

ผลของปริมาณโปรตีนและพลังงานที่กินต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย

อิทธิพล เผ่าไพศาล^{1/} สำราญ วิจิตรพันธ์^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระดับโปรตีนและพลังงานที่กิน ต่อสมรรถนะทางการเจริญเติบโต ระยะเวลาการเลี้ยงขุน ต้นทุนค่าอาหาร และคุณภาพซากของโคพื้นเมือง ที่ได้รับปริมาณโปรตีนเฉลี่ยและปริมาณโภชนะย่อยได้ทั้งหมดเฉลี่ยในอาหาร (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) ที่ให้โคกินแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ (0.517 และ 2.291) ระดับกลาง (0.633 และ 2.820) และระดับสูง (0.698 และ 3.006) ตามลำดับ โคเนื้อเพศผู้ไม่ตอนพันธุ์พื้นเมืองไทย จำนวน 15 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 146.4 ± 2.0 กิโลกรัม อายุเฉลี่ย 561 ± 20 วัน จัดแบ่งเป็น 5 กลุ่มๆละ 3 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ซึ่งใช้น้ำหนักตัวเริ่มต้นเป็นบล็อก ให้อาหารขึ้นร่วมกับการให้หญ้าที่แห้งเป็นอาหารหยาบหลัก ทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 547 วัน ผลการทดลองพบว่า กราฟการเจริญเติบโตเป็นแบบเส้นโค้งโดยจะมีขนาดและน้ำหนักตัวเริ่มคงที่ ณ ที่ช่วงเวลาของการเลี้ยง 453 วัน และโคทั้ง 3 กลุ่มกินอาหารคิดเป็นน้ำหนักแห้งทั้งหมดเท่ากับ 1.53 1.76 และ 1.88 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันเท่ากับ 0.42 0.47 และ 0.44 กิโลกรัม ค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่ง กิโลกรัมในกลุ่มที่ 1 มีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2 และ 3 (41.60 เทียบกับ 46.34 และ 56.87 บาท) นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักซากอุ่นและซากเย็น เครื่องในและเนื้อส่วนต่างๆจากการตัดแต่งแบบไทยของโคพื้นเมืองทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อนำมาตัดแต่งซากแบบชิ้นส่วนใหญ่ รวม 8 ชิ้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นในส่วนของซี่โครง และเนื้อสันส่วนล่าง ของกลุ่มที่ 3 จะมีน้ำหนักมากกว่าของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จากการทดลองในครั้งนี้พอสรุปได้ว่า ปริมาณโภชนะหลักในอาหารที่เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์พื้นเมือง เพศผู้ไม่ตอน ประกอบด้วยปริมาณโปรตีนระหว่าง 8.09–9.46 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} และปริมาณโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) 35.8 –42.06 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75}

คำสำคัญ : โปรตีน พลังงาน การเจริญเติบโต โคเนื้อ โคพื้นเมืองไทย

เลขทะเบียนวิจัย 47(1) (47:1) – 0514 - 022

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

^{2/} สถานีพัฒนาอาหารสัตว์หนองคาย กิ่งอ.สระใคร จ.หนองคาย

Effects of Protein and Energy Intake Levels on Growth Performance of Thai Native Beef Cattle.

Ittiphon Phaowphaisal^{1/} Sumran Wijitphan^{2/}

Abstract

The objective of this experiment was to investigate the effect of dietary protein and energy intake levels on growth performance and carcass of male Thai native beef cattle. Fifteen animals, average 561 $\pm$ 20 days old and average body weight 146 $\pm$ 2.0 kg, were arranged for an experiment according to a randomized complete block design (RCBD) with 5 replications. The feed treatments were dietary protein and energy intake levels; T1) 0.517 gCP/kg^{0.75} and 2.291 gTDN/kg^{0.75}, T2) 0.633 gCP/kg^{0.75} and 2.820 gTDN/kg^{0.75} and T3) 0.698 gCP/kg^{0.75} and 3.006 gTDN/kg^{0.75}. Animals were fed with total mixed ration (TMR) which ruzi grass hay is mainly based roughage, for 547 days. The results indicated that Thai native cattle body weight were curvilinear responses and reach the maximum size at average 453 days of feedlot. Total feed intake (1.53 %BW, 1.76 %BW, 1.88 %BW, $p < 0.05$, respectively) and weight gained (223.40, 247.40 and 228.40 kg/547day; $p < 0.05$) were significantly different among dietary treatment. Protein and energy efficiency was higher ($p < 0.05$) in group 1 and 2. Low energy and protein feeding is resulted in a lowest feed cost (41.60, 46.34 and 56.87 baht/kg; $p < 0.05$). The results indicated that different of dietary protein and energy intake levels none effects on quality carcass (carcass rate, back fat, carcass rate after cutting etc.) These results recommended that dietary protein intake (8.09-9.46 gCP/kg^{0.75}) and energy intake (35.86-42.06 gTDN/kg^{0.75}) is sufficient level for weight gain and none effects on quality carcass in Thai-native beef cattle fed ruzi grass based diets.

Keywords : Protein Energy Growth performance Beef cattle Thai-native cattle

Research Project No. 47(1) (47:1) – 0514 – 022

^{1/} Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center. Thapha Sub-District Muang District Khon Kaen Province.

