

ผลของแหล่งอาหารพลังงานในสูตรอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ รูปแบบกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก ความสามารถในการย่อย ได้ และอัตราการไหลผ่านของอาหารในโคเนื้อ

Effects of Energy Feed Source in Concentrate on Voluntary Feed intake, Ruminal Fermentation, Digestibility and Rate of Passage in Beef Cattle

เวียงสกุล นาประเสริฐ (Viengsakoun Napasirth)*

ดร. กฤตพล สมมาตย์ (Dr. Kritapon Sommart)**

ดร. สุรเดช พลเสน (Dr. Suradej Pholsen)***

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์แหล่งอาหารพลังงาน และผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังในโคเนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1) ศึกษาคุณค่าทางโภชนา และจุลศาสตร์การย่อยสลายในหลอดทดลอง (in vitro gas production) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทดสอบอาหาร 4 สูตรที่มีสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง อัตราร้อยละ 26 ในสูตรอาหารสำเร็จ พบว่า อาหารทั้ง 4 สูตร มีอัตราการผลิตแก๊สแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) โดยสูตรมันเส้นมีค่าเท่ากับ 0.034, ข้าวโพดบด 0.023, เปลือกมันสำปะหลัง 0.029 และ กากมันสำปะหลัง 0.027 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ความสามารถในการย่อยได้ในหลอดทดลองของวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุ ณ ชั่วโมงที่ 12 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ ณ ชั่วโมงที่ 24 พบว่า แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) โดยการย่อยได้ของวัตถุดิบก็พบว่ามีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) ในสูตรมันสำปะหลังเส้นมีค่าเท่ากับ 50.20, ข้าวโพดบด 37.25, เปลือกมันสำปะหลัง 42.50 และกากมันสำปะหลัง 42.74 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ มีค่าเท่ากับ 52.25, 38.80, 44.45 และ 44.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองที่ 2) ศึกษาผลของแหล่งอาหารพลังงานโดยใช้มันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง สัดส่วนร้อยละ 50 ในสูตรอาหารข้น ใช้ร่วมกับฟางข้าว เป็นอาหารหยาบโดยให้กินแบบเต็มที ในโคเนื้อพันธุ์บราห์มันเพศเมียสาว อายุ 1.5 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 160.4 ± 9.3 กิโลกรัม ใช้แผนการทดลองแบบ 4×4 ละตินสแควร์ พบว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของวัตถุดิบ และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัวเมทาโบลิคต่อวัน ในโคที่ได้รับกากมันสำปะหลังมีค่าสูงสุดโดยแตกต่าง

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง ผลพลอยได้จากมันสำปะหลัง อาหารสัตว์ โคเนื้อ

Key Words : cassava, cassava by-product, feed, beef cattle

* มหาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จากมันสำปะหลังเส้น ($p < 0.05$) แต่ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ รูปแบบ และผลผลิตสุดท้ายจากการกระบวนการหมัก ค่าชีวเคมีทางกระแสเลือด อัตราการเจริญเฉลี่ยเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการไหลผ่านของของเหลวในกระเพาะหมัก และอัตราการไหลผ่านของของแข็งในทางเดินอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้เปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังจากผลพลอยได้อุตสาหกรรมแป้งมันทดแทนแหล่งอาหารพลังงานได้ในสูตรอาหารชั้นของโคนอโดยไม่มีผลเสียต่อตัวสัตว์

ABSTRACT

The objective of this studies focused on the utilization of energy feed sources and cassava starch industry by-product in beef cattle. In experiment I, a study was conducted to determine nutritive value by in vitro gas production technique in a complete randomize design (CRD). There were 4 treatments (cassava chip, corn meal, cassava peel and cassava pulp 26 % of each in total mixed ration, TMR) with 4 replications. It was found that the rate of gas production (c) were significantly different among treatments (cassava chip 0.034, corn meal 0.023, cassava peel 0.029 and cassava pulp 0.026 %/hr, $p < 0.01$), *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and in vitro organic matter digestibility (IVOMD) at 12 hr post incubation were not significantly different ($p > 0.05$), but IVDMD and IVOMD at 24 hr post incubation were significantly different among treatments (IVDMD of cassava chip 50.20, corn meal 37.25, cassava peel 42.50 and cassava pulp 42.74 %, and IVOMD 52.25, 38.80, 44.45 and 44.20 % respectively; $p < 0.01$). In experiment II, a study was conducted with four 1.5 year-old crossbred Brahman cattle with an average initial body weight of 160.4 ± 9.3 kg according to 4x4 Latin square design. The animals were randomized to received one of 4 dietary treatments (cassava chip, corn meal, cassava peel and cassava pulp, 50 % of each in concentrate) and fed ad libitum of rice straw as roughage source. It was shown that voluntary feed intake of dry matter and metabolic weight of animal offered ration containing cassava pulp was higher than the ration containing cassava chip ($p < 0.05$). However, nutrients digestibility, ruminal fermentation end-products, blood metabolites, rate of passage, and average daily gain were not significantly different ($p > 0.05$). It is, therefore, concluded that rate of gas production differed between energy feed sources. Cassava starch industry by-product can be fed as energy feed source in beef cattle.

