วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30:1 (23-31)

การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานและเยื่อใยในสูตรอาหารแกะขุน

Using By-Products from Cassava Flour Industry as Energy and Fiber Sources in Finishing Lamb Diets

วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่[1] ภานุวัฒน์ คัมภีราวัฒน์[1] และพิชาด เขจรศาสตร์[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้เพื่อทดสอบการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง เป็นแหล่งทดแทนพลังงานและเยื่อใยในสูตรอาหารรวมของแกะขุน ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้แกะลูกผสม (ซานต้าอิเนส x ดอร์เปอร์ x พื้นเมือง) จำนวน 20 ตัว จัดการทดลองเป็น 5 กลุ่ม แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยสูตรอาหารทดลองได้แก่ 1) สูตรอาหารควบคุม (ฟางข้าว 20% เป็นแหล่งอาหารหยาบ) 2) 40% เปลือกมันสำปะหลังหมัก 3) 60% เปลือกมันสำปะหลังหมัก 4) 40% กากมันสำปะหลังหมัก และ 5) 60% กากมันสำปะหลังหมัก โดยให้แกะกินอาหารแบบเต็มที่ ผลการทดลองพบว่าการกินได้ของวัตถุแห้ง การกินได้ของวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อแยกอิทธิพลของปัจจัยการทดลองพบว่า แกะทดลองกลุ่มที่เสริมผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันที่ระดับ 60% มีการกินได้ของวัตถุแห้ง และการกินได้ของพลังงานสูงกว่าการเสริมที่ระดับ 40% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.65 และ 1.34 กิโลกรัม/วัน, 6.17 และ 5.03 เมกะแคลอรี/วัน ตามลำดับ; $P<0.05$) และพบว่าแกะทดลองกลุ่มที่เสริมผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมัน มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและการย่อยได้ของพลังงานสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (60.16 และ 47.74%, 66.53 และ 56.04% ตามลำดับ; $P<0.05$) สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม พบว่าแกะทดลองกลุ่มที่เสริมผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมัน มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (36.87 และ 78.38 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ; $P<0.05$) ดังนั้นจากการทดลองสรุปได้ว่าสามารถใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันในรูปแบบหมักได้ถึง 60% น้ำหนักแห้งในอาหารสูตรรวมแกะขุน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกินได้และลดต้นทุนค่าอาหาร

คำสำคัญ : แกะขุน ผลพลอยได้ มันสำปะหลัง

Abstract

This study was investigated using by-products from cassava flour industry as energy and fiber sources in total mix rations (TMR) of finishing lamb on feed intake, digestibility of nutrients and economic efficiency. Twenty crossbred lambs (Santa Inês x Dorper x Native) were allotted into 5 treatment diets in a randomized complete block design (RCBD). Dietary treatments were followed: 1) Control (T1), 2) 40% fermented cassava peel (FCPE) (T2), 3) 60% FCPE (T3) 4) 40% fermented cassava pulp (FCPU) (T4), and 5) 60% FCPU (T5) respectively. TMR diet was provided *ad libitum* to all treatments. The result showed that dry matter intake (DMI), DMI/LW, body live weight change, average daily gain and feed efficiency

[1]สาขาทรัพยากรเกษตรชีวภาพ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

were not significantly different among treatments (P>0.05). DMI and gross energy intake (GEI) of lambs fed diet supplemented with cassava flour industry by-product as 60% in diets were significantly higher than 40% (1.65 and 1.34 kg/h/d, 6.17 and 5.03 Mcal//h/d respectively; P<0.05). Digestibilities of DM and energy of lambs fed diet supplemented with cassava flour industry by-product were significantly higher than lamb fed control diet (60.16 and 47.74%, 66.53 and 56.04% respectively; P<0.05). The feed cost per gain showed that lambs fed diet supplemented with cassava flour industry by-product were significantly lower than lamb fed control diet (36.87 and 78.38 Baht/kg respectively; P<0.05). Therefore, the results of experiment suggested that using cassava flour industrial by-products in the fermented form at 60% DM in TMR of finishing lamb diet increased the efficiency of feed intake and reduced feed cost.