^{2/} Nongkhai Animal Nutrition Development Station. Sakrai District Nongkhai Province.

คำนำ

การเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอย่างหนึ่ง เกษตรกรไทยเลี้ยงโคพื้นเมืองควบคู่กับการทำไร่ทำนามาเป็นเวลานาน โคพื้นเมืองจัดเป็นโคเนื้อชนิดหนึ่ง อยู่ในกลุ่ม *Bos indicus* เป็นโคที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก น้ำหนักโตเต็มที่เพศผู้ 350 กิโลกรัม เพศเมีย 250 กิโลกรัม แต่มีลักษณะเด่นคือทนทานต่อสภาพอากาศร้อนชื้น ทนโรคและแมลงรบกวน หากินเก่งและให้ลูกดก ปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทยโดยทั่วไปจะเลี้ยงโคลูกผสมพื้นเมืองเนื่องจากมีขนาดใหญ่ อัตราการเจริญเติบโตดีกว่าโคพื้นเมือง ทำให้โคพื้นเมืองไม่ได้รับความเอาใจใส่ในด้านการเลี้ยงดู การปรับปรุงพันธุ์อาหาร และขาดการอนุรักษ์พันธุ์อย่างจริงจัง จากรายงานของสวัสดิ์และวนิดา(2542) พบว่า เกษตรกรนิยมทำการตอนโคพื้นเมืองเพศผู้ขนาดใหญ่เพื่อใช้งาน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้โคพื้นเมืองมีขนาดร่างกายเล็กลงและลดจำนวนอย่างรวดเร็ว โคพื้นเมืองซึ่งเป็นโคที่มีมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะทางเศรษฐกิจคือน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย 16.80 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านมเฉลี่ย 94.44 กิโลกรัม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีเฉลี่ย 95.47 กิโลกรัม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี 6 เดือนเฉลี่ย 154.47 กิโลกรัม และอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมถึงอายุ 1ปี6เดือน เท่ากับ 175.22 กรัมต่อตัวต่อวัน

แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประเมินความต้องการโภชนา และปรับปรุงคุณภาพซากโคพื้นเมืองไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโปรตีนและพลังงานที่กินในระดับที่แตกต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโต ระยะเวลาการเลี้ยง ต้นทุนค่าอาหาร และคุณภาพซากของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลองและการให้อาหารทดลอง

โคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ไม่ตอน จำนวน 15 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 146.4 ± 2.0 กิโลกรัม อายุเฉลี่ย 561 ± 20 วัน จัดแบ่งเป็น 5 กลุ่มๆละ 3 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ซึ่งใช้น้ำหนักตัวเริ่มต้นเป็นบล็อก โดยมีปัจจัยการทดลอง คือ ปริมาณโภชนาในอาหารที่ให้โคกินแตกต่างกัน 3 ระดับ ดังนี้

น้ำหนักโค	ปริมาณ โภชนะ	ปริมาณอาหาร	โปรตีน	โภชนะย่อยได้	หญ้าที่แห้ง	อาหารข้น
(กิโลกรัม)		(กิโลกรัม/วัน)	(กรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)
100	ระดับต่ำ	2.60	306.00	1.30	1.04	1.07
	ระดับกลาง	3.00	379.00	1.60	1.20	1.35
	ระดับสูง	3.20	448.00	1.90	1.28	1.64
120	ระดับต่ำ	3.08	343.60	1.50	1.23	1.18
	ระดับกลาง	3.48	417.00	1.84	1.39	1.46
	ระดับสูง	3.68	504.40	2.18	1.47	1.84
140	ระดับต่ำ	3.56	381.20	1.70	1.42	1.29
	ระดับกลาง	3.96	455.00	2.08	1.58	1.58
	ระดับสูง	4.16	560.80	2.46	1.66	2.03
160	ระดับต่ำ	3.94	414.00	1.88	1.58	1.39
	ระดับกลาง	4.40	490.00	2.32	1.76	1.68
	ระดับสูง	4.60	595.60	2.72	1.84	2.14
180	ระดับต่ำ	4.22	442.00	2.04	1.96	1.49
	ระดับกลาง	4.80	522.00	2.56	1.92	1.78
	ระดับสูง	5.00	608.80	2.96	2.00	2.15
200	ระดับต่ำ	4.50	470.00	2.20	1.80	1.58
	ระดับกลาง	5.20	544.00	2.80	2.08	1.87
	ระดับสูง	5.40	622.00	3.20	2.16	2.16
220	ระดับต่ำ	4.82	495.60	2.36	1.93	1.65
	ระดับกลาง	5.60	581.60	2.96	2.24	1.95
	ระดับสูง	5.80	650.40	3.44	2.32	2.24
240	ระดับต่ำ	5.14	521.20	2.52	2.06	1.73
	ระดับกลาง	6.00	609.20	3.12	2.40	2.02
	ระดับสูง	6.20	678.80	3.68	2.48	2.32

(ต่อ)