คำนำ

มันสำปะหลัง (Cassava or Tapioca, *Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ประเทศไทยสามารถผลิตหัวมันสำปะหลังได้ไม่น้อยกว่า 16 ล้านตัน (FAOSTAT, 2003) และเป็นผู้ส่งออกมันเส้น-มันอัดเม็ดรายใหญ่ที่สุดของตลาดโลก (FAOGIEWS, 2004) ปัจจุบันมีปัญหา มันสำปะหลังล้นตลาดโลก การสั่งซื้อลดลงทั้งมันเส้นและมันอัดเม็ดจึงทำให้มีการนำมันสำปะหลังเข้าสู่อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันเพิ่มสูงขึ้น ในขั้นตอนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง มีผลพลอยได้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ทั้งปริมาณ และคุณค่าทางโภชนา (พีรพจน์ และกฤตพล, 2546; พีรพจน์ และคณะ, 2547; กฤตพล และคณะ, 2547) ผลพลอยได้ที่มีศักยภาพทางอาหารสูงคือ เปลือกมันสำปะหลัง (cassava peel) และกากมันสำปะหลัง (cassava pulp) (กฤตพล และคณะ 2547) โดยในปี พ.ศ. 2546 คาดว่ามีประมาณ 4.8 และ 9.6 หมื่นตัน ของผลิตภัณฑ์แป้งมันส่งออกทั้งหมดตามลำดับ

เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเปล่าและ ก่อมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ของผลพลอยได้ดังกล่าวงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังเส้น (cassava chip) และข้าวโพดบด (corn meal) เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารพลังงานสำหรับโคเนื้อ

อุปกรณ์วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 2 การทดลองคือ

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาและจลศาสตร์การย่อยสลายของสัดส่วนอาหารผสมสำเร็จ (Total mixed ration; TMR) ในห้องปฏิบัติการโดยวิธี in vitro gas production technique ใช้แผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 4 สูตรอาหาร

ทำ 4 ซ้ำ ดังแสดงใน Table 1 การสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (Ash) และ โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีการของ AOAC (1984) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) และ ลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) ส่วนที่สองนำไปศึกษาคุณค่าทางโภชนา หาปริมาณแก๊ส หารูปแบบการผลิตแก๊ส (gas production characteristic) จลศาสตร์การผลิตแก๊ส (kinetic) และความสามารถในการย่อยได้ โดยใช้วิธีการของ Markkar et al. (1995, cited after Sommart, 1998)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของแหล่งอาหารพลังงานในสูตรอาหารชั้นต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนา รูปแบบและผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก ค่าชีวเคมีในกระแสเลือด อัตราการไหลผ่านของอาหารในระบบทางเดินอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของโคเนื้อ

สัตว์ทดลองใช้โคพันธุ์บราห์มันเพศเมียจำนวน 4 ตัว อายุเฉลี่ย 1.5 ปี มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 160(9.3 กิโลกรัม ทำการถ่ายพยาธิ และฉีดวิตามิน AD3E ก่อนการทดลองหนึ่งสัปดาห์ และปรับสัตว์ก่อนเข้าการทดลอง 2 สัปดาห์ สัตว์แต่ละตัวถูกขังแยกในคอกเดี่ยว มีน้ำสะอาดให้ดื่มตลอดเวลา ใช้สูตรอาหารเป็น treatment จำนวน 4 สูตรอาหาร (table 4)

T1 = มันสำปะหลังเส้น 50 เปอร์เซ็นต์

T2 = ข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์

T3 = เปลือกมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์

T4 = กากมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์

ทำ 4 ช่วงการทดลอง (period) ใช้แผนการ

ทดลองแบบ 4x4 Latin square โคแต่ละตัวให้อาหาร
ชั้นปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ร่วมกับ
ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบให้กินแบบเต็มที่
(ad libitum) วันละ 2 เวลา คือ 7.00 น. และ 17.00 น.

บันทึกปริมาณการอาหารที่ให้และที่เหลือของ
สัตว์แต่ละตัวในเวลา 7.00 น. ทุกเช้าเพื่อนำไป
คำนวณปริมาณการกินได้ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร เพื่อ
นำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีตามวิธีการ
เช่นเดียวกับงานทดลองที่ 1

ศึกษาอัตราการไหลผ่านของของแข็ง โดยใช้
chromium mordanted fiber ตามวิธีการของ Hart
and Wanapat (1992) และวัดอัตราการไหลผ่าน
ของส่วนของเหลว (Liquid phase) โดยโคทุกตัว
จะได้รับ Cr-EDTA ปริมาณ 200 มิลลิกรัม ฉีดเข้า
ทางกระเพาะหมักโดยตรง เพื่อการวัดอัตราการไหล
ผ่านของของเหลวโดยวิธีการของ Galyean (1989)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