Keyword : Finishing lamb, By-product, Cassava

บทนำ

แกะ (*Ovis aries*) เป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากขึ้น อีกทั้งราคาจำหน่ายเนื้อยังมีมูลค่าสูงและตลาดยังมีความต้องการเป็นจำนวนมาก ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีจำนวนแกะที่เลี้ยง 40,269 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2553) โดยพันธุ์แกะที่เลี้ยงในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ (บุญเสริม, 2547) ซึ่งการเลี้ยงแกะเกษตรกรจะประสบกับปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบในฤดูแล้งและราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งพลังงานซึ่งใช้ปริมาณมากในสูตรอาหารอันได้แก่ มันเส้น ซึ่งราคาเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวจากปี พ.ศ. 2547 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) จึงทำให้ต้นทุนการผลิตแกะขุนสูงขึ้นตามไปด้วย ปัจจุบันจึงมีการนำผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาประกอบสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต ซึ่งจากกระบวนการผลิตแป้งมันจะทำให้มีผลพลอยได้ต่างๆ ออกมาคือ 1) เปลือกดิน (tails and stalk) เป็นผลพลอยได้ที่ประกอบไปด้วย ส่วนของดิน ผิวเปลือกนอก และขั้วของมันที่มีความแข็ง (พีรพจน์, 2552) ซึ่งเปลือกดินนี้ไม่นิยมนำไปเลี้ยงสัตว์ 2) เปลือกมันล้าง (cassava peel) เป็นผลพลอยได้จากขั้นตอนการนำหัวมันเข้าสู่เครื่องล้างที่ทำหน้าที่ปอกเปลือกมัน มีประมาณ 10% ของหัวมันสด (Oboh, 2006) โดยส่วนนี้จะมีแป้งมันสำปะหลังปะปนมาด้วย ซึ่งราคาขายหน้าโรงงาน 0.18-0.20 บาท/กิโลกรัมสด 3) กากมันสำปะหลัง (cassava pulp) เป็นส่วนของเยื่อใยและแป้งที่ไม่สามารถสกัดให้ออกไปจากหัวมันได้หมด ซึ่งมีประมาณ 10-15% ของหัวมันสด (Sriroth *et al*., 2000) โดยราคาขายหน้าโรงงาน 0.20-0.22 บาท/กิโลกรัมสด ซึ่งเปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี เนื่องจากมีความเป็นเยื่อใยและมีสัดส่วนของแป้งหลงเหลืออยู่อีกทั้งยังมีราคาถูก ซึ่งในช่วงฤดูแล้งสามารถเก็บรักษาไว้โดยการตากแห้ง และในช่วงฤดูฝนสามารถเก็บรักษาไว้โดยการหมัก ซึ่งการตากแห้งหรือการหมักจะทำให้สารพิษกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ถูกกำจัดออกไปและสามารถนำไปเลี้ยงสัตว์ได้โดยไม่เป็นพิษ (Ofuya and Obilor, 2001) โดยเปลือกมันสำปะหลังมีโภชนะคิดเป็นวัตถุแห้งคือ ความชื้น 67.0% โปรตีน 2.12% เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) 21.0-25.98% เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) 32.0-48.1% และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ (NFE) 63.9-64.6% และกากมันสำปะหลังหมักมีโภชนะคิดเป็นวัตถุแห้งคือ ความชื้น 72.0% โปรตีน 1.55-2.19% ADF 21.1% NDF 31.8% และ NFE 68.89-79.18% (พีรพจน์ และคณะ, 2552; Aregheore, 1996; Oboh, 2006; Sriroth *et al*., 2000) ซึ่งจากข้อมูลกากมันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนะที่สามารถใช้เป็นแหล่งของพลังงานและแหล่งของเยื่อใยได้ (Lewis *et al*., 1996) อย่างไรก็ตามในสูตรอาหารต้องมีระดับของเยื่อใยที่เหมาะสมเพื่อการทำงานของกระเพาะรูเมนและคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมนในระดับที่เหมาะสม ซึ่งหากมากเกินไปจะเกิดความผิดปกติของกรเพาะรูเมนได้ (Van Soest, 1994) ดังนั้นการศึกษานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อนำผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังมาใช้เลี้ยงแกะขุน ต่อศักยภาพการเจริญเติบโต ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ศักยภาพการเป็นอาหารหยาบและวัตถุดิบอาหารพลังงานในสูตรอาหารแกะขุน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สัตว์ทดลอง

