ผลของระดับโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตในโคนมที่ได้รับต้นอ้อยตากแห้งเป็นอาหารหยาบหลัก

Effects of dietary protein and energy levels on growth performance in dairy cattle fed dried whole sugarcane roughage based

อนันท์ เชาว์เครือ[1] และ กฤตพล สมมาตย์[2*]

Anan Chaokaur[1] and Kritapon Sommart[2*]

บทคัดย่อ: การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและค่าชีวเคมีในเลือดของโคนมระยะรุ่นที่ได้รับต้นอ้อยเป็นอาหารหยาบหลัก ใช้โคนมพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเซี่ยนคละเพศ (เพศผู้ 12 ตัว และเพศเมีย 12 ตัว) ระยะรุ่น จำนวน 24 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 144.1±11.0 กก. อายุเฉลี่ย 9±1.2 เดือน) วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design จำนวน 4 ซ้ำ โดยใช้น้ำหนักร่างกายเป็นบล็อก ทำการจัดปัจจัยทดลองแบบ 3 X 2 factorial ซึ่งจะประกอบด้วยปัจจัยของระดับโภชนะโปรตีนที่กินได้ 3 ระดับคือ 6, 10 และ 14 gCP/kgW$^{0.75}$/d ร่วมกับปัจจัยของระดับพลังงานที่กินได้ 2 ระดับคือ 792 และ 885 kJ ME/kgW$^{0.75}$/d สุ่มสัตว์ให้ได้รับอาหารปัจจัยทดลองแตกต่างกัน 6 แบบ พบว่า โคที่ได้รับอาหารที่มีระดับโภชนะโปรตีนสูงขึ้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า ปริมาณการกินได้วัตถุแห้งและอินทรียวัตถุ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นแบบ curvilinear และมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาณยูเรียไนโตรเจนและค่าปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด (P<0.01) ดังนั้นการจัดสูตรอาหารให้มีความสมดุลย์และมีโภชนะที่เหมาะสมคือ มีโปรตีนระดับกลาง (10 gCP/kgW$^{0.75}$) และพลังงานระดับสูง (885 kJ ME/kgW$^{0.75}$) มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมากที่สุดเท่ากับ 710 กรัม/ตัว/วัน และปรับปรุงเพิ่มสมรรถนะการเจริญเติบโตได้

คำสำคัญ: โคนม, พลังงาน, การเจริญเติบโต, โปรตีน, ต้นอ้อย

Abstract: Twenty four growing Holstein crossbred dairy cattle (average weight 144.1±11.0 kg; average age 9±1.2 month) were used in a feeding trial to determine the effect of dietary energy and protein intake on feed intake and weight gain and blood metabolites of the cattle fed whole sugarcane forage based diets. Treatments were applied according to a 3 x 2 factorial arrangement in a randomized complete block design. Dietary treatments were assigned to containing crude protein (CP) intake either 6, 10 or 14 gCP/kgW$^{0.75}$/d. and metabolizable energy (ME) intake either 792 or 885 kJ ME/kgW$^{0.75}$/d. Higher dietary CP intake level increased dry matter and organic matter intake. Average daily gain (ADG) was increased curvilinear by dietary protein intake levels. High level of dietary CP intake resulted in high blood urea nitrogen and blood glucose (P<0.01). In conclusion, dried whole sugarcane could be used as a roughage for growing Holstein crossbred dairy cattle, and the optimum nutrient level was of protein (10 gCP/kgW$^{0.75}$) and energy (885 kJ ME/kgW$^{0.75}$) for maximum weight gain of 710 gram per day and improvement growth performance.

Keywords: dairy cattle, energy, growth, protein, sugarcane forage

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี จ.เพชรบุรี 76120
Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University IT Phetchaburi Campus, Phetchaburi, 76120

