

ผลของการใช้อาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก เป็นแหล่งอาหารหยาบร่วมกับการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อ สมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซากแพะ

Effect of total mixed ration containing oil palm frond silage as a source of roughage mixed with fibrolytic enzyme on growth performance and carcass characteristics of goat

ไพยวรรณ วัฒนจันทร์* และ วันวิสาข์ งามผ่องใส¹

Chaiyawan Wattanachant and Wanwisa Ngampongchai

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการเลี้ยงแพะด้วยอาหารผสมสำเร็จ (total mixed ration, TMR) ที่เสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซาก โดยให้แพะลูกผสมบอร์-พื้นเมือง เพศผู้ จำนวน 16 ตัว มีอายุประมาณ 10-12 เดือน ที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 13.37 ± 1.40 กก. จัดแพะเข้าทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ให้ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนระหว่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น 60:40 และผสมกับเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในปริมาณ 0 (อาหารควบคุมไม่เสริมเอนไซม์) (สูตรที่ 1), 2 (สูตรที่ 2), 4 (สูตรที่ 3) และ 6 (สูตรที่ 4) กรัม/กก.วัตถุดิบแห้งของอาหาร TMR โดยแพะได้รับอาหารสูตรต่างๆ อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) เป็นเวลา 90 วัน ผลการศึกษาพบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ไม่เสริม (สูตรที่ 1) หรือเสริมเอนไซม์ (สูตรที่ 2 ถึง 4) มีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 440.39-465.16 กรัม/ตัว/วัน รวมทั้งยังมีน้ำหนักสุดท้าย และอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยต่อวัน ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีน้ำหนักตัวสุดท้ายอยู่ในช่วง 17.08-18.45 กก. และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 41.11-57.78 กรัม/วัน ภายหลังฆ่าพบว่า การไม่เสริมหรือเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นอาหารหยาบไม่มีผลทำให้แพะมีน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเปอร์เซ็นต์กระดูก แตกต่างกัน ($P>0.05$)

คำสำคัญ: อาหารผสมสำเร็จ, เอนไซม์ย่อยเยื่อใย, สมรรถภาพการเติบโต, ลักษณะซาก, แพะ

ABSTRACT: This study aimed to determine the effects of total mixed ration (TMR) containing oil palm frond silage (OPFS) as a source of roughage mixed with fibrolytic enzyme on feed intake, growth performance and carcass characteristics of goats. Sixteen male Bore x Thai native goats, 10-12 months old with average live weight 13.37 ± 1.40 kg, were used in this study. Goats were allotted according to completely randomized design to receive TMR diet containing OPFS (roughage) to concentrate ratio at 60:40 (on a DM basis) and mixed with fibrolytic enzyme at 0 (control) (T1), 2 (T2), 4 (T3) and 6 (T4) g/kg DM of TMR. All diets were fed *ad libitum* to goats for 90 days. From the results, goats received non-supplemented (T1) and supplemented with fibrolytic enzyme (T2 to T4) had similar dry matter feed intake ($P>0.05$) with a range of 440.39-465.16 g/day. In addition, there were no significant differences ($P>0.05$) among treatments regarding final live weight (17.08-18.45 kg) and average daily gain (41.11-57.78 grams/day). After slaughter, fibrolytic enzymes supplementation had no significant effects on carcass weight, dressing percentage, meat percentage and bone percentage ($P>0.05$).

Keywords: Total mixed ration, fibrolytic enzyme, growth performance, carcass characteristics, goat

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90110
Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla 90110