ใช้แกะลูกผสมพันธุ์ซานตาอิเนส x ดอร์เปอร์ x พื้นเมือง น้ำหนักเฉลี่ย 19.31 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว เพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว โดยแกะทั้งหมดเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว ทำการกำจัดพยาธิภายนอกและภายในก่อนการทดลอง โดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) (Ivemectin 1%®, Vet Inter Pharma Co., Ltd., ประเทศไทย) ฉีดเข้าใต้ผิวหนัง 1 มล. ต่อน้ำหนักตัว 50 กก. ทำการปรับสัตว์ก่อนการทดลอง 14 วัน เพื่อให้คุ้นเคยกับอาหารและสถานที่ และทำการทดลองเป็นระยะเวลา 70 วันรวมทั้งหมดเป็นระยะเวลา 84 วัน

2. อาหารทดลองและการให้อาหาร

เปลือกมันสำปะหลัง (เปลือกล้าง) และกากมันสำปะหลัง หมักไว้ในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 200 ลิตร อัดให้แน่นและปิดด้วยพลาสติกไว้เป็นเวลา 21 วัน ก่อนทดลอง ใช้อาหารสูตรรวม (total mixed ration) 5 สูตร และให้แกะกินแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ในคอกขังเดี่ยว โดยรายการวัตถุดิบในสูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบทางโภชนะ ดังแสดงใน Table 1

3. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยจัดเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ และจัดบล็อกด้วยน้ำหนักเริ่มต้น จำนวน 4 บล็อก โดยสูตรการทดลองครั้งนี้คือ 1) สูตรอาหารควบคุม (ฟางข้าว 20% เป็นแหล่งอาหารหยาบ) 2) 40% เปลือกมันสำปะหลังหมัก 3) 60% เปลือกมันสำปะหลังหมัก 4) 40% กากมันสำปะหลังหมัก และ 5) 60% กากมันสำปะหลังหมัก

4. การเก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่าง

4.1 บันทึกการกินอาหารและชั่งน้ำหนักของอาหารที่แกะกินเหลือในแต่ละวัน เพื่อนำไปวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและการกินได้ของสิ่งแห้ง (dry matter intake, DMI) และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารและมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (Ash), ไขมัน(ether extract, EE), โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) และพลังงานรวมในอาหาร (Gross energy, GE) โดยใช้วิธี Ballistic bomb calorimeter ตามวิธีของ AOAC (1985) และวิเคราะห์ neutral detergent fiber (NDF) และ acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

4.2 ศึกษาการย่อยได้ของอาหารโดยใช้ Cr_2O_3 เป็นตัวบ่งชี้ และวิเคราะห์หา Cr_2O_3 ตามวิธีของ เยาวมาลย์ (2523) โดยให้แกะกิน Cr_2O_3 เป็นเวลา 7 วันคือวันที่ 57-63 ของการทดลอง และสุ่มเก็บตัวอย่างมูลสะสมเป็นเวลา 4 วันคือ วันที่ 60-63 ของการทดลองซึ่งเก็บตัวอย่างมูลในเวลา 06.00, 10.00, 14.00 และ 18.00 น. ของแต่ละวัน เพื่อคำนวณหาการย่อยได้

4.3 ชั่งน้ำหนักตัวแกะก่อนเข้าการทดลองและทุก 2 สัปดาห์ เพื่อหาอัตราการเพิ่มขึ้นน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตของแกะ

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) เนื่องจากน้ำหนักเริ่มต้นที่ไม่เท่ากัน ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) คำนวณค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least squares mean และนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบโดยวิธี Fisher's least significant difference (LSD) และ orthogonal contrast

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Ingredients and chemical composition of the diets (% DM basis)