น้ำหนักโค	ปริมาณ โภชนะ	ปริมาณอาหาร	โปรตีน	โภชนะย่อยได้	หญ้าแห้ง	อาหารข้น
(กิโลกรัม)		(กิโลกรัม/วัน)	(กรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)
260	ระดับต่ำ	5.44	544.80	2.68	2.18	1.80
	ระดับกลาง	6.36	634.20	3.30	2.54	2.09
	ระดับสูง	6.60	705.00	3.90	2.64	2.38
280	ระดับต่ำ	5.72	566.40	2.84	2.29	1.86
	ระดับกลาง	6.68	656.60	3.50	2.67	2.16
	ระดับสูง	7.00	729.00	4.10	2.80	2.44
300	ระดับต่ำ	6.00	588.00	3.00	2.40	1.93
	ระดับกลาง	7.00	679.00	3.70	2.80	2.22
	ระดับสูง	7.40	753.00	4.30	2.96	2.50
320	ระดับต่ำ	6.32	606.80	3.12	2.53	1.97
	ระดับกลาง	7.36	699.80	3.86	2.94	2.27
	ระดับสูง	7.76	774.20	4.50	3.10	2.56
340	ระดับต่ำ	6.34	625.60	3.24	2.66	2.02
	ระดับกลาง	7.72	720.60	4.02	3.09	2.32
	ระดับสูง	8.12	795.40	4.70	3.25	2.61
360	ระดับต่ำ	6.94	640.80	3.38	2.78	2.05
	ระดับกลาง	8.06	739.20	4.20	3.22	2.36
	ระดับสูง	8.46	819.80	4.92	3.38	2.68
380	ระดับต่ำ	7.22	652.40	3.54	2.89	2.07
	ระดับกลาง	8.38	755.60	4.40	3.35	2.39
	ระดับสูง	8.78	847.40	5.16	3.51	2.76
400	ระดับต่ำ	7.50	664.00	3.70	3.00	2.09
	ระดับกลาง	8.70	772.00	4.60	3.48	2.43
	ระดับสูง	9.10	875.00	5.40	3.64	2.85

โคทุกตัวได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคคอบวม โรคปากและเท้าเปื่อย และถ่ายพยาธิก่อนนำเข้าทดลองในคอกขังเดี่ยวที่มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ให้อาหารโควันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้า 08.00 น. และบ่าย 16.00 น.

ซึ่งนำนักโคทุกๆ 15 วัน เวลา 07.00 น. ก่อนการให้อาหารเข้าทดลองระยะทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโต และใช้ในการปรับปริมาณอาหารที่ให้โคกิน

สัปดาห์สุดท้ายของการเลี้ยงทำการชำแหละซากและสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อ เพื่อศึกษาประเมินคุณภาพซาก และเปรียบเทียบค่าทางเศรษฐกิจ

สถานที่ดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ทางเคมี

บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ และปริมาณอาหารที่เหลือในช่วงเช้าของวันถัดไป เพื่อวัดปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ทุกสัปดาห์ แล้วนำไปอบที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง และบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร โดยรวบรวมตัวอย่างทุกๆ 4 เดือน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง(DM) โปรตีนหยาบ(CP) เถ้า(Ash) ไขมัน(EE) ตามวิธีมาตรฐาน AOAC(1984) และหา neutral detergent fiber (NDF) acid detergent fiber (ADF) และ acid detergent lignin (ADL) ตามวิธีของ Georing และ Van Soest (1970)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดประกอบด้วย ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และค่าประเมินทางเศรษฐกิจ ถูกนำมาประมวลผลและเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of covariance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) โดยใช้ GLM (SAS,1986) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปัจจัยทดลองโดยการ ใช้ Duncan's New Multiple Range Test (Steel และ Torries,1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารและอาหารข้น

ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหาร อาหารข้น และต้นทุน แสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยอาหารหยาบที่ใช้ในงานทดลองครั้งนี้ คือ หญ้ารฐี ที่อายุ 60 วัน (อยู่หน้าที่7) พบว่า มีโปรตีนหยาบ 7.16 เปอร์เซนต์ ใกล้เคียงกับรายงานของ กรมปศุสัตว์ (2547) หญ้ารฐีตัดที่อายุ 45 วัน มีค่าโปรตีน 7.62 เปอร์เซนต์ แต่ค่าเยื่อใยหยาบและเยื่อใย NDF รวมทั้งลิกนินสูงกว่าการ

รายงานของกรมปศุสัตว์ (CF 31.36 NDF 66.37 และ ADL 4.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอายุของหญ้าที่ใช้ในครั้งนี้แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของ NRC (2001) อ้างโดย คณิน (2546) รายงานว่า ปริมาณเยื่อใยและลิกนินของพืชอาหารสัตว์จะเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเมื่อคำนวณค่าโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ของหญ้าที่เลี้ยงโคครั้งนี้จึงมีค่า เท่ากับ 48.43 เปอร์เซ็นต์ สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ มันสำปะหลัง รำละเอียด และกากถั่วเหลือง ที่ใช้ในงานทดลองครั้งนี้พบว่า มีค่าเฉลี่ยของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย ใกล้เคียงกับรายงานของ ศรีสุดา (2547); พูลศรี (2532) และ กรมปศุสัตว์ (2547) โดยเมื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณโภชนะย่อยได้ทั้งหมดของแต่ละชนิด จะมีค่าดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ปริมาณการกินอาหารและโภชนะในอาหาร

