาบอลิไทท์ในกระแสเลือด และสมรรถนะ
การเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย

นายฉัตรชัย แก้วพิลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

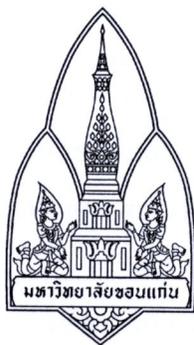
พ.ศ. 2553

**EFFECT OF ENERGY INTAKE LEVELS ON DIGESTIBILITY, RUMEN
FERMENTATION, BLOOD METABOLITES AND GROWTH
PERFORMANCE IN THAI NATIVE CATTLE**

MR. CHATCHAI KAEWPILA

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

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: ผลของระดับพลังงานที่กิน ได้ต่อความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน เมทาบอลไลต์ในกระแสเลือด และสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายฉัตรชัย แก้วพิลา

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

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. กฤตพล สมมาตย์)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ พลธานี)

คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ฉัตรชัย แก้วพิลา. 2553. ผลของระดับพลังงานที่กินได้ต่อความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน เมทาบอลิซึมในกระแสเลือด และสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. กฤตพล สมมาตย์

บทคัดย่อ

203377

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับพลังงานที่กินได้ต่อความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน เมทาบอลิซึมในกระแสเลือด และสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 ซ้ำใช้โคพื้นเมืองไทยเพศผู้ระยะรุ่นจำนวน 15 ตัว น้ำหนักเริ่มต้น 224.60 ± 16.98 กิโลกรัม อายุเฉลี่ย 24 เดือน เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว ให้โคกินอาหารผสมครบสูตร 3 ระดับ เป็นปัจจัยทดลอง คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m (ME_m คือค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ เท่ากับ 484 กิโลจูล/กิโลกรัมน้ำหนักเมทาบอลิก/วัน) มีระยะทดลอง 83 วัน ผลการทดลองพบว่า การกินได้ของวัตถุดิบ โภชนะ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับปริมาณพลังงานที่ให้กิน ($P < 0.01$) แต่ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบและโภชนะ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียในของเหลวจากกระเพาะหมัก ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของยูเรียและกลูโคสในกระแสเลือด และค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหารไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองโคมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratic) ตามระดับปริมาณพลังงานที่ให้กิน ($P < 0.05$) จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตเท่ากับ 311 และ 32 กิโลจูลต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมทาบอลิกต่อวัน ตามลำดับ ค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตเท่ากับ 3.45 และ 0.32 กรัมโปรตีนหายบต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมทาบอลิกต่อวัน ตามลำดับ และสมการทำนายน้ำหนักตัวโคในหน่วยกิโลกรัม (body weight, BW) จากความยาวรอบอกในหน่วยเซนติเมตร (heart girth, HG) คือ $BW = 3.9832_{(SE = 0.19)}HG - 344.0643_{(SE = 27.58)}$ ($R^2 = 0.82$, $P < 0.01$, $RSD = 1.01$, $n = 105$) ข้อมูลที่ได้รับชี้ให้เห็นว่า โคพื้นเมืองไทยมีสมรรถนะการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณการกินได้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน เมทาบอลิซึมในกระแสเลือด และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหาร ข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการเพิ่มผลผลิตโคพื้นเมืองไทยได้

Chatchai Kaewpila. 2010. **Effect of Energy Intake Levels on Digestibility, Rumen Fermentation, Blood Metabolites and Growth Performance in Thai Native Cattle.**

Master of Science Thesis in Animal Science, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Kritapon Sommart