Ingredients	Diets					FCPE[2]	FCPU[3]
	T1	T2	T3	T4	T5		
Cassava chip	30.00	20.00	0.00	20.00	0.00		
Rice bran	21.80	18.90	18.90	18.90	18.90		
Soybean meal (44% CP)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00		
Oil palm meal	15.00	10.00	10.00	10.00	10.00		
Rice straw	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Fermented cassava peel (FCPE)	0.00	40.00	60.00	0.00	0.00		
Fermented cassava pulp (FCPU)	0.00	0.00	0.00	40.00	60.00		
Molasses	3.90	1.00	1.00	1.00	1.00		
Urea	1.20	2.00	2.00	2.00	2.00		
Sulfur	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10		
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Minerals	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Feed cost (Baht/kg)[1]	6.93	2.20	1.40	1.60	1.02		
Chemical composition (% DM)							
Dry matter	95.70	60.00	53.60	48.80	48.50	28.44	18.17
Crude protein	16.13	15.63	15.19	15.19	15.32	2.20	1.29
Ether extract	3.27	2.68	3.01	3.01	2.94	0.52	0.59
NDF	62.47	46.74	53.21	49.42	66.40	67.83	45.77
ADF	21.61	26.03	32.46	22.18	28.38	42.76	25.23
Ash	8.66	15.46	19.32	7.60	9.01	8.34	9.45
GE, Kcal/g	3.72	3.73	3.72	3.75	3.76	3.94	4.01

T1= Control, T2 = Fermented cassava peel 40%, T3 = Fermented cassava peel 60%, T4 = Fermented cassava pulp 40% and T5 = Fermented cassava pulp 60%

[1]= Feed cost calculation from cost of cassava by-products were 0.2 Baht/kg

[2]= Fermented cassava peel, [3]=Fermented cassava pulp

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การกินได้ของวัตถุแห้ง

จากการทดลองพบว่าแกะกินอาหารในรูปของวัตถุแห้งได้เฉลี่ย 1.44 กิโลกรัม/ตัว/วัน ซึ่งแกะกินอาหารในรูปของวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัวได้เฉลี่ย 5.10% โดยการกินได้ของวัตถุแห้งเฉลี่ยต่อวัน การกินได้ของวัตถุแห้งต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และการกินได้ของพลังงานรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง (P>0.05) ดังแสดงใน Table 2 สอดคล้องกับ สุวิทย์ (2546) รายงานว่าแกะสามารถกินอาหารในรูปของวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัวได้สูงถึง 3-6% อย่างไรก็ตามเมื่อแยกอิทธิพลของปัจจัยการทดลองพบว่า แกะกลุ่มที่เสริมผลพลอยได้ในสูตรอาหารรวมที่ระดับ 60% มีการกินได้ของวัตถุแห้งและการกินได้ของพลังงานรวมสูงกว่ากลุ่มที่เสริมที่ระดับ 40% อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Table 3) ซึ่งอาจเนื่องมาจากสูตรอาหารทดลองมีการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันเป็นแหล่งเยื่อใยสายสั้น (short chain fiber) ทดแทนอาหารหยาบเส้นยาว จึงอาจทำให้แกะได้รับเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ (effective fiber) ไม่เพียงพอ โดยเปลือกมันมีขนาดความยาวของเส้นใยประมาณ 0.2-3.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.16 เซนติเมตร) และกากมันมีขนาดความยาว 0.1-0.2 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.13 เซนติเมตร) (วัชรวิทย์ และภานุวัฒน์, 2553) จึงทำให้แกะกินอาหารสูตรที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันที่ระดับ 60% มากขึ้น เพื่อให้ได้เยื่อใยเพียงพอต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก จึงส่งผลให้การกินได้ สูงขึ้น และได้รับพลังงานรวมจากอาหารที่กินได้มากขึ้นด้วย สอดคล้องกับ Fimbres *et al*. (2002) ศึกษาระดับการเสริมอาหารหยาบในอาหารสูตรรวมแกะขุนที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30% ซึ่งพบว่าการกินได้ของวัตถุแห้งเพิ่มขึ้นตามระดับของเยื่อใยในสูตรอาหารที่เพิ่มขึ้น ซึ่ง Welch and Smith (1970) รายงานว่าการกินได้ของวัตถุแห้งในสัตว์เคี้ยวเอื้องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ คุณภาพของอาหารหยาบ ขนาดความยาวของอาหารหยาบ และองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารหยาบ ซึ่งสอดคล้องกับ NRC (2001) รายงานว่าอาหารหยาบควรมีขนาดของเส้นใยยาวไม่น้อยกว่า 1.9 เซนติเมตร จึงจะทำให้กระบวนการหมักย่อยของจุลินทรีย์เป็นปกติ