[2] ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: kritapon@kku.ac.th

บทนำ

เนื่องจากต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะโคนมเป็นต้นทุนทางด้านอาหารมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แล้วในช่วงฤดูแล้งเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมักประสบกับปัญหาการขาดแคลนแหล่งอาหารหยาบทั้งในด้านปริมาณและมีคุณภาพต่ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อหาแหล่งของอาหารหยาบทางเลือกใหม่ ซึ่งต้นอ้อย (Saccharum officinarum) เป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เป็นแหล่งของอาหารหยาบเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่มีความสามารถในการทนแล้งและสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเพื่อสังเคราะห์เป็นพลังงานเคมีแล้วสะสมไว้ในลำต้นได้ดี นอกจากนี้แล้วยังมีผลผลิตมวลชีวภาพ (biomass) สูง (Sommart et al., 2005) โดย Kawashima (2000) รายงานว่า ผลผลิตพลังงานจากต้นอ้อยสูงกว่ามันสำปะหลังและหญ้ารูซี่ มีค่าเท่ากับ 27,219 10,886 และ 8,500 MJ ME/ไร่ ตามลำดับ โดย กฤตพล และ คณิน (2547ก) ได้รายงานว่า การใช้ต้นอ้อยหมักทดแทนการใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับการเลี้ยงโคนมสาวได้เป็นอย่างดี โดยไม่มีผลต่อปริมาณการกินอาหาร พฤติกรรมการเคี้ยวเอื้อง รูปแบบการหมักและผลผลิตสุดท้ายจากการหมัก และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ไม่มีผลเสียหายต่อสุขภาพโคนม ซึ่งสอดคล้องกันกับรายงานของ กฤตพล และ คณิน (2547ข) ที่ใช้ต้นอ้อยหมักอายุ 12 เดือน สามารถใช้เป็นแหล่งพืชอาหารสัตว์ในสูตรอาหารโคระยะรีดนมและมีความสามารถใช้ทดแทนฟางข้าวได้เป็นอย่างดี โดยไม่มีผลเสียต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวและค่าคะแนนความสมบูรณ์ร่างกาย

นอกจากนี้แล้วประเทศไทยยังมีความจำเป็นต้องการการพัฒนาระบบการให้อาหารโคนม เนื่องจากที่ผ่านมานักวิจัย นักวิชาการ รวมถึงเกษตรกรในประเทศไทยยังคงอ้างอิงมาตรฐานการให้อาหารโคนมและค่าความต้องการของระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้จากโคสายพันธุ์ที่เลี้ยงในต่างประเทศ (NRC, 2001 and ARC, 1980) ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสายพันธุ์ของสัตว์ สภาพภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อมและวัตถุดิบอาหารที่ใช้เลี้ยง ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของสัตว์ต่ำกว่าที่คาดไว้ได้ หรือเกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจในส่วนที่เกินและสัตว์ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นหากสามารถให้ปริมาณการกินอาหารหรือโภชนะที่ตรงกับความต้องการของสายพันธุ์โคนมที่เลี้ยงในสภาพอากาศเขตร้อนชื้นของประเทศไทยได้ ส่งผลทำให้สภาวะกระบวนการหมักในกระเพาะหมักมีความสามารถในการย่อยได้ดี และทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตสัตว์ตรงตามพันธุกรรมของสายพันธุ์ได้ แต่เนื่องจากงานวิจัยเกี่ยวกับผลของระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ในโคนมรุ่นที่เลี้ยงในสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยยังมีข้อมูลอยู่อย่างจำกัด (อนันท์, 2547) ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตในโคนมรุ่นพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเซี่ยนที่ได้รับต้นอ้อยตากแห้งเป็นอาหารหยาบหลัก

วิธีการศึกษา

การทดลองครั้งนี้ใช้โคนมพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเซี่ยนคละเพศ (เพศผู้ 12 ตัว และเพศเมีย 12 ตัว) ระยะรุ่น จำนวน 24 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 144.1$\pm$11.0 กก. อายุเฉลี่ย 9$\pm$1.2 เดือน) เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว ที่มีน้ำสะอาด แร่ธาตุก้อน และอาหารตลอดเวลาทดลอง ทำการปรับสัตว์ทดลองเข้ากับสภาพการทดลองและอาหารทดลองนาน 15 วัน ให้ยา ECOMETIN กำจัดพยาธิภายนอก-ใน ร่วมกับการฉีดวิตามิน A,D_3,E แล้วเริ่มทดลองและเก็บข้อมูล วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยใช้เพศเป็นบล็อก ทำการจัดปัจจัยทดลองแบบ 3 X 2 แฟคทอเรียล (Factorial) ประกอบด้วยปัจจัยของระดับโภชนะโปรตีนที่กินได้ 3 ระดับคือ 6, 10 และ 14 gCP/kg$W^{0.75}$/d ร่วมกับปัจจัยของระดับพลังงานที่กินได้