โคเนื้อพันธุ์พื้นเมือง ได้รับอาหารผสมมีหญ้าซึ่งเป็นอาหารหลัก ปริมาณการกินได้ทั้งหมดเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้ง (Dry matter basis) ของโคในกลุ่มที่ได้รับโภชนะระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง (รายละเอียดในตารางที่ 3) มีค่าเท่ากับ 3.99 4.93 และ 5.22 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าโคกลุ่มที่ได้รับโภชนะระดับสูงมีปริมาณการกินได้สูงที่สุด ปริมาณการกินได้ของอาหารตามน้ำหนักตัวของกลุ่มที่ได้รับโภชนะระดับต่ำ กลาง และสูง จะมีค่าเท่ากับ 1.53 1.76 และ 1.88 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว หรือ 60.17 70.66 และ 75.29 กรัมต่อน้ำหนัก^{0.75} ตามลำดับ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกันกับ Kearl (1982)

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารชั้นและหญ้าที่เลี้ยง

ส่วนประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	มันสำปะหลัง	รำละเอียด	กากถั่วเหลือง	หญ้าที่เลี้ยง
วัตถุดิบแห้ง	89.28	87.81	92.63	86.92
โปรตีน	2.82	13.88	47.95	7.16
ไขมัน	0.56	17.17	1.51	1.25
เยื่อใยหยาบ (CF)	2.26	4.92	7.31	43.29
เยื่อใย (NDF)	23.84	20.66	17.34	72.08
เยื่อใย (ADF)	7.10	10.30	10.64	48.92
ลิกนิน (ADL)	1.66	9.31	0.50	7.72
เถ้า	3.17	7.09	7.39	6.92
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่าย (NFE)	91.19	56.93	35.85	41.38
โภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN)	79.73	86.83	79.18	48.43

หมายเหตุ การคำนวณปริมาณโภชนะย่อยได้ทั้งหมดของวัตถุดิบ อ้างอิง Kearl (1982)

วัตถุดิบแหล่งที่เป็นแหล่งโปรตีน ใช้สมการ $TDN(\%) = 40.3227 + 0.5398(\%CP) + 0.4448(\%NFE) + 1.4218(\%EE) - 0.7007(\%CF)$

วัตถุดิบแหล่งที่เป็นแหล่งพลังงาน ใช้สมการ $TDN(\%) = 40.2625 + 0.1969(\%CP) + 0.4228(\%NFE) + 1.1903(\%EE) - 0.1379(\%CF)$

พืชอาหารสัตว์แห้ง ใช้สมการ $TDN(\%) = -17.2649 + 1.2120(\%CP) + 0.8352(\%NFE) + 2.4637(\%EE) + 0.4475(\%CF)$

ตารางที่ 2 สัดส่วนของวัตถุดิบ ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีราคาวัตถุดิบ และต้นทุนของอาหารชั้น

ลำดับ	ส่วนประกอบ	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	ปริมาณวัตถุดิบ (กิโลกรัม)
1	มันสำปะหลัง	4.00	54.30
2	กากถั่วเหลือง	13.50	25.57
3	รำละเอียด	6.20	10.00
4	ยูเรีย	12.60	1.80
5	เกลือ	3.40	1.17
6	แร่ธาตุ	5.40	1.00
7	ไคแคลเซียมP16	5.00	1.17
8	กากน้ำตาล	7.00	5.00
รวม (กิโลกรัม)			100.00
ส่วนประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์			
	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์ในวัตถุดิบ)		21.39
	โภชนะย่อยได้ทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)		72.22
	อาหารชั้น (บาทต่อกิโลกรัม)		6.93

โคในกลุ่มโภชนะระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ได้รับปริมาณโปรตีนและโภชนะย่อยได้ทั้งหมด เท่ากับ 0.52 และ 2.29 0.63 และ 2.82 และ 0.70 และ 3.01 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 8.09 และ 35.86 9.46 และ 42.06 และ 10.52 และ 45.03 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ปริมาณโปรตีนที่กินได้ต่ออาหารที่กิน และปริมาณโภชนะย่อยได้ทั้งหมดต่ออาหารที่กินของโคกลุ่ม โภชนะระดับสูงจะมีค่าที่มากกว่ากลุ่มที่ได้รับโภชนะระดับกลางและระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเป็นไปตามแผนการทดลอง ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณอาหารและโภชนาที่ให้

รายการ	ปริมาณโภชนา		
	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
ปริมาณอาหาร (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)			
อาหารข้น	1.87 ^c	2.28 ^b	2.44 ^a
อาหารหยาบ	2.12 ^c	2.65 ^b	2.77 ^a
อาหารทั้งหมด	3.99 ^c	4.93 ^b	5.22 ^a
ปริมาณอาหารที่กิน (%ของน้ำหนักตัว)	1.53 ^c	1.76 ^b	1.88 ^a
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัมต่อน้ำหนักตัว ^{0.75})	60.17 ^c	70.66 ^b	75.29 ^a
ปริมาณโภชนาที่กิน (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)			
โปรตีน	0.517 ^c	0.633 ^b	0.698 ^a
โภชนาย่อยได้รวมทั้งหมด (TDN)	2.291 ^c	2.820 ^b	3.006 ^a
ปริมาณโภชนาที่กิน (กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75}ต่อวัน)			
โปรตีน	8.092 ^c	9.455 ^b	10.523 ^a
โภชนาย่อยได้รวมทั้งหมด (TDN)	35.857 ^c	42.056 ^b	45.029 ^a
ปริมาณโภชนาในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			
โปรตีน	12.97 ^b	12.88 ^b	13.39 ^a
โภชนาย่อยได้รวมทั้งหมด (TDN)	57.40 ^b	57.25 ^c	57.64 ^a