ABSTRACT

203377

The objectives of this study were to investigate the effects of energy intake levels on digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites and growth performance of Thai native beef cattle. Dietary treatments were three energy feeding levels (1.1, 1.5 and 1.9 ME_m; ME_m was metabolizable energy requirement for maintenance = 484 kJ/kgBW^{0.75}/d), applied in a completely randomized design (CRD) of 5 replications. The feeding trial period was 83 days. Fifteen male Thai native cattle (BW 224.60±16.98 kg; age 2 year old) were housed in individual pens. The results revealed that the higher amounts of dietary energy feeding resulted in increases (P<0.01) in intake of dry matter, nutrients and metabolizable energy. Apparent digestibility of dry matter and nutrients, pH and ammonia-nitrogen concentration in the rumen fluid, urea and glucose concentration in plasma and energetic efficiency were not significant differently (P>0.05). Increased levels of energy feeding resulted in a quadratic (P<0.05) increase weight gain and average daily gain. Estimated metabolizable energy requirements for maintenance (ME_m) was 311 kJ/kgBW^{0.75}/d and for gain (ME_g) was 32 kJ/g of kgBW^{0.75}/d. Estimated protein requirements for maintenance (CP_m) was 3.45 gCP/kgBW^{0.75}/d and for gain (CP_g) was 0.32 gCP/g of kgBW^{0.75}/d. The obtained linear regression equation to body weight (kg) prediction from heart girth (cm) was as independent variable $BW = 3.9832_{(SE = 0.19)}HG - 344.0643_{(SE = 27.58)}$ ($R^2 = 0.82$, $P < 0.01$, $RSD = 1.01$, $n = 105$). These results indicated that growth performance of Thai native cattle was improved with increased metabolizable energy intake levels without adversely affecting digestibility, rumen fermentation, blood metabolites and energetic efficiency. Feeding practices, metabolizable energy and protein requirement values and the equation to body weight prediction derived in the present study, may be used as a guide for Thai native cattle feeding under diverse conditions prevailing in Thailand.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการี และคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งของท่าน รองศาสตราจารย์ ดร. กฤตพล สมมาตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ได้ให้ความรู้ แนะนำแนวทางการศึกษาวิจัย ทั้งสนับสนุนให้ได้ทุนการวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

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

ขอขอบพระคุณ ผอ. ศุภชัย อุดชาชน ตลอดจนพนักงานและเจ้าหน้าที่ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการทดลอง ขอขอบคุณ Dr. Makoto Otsuka จากศูนย์วิจัยเกษตรนานาชาติแห่งประเทศไทย (JIRCAS) ที่สนับสนุนด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และแรงงานในการทดลอง ขอพระขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวศาสตร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและใช้อุปกรณ์ในการวิเคราะห์เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่กรุณาสนับสนุนทุนอุดหนุนทั่วไปประจำปี 2552 ผ่านทาง ชุดโครงการวิจัย เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโคเนื้อ โคนม โคพื้นเมืองไทยอย่างยั่งยืน ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่กรุณาสนับสนุนทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2552 ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

และสุดท้ายนี้ ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง ขอขอบพระคุณนักศึกษาปริญญาโท นักศึกษาปริญญาเอก ภายใต้ชุดโครงการวิจัยเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโคเนื้อ โคนม โคพื้นเมืองไทยอย่างยั่งยืน ตลอดจนพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อนบัณฑิตศึกษา ภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกคน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้เอื้อนนามในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาที่ศึกษาในครั้งนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ความสำคัญของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	6
2.2 การเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย	7
2.3 พันธุ์โคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทย	8
2.4 อาหารสำหรับโคเนื้อ	12
2.5 อาหารคาร์โบไฮเดรต	13
2.6 อาหารโปรตีน	15
2.7 การประเมินคุณค่าทางโภชนาของอาหารสัตว์	17
2.8 ความต้องการพลังงานของสัตว์	24
2.9 ความต้องการโปรตีนของสัตว์	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	37
3.1 สัตว์ทดลอง	37
3.2 การวางแผนการทดลอง	37
3.3 ป้อนอาหารทดลอง	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 อาหารและการเตรียมอาหารทดลอง	39
3.5 วิธีการทดลอง	40
3.6 การเก็บข้อมูลและตัวอย่าง	40
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	45
3.8 ระยะเวลาการวิจัย	46
3.9 สถานที่ทำการวิจัย	46
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	50
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง	50
4.2 สมรรถนะการเจริญเติบโต	51
4.3 การกินได้ของอาหาร	53
4.4 ปริมาณการกินได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงาน	56
4.5 การย่อยได้ของอาหารและการจับถ่ายมูล	60
4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย (ammonia nitrogen, NH ₃ -N) ในของเหลวจากกระเพาะหมัก	63
4.7 ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของยูเรียในพลาสมา (plasma urea nitrogen, PUN) และค่าความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในพลาสมา	66
4.8 ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโต	67
4.9 ค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโต	70
4.10 สมการทำนายน้ำหนักตัวโคพื้นเมืองไทย	73
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	77
5.1 สรุปผลการทดลอง	77
5.2 ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	92
ประวัติผู้เขียน	118