2 ระดับคือ 792.45 และ 884.92 kJ ME/kgW$^{0.75}$/d แล้วสุ่มให้สัตว์ทดลองได้รับสูตรอาหารปัจจัยทดลองที่แตกต่างกัน 6 แบบ คือ (1) โปรตีนต่ำ-พลังงานต่ำ (2) โปรตีนกลาง-พลังงานต่ำ (3) โปรตีนสูง-พลังงานต่ำ (4) โปรตีนต่ำ-พลังงานสูง (5) โปรตีนกลาง-พลังงานสูง และ (6) โปรตีนสูง-พลังงานสูง โดยการให้อาหารแบบผสมรวม (total mixed ration, TMR) ใช้ต้นอ้อยตากแห้ง (dried whole sugar cane) เป็นแหล่งของอาหารหยาบหลัก สัดส่วนปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (**Table 1**) โดยทำการเลี้ยงโคให้ได้รับอาหารทดลองเป็นระยะเวลานาน 42 วัน ทำการทดลองและเก็บข้อมูลเลี้ยงสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บันทึกปริมาณการกินอาหารของโคแต่ละตัวทุกวันโดยการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ในช่วงเช้าและบ่ายที่เวลา 07.00 น และ 16.30 น และทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือในรางอาหารของเวลาเช้าในวันถัดไปเป็นประจำทุกวัน ทำการชั่งน้ำหนักและสุ่มเก็บตัวอย่าง อาหารที่ให้กิน อาหารที่เหลือ ทุกๆ สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์ทางเคมีอาหาร ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), เถ้า (Ash), โปรตีนหยาบ (CP) ตามวิธีการของ AOAC (1990) ทำการวิเคราะห์เยื่อใย คือ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, ADF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, NDF), ลิกนิน (acid detergent fiber, ADL) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) เพื่อประเมินปริมาณการกินได้อาหารและปริมาณการกินได้โภชนะ ทำการชั่งน้ำหนักสัตว์ทุกๆ สองสัปดาห์ เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกาย ประเมินค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และนำค่าน้ำหนักตัวที่ได้มาทำการปรับปริมาณการให้อาหารสัตว์ทดลองในสัปดาห์ต่อไป สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดของสัตว์ทดลองทุกตัวในวันสุดท้ายของการทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0, 4 และ 8 หลังการให้อาหารในช่วงเช้า โดยทำการเก็บเลือดบริเวณเส้นเลือดดำที่ลำคอ (jugular vein) โดยปริมาตรประมาณ 8 มิลลิลิตร เลือดที่ได้นำมาปั่นเหวี่ยงใสที่ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนของใส (serum) เก็บรักษาในตู้แช่แข็ง (-20°ซ) เพื่อรอวิเคราะห์หาปริมาณยูเรียไนโตรเจน (blood urea nitrogen) และน้ำตาลกลูโคส (blood glucose) ในเลือด

นำข้อมูลทั้งหมดจากการทดลองเข้าประมวลผลและวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ ทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance) ด้วย PROC GLM โดยใช้น้ำหนักตัวเริ่มต้นก่อนเข้างานทดลองเป็นตัวปรับความแปรปรวนร่วม โดยใช้โปรแกรม SAS (SAS, 1996) และวิเคราะห์อิทธิพลของระดับปัจจัยและอิทธิพลร่วมของปัจจัยด้วย Orthogonal contrast คำนวณค่าเฉลี่ยของปัจจัยทดลองด้วยวิธี Least square means แล้วทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มด้วยวิธี Least significant difference โดยใช้โปรแกรม SAS (SAS, 1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปริมาณการกินได้

ผลของระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อปริมาณอาหารและโภชนะที่กินได้ในโคนมรุ่นพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเซี่ยน แสดงใน **Table 2** พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (dry matter) และปริมาณการกินได้อินทรียวัตถุ (organic matter) เพิ่มขึ้นตามปริมาณโภชนะโปรตีนที่การกินได้ ($P<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ อนันท์ และคณะ (2552ก) รายงานว่าระดับโภชนะโปรตีนที่กินได้เพิ่มขึ้นจาก 5.00, 6.99, 8.95 และ 10.62 gCP/kgW$^{0.75}$ มีผลทำให้โคเนื้อมีการกินได้อาหารเพิ่มขึ้นจาก 3.43, 4.98, 6.45 และ 7.66 กิโลกรัม/ตัว/วัน สอดคล้องกับ Hoffman et al. (2001) ที่รายงานว่าโคนมสาวจะมีปริมาณการกินได้วัตถุแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณโภชนะโปรตีนที่กินได้ และ Lammers and Heinrichs (2000) รายงานว่าโคนมสาวที่ได้รับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ในระดับที่มากกว่าที่แนะนำโดย NRC มีผลทำให้โคมีปริมาณการกินได้วัตถุแห้งเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ Bethard et al. (1997) รายงานว่าโคนมสาวที่มีการกินได้โภชนะโปรตีนไหลผ่าน (rumen-undegradable) ในระดับสูงร่วมกับพลังงานที่