ค่าเฉลี่ยแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อัตราการเจริญเติบโต

การเพิ่มน้ำหนักตัวของโคพื้นเมืองในการทดลองครั้งนี้เป็นแบบเส้นโค้ง (ภาพที่ 1) พบว่าตลอดการเลี้ยง 547 วัน กลุ่มโภชนาระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.42 0.47 และ 0.44 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแยกตามช่วงของการเลี้ยงพบว่า ในช่วง 0–110 วัน ของการเลี้ยงโคกลุ่มโภชนาระดับกลางและสูงจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มโภชนาระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกันกับในช่วง 204–308 วันของการเลี้ยง พบว่าโคกลุ่มที่ได้รับโภชนาระดับกลางมีการเจริญเติบโตดีกว่าทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4

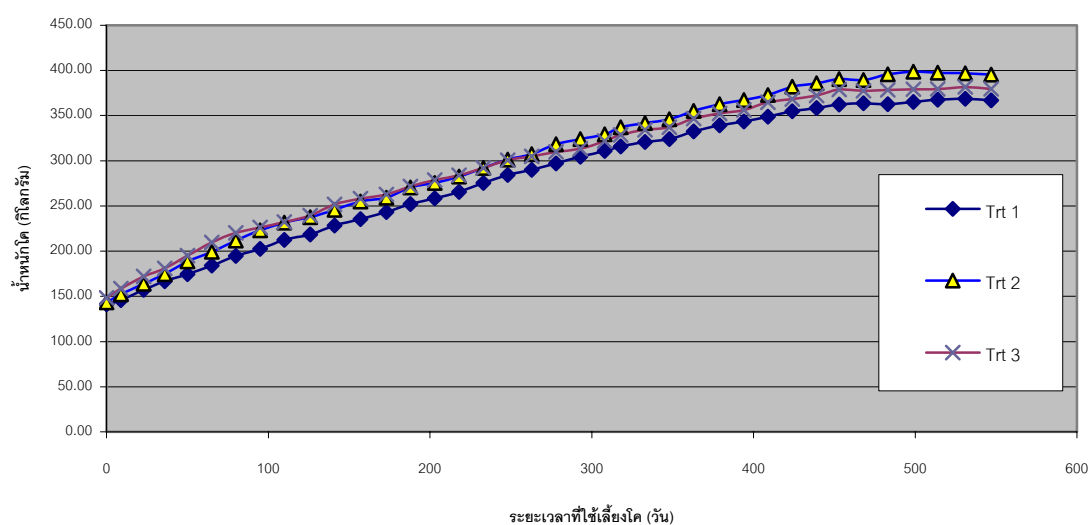
เมื่อพิจารณาความต้องการปริมาณโปรตีนและพลังงานของโคจากตารางอ้างอิงของ Kearn(1982) โครุ่นเพศผู้ สายพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่เท่ากับ 400 กิโลกรัม โคมีน้ำหนัก 100 ถึง 400 กิโลกรัม ที่อัตราการเจริญเติบโตวันละ 0.25 กิโลกรัม 0.50 กิโลกรัม และ 0.75 กิโลกรัม มีความต้องการปริมาณโปรตีนและพลังงานเฉลี่ยวันละ 0.52 และ 2.29 เทียบกับ 0.63 และ 2.82 เทียบกับ 0.70 และ 3.01

กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่จากการทดลองพบว่าโคกลุ่มโภชนะระดับต่ำมีอัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มสูงกว่าตารางอ้างอิงของ Kearn

ตารางที่ 4 อายุ น้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองที่ได้รับโภชนะต่างกัน 3 ระดับ

รายการ	ปริมาณโภชนะ		
	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
จำนวนโค(ตัว)	5	5	5
อายุเฉลี่ยเริ่มทดลอง(วัน)	519.20	552.60	596.00
ระยะเวลาทดลอง(วัน)	547	547	547
น้ำหนักเริ่มต้น(กิโลกรัม)	143.40	144.60	148.80
น้ำหนักสิ้นสุด(กิโลกรัม)	366.80	395.50	379.50
น้ำหนักเพิ่ม ช่วงการเลี้ยง 0 - 547 วัน(กิโลกรัม)	223.40	247.40	228.40
อัตราการเจริญเติบโต(กิโลกรัมต่อวัน)			
ช่วงที่ 1 วันที่ 0 – 110 ของการเลี้ยง	0.641 ^b	0.814 ^a	0.789 ^a
ช่วงที่ 2 วันที่ 111 – 203 ของการเลี้ยง	0.497	0.473	0.455
ช่วงที่ 3 วันที่ 204 – 308 ของการเลี้ยง	0.497 ^{ab}	0.514 ^a	0.421 ^b
ช่วงที่ 4 วันที่ 309 – 409 ของการเลี้ยง	0.380	0.445	0.436
ช่วงที่ 5 วันที่ 401 – 547 ของการเลี้ยง	0.136	0.145	0.120
ค่าเฉลี่ย วันที่ 0 – 547 ของการเลี้ยง	0.418	0.470	0.435