Table 2 Least square means of dry matter intake and digestibility of finishing lambs fed diets differing in type and level of cassava flour industry by-products

Item	Treatments					Average	SEM	Pr>F
	T1	T2	T3	T4	T5			
Dry matter intake (kg/d)	1.21	1.19	1.67	1.50	1.62	1.44	0.13	0.07
Dry matter intake/body weight (%)	4.50	4.27	6.48	5.10	6.00	5.27	0.84	0.35
Energy intake (Mcal/day)	4.49	4.43	6.24	5.63	6.09	5.38	0.49	0.06
Digestibility (%)								
Dry matter	47.74	61.58	62.88	62.20	54.85	57.45	4.56	0.18
Crude protein	53.48	72.73	58.03	63.60	64.73	62.51	6.23	0.29
Neutral detergent fiber	42.63	47.10	44.33	42.15	50.55	45.31	6.32	0.87
Acid detergent fiber	39.94	44.34	41.69	40.67	45.75	42.61	2.72	0.56
Gross energy	56.04	67.81	67.30	68.54	62.48	64.43	3.77	0.17

T1 = Control (20% rice straw), T2 = Fermented cassava peel 40%, T3 = Fermented cassava peel 60%,
T4 = Fermented cassava pulp 40%, T5 = Fermented cassava pulp 60%

2. การย่อยได้ของโภชนะ

จากการทดลองพบว่าแกะมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 57.45% (Table 2) สอดคล้องกับ Rokomatu and Aregheore (2006) ศึกษาการเสริมอาหารข้นหรือเมล็ดธัญพืชในแกะขุนที่กินหญ้ากินนีเป็นแหล่งอาหารหยาบ ซึ่งพบว่าแกะมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 52.52-71.22% และ Matejovsky and Sanson (1995) รายงานว่าแกะที่กินหญ้าคุณภาพต่ำร่วมกับการเสริมอาหารโปรตีน มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 44.0-53.4% การย่อยได้ของเยื่อใย NDF เท่ากับ 35.0-40.7% และการย่อยได้ของเยื่อใย ADF เท่ากับ 38.7-46.8% และจากการทดลองพบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย NDF และ ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง (P>0.05) ดังแสดงใน Table 3 ทั้งนี้อาจเนื่องจากสูตรอาหารทดลองมีสัดส่วนของโภชนะที่ใกล้เคียงกัน (Table 1) และแกะมีการกินได้ของวัตถุแห้งไม่ต่างกัน (Table 2) จึงส่งผลให้การย่อยได้ไม่แตกต่างกันด้วย โดยสูตรอาหารทดลองมีค่าของเยื่อใย ADF ในสูตรอาหาร 21.61-32.46% และเยื่อใย NDF 46.74-66.40% (Table 1) สอดคล้องกับ NRC (2001) รายงานว่า อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรรวมควรมีเยื่อใย ADF อย่างน้อย 17-21% และมีเยื่อใย NDF อย่างน้อย 25-33% เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักทำงานได้และการย่อยได้เป็นไปตามปกติ อย่างไรก็ตามเมื่อแยกอิทธิพลของปัจจัยการทดลองพบว่า แกะกลุ่มที่เสริมผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและการย่อยได้ของพลังงานสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งอาจเนื่องมาจากอาหารสูตรควบคุมใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบและฟางข้าวมีสัดส่วนของซิลิกาและลิกนินอยู่สูงจึงทำให้การย่อยได้ต่ำ (Doble and Walker, 1977) สอดคล้องกับ Enishi (2002) รายงานว่าระดับของซิลิกาในฟางข้าวและเปอร์เซ็นต์การย่อยได้มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม และสอดคล้องกับ Van Soest (2006) รายงานว่าฟางข้าวมีสัดส่วนของซิลิกาอยู่สูงประมาณ 5.31±1.6% ซึ่งทำให้การย่อยได้ของสัตว์ลดลง