Table 1 Ingredients and chemical composition of dietary treatments.

Item	Dietary treatment (CP - ME intake level)[1/]					
	L L	M L	H L	L H	M H	H H
Nutrient intake level						
Protein intake, gCP/kgW$^{0.75}$	6	10	14	6	10	14
Energy intake, kJ/kgW$^{0.75}$	792.45	792.45	792.45	884.92	884.92	884.92
Feed ingredients, %						
Dried whole sugar cane	52.75	55.24	57.73	37.72	40.11	42.70
Cassava chip	26.76	14.08	1.39	41.03	28.45	15.67
Soy bean meal	2.91	13.02	23.14	3.71	13.83	23.94
Urea	0.39	0.47	0.54	0.34	0.42	0.50
Rice bran	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Mineral mixed	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Limestone	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition, % on a DM basis						
DM	91.00	91.27	91.35	91.31	91.66	91.72
	% on a DM basis					
OM	82.97	83.30	82.23	83.53	82.94	82.52
CP	6.46	11.53	16.87	6.60	11.20	17.46
NDF	50.83	48.18	46.22	37.39	37.01	37.54
ADF	26.43	27.30	28.74	21.07	21.78	23.38
ADL	4.89	4.85	5.20	3.95	4.09	4.21
ME, MJ/kg (calculate)	9.85	9.85	9.86	10.37	10.38	10.38

[1/] Dietary treatment (CP - ME intake level); (LL) low CP low ME; (ML) medium CP low ME; (HL) high CP low ME; (LH) low CP high ME; (MH) medium CP high ME; (HH) high CP high ME. CP, crude protein; ME, metabolizable energy; DM, dry matter; OM, organic matter; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; ADL, acid detergent lignin.

กินได้ในระดับสูงมีผลต่อการเพิ่มปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง โดย Gabler and Heinrichs (2003a) รายงานว่าถ้าสัดส่วนของโภชนะโปรตีนต่อพลังงาน (CP:ME) ในสูตรอาหารที่โคนมสาวได้รับ มีสัดส่วนที่สูง มีผลทำให้โคมีปริมาณการกินได้เพิ่มสูงขึ้นแบบ quadratic นอกจากนี้แล้วข้อมูลที่ได้ยังชี้ให้เห็นได้ว่าสูตรอาหารที่มีพลังงานสูงจะมีสัดส่วนของต้นอ้อยในปริมาณที่ต่ำ และมีสัดส่วนของเยื่อใยในสูตรอาหารที่ต่ำ มีผลทำให้ปริมาณการกินได้เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) และปริมาณการกินได้เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ลดต่ำลง ($P<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับ Broderick (2003) ที่รายงานว่าการเพิ่มระดับพลังงานที่กินได้จะต้องลดปริมาณของอาหารหยาบลง มีผลทำให้โคมีปริมาณการกินได้อาหารเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของอิทธิพลร่วม (interaction effect) ระหว่างระดับปริมาณโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อปริมาณการกินได้ ($P>0.05$) โดยที่ อนันท์ และคณะ (2552ข) รายงานว่าระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อปริมาณการกินได้ของโคเนื้อ โดยระดับที่สูงของทั้งโภชนะโปรตีน (15 gCP/kgW$^{0.75}$) และพลังงานที่กินได้ (1007 kJ ME/kgW$^{0.75}$) มีผลทำให้โคเนื้อมีการกินได้อาหารเพิ่มสูงขึ้น

Table 2 Effect of dietary CP and ME level on nutrients intake, growth and blood metabolite in growing Holstein crossbred dairy cattle.