องค์ประกอบทางเคมี ของสูตรอาหารผสมสำเร็จ

วัตถุดิบ (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีน
(CP) และเถ้า (ash) ของแต่ละสูตรอาหารไม่มี
ความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่สูตรอาหารที่ใช้
เปลือกมันสำปะหลังประกอบมีเยื่อใย NDF สูงกว่า
สูตรอาหารอื่นๆ งานนี้สอดคล้องกับการรายงาน
ของ ฟิรพจน์ และคณะ (2547); เวียงสกุล และ
กฤตพล (2546) ที่พบว่า ปริมาณเยื่อใย NDF
ของเปลือกมันสำปะหลังมีค่าสูงกว่ากากมันสำปะหลัง
ข้าวโพดบด และมันสำปะหลังโดยมีค่าระหว่าง 29.27-
30.12, 25.58-25.65, 10.49-10.50 และ
8.83-12.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 1 Feed formulation of dietary treatments

Ingredients	Total Mixed Ration Formulation (TMR), %			
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4
Cassava chip	26.00	0.00	0.00	0.00
Corn meal	0.00	26.00	0.00	0.00
Cassava peel	0.00	0.00	26.00	0.00
Cassava pulp	0.00	0.00	0.00	26.00
Rice bran	10.66	10.66	10.66	10.66
Soybean meal	12.22	12.22	12.22	12.22
Urea	0.70	0.16	0.57	0.70
Molasses	1.56	1.56	1.56	1.56
Lime stone	0.34	0.62	0.42	0.34
Mixes mineral	0.52	0.78	0.57	0.52
Rice straw	48.00	48.00	48.00	48.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Table 2 Chemical composition

	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4
DM (%)	91.36	92.21	92.92	92.39
	— — — — — % of DM — — — — —			
OM (%)	92.93	92.94	92.26	91.76
CP (%)	12.54	12.52	12.10	12.07
NDF (%)	43.37	45.81	49.48	47.10
ADF (%)	26.66	25.81	22.22	28.03
ADL (%)	5.12	4.06	4.66	5.14
Ash (%)	7.07	7.06	7.74	8.24

รูปแบบการผลิตแก๊ส จลศาสตร์การผลิตแก๊ส

ค่าปริมาณการผลิตแก๊สของแต่ละสูตรอาหาร ณ ชั่วโมงที่ 0 หลังการบ่ม (a) และปริมาณผลผลิตแก๊ส (b) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่อัตราการผลิตแก๊ส (c) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยอัตราการผลิตแก๊สของสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ เปลือกมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง และข้าวโพดบด โดยมีค่าเท่ากับ 0.034, 0.029, 0.026 และ 0.023 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งให้เห็นว่า ส่วนประกอบแหล่งพลังงานทั้งสี่ชนิดในสูตรอาหาร มีอัตราการย่อยสลายได้แตกต่างกัน ตัวชี้วัดที่สำคัญบ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์ในด้านศักยภาพ และปริมาณอาหารที่ถูกย่อยทั้งหมดโดยจุลินทรีย์คือ ปริมาณผลผลิตแก๊ส (b) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ของอาหารแต่ละสูตร โดยสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง มีค่าเท่ากับ 143.84, 129.58, 127.21 และ 140.24 มิลลิลิตร (Table 3) ซึ่งให้เห็นได้ว่าการย่อยอาหาร

โดยจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณแก๊ส
สะสม และอัตราความเร็วของการหมัก

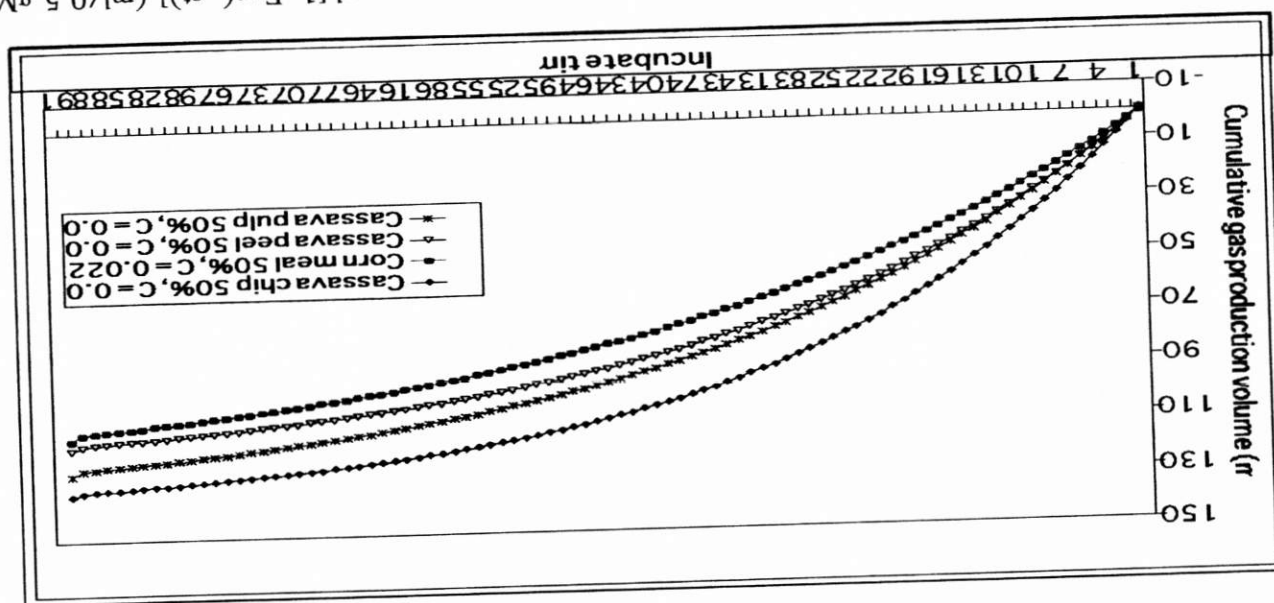
ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง และอินทรีย์วัตถุ ณ ชั่วโมงที่ 12 ในแต่ละสูตรอาหาร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 3) แต่ ณ เวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยสูตรอาหารมันสำปะหลังเส้นมีการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งสูงสุด รองลงมา คือ กากมันสำปะหลังเส้น เปลือกมันสำปะหลัง และ ข้าวโพด (50.20, 42.74, 42.50 และ 37.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ส่วนความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ ณ ชั่วโมงที่ 24 สูตรมันสำปะหลังเส้น กากมันสำปะหลัง เปลือกมันสำปะหลัง และข้าวโพดบด มีค่าเท่ากับ 52.25, 44.20, 44.45 และ 38.80 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานทดลองของ พิรพจน์ และกฤตพล (2546) ที่ทำการประเมินคุณค่าของวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วยวิธี *in vitro* gas production technique พบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ ของมันสำปะหลังเส้นมีแนวโน้มสูงกว่าข้าวโพดบด (96.18 และ 94.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