Table 3 Dry matter intake and digestibility of finishing lambs, together with orthogonal contrasts

Item	Control[1]	By-products[2]	Level of supplemented				SEM	Pr>F		
			By-products[2]							
			FCPE[3]	FCPU[4]	40%	60%		A[5]	B[6]	C[7]
DMI (kg/d)	1.21	1.49	1.43	1.56	1.34[b]	1.65[a]	0.13	0.10	0.37	0.04
DMI/BW (%)	4.50	5.46	5.37	5.55	4.69	6.24	0.84	0.36	0.84	0.10
GEI[8] (Mcal/d)	4.49	6.00	5.34	5.86	5.03[b]	6.17[a]	0.49	0.09	0.33	0.04
Cost /gain[9]	78.38[a]	36.87[b]	43.82	29.92	41.11	32.63	11.44	0.01	0.27	0.48
Digestibility (%)										
DM	47.74[b]	60.16[a]	61.79	58.53	61.89	58.43	4.61	0.03	0.45	0.54
CP	53.48	64.77	65.38	64.17	68.17	61.38	6.23	0.12	0.85	0.29
NDF	42.63	46.08	45.72	46.35	44.63	47.44	6.32	0.64	0.93	0.62
ADF	39.94	43.11	43.02	43.21	42.50	43.72	2.72	0.49	0.95	0.67
GE	56.04[b]	66.53[a]	67.55	65.51	68.17	64.89	3.77	0.03	0.60	0.40

[1] = 20% rice straw, [2] = Fermented cassava peel and fermented cassava pulp, [3] = Fermented cassava peel,

[4] = Fermented cassava pulp, [5] = Orthogonal contrast between the groups of lamb fed control diet and by-product

[6] = Orthogonal contrast between the groups of lamb fed FCPE and FCPU

[7] = Orthogonal contrast between the groups of lamb fed by-products at 40 and 60% in diets

[8] = Gross energy intake (Mcal/d), [9] = Cost/ 1 kg BW gain (Baht/kg)

[a,b] = Means within rows with different superscripts differ (P<0.05)

3. อัตราการเจริญเติบโต

จากการทดลองพบว่าแกะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยตลอดการทดลอง 70 วัน เท่ากับ 9.27 กิโลกรัม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 132.43 กรัม/วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง (P> 0.05) ดังแสดงใน Table 5 ซึ่งอาจเนื่องมาจากแกะได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) และสูตรอาหารมีโภชนะที่ใกล้เคียงกัน (Table 1) จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแกะมีค่าไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ สุทธิพงศ์ และคณะ (2550) รายงานว่าแกะขุนที่ให้อาหารข้น 2% ของน้ำหนักตัว ร่วมกับฟางข้าวหรือฟางข้าวหมักยูเรีย 0.5% ของน้ำหนักตัว มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยตลอดการทดลอง 91 วัน เท่ากับ 11.8 กิโลกรัม/ตัว และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 129.6 กรัม/วัน และ Rokomatu and Aregheore (2006) ศึกษาการขุนแกะโดยให้กินหญ้ากินนีสดร่วมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารผสม โดยให้กินแบบเต็มที่เป็นเวลา 92 วัน พบว่าแกะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 30-75 กรัม/วัน อย่างไรก็ตาม Merkel *et al*. (1999) ศึกษาการเจริญเติบโตของแกะขุน 5 สายพันธุ์ อายุ 7-8 เดือน น้ำหนักเริ่มต้น 9.8-23.8 กิโลกรัม เลี้ยงขุนเป็นเวลา 90 วัน พบว่าแกะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 155-209 กรัม/วัน

4. ประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนการผลิต

จากการทดลองพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง (P>0.05) ดังแสดงใน Table 4 โดยแกะทดลองมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเฉลี่ย 12.34 และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมเฉลี่ย 45.07 บาท ซึ่งสอดคล้องกับ Rokomatu and Aregheore (2006) รายงานว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของแกะทดลองเท่ากับ 11.56-17.87 และสอดคล้องกับ วีระพล และคณะ (2543) รายงานว่าต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงขุนแกะที่กินถั่วไมยรา: หญ้าเนเปียร์ ในสัดส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 29.21, 35.01 44.77, 44.51 และ 46.64 บาท ตามลำดับ และเมื่อแยกอิทธิพลของปัจจัยการทดลองพบว่าแกะกลุ่มที่เสริมผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากอาหารสูตรควบคุมมีต้นทุนราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สูงกว่าสูตรอาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมัน จึงทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักสูงขึ้นไปด้วย (Table 1) สำหรับการใช้เปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำ 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (43.84 และ 29.92 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ) และการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันที่ระดับ 40% และ 60% มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักของแกะ 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (43.64 และ 32.21 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ) (Table 3)

Table 4 Least square means of growth performances and feed cost from finishing lambs fed diets differing in type and level of cassava flour industry by-products

Item	Treatments					Average	SEM	Pr>F
	1	2	3	4	5			
Initial live weight (kg)	22.45	16.80	17.95	22.00	17.35	19.31	-	-
Final live weight (kg)	27.78	28.61	27.91	30.30	28.30	28.58	1.94	0.90
BW Change (kg)	8.47	9.30	8.60	10.99	8.99	9.27	1.94	0.90
ADG (g/d)	120.99	132.79	122.91	156.97	128.50	132.43	27.72	0.90
DMI (kg/d)	1.21	1.19	1.67	1.50	1.62	1.44	0.13	0.07
FCR[1]	11.24	13.10	14.46	10.44	12.48	12.34	3.13	0.93
Cost /gain[2]	78.38	49.32	38.33	32.91	26.92	45.07	11.44	0.07

T1 = Control (20% rice straw), T2 = Fermented cassava peel 40%, T3 = Fermented cassava peel 60%,

T4 = Fermented cassava pulp 40%, T5 = Fermented cassava pulp 60%

[1] FCR = Ratio of dry matter intake to live weight gain, [2] = Cost/ 1 kg BW gain (Baht/kg)

[a, b] = Means within rows with different superscripts differ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1. การเสริมผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันที่ระดับ 60% ในอาหารสูตรรวมทำให้แกะกินอาหารในรูปของวัตถุแห้งได้สูงขึ้น และกินอาหารในรูปวัตถุแห้งต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวได้สูงขึ้น โดยที่ชนิดของผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันที่เสริมในสูตรอาหารแกะขุน ไม่มีผลต่อการกินได้ของวัตถุแห้งและการกินได้ของวัตถุแห้งต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

2. การย่อยได้ของโภชนะได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย NDF และ ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง

3. การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหารของแกะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง

4. การเสริมผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันในอาหารสูตรรวมแกะขุน จะช่วยให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมของแกะต่ำลง

การใช้เปลือกมันและกากมันสำปะหลังในรูปแบบการหมัก จะช่วยลดปัญหาการเก็บรักษาในฤดูฝนได้ โดยใช้ได้สูงถึง 60% น้ำหนักแห้งในอาหารสูตรรวม และทำให้ลดต้นทุนของค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวลง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณด้านการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2553. ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2552. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly52/stock52/region/table5.pdf, ค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2553.

บุญเสริม ชีวอิสระกุล. 2547. การผลิตและผลิตผลจากแกะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 137 น.

พีรพจน์ นิติพจน์, ทาเคฮิโร นิชิดะ, รำไพ ใจเที่ยง, วิโรจน์ ภัทรจินดา และกฤตพล สมมาตย์. 2552. การประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าแพงโกล่าแห้ง มันเส้น กากมันสำปะหลัง และ กากเบียร์ ในโคพื้นเมืองไทย. ใน: สัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2552; 26-27 ม.ค. 2552; ณ ห้องประชุมกวี จุติกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552. หน้า 55-57.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2523. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 163 น.

วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่ และภานุวัฒน์ คัมภีราวัฒน์. 2553. อิทธิพลของผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตของแกะขุน. แก่นเกษตร. 38: 385-394.

วีระพล พูนพิพัฒน์, กานดา นาคมณี และจีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์. 2543. การใช้ถั่วไมยราเลี้ยงแกะ. แหล่งข้อมูล:http://www.dld.go.th/nutrition/Research_Knowlage/RESEARCH/research_full/2543/R4314.pdf. ค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2554.

สุทธิพงศ์ อุริยะพงศ์สรรค์, เทอดศักดิ์ คำเหม็ง, ฉลอง วชิราภากร และพรพรรณ แสนภูมิ. 2550. ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นร่วมกับฟางข้าวหรือฟางข้าวหมักยูเรียต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ลักษณะซาก และการยอมรับของผู้บริโภคเนื้อแพะและแกะ. น. 237-246. ใน: การประชุมสัมมนาวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 3 มกราคม 2550. โรงแรมโซฟิเทลราชาออคิด. ขอนแก่น.

สุวิทย์ อโนทัยสินทวี. 2546. การจัดการด้านอาหาร. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/service/sheep/feed.html, ค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2553.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. สถานการณ์การผลิตและการตลาดรายสัปดาห์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=8334&filename=index, ค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2553.

AOAC. 1985. Official Methods of Analysis. Association Official Analysis Chemist, Washington, D.C.

Aregheore, E. M. 1996. Voluntary intake and nutrient digestibility of crop-residue basad rations by goast and sheep. Small Rumin. Res. 22:7-12.

Enishi, O. 2002. Reevaluation on feed characteristics of rice straw. J. Jap. Grassl. Sci. 48, 371–378.

Fimbres, H., J. R. Kawas, G. Hernández-Vidal, J. F. Picón-Rubio and C. D. Lu. 2002. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. Small Rumin. Res. 43: 275-281.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Doble, J. B. and Jr. H. G. Walker. 1997. Effect of NaOH and NH3 on curability and digestibility of rice straw, Trans. ASAE. 20: 1018-1021.

Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. A. R. S. Hand Book No. 379 United State Department of Agriculture, Washington, D. C.

Lewis, R. M., D. R. Notter, D. E. Hogue and B. H. Magee. 1996. Ewe fertility in the STAR accelerated lambing system. J. Anim. Sci. 74:1511-1522.

Merkel, R. C., K. Simanihuruk, S. P. Ginting, J. Sianipar, L. P. Batubara and K. R. Pond. 1999. Growth potential of five sheep genotypes in Indonesia. Small Rumin. Res. 34: 11-14.

Matejovsky, K. M. and D. W. Sanson .1995. Intake and digestion of low-, medium-, and high-quality grass hays by lambs receiving increasing level of corn supplementation. J. Anim. Sci. 73: 2156-2163.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC.

Oboh, G. 2006. Nutrient enrichment of cassava peel using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisaee* and *Lactobacillus* spp. solid media fermentation techniques. J. Biotech. 9:46-49.

Ofuya, C. O. and S. N. Obilor. 2001. The effects of solid-state fermentation on the toxic components of cassava peel. J. Biotech. 9: 25-28.

Rokomatu, I. and E. M. Aregheore. 2006. Effects of supplementation on voluntary dry matter intake, growth and nutrient digestibility of the Fiji Fantastic sheep on a basal diet of Guinea grass (*Panicum maximum*). Livest. Sci. 100: 132-141.

Sriroth, K., R. Chollakup, S. Chotineeranat, K. Piyachomkwan and C. G. Oates. 2000. Processing of cassava waste for improved biomass utilization. J. Biores. Technol. 71:63-69.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Comstock Publishing Associates (Cornell University Press), Ithaca.

Van Soest, P. J. 2006. Review: Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. Anim. Feed Sci. Technol. 130: 137–171.

Welch, J. G. and A. M. Smith. 1970. Forage quality and rumination time in cattle. J. Dairy Sci. 53: 797-800.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้