ค่าเฉลี่ยแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโค ที่ได้รับโภชนะที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโปรตีนและโภชนะย่อยได้ทั้งหมด

สัมประสิทธิ์ของอัตราการเจริญเติบโตต่อปริมาณโปรตีนและโภชนะย่อยได้ทั้งหมดซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การใช้ประโยชน์ของโภชนะเพื่อการเจริญเติบโต จะเป็นดัชนีชี้วัดในการตัดสินใจเลือกระดับโภชนะของอาหารที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่า โคกลุ่มโภชนะระดับต่ำและระดับกลางมีสัมประสิทธิ์ของอัตราการเจริญเติบโตต่อปริมาณโปรตีนและพลังงานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนโคกลุ่มโภชนะระดับสูงมีสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของโภชนะต่ำกว่าโคทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากปริมาณโปรตีนที่กินมีปริมาณมากกว่าความต้องการ ซึ่งโคจะต้องใช้พลังงานจำนวนมาก มาจัดปริมาณโปรตีนส่วนเกินออกจากร่างกาย

ปริมาณอาหารและต้นทุน

การเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้อาหารผสมมีหญ้าซึ่งเป็นอาหารหลัก กลุ่มโภชนะระดับสูงเป็นกลุ่มที่ใช้อาหารต่อน้ำหนักเพิ่มหนึ่งกิโลกรัมสูงกว่ากลุ่มโภชนะระดับกลางและระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้นการให้อาหารที่มีความสมดุลของโภชนะและเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์นอกจากจะทำให้สัตว์ตอบสนองต่อการให้ผลผลิตสูงสุดแล้ว ยังเป็นการลดค่าอาหารได้อีกทางหนึ่ง เนื่องจากโภชนะที่ได้รับจะถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือมีการสูญเสียน้อย จากการทดลองพบว่า โคพื้นเมืองในกลุ่มโภชนะระดับต่ำ (โปรตีนและพลังงานย่อยได้ทั้งหมดเฉลี่ยวันละ 8.09 และ 35.86 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75}) อัตราการเจริญเติบโตต่อปริมาณโภชนะที่กินไม่แตกต่างกับกลุ่มโภชนะระดับกลาง (เฉลี่ยวันละ 9.46 และ 42.06 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75}) แต่มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้โปรตีนและพลังงานระดับสูง (โปรตีนและพลังงานย่อยได้ทั้งหมดเฉลี่ยวันละ 10.52 และ 45.03 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75}) และโคกลุ่มโภชนะระดับต่ำ มีต้นทุนค่าอาหารต่อเพิ่มน้ำหนักหนึ่งกิโลกรัม (41.60 บาท) ต่ำกว่าทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5

องค์ประกอบซาก และคุณภาพซาก

กลุ่มโภชนะระดับต่ำ กลุ่มโภชนะระดับกลาง และกลุ่มโภชนะระดับสูง มีน้ำหนักในส่วนซาก อุ้งและซากเย็นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีน้ำหนักซากอุ้ง เท่ากับ 56.45 57.04 และ 59.16 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักซากเย็นเท่ากับ 54.57 55.52 และ 57.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bruns และคณะ (2004) พบว่า โคสายพันธุ์แองกัส มีน้ำหนักซากเย็นอยู่ในช่วง 57.1-65.6 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าต่ำกว่ารายงานของ Schoonmaker และคณะ (2002) พบว่า น้ำหนักซากเย็นของโคลูกผสมพันธุ์แองกัสและซิมเมนทอล มีค่าอยู่ในช่วง 60.5-61.1 เปอร์เซ็นต์

ความหนาของไขมันที่สันหลังระหว่างซี่โครงคู่ที่ 12 กับ 13 มีค่าความหนาเฉลี่ยระหว่าง 0.70-1.08 เซนติเมตร (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wulf และ Page (2000) พบว่า ความหนาที่สันหลังของโคขุนสายพันธุ์ต่างประเทศส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20-2.74 เซนติเมตร ส่วนค่าของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของโคทั้งสามกลุ่มจากการทดลองครั้งนี้ (82.23 79.94 และ 72.15 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เป็นไปในทิศทางเดียวกับรายงานของ Hersom (2004) และ Wulf และ Page (2000) พบว่า โคขุนจะมีปริมาณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเฉลี่ย 74 - 79 ตารางเซนติเมตร และ 85.8 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