Table 3 Effect of energy feed sources in total mixed ration (TMR) on gas production characteristic, kinetic of digestion and digestibility in in vitro gas production technique

Items	TMR					SEM
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4	P-value	
a (ml)	-5.02	-2.17	-3.03	-3.52	0.30	1.01
b (ml/0.5 gDM substrate)	143.84	129.58	127.21	140.24	0.22	6.24
c (%/hr.)	0.034 a	0.023 c	0.029 b	0.027 b	0.0001	0.0009
In vitro digestibility (%)						
IVDMD	43.98	37.73	40.66	38.31	0.43	2.86
12 hr.						
24 hr.	50.20 a	37.25 c	42.50 b	42.74 b	0.0001	0.68
IVOMD	41.54	34.26	38.03	35.29	0.37	3.04
12 hr.						
24 hr.	52.25 a	38.80 c	44.45 b	44.20 b	0.0001	0.76

^{a, b, c} Means within a row with different superscripts are different at $P < 0.05$, a=Intercept, b=Volume of gas production, c=Rate of gas production, IVDMD=in vitro dry matter digestibility and IVOMD=in vitro organic matter digestibility

Figure 1 Cumulative predicted gas production of dietary treatments $y=a+b[1-\text{Exp}(-ct)]$ (ml/0.5 gM substrate)



การทดลองที่ 2

ปริมาณการกินได้

ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาดต่อน้ำหนักเมทาบอлик พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง มีค่าเท่ากับ 41.45, 44.43 43.17 และ 45.24 g/kgW^{0.75}/d (Table 6) ส่วนการกินได้รวมทั้งหมดต่อน้ำหนักเมทาบอликพบว่า กากมันสำปะหลัง (T4) มีค่าสูงกว่า มันสำปะหลังเส้น (T1) ($p<0.05$) สาเหตุที่โคเนื้อมีการกินได้ของกากมันสำปะหลังสูงสุด อาจเนื่องมาจากกากมันสำปะหลังมีอนุภาคขนาดเล็ก ทำให้อาหารไม่ถูกอัดแน่นในกระเพาะหมัก และมีพื้นที่ยึดเกาะสำหรับจุลินทรีย์ ซึ่งอาจช่วยให้สามารถ

เข้าย่อยสลายได้เร็วขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณการกินได้มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการย่อยได้ (West et al., 1998) ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ กฤตพล และคณะ (2547) ที่ได้รายงานไว้ว่า สามารถใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมแป้งมัน ได้แก่ กากมันสำปะหลัง และเปลือกมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารโคเนื้อลูกผสมร่วมกับ ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ของอาหารหยาด และมีแนวโน้มว่าปริมาณการกินได้เพิ่มสูงขึ้นในสูตรอาหารที่มี 50 เปอร์เซ็นต์ ของกากมันสำปะหลัง รองลงมาคือ มันสำปะหลังเส้น และเปลือกมันสำปะหลัง (2.01, 1.97 และ 1.90 กิโลกรัมวัตถุดิบแห้งต่อวัน ตามลำดับ)

Table 4 Feed formulations of dietary treatment

Items	Dietary treatment			
	T1	T2	T3	T4
Cassava chip	50.00	0.00	0.00	0.00
Corn meal	0.00	50.00	0.00	0.00
Cassava peel	0.00	0.00	50.00	0.00
Cassava pulp	0.00	0.00	00.00	50.00
Rice bran	20.50	20.50	20.50	20.50
Soybean meal	23.50	23.50	23.50	23.50
Urea	1.35	0.30	1.10	1.35
Molasses	3.00	3.00	3.00	3.00
Lime stone	0.65	1.20	0.80	0.65
Mixed mineral	1.00	1.50	1.10	1.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Price ¹ (bath/kg)	5.46	6.41	4.03	4.83