Item	Dietary treatment (CP - ME intake level)[1/]						SE	P-value	Effect[2/]		
	LL	ML	HL	LH	MH	HH			CP	ME	CP*ME
Animals, head	*n* = 4	*n* = 4	*n* = 4	*n* = 4	*n* = 4	*n* = 4		*n* = 4	*n* = 8	*n* = 12	*n* = 4
Feed Intake, kgDM/h/d	3.38bc	3.49b	3.59b	3.12c	4.02a	3.55b	0.04	<0.01	<0.01	NS	NS
Nutrients Intake											
OM, kg/h/d	2.78bc	2.90b	2.96b	2.60c	3.35a	2.93b	0.04	<0.01	<0.01	NS	NS
CP, g/h/d	256.90d	411.18c	604.24a	221.34d	452.64b	629.95a	5.45	<0.01	<0.01	NS	NS
CP, %	7.57c	11.80b	16.90a	7.11c	11.20b	17.75a	0.13	<0.01	<0.01	NS	NS
ME, MJ/h/d	34.20b	34.46bc	35.36bc	32.97b	41.83a	37.02b	0.41	<0.01	<0.01	<0.01	NS
NDF, kg/h/d	1.58a	1.65a	1.66a	1.06c	1.49a	1.31b	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	NS
ADF, kg/h/d	0.76c	0.93ab	1.03a	0.57d	0.88bc	0.81c	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	NS
Intake per $kgBW^{0.75}$											
DM, $g/kgBW^{0.75}/h/d$	75.81b	83.76a	86.13a	76.74b	86.87a	85.13a	0.89	<0.01	<0.01	NS	NS
OM, $g/kgBW^{0.75}/h/d$	62.35b	69.64ab	71.07a	62.35b	72.21a	70.20a	0.77	<0.01	<0.01	NS	NS
CP, $g/kgBW^{0.75}/h/d$	5.75d	9.89c	14.53b	5.46d	9.73c	15.07a	0.07	<0.01	<0.01	NS	<0.05
ME, $kJ/kgBW^{0.75}/h/d$	766.18d	828.37bcd	849.52abc	811.81cd	901.85a	886.75ab	8.53	<0.01	<0.01	<0.01	NS
Growth performance											
Initial weight, kg	156.85	136.85	137.6	136.48	159.73	137.1		-	-	-	-
Final weight, kg	168.25b	161.08c	159.75c	146.20d	189.50a	162.37bc	0.81	<0.01	<0.01	NS	NS
Average weight, kg	162.55b	148.96c	148.68c	141.34d	174.61a	149.74c	0.40	<0.01	<0.01	NS	NS
Weight gain, kg	11.40c	24.23ab	22.15b	9.73c	29.78a	25.28ab	0.81	<0.01	<0.01	NS	NS
Day feeding, day	42	42	42	42	42	42		-	-	-	-
ADG, g/d	242.50c	532.53b	531.80b	235.78c	710.35a	595.18ab	19.60	<0.01	<0.01	NS	NS
Blood urea nitrogen, mg%											
0 hr-post feeding	5.83cd	11.00b	17.20a	3.45d	7.05c	17.75a	0.46	<0.01	<0.01	0.05	0.17
4	5.00de	11.13c	18.27b	2.35e	6.15d	22.07a	0.31	<0.01	<0.01	0.31	0.10
8	5.40cd	9.03bc	14.00b	3.40d	7.48cd	22.25a	0.63	<0.01	<0.01	0.52	<0.01
Average	5.44d	10.32c	16.33b	3.16e	7.04d	20.56a	0.30	<0.01	<0.01	0.46	<0.01
Blood glucose, mg%											
0 hr-post feeding	63.25	70.33	70.50	64.25	67.67	70.25	1.23	0.32	0.11	0.54	0.59
4	63.33b	74.33a	75.00a	64.25b	70.67ab	76.67a	1.13	0.03	<0.01	0.63	0.78
8	63.75	68.00	71.00	68.50	70.25	69.00	1.40	0.74	0.51	0.56	0.62
Average	63.45c	70.60ab	72.17a	65.67bc	69.60ab	71.54a	0.68	<0.01	<0.01	0.89	0.44

SE, Standard errors; CP, crude protein; ME, metabolizable energy; DM, dry matter; OM, organic matter; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; ADG, average daily gain.

[1/] Dietary treatment (CP - ME intake level); (LL) low CP low ME; (ML) medium CP low ME; (HL) high CP low ME; (LH) low CP high ME; (MH) medium CP high ME; (HH) high CP high ME.