น้ำหนักของเครื่องใน (กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ตับ ปอด หัวใจ ไต) และเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งซากแบบไทย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนน้ำหนักไขมันจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการตัดแต่งซากโคแบบไทยของ ชัยณรงค์ (2529) เมื่อทำการตัดแต่งซากแบบชิ้นส่วนใหญ่ (ตารางที่ 9) พบว่า เนื้อส่วนต่างๆ ที่ได้จากส่วนขาหน้า ซึ่งแบ่งออกเป็น เนื้อส่วนไหล่ ซี่โครง ขาหน้า มีค่ารวมทั้งหมดประมาณ 52 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก และเนื้อส่วนขาหลัง ที่ประกอบด้วย ขาหลัง สันส่วนบน สันส่วนล่างและเนื้อพื้นท้อง มีค่ารวมกันประมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก และเป็นไปในทิศทางเดียวกับที่เยาวลักษณ์ (2536) ได้รายงานไว้

ตารางที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตต่อปริมาณโภชนาที่กินและต้นทุนการเลี้ยงโคพื้นเมือง

รายการ	ปริมาณโภชนา		
	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
อัตราการเจริญเติบโตต่อปริมาณโภชนาที่กิน			
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน(ADG/CP intake)	0.061 ^a	0.059 ^a	0.049 ^b
ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน(ADG/TDN intake)	0.014 ^a	0.013 ^a	0.012 ^b
ปริมาณอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักหนึ่งกิโลกรัม	8.15 ^b	9.12 ^b	10.49 ^a
ต้นทุนค่าอาหาร (บาทต่อน้ำหนักเพิ่มหนึ่งกิโลกรัม)			
อาหารทั้งหมด	41.60 ^c	46.34 ^b	56.87 ^a
อาหารหยาบ	10.45 ^c	11.88 ^b	14.32 ^a
อาหารข้น	31.15 ^c	34.46 ^b	42.55 ^a

ค่าเฉลี่ยแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบซากของโคพื้นเมืองที่ได้รับโภชนาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

องค์ประกอบซาก	ปริมาณโภชนา		
	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม)	378.00	387.00	362.00
น้ำหนักซาก (%)			
ซากอ่อน	56.45	57.04	59.16
ซากเย็น	54.57	55.52	57.65
ความหนาไขมันสันหลัง (มม.)	7.09	5.34	10.89
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตร.ซม.)	82.23	79.94	72.15
องค์ประกอบซาก (% น้ำหนักมีชีวิต)			
หาง	0.48	0.45	0.40
หัว	3.83	3.85	3.93
น้ำเลือด	2.56	2.40	2.32
หนัง	9.29	9.36	9.89
แข้ง	1.47	1.40	1.33

ตารางที่ 7 ปริมาณเครื่องในของโคพื้นเมืองที่ได้รับโภชนาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

องค์ประกอบซาก	ปริมาณโภชนา		
	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
เครื่องในขาว (% น้ำหนักมีชีวิต)			
กระเพาะรังผึ้ง	0.22	0.23	0.16
กระเพาะผ้าขี้ริ้ว	1.04	1.12	1.01
กระเพาะสามสิบกลีบ	0.34	0.29	0.32
กระเพาะแท้	0.24	0.26	0.25
ลำไส้เล็ก	1.24	0.99	1.10
ลำไส้ใหญ่	0.64	0.47	0.44
ของเหลวภายในลำไส้ (มิลลิลิตร)	1600.00	1540.00	1310.00
เครื่องในแดง (% น้ำหนักมีชีวิต)			
ตับ	0.93	0.90	0.87
ตับอ่อน	0.09	0.06	0.14
ถุงน้ำดี	0.10	0.07	0.37
ปอด	0.82	0.88	0.90
หัวใจ	0.30	0.33	0.31
ไต	0.13	0.13	0.12
ม้าม	0.17	0.17	0.21
น้ำดี (มิลลิลิตร)	320.00	210.00	280.00

ตารางที่ 8 ปริมาณเนื้อ ไขมัน และกระดูกของโคพื้นเมืองที่ได้รับโภชนาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

องค์ประกอบซาก	ปริมาณโภชนา		
	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
เนื้อส่วนต่างๆ (% ของน้ำหนักซาก)			
เนื้อสันใน	1.26	1.12	1.12
เนื้อสันนอก	2.80	2.99	3.15
เนื้อสะโพก	3.56	3.58	3.29
เนื้อขาลาย	1.23	1.20	1.16
เนื้อร่องไห้	0.74	0.75	0.79
เนื้อแดงรวม	30.99	32.66	31.35
ไขมัน	7.80 ^{ab}	5.83 ^b	10.10 ^a
กระดูก	9.34	9.54	9.35

ค่าเฉลี่ยแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 9 ชิ้นส่วนที่ตัดแต่งแบบชิ้นใหญ่ของโคพื้นเมืองที่ได้รับโภชนาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

องค์ประกอบซาก	ปริมาณโภชนา		
	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
ชิ้นส่วนต่างๆ (% ของน้ำหนักซาก)			
Chuck	31.56	32.56	29.84
Brisket	11.66	11.10	11.68
Rib	9.00 ^b	8.78 ^b	11.30 ^a
Plate	3.46	4.50	3.66
Shortloin	7.22	6.70	7.32
Sirloin	9.88 ^b	9.20 ^b	11.22 ^a
Flank	3.56	3.08	3.08
Round	22.54	23.60	21.84