1 At May, 2003

Table 5 Chemical composition of dietary treatments and rice straw

Chemical composition	Dietary treatments				Rice straw
	T1	T2	T3	T4	
DM (%)	85.13	89.25	88.40	86.56	86.33
-----% of DM-----					
OM (%)	93.37	92.69	92.15	91.38	92.07
CP (%)	17.33	17.97	17.79	17.71	3.77
NDF (%)	14.89	16.80	21.12	19.17	81.96
ADF (%)	7.08	5.54	13.41	14.31	50.90
ADL (%)	3.90	1.50	7.62	6.05	9.70
Ash (%)	6.63	7.31	7.85	8.63	7.93

ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ

การประเมินความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะพบว่า สูตรอาหารที่มีกากมันสำปะหลังมีแนวโน้มการย่อยได้ของโภชนะสูงกว่าสูตรอาหารอื่น (Table 6) แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย NDF และ ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กฤตพล (2540) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการย่อยได้ของมันสำปะหลังพบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของมันสำปะหลังเส้นตลอดระบบทางเดินอาหารของสัตว์มีสูงถึง 98-100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่า อนุภาคของกากมันสำปะหลังมีขนาดเล็กช่วยให้ จุลินทรีย์มีพื้นที่เข้ายึดเกาะกับชิ้นส่วนอาหารได้มากขึ้น (Reverdin, 2000)

รูปแบบและผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

ค่าพีเอช (pH)

พบว่า ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 6) และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ณ ชั่วโมงที่ 0, 3, 6 และ 9 แสดงใน figure 2 โดยมีค่าเฉลี่ยค่าพีเอช เท่ากับ 7.01, 6.89, 6.89 และ 6.89 ตามลำดับ อยู่ในระดับค่อนข้างเป็นกลาง และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่ออินเวคิเวทียาในกระเพาะหมัก ตามรายงานของ Van Soest (1983) ค่าพีเอชที่เหมาะสมภายในกระเพาะหมักควรอยู่ระหว่าง 6.0-7.0 สอดคล้องกับการรายงานของ Mouro et al. (2002) ที่พบว่า การทดแทนข้าวโพดด้วยกากมันสำปะหลัง ทุกระดับในโคนมไม่ส่งผลกระทบต่อค่าพีเอชในกระเพาะหมัก โดยมีค่าเฉลี่ย 6.32-6.42 จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า ค่าพีเอช ใกล้เคียงกับรายงานของ ฟิรพจน์ และคณะ (2547) ที่พบว่า โคที่ได้รับอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น และกากมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีค่าพีเอชประมาณ 6.88 และ 6.93 ตามลำดับ

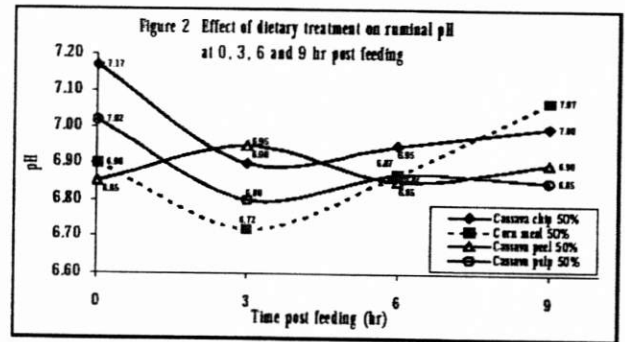


figure 2 Effect of dietary treatment on ruminal pH at 0, 3, 6 and 9 hr post feeding

ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในของเหลวจากกระหมัก (NH₃-N)

ทุกสูตรอาหาร ไม่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของ NH₃-N ในของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 4.63, 5.57, 5.71 และ 4.56 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Table 6 และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ณ ชั่วโมงที่ 0, 3, 6 และ 9 แสดงใน Figure 3) เนื่องจากเป็นผลจากการคำนวณสูตรอาหารให้มีค่าโปรตีนเท่ากัน ค่า NH₃-N ที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมในกระเพาะหมัก และสอดคล้องกับรายงานของ Satter and Slyter (1974) ที่รายงานว่า ระดับที่เหมาะสมของ NH₃-N ในกระเพาะหมักอยู่ระหว่าง 4-5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

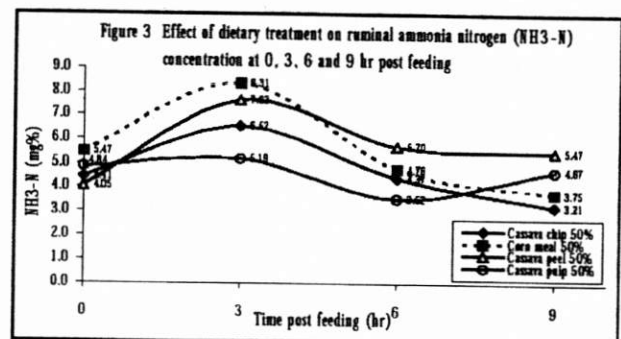


Figure 3. Effect of dietary treatment on ruminal ammonia-nitrogen (NH₃-N)

ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acid, TVFAs)

ค่า TVFAs ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 93.83, 96.66, 94.83 และ 91.16 มิลลิโมลาร์ สำหรับสูตรอาหารที่มี มันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง ตามลำดับ ($p>0.05$) โดย TVFAs ส่วนใหญ่เพิ่มขึ้น ณ ชั่วโมงที่ 3 หลังการกินอาหาร (Figure 6) สอดคล้องกับฉลอง (2541) ที่รายงานว่า การผลิต TVFAs จะเพิ่มสูงขึ้น ณ ชั่วโมงที่ 2-4 หลังกินอาหาร และพีรพจน์ และคณะ (2547) พบว่า ปริมาณ TVFAs ในโคที่ได้รับมันสำปะหลังเส้นและกากมันสำปะหลัง มีค่าเท่ากับ 87.34 และ 86.17 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ

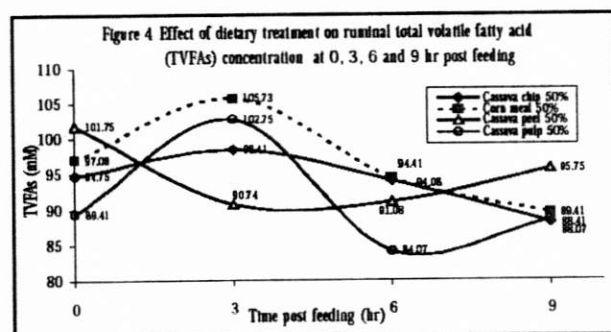


Figure 4 Effect of dietary treatment on ruminal volatile fatty acid (TVFAs) concentration at 0, 3, 6 and 9 hr post feeding

ค่าชีวเคมีในกระแสเลือด

ความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด (blood glucose, BG) มีค่า เท่ากับ 77.35, 76.75, 75.12 และ 77.68 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ พบว่าสูตรอาหารแต่ละสูตรให้ค่า BG ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในสูตรอาหาร ที่มีมันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ พีรพจน์ และคณะ (2547) ที่พบว่า โคนมที่ได้รับอาหารที่มี มันสำปะหลังเส้น และกากมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร มีปริมาณ BG เท่ากับ 72.75 และ 73.01 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 6) และ

มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ณ ชั่วโมงที่ 0, 3, 6 และ 9 แสดงใน Figure 5

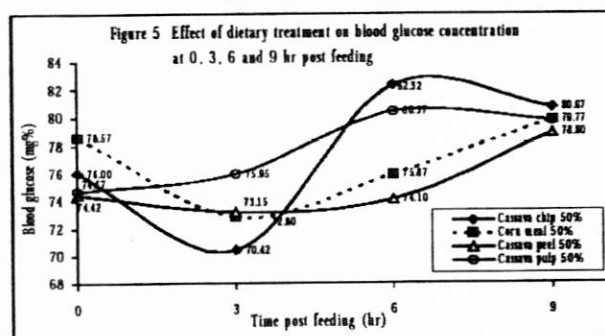


Figure 5 Effect of dietary treatment on blood glucose concentration at 0, 3, 6 and 9 hr post feeding

ความเข้มข้นของยูเรียในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.58, 12.14, 9.80 และ 11.45 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ พบว่าสูตรอาหารแต่ละสูตรให้ค่า BUN ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในสูตรอาหารที่มี มันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของ BUN จะเพิ่มขึ้น ณ ชั่วโมงที่ 3 และลดลง ณ ชั่วโมงที่ 6 และ 9 หลังการให้อาหาร ใกล้เคียงกับรายงานของ พีรพจน์ (2547) ที่พบว่า โคนมที่ได้รับอาหารที่มี มันสำปะหลังเส้น และกากมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีความเข้มข้นของ BUN ในกระแสเลือดเท่ากับ 8.42 และ 8.10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ณ ชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหาร และลดลงเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากมีการดูดซึมแอมโมเนียจากกระเพาะหมัก แล้วถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปของยูเรียที่ตับ (พจน์ และคณะ, 2547)

อัตราการไหลผ่านของอาหารในระบบทางเดินอาหาร

อัตราการไหลผ่านของของเหลว (liquid dilution rate, LDR) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดย LDR ของสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ เปลือกมันสำปะหลัง ข้าวโพดบด และกากมันสำปะหลัง โดยมีค่าเท่ากับ

14.43, 13.27, 12.61 และ 13.30 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ turnover time (TOT) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันด้วย ($p>0.05$) โดยสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง มีค่าเท่ากับ 7.10, 10.14, 7.15 และ 7.56 ชั่วโมง ตามลำดับ Huhtanen and Kukonen (1995) รายงานว่า เมื่อมีอัตราการไหลผ่านของของเหลวจากกระเพาะหมักเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ระยะเวลาในการกักเก็บอาหารในท้องทางเดินอาหารลดลง