[2/] Effect; CP, effect of CP intake level; ME, effect of ME intake level; CP*ME, effect of CP x ME intake level interaction.

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวและสมรรถนะการเจริญเติบโต

ผลของระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) ในโคนมรุ่นพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเชี่ยน (**Table 2**) โดยข้อมูลที่ได้ถูกปรับความแปรปรวนร่วมจากค่าน้ำหนักตัวเริ่มต้นก่อนทดลองแล้ว พบว่า ระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อ น้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Lammers and Heinrichs (2000) ที่รายงานว่าระดับของสัดส่วนโภชนะโปรตีนและพลังงาน (CP:ME) ไม่มีผลต่อค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน จากข้อมูลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นได้ว่า โภชนะโปรตีนที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า น้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ($P<0.01$) โดยพบว่าโคที่ได้รับสูตรอาหารแบบ MH คือมีโปรตีนระดับกลาง (10 gCP/kgW$^{0.75}$) และพลังงานระดับสูง (885 kJ ME/kgW$^{0.75}$) จะมีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมากที่สุดเท่ากับ 29.78 กิโลกรัม/ตัว และ 710.35 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบ HH คือมีโปรตีนระดับกลาง (14 gCP/kgW$^{0.75}$) และพลังงานระดับสูง (885 kJ ME/kgW$^{0.75}$) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากระดับโปรตีนที่สูงเกินความต้องการ ทำให้ร่างกายโคต้องใช้พลังงานในการกำจัดโปรตีนส่วนเกินส่งผลทำให้มีการสูญเสียพลังงานและการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมจากการศึกษาทดลองของ อนันท์ และคณะ (2552ก) ได้รายงานว่าระดับโภชนะโปรตีนที่กินได้เพิ่มขึ้นจาก 5.00, 6.99, 8.95 และ 10.62 gCP/kgW$^{0.75}$ มีผลทำให้โคเนื้อมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นจาก 465, 876, 1399 และ 1574 กรัม/ตัว/วัน สอดคล้องกับการทดลองของ Brown et al. (2005) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ สามารถเพิ่มอัตราการเจริญของลูกโคนมที่อายุ 2 ถึง 14 สัปดาห์ และช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงลูกโคได้ เช่นเดียวกันกับ Pirlo et al. (1997) รายงานว่าโคนมสาวที่ได้รับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ในระดับที่มากกว่า (110 %) ที่แนะนำโดย NRC สามารถปรับปรุงเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นได้จาก 608.1 เป็น 847.6 กรัม/ตัว/วัน สอดคล้องกับการทดลองของ Lammers and Heinrichs (2000) รายงานว่าโคนมสาวที่ได้รับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ในระดับที่มากกว่าที่แนะนำโดย NRC (อัตราส่วน CP:ME จาก 50:1 เป็น 61.2:1 g/Mcal) มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้น 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Schroeder and Titgemeyer (2008) ได้สรุปว่าระดับของพลังงานที่โคกินได้จะมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์โปรตีนและการสะสมโปรตีนในการเจริญเติบโตของโคได้ ซึ่งสอดคล้องกับ อนันท์ และคณะ (2552ข) รายงานว่าระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อค่าอัตราการเจริญเติบเฉลี่ยต่อวันของโคเนื้อ โดยระดับที่สูงของทั้งโภชนะโปรตีน (15 gCP/kgW$^{0.75}$) และพลังงานที่กินได้ (1007 kJ ME/kgW$^{0.75}$) มีผลทำให้โคเนื้อมีค่าอัตราการเจริญเติบเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุด

ค่าชีวเคมีในเลือด

ผลของระดับโภชนะโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีในเลือด ได้แก่ ยูเรียไนโตรเจนและกลูโคสในกระแสเลือดของโคนมรุ่นพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเชี่ยน แสดงใน **Table 2** พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างระดับปริมาณโปรตีนและพลังงานที่กินได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด ณ ที่ 8 ชั่วโมงหลังการให้อาหารเช้า และมีผลต่อค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดเฉลี่ยตลอดทั้งวัน ($P<0.01$) โดยโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนและพลังงานสูงจะมีค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดสูงที่สุด อาจเป็นผลมาจากอาหารที่โคกินได้ถูกย่อยสลายเป็นไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียในกรเพาะหมักได้สูงและถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเปลี่ยนไปเป็นยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด Gabler and Heinrichs (2003b) รายงานว่า