ค่าเฉลี่ยแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

การเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองโดยให้กินอาหารที่มีโภชนาต่างกัน 3 ระดับ คือระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง จะมีการเจริญเติบโตเป็นแบบเส้นโค้ง เวลาการเลี้ยงที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 453 วัน โดยได้รับปริมาณโปรตีนเฉลี่ยวันละ 8.09 – 9.46 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} และปริมาณโภชนาย่อยได้ทั้งหมด (TDN) เฉลี่ยวันละ 35.86 – 42.06 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มหนึ่งกิโลกรัมต่ำที่สุด เท่ากับ 41.60 – 46.34 บาท โดยมีน้ำหนักซาก ความหนาแน่นสันหลัง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เครื่องใน และองค์ประกอบซากที่ได้จากการตัดแต่งแบบไทยและแบบชิ้นส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการหาปริมาณโภชนาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแนะนำการให้อาหารโคพื้นเมืองเบื้องต้นแก่เกษตรกรเท่านั้น ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลด้านอาหารและการให้อาหารสำหรับโคพื้นเมืองยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมโดยเฉพาะการความต้องการโปรตีนและพลังงานของโคพันธุ์พื้นเมือง เพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาการผลิตเนื้อโคคุณภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ คุณอารีย์ พาลีบัตร เจ้าของโรงฆ่าสัตว์อารีย์ อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกในการชำแหละโค และ รศ.ดร.กฤตพล สมมาตย์ รวมทั้งคณะ นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้คำแนะนำในการศึกษาซากโคทดลองครั้งนี้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารวิชาการเลขที่ ISBN 974-682-167-9. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เกรียงเดช ลำแดง และสมพร โชคเจริญ. 2544. การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะซากโคพื้นเมือง ภายใต้สภาวะการขุน. รายงานผลงานวิจัยการปศุสัตว์ สาขาปรับปรุงพันธุ์และการจัดการฟาร์ม ประจำปี 2544 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- คณิน บรรณกิจ กฤตพล สมมาตย์ พิชญ์รัตน์ แสนไชยสุริยาและเทวินทร์ วงษ์พระลับ. 2546. ผลของโปรตีนจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการป้องกันการย่อยสลายในกระเพาะหมักต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมัก ความสามารถในการย่อยได้ และอัตราการเจริญเติบโตในโคเนื้อพันธุ์พื้นเมือง. การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2546 วันที่ 27-28 มกราคม 2546 ณ ห้องประชุมกวี จตุกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 166-178.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพมหานคร.
- วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรรุญ. 2541. ตารางคุณค่าทางอาหารสัตว์. เอกสารวิชาการรหัส 014-15-41 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- พลศรี ศุภระจุ. 2532. การวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ. เอกสารวิชาการเลขที่ 1301:18-32. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศรีสุดา วรจันทรา สุชีพ สุขสุแพทย์ และณหทัย วิจิตโรทัย. 2547. ส่วนประกอบทางเคมีและชั้นคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งพลังงาน. รายงานผลงานวิจัย การประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 สาขาสัตวศาสตร์/สัตว์บาล. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพ็ชร. 2542. การอนุรักษ์และพัฒนาสัตว์พื้นเมืองเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน โครงการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพด้านการปศุสัตว์ 2542-2546. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมจิตต์ ยอดเศรณี สุนทราภรณ์ รัตนดิลล ญ ภูเก็ต และ รัตนะ อุนยะวงษ์. 2506. รายงานเบื้องต้นการทดลองผสมโคเนื้อ รายงานการประชุมทางวิชาการสาขาสัตวบาลและโรคสัตว์ ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- เสรี เอมะศิริ และสวัสดิ์ อาตมากร. 2506. การทดลองขุนวัวแบบโกเบ รายงานการประชุมทางวิชาการสาขาสัตวบาลและโรคสัตว์ ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- AOAC.1984. Official Method of Analysis. Association of official Chemists, Washington, D.C.
- Bruns, K. W., R.H. Pritchard, and D.L. Boggs. 2004. The relationships among body weight, body composition and intramuscular fat content in steers. J. Anim. Sci. 82:1315 - 1322.
- Goering, and P.J. Van Soet. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagent, procedures and some applications) Agri. Handbook No. 379. ARS-DA, Washington, D.C.
- Hersom, M. J., G.W. Horn, C.R. Krehbiel, and W.A. Phillips. 2004. Effect of live weight gain of steers during winter grazing: I Feedlot performance, carcass characteristics, and body composition of beef steers. J. Anim. Sci. 82:262 - 272.
- SAS. 1996. SAS User's Guide :Statistics. Version 6. 14th ed Cary, NC:SASInst
- Schoonmaker, J. P., S.C. Loerch, F.L. Fluharty, H.N. Zerby, and T.B. Turner. 2002. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass characteristics of bulls and steers. J. Anim. Sci. 80:2247-2254.
- Steel, R. G. D. and J.H. Torries. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York, USA.
- Kearl, C.L. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs Institute. UTAH Agricultural Experiment Station. UTAH State University. LOGAN. UTAH. USA
- Wulf, D.M., and J.K. Page. 2000. Using measurement of muscle color, pH, and electrical impedance to augment the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcass into palatability groups. J. Anim. Sci. 78:2595-2607.