อัตราการไหลผ่านของของแข็งจากกระเพาะหมัก (rate of passage from the rumen, RPR) อัตราการไหลผ่านจากส่วนต้นของโคลอน (rate of passage from the proximal colon, RPC) และระยะเวลาในการขนส่งตลอดทางเดินอาหาร (transit time, TT) พบว่าทั้ง RPR, RPC และ TT ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงใน Table 6 จากรายงานของ Minson (1990) พบว่า ขนาดของอาหารที่จะสามารถผ่านออกจากกระเพาะหมักได้นั้น ต้องถูกย่อยสลายเพื่อให้ลดขนาดเหลือประมาณ 1 มิลลิเมตร จึงสามารถผ่านออกจากกระเพาะหมักสู่กระเพาะส่วนอื่นๆ ต่อไป ในกระเพาะหมัก การลดขนาดเยื่อใยนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการย่อยได้ของอาหาร หากย่อยได้ต่ำจะใช้เวลานานอาหารจึงจะถูกส่งมายัง zone of potential escape ทำให้อาหารค้างอยู่ในกระเพาะหมัก ทำให้เกิดการจุกแน่น ดังนั้น อัตราการกินได้จึงไม่สามารถมีมากกว่าอัตราของอาหารที่ออกจากกระเพาะ (ingesta out flow) สอดคล้องกับ Galyean (1989) ที่กล่าวว่า เมื่ออาหารที่สัตว์กินมีปริมาณการย่อยได้ที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ขนาดของอาหารเล็กลงส่งผลให้อัตราการไหลผ่านเพิ่มสูงขึ้น ช่วยให้กระเพาะหมักว่าง สัตว์จึงสามารถกินอาหารได้มากขึ้น

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) พบว่าในโคเนื้อที่ได้รับสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้นมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง โดยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.78, 0.76, 0.67 และ 0.67 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (Table 6) กฤตพล และคณะ (2547) ทำการศึกษาผลของสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น กากมันสำปะหลัง และเปลือกมันสำปะหลัง ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารชั้น เป็นอาหารโคลูกผสมชาโลเลย์-บราห์มัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้นมี ADG ดีกว่าเปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง โดยมีค่าเท่ากับ 0.86, 0.84 และ 0.69 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่มีค่า ADG ดีกว่ารายงานของ เวชสิทธิ์ และคณะ (2540) ในโคลูกผสมพื้นเมือง-บราห์มัน ให้โปรตีนในอาหารอัดเม็ดร่วมกับฟางหมัก ยูเรีย มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.46-0.54 กิโลกรัมต่อวัน

สรุป

งานทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้มันสำปะหลังเส้น ข้าวโพดบด เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารชั้นที่ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ เพื่อใช้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์บราห์มัน ให้ผลไม่แตกต่างกันในด้านต่างๆ เช่น ผลผลิตสุดท้ายและรูปแบบกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก ค่าชีวเคมีในกระแสเลือด อัตราการไหลผ่านของอาหาร และอัตราการเจริญเติบโต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โครงการร่วมมือระหว่าง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว (สปป. ลาว) และ ประเทศฝรั่งเศส (PAFA) ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาและทุนวิจัย และโครงการวิจัยและพัฒนาการประโยชน์มันสำปะหลัง-อ้อย และผลพลอยได้เป็นอาหารสัตว์ วช. ปี 2546 ที่สนับสนุน ด้านสถานที่ สัตว์ทดลอง และอุปกรณ์การทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กฤตพล สมมาตรย์. 2540. ศักยภาพการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารโคนม. วารสารแก่นเกษตร. 25: 188.
- กฤตพล สมมาตรย์ และ คณิน บรรณกิจ. 2547. การใช้มันสำปะหลังและผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังเป็นอาหารโคเนื้อ. สัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547. 27-28 มกราคม 2547 โรงแรมโซฟิเทล ราชออคิด, ขอนแก่น
- ฉลอง วชิราภกร. 2541. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พีรพจน์ นิตพจน์. 2547. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารพลังงานทดแทนมันสำปะหลังเส้นในสูตรอาหารชั้นต่อกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก ความสามารถในการย่อยได้ และการเจริญเติบโตในโคนมรุ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พีรพจน์ นิตพจน์ และ กฤตพล สมมาตรย์. 2546. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของกากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลังโดยวิธี In vitro gas production technique. การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2546. 27-28 มกราคม 2546 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- พีรพจน์ นิตพจน์ กฤตพล สมมาตรย์ D. Kongminila วิโรจน์ ภัทรจินดา และเทวินทร์ วงษ์พระลับ. 2547. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังทดแทนมันสำปะหลังเส้น ต่อพฤติกรรมการกินอาหาร ผลผลิตสุดท้าย จากกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก และอัตราการเจริญเติบโต ในโคนมเพศเมียรุ่น. สัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547. 27-28 มกราคม 2547 โรงแรมโซฟิเทล ราชออคิด, ขอนแก่น.
- เวชสิทธิ์ โทบุราณ วุฒิชัย สีเผือก เมธา วรรณพัฒน์ ฉลอง วชิราภกร และ กฤตพล สมมาตรย์. 2540. ผลของระดับโปรตีนในอาหารอัดเม็ดคุณภาพสูงต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคลูกผสมพื้นเมืองบราห์มันที่ได้รับฟางหมักยูเรียเป็นอาหารหยาบหลัก. วารสารวิจัย มช. 2: 43.
- เวียงสกุล นาประเสริฐ และกฤตพล สมมาตรย์. 2546. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในภาคกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยใช้วิธี in vitro gas production technique. ปัญหาพิเศษ ปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. The Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C., U.S.A.
- FAOGIEWS. 2004. FAO Global information and early warning system on food and agriculture. Food outlook, No. 2, Jan. 2004