ปริมาณของแอมโมเนียในกรเพาะหมักและค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อโคมีการกินได้โปรตีนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกับการศึกษาของ พีรพจน์ (2547) ได้รายงานค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดของโคนมรุ่นลูกผสม 87.5 เปอร์เซนต์ น้ำหนักเฉลี่ย 185.41 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารข้นระดับโปรตีน 17.14 %CP ร่วมกับการกินฟางข้าวแบบเต็มที่มีค่าเฉลี่ย 8.10 ถึง 8.42 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ Kawashima et al. (2000) ที่ใช้ลำต้นอ้อย (sugar cane stall) เป็นอาหารหยาบเลี้ยงโครีดนม วัดปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ย 11.7 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในการศึกษาครั้งนี้โคนมรุ่นที่ได้รับต้นอ้อยตากแห้งเป็นอาหารหยาบหลักมีค่าปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดเฉลี่ยอยู่ในช่วงปกติระหว่าง 5.44 ถึง 20.56 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ผลของระดับปริมาณโภชนะโปรตีนที่กินได้เพิ่มสูงขึ้นมีผลต่อค่าน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด ณ ที่ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารเช้า และมีผลต่อค่ากลูโคสในกระแสเลือดเฉลี่ยตลอดทั้งวันเพิ่มสูงขึ้น ($P<0.01$) อาจเป็นผลมาจากจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนที่โคกินได้เพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้สามารถย่อยสลายอาหารที่โคกินได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นกรดไขมันที่ระเหยง่ายมากขึ้น และถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดส่งไปที่ตับเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ละลายในกระแสเลือดได้มากขึ้น โดยโคนมรุ่นที่ได้รับต้นอ้อยตากแห้งเป็นอาหารหยาบหลักในการศึกษาครั้งนี้มีค่าปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดเฉลี่ยอยู่ในช่วงปกติระหว่าง 63.45 ถึง 72.17 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสอดคล้องใกล้เคียงกับ พีรพจน์ (2547) ที่ให้อาหารข้นระดับโปรตีน 17.14 %CP ร่วมกับการกินฟางข้าวแบบเต็มที่เลี้ยงโคนมรุ่นลูกผสมวัดค่าปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 72.75 ถึง 75.45 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และ Kawashima et al. (2000) ที่ใช้ลำต้นอ้อยเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโครีดนมวัดค่าปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ย 74.4 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของระดับพลังงานที่กินได้และอิทธิพลร่วมระหว่างระดับโปรตีนและพลังงานที่กินได้ต่อค่าชีวเคมีในเลือดทั้งปริมาณยูเรียไนโตรเจนและน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด ($P>0.05$)

สรุป

จากผลการทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าการใช้ต้นอ้อยที่เตรียมโดยการตากแห้ง สามารถใช้เป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงโคนมพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเชี่ยนระยะรุ่นได้ การเพิ่มปริมาณการกินได้โภชนะโปรตีนสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าชีวเคมีในเลือด ได้แก่ ยูเรียไนโตรเจนและกลูโคสในกระแสเลือด การจัดสูตรอาหารให้มีความสมดุลย์และมีโภชนะที่เหมาะสมคือ มีโปรตีนระดับกลาง (10 gCP/kgW$^{0.75}$) และพลังงานระดับสูง (885 kJ ME/kgW$^{0.75}$) มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมากที่สุดเท่ากับ 710.35 กรัม/ตัว/วัน นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้เพื่อประเมินค่าความต้องการโภชนะโปรตีนและพลังงานของโคนมรุ่นพันธุ์ลูกผสมโฮสไตล์ฟรีเชี่ยนระยะรุ่นในสภาพการเลี้ยงเขตร้อนของประเทศไทยต่อไปได้

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี 2548 และ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนวิจัยและให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัยทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤตพล สมมาตย์ และ คณิน บรรณกิจ. 2547ก. การใช้ต้นอ้อยหมักเพื่อเป็นพืชอาหารสัตว์ในสูตรอาหารโคสาว. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง วิจัยและพัฒนาการใช้ต้นอ้อย-มันสำปะหลังผลพลอยได้เป็นอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