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	จำนวนประชากร โคนือ (ตัว) แสดงเป็นรายภาค ตั้งแต่ปี 2542-2552	8
ตารางที่ 3.1	แสดงแผนผังการทดลอง	37
ตารางที่ 3.2	สูตรอาหารทดลองและส่วนประกอบทางโภชนะ	38
ตารางที่ 4.1	องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง	51
ตารางที่ 4.2	น้ำหนักตัวและสมรรถนะการเจริญเติบโตของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน	53
ตารางที่ 4.3	ค่าการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนะของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน	55
ตารางที่ 4.4	ค่าการกินได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากพลังงานในอาหารของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน	57
ตารางที่ 4.5	ค่าการย่อยได้ปรากฏ ค่าโภชนะที่ย่อยได้รวม และค่าการขับถ่ายมูลของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน	63
ตารางที่ 4.6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียในของเหลวจากกระเพาะหมัก และค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียและน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน	65
ตารางที่ 4.7	ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตของ โคนือ	70
ตารางที่ 4.8	ค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการเจริญเติบโตของ โคนือ	73
ตารางที่ 4.9	ความถูกต้องและแม่นยำของสมการของสมการทำนายน้ำหนักตัว โคพื้นเมืองไทย	74
ตารางที่ 4.10	สมการทำนายน้ำหนักตัว โคพันธุ์ต่าง ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์จากสัดส่วนร่างกาย	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1.1	ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และโปรตีน ของโคพื้นเมืองไทยเพศผู้สายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	95
ตารางภาคผนวกที่ 2.1	แสดงค่าอุณหภูมิปี พ.ศ. 2551 จากการตรวจวัดของ สถานีอากาศเกษตร ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น	96
ตารางภาคผนวกที่ 2.2	แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ปี พ.ศ. 2551 จากการตรวจวัดของ สถานีอากาศเกษตร ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น	97

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	ขั้นตอนการใช้ประโยชน์ของพลังงานในสัตว์	30
ภาพที่ 2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้กับค่าพลังงานที่ร่างกายสามารถเก็บกักไว้ได้	31
ภาพที่ 2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันกับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ของโคพื้นเมืองไทย (—, เส้นทึบ) และโคพันธุ์บราห์มัน (----, เส้นประ)	33
ภาพที่ 3.1	ลักษณะทั่วไปของโคพื้นเมืองไทยเพศผู้ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้	47
ภาพที่ 3.2	อาหารขุ่นและหญ้ากินนีสีม่วงแห้ง (purple guinea, <i>Panicum maximum</i> TD 58) สับให้มีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร	47
ภาพที่ 3.3	การชั่งน้ำหนักและวัดความยาวรอบอกโคพื้นเมืองไทยเพศผู้ทุก ๆ 14 วันตลอดการทดลอง	47
ภาพที่ 3.4	การสุ่มเก็บมูลโคพื้นเมืองไทยที่ขับถ่ายออกมาใหม่ ๆ ในช่วง 06.00-12.00 น. ครั้งละประมาณ 1 กิโลกรัม ตลอด 7 วัน ของช่วงทำงานทดลอง	48
ภาพที่ 3.5	การดูตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก ณ ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 หลังการให้อาหารในมือเช้า ในช่วงท้ายของการทดลอง	48
ภาพที่ 3.6	การเก็บตัวอย่างเลือดที่หลอดเลือดดำบริเวณลำคอ (jugular vein) ณ ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 หลังการให้อาหารในมือเช้า ในช่วงท้ายของการทดลอง	48
ภาพที่ 3.7	กรงเมทาบอลิซึม (metabolism cage) ร่วมกับระบบ open circuit respiration with head hood	49
ภาพที่ 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (MEI kJ/kgBW ^{0.75} /d) และค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG g/kgBW ^{0.75} /d) ของโคพื้นเมืองไทย	69
ภาพที่ 4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการกินได้ของโปรตีน (CPI g/kgBW ^{0.75} /d) และค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG g/kgBW ^{0.75} /d) ของโคพื้นเมืองไทย	72
ภาพที่ 4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว (body weight, kg) และความยาวรอบอก (heart girth, cm) โคพื้นเมืองไทยเพศผู้ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพภาคผนวกที่ 3.1 แสดงเครื่อง automatic adiabatic bomb calorimeter	113