- FAOSTAT. 2003. Production of tapioca. (Cited 27 November 2003) Available from: URL: [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropFactsheets/cassava.htm#production of tapioca](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropFactsheets/cassava.htm#production%20of%20tapioca).
- Galyean, M. 1989. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research. Mexico: New Mexico State University.
- Hart, F.J., and Wanapat, M. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffalo. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 5: 617.
- Huhtanen, P. and Kukkonen, U. 1995. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake. *Anim. Feed Sci. Technol.* 52: 141.
- Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. London: Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.
- Mouro, G.F., Branco, A.F., Macedo, F.A.F., Guimaraes, K.C., Alcalde, C.R., Ferreira, R.A., and Prohmann, P.E.F. 2002. Replacement of corn by cassava by-product meal in the lactating goat diets: Effect on diet degradability, ruminal fermentation and plasma and milk urea concentrations. *Revista brasileira de zootecnia*. 31: 1840.
- Reverdin, S.G. 2000. Characterisation of feedstuff for ruminants using some physical parameters. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86: 53.
- Satter, L.D., and Slyter, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32: 199.
- Sommart, K. 1998. The use of cassava or ruminant feed. Ph.D. Thesis. University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, England.
- Sommart, K., Parker, D.S., Rowlinson, P., and Wanapat, M. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an in vitro system using cassava, rice straw and dry ruzi grass as substrates. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13: 1084.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal. *J. Dairy Sci.* 74: 3583.
- Van Soest, P.J. 1983. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. U.S.A.: Your Town Press.
- West, J.W., Mandevu, P., Hill, G.M., and Gates, R.N. 1998. Intake, milk yield, and digestion by dairy cows fed diets with increasing fiber content from Bermudagrass hay or silage. *J. Dairy Sci.* 81: 1599.

Table 6 Effect of energy feed sources in concentrate on feed intake, nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood metabolize, rate of passage and average daily gain in cattle

Items	Dietary treatment				P-value	SEM
	T1	T2	T3	T4		
<i>Feed intake, (g/kgW^{0.75}/d)</i>						
Roughage intake	41.45	44.43	43.17	45.24	0.19	1.12
Total intake	86.70 ^b	90.78 ^{ab}	90.41 ^{ab}	93.54 ^a	0.03	1.19
<i>Nutrient digestibility</i>						
DM (%)	68.34	64.38	68.29	68.43	0.61	2.48
OM (%)	65.59	61.05	65.08	65.12	0.62	2.67
CP (%)	64.41	56.93	67.43	69.76	0.14	3.45
NDF (%)	63.00	59.97	63.04	62.68	0.91	3.58
ADF (%)	54.47	56.64	57.11	57.67	0.25	1.05
<i>Ruminal fermentation</i>						
Ruminal pH	7.01	6.89	6.89	6.89	0.61	0.12
NH ₃ -N (mg%)	4.63	5.57	5.71	4.56	0.30	0.79
TVFAs (mM)	93.83	96.66	94.83	91.16	0.35	4.23
<i>Blood metabolized</i>						
BG (mg%)	77.35	76.75	75.12	77.68	0.59	2.51
BUN (mg%)	10.58	12.14	9.98	11.45	0.51	1.07
<i>Rate of passage</i>						
<i>Liquid phase</i>						
LDR (%/hr.)	14.43	12.61	13.27	11.30	0.30	0.78
TOT (hr.)	7.10	10.14	7.15	7.56	0.06	0.69
<i>Solid phase</i>						
RPR (%/hr.)	5.49	5.29	4.98	5.35	0.94	0.59
RPC (%/hr.)	15.42	16.30	14.51	14.60	0.93	2.25
TT (hr.)	11.81	12.00	11.23	11.77	0.59	1.21
ADG (kg/d)	0.78	0.76	0.67	0.67	0.46	0.06

^{a, b} Means within a row different superscripts differ ($p < 0.05$), NH₃-N=Ammonia Nitrogen, TVFAs=Total volatile fatty acid, BUN=blood urea nitrogen, BG=blood glucose, BUN=Blood Urea Nitrogen, ADG=Average daily gain, mM=millimolar, SEM=standard error of the mean, LDR=Liquid dilution rate, TOT=Turn over time, RPR=Rate of passage from the rumen, RPC=Rate of passage from the proximal colon, TT=Transit time