กฤตพล สมมาตย์ และ คณิน บรรณกิจ. 2547ข. การใช้ต้นอ้อยหมักเพื่อเป็นพืชอาหารสัตว์ในสูตรอาหารโครีดนม. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง วิจัยและพัฒนาการใช้ต้นอ้อย-มันสำปะหลังผลพลอยได้เป็นอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พีรพจน์ นิติพจน์. 2547. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารพลังงานทดแทนมันสำปะหลังเส้นในสูตรอาหารข้นต่อกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก ความสามารถในการย่อยได้ และการเจริญเติบโตในโคนมรุ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อนันท์ เชาว์เครือ. 2547. ความต้องการโภชนะโปรตีนของโคไทย. ปัญหาพิเศษทางสัตวศาสตร์ระดับปริญญาเอก. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อนันท์ เชาว์เครือ Takehiro Nishida วิโรจน์ ภัทรจินดา และ กฤตพล สมมาตย์. 2552 ก. ความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตในโคเนื้อพันธุ์บราห์มัน.น. 76-78. ใน: การประชุมสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2552. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อนันท์ เชาว์เครือ Takehiro Nishida วิโรจน์ ภัทรจินดา และ กฤตพล สมมาตย์. 2552 ข. ความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตในโคเนื้อพันธุ์บราห์มันที่ได้รับระดับโปรตีนและพลังงานที่กินได้แตกต่างกัน. น. 200-202. ใน:การประชุมสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2552. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ARC. 1965. The Nutrient Requirements of Farm Livestock. No. 2. Ruminants. Agric. Res. Counc., London, UK.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, Vol.1, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Bethard, G. L., R. E. James, and M. L. McGilliard. 1997. Effect of Rumen-Undegradable Protein and Energy on Growth and Feed Efficiency of Growing Holstein Heifers. J. Dairy Sci. 80:2149-2155.

Broderick, G. A. 2003. Effects of Varying Dietary Protein and Energy Levels on the Production of Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 86:1370-1381.

Brown, E. G., M.J. VandeHaar, K. M. Daniels, J. S. Liesman, L. T. Chapin, D. H. Keisler, and M. S. Weber Nielsen. 2005. Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. J. Dairy Sci. 88:585-594.

Gabler, M. T., and A. J. Heinrichs. 2003a. Dietary protein to metabolizable energy ratios on feed efficiency and structural growth of prepubertal Holstein heifers. J. Dairy Sci. 86:268-274.

Gabler, M. T., and A. J. Heinrichs. 2003b. Effects of increasing dietary protein on nutrient utilization in heifers. J. Dairy Sci. 86:2170-2177.

Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses. ARS Agric. Handbook No. 379. USDA, Washington, DC.

Hoffman, P. C., N. M. Esser, L. M. Bauman, S. L. Denzine, M. Engstrom and H. Chester-Jones. 2001. Short communication: Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance heifers. J. Dairy Sci. 84: 843-847.

Kawashima, T., W. Sumamal, P. Pholsen, R. Chaithiang, W. Boonpakdee, and F. Terada. 2000. Comparison of energy and protein requirements for maintenance among Brahman cattle, swamp buffalo and Thai native cattle. P. 156-168 In : Improvement of cattle production with locally available feed resources in Northeast Thailand. T. Kawashima, ed. Phratammakun Press, Khon Kaen, Thailand.

Lammers, B. P. and A. J. Heinrichs. 2000. The Response of Altering the Ratio of Dietary Protein to Energy on Growth, Feed Efficiency, and Mammary Development in Rapidly Growing Prepubertal Heifers. J. Dairy Sci. 83:977-983.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. Natl. Res. Counc., Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Pirlo, G., M. Capelletti, and G. Marchetto. 1997. Effects of Energy and Protein Allowances in the Diets of Prepubertal Heifers on Growth and Milk Production. J. Dairy Sci. 80:730-739.

SAS. 1996. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12th ed. SAS Institute Inc.Cary, NC.

Schroeder, G. F., and E. C. Titgemeyer. 2008. Interaction between protein and energy supply on protein utilization in growing cattle: A review. Livest. Sci. 114:1-10.

Sommart, K., K. Bunnakit and P. Nitipot. 2005. Feed evaluation of sugarcane aeril parts using an in vitro gas production technique. P. 36-47 In : Proc. Integrating Livestock-Crop Systems to Meet the Challenges of Globalisation, Volume 1. P. Rowlinson, C. Wachirapakorn, P. Pakdee and M. Wanapat., ed. AHAT/BSAS, Khon Kaen, Thailand.