* Corresponding author: chai_tum@yahoo.com

บทนำ

ถึงแม้ว่าทางใบปาล์มน้ำมันสามารถที่จะนำมาใช้เป็นอาหารหยาบเพื่อเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ แต่ทางใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมันมีปริมาณเยื่อใยสูง มีโภชนะที่ย่อยได้รวมต่ำ และมีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ (*in vitro* dry matter digestibility) ที่ค่อนข้างต่ำ (Ishida and Abu Hassan, 1997) ดังนั้นก่อนนำทางใบปาล์มน้ำมันไปใช้เพื่อเลี้ยงสัตว์จึงควรปรับปรุงคุณภาพก่อน เช่น เสริมไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen; NPN) เสริมคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (soluble carbohydrate) เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนะ และการย่อยได้ของโภชนะ หรือนำทางใบปาล์มน้ำมันไปหมักเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์ เป็นต้น (Leng, 1990; Dahlan, 1996; Islam et al., 1998; Dahlan et al., 2000; Wan Zahari and Alimon, 2004) อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาของ ณัฐฐา และคณะ (2552) ซึ่งนำทางใบปาล์มน้ำมันหมักรวมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6% ไปเลี้ยงแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน โดยเสริมอาหารชั้นในปริมาณ 0.5% ของน้ำหนักตัว พบว่าการไม่เสริมและเสริมกากน้ำตาลทุกระดับ ทำให้แพะทดลองมีปริมาณการกินได้รวม (541-625.90 กรัมวัตถุดิบ/วัน) และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (39.17-43.40%) อินทรีย์วัตถุ (42.27-46.18% วัตถุดิบ) โปรตีน (44.89-45.76% วัตถุดิบ) ผนังเซลล์ (17.42-23.48% วัตถุดิบ) และลิกโนเซลลูโลส (6.58-14.37% วัตถุดิบ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่ สุนทร (2555) ได้นำทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกับอาหารชั้นในรูปอาหารผสมสำเร็จ (total mixed ration; TMR) ในสัดส่วนระหว่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารชั้นเท่ากับ 80:20 (สูตรที่ 1), 70:30 (สูตรที่ 2), 60:40 (สูตรที่ 3) และ 50:50 (สูตรที่ 4) ไปเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง อายุ 5-6 เดือน นาน 180 วัน พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 (60:40) และสูตรที่ 4 (50:50) มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ (431.31 และ 501.31 กรัม/วัน) สูงกว่าแพะที่ได้รับ

อาหารสูตรที่ 1 (80:20) (392.85 กรัม/วัน) และ 2 (70:30) (392.94 กรัม/วัน) ($P<0.05$) โดยแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (67.06 กรัม/วัน) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 (50.61 กรัม/วัน) สูตรที่ 2 (32.75 กรัม/วัน) และสูตรที่ 1 (24.42 กรัม/วัน) ($P<0.01$) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของสัดส่วนระหว่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักกับอาหารชั้นในอาหาร TMR แต่ละสูตรไม่ส่งผลทำให้แพะมีปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุเมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (1.94-2.34% น้ำหนักตัว/วัน) และกรัม/กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน (41.12-49.75 กรัม/กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน) แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อนึ่งเพื่อให้แพะสามารถใช้ประโยชน์อาหาร TMR ที่มีทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งของอาหารหยาบได้ดีขึ้น Boonthep et al. (2011) ได้นำเอนไซม์ย่อยเยื่อใย (fibrolytic enzymes) ซึ่งสกัดจากเชื้อ *Aspergillus* spp. BCC274 ไปผสมในอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งของอาหารหยาบ (มีสัดส่วนของอาหารหยาบ : อาหารชั้น เท่ากับ 60: 40) ในปริมาณ 0, 2, 4 และ 6 กรัม/กก.วัตถุดิบของอาหาร TMR โดยใช้เทคนิคการวัดผลผลิตแก๊ส (gas production technique) พบว่า การเสริมเอนไซม์ในปริมาณ 2 กรัม/กก.วัตถุดิบของอาหาร TMR ให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุตามสมการของ Menke et al. (1979) สูงสุด (36.30%) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับการเสริมเอนไซม์ในปริมาณ 6 กรัม/กก.วัตถุดิบของอาหาร TMR (34.34%) 4 กรัม/กก.วัตถุดิบของอาหาร TMR (33.92%) และ 0 กรัม/กก.วัตถุดิบของอาหาร TMR (32.41%) ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยน่าจะช่วยให้สัตว์ใช้ประโยชน์จากอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งของอาหารหยาบได้ดีขึ้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นอาหารหยาบร่วมกับการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อปริมาณการกินได้ สมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซากของแพะ

Table 1 Composition of TMR containing OPF silage as a source of roughage (%DM basis)^{1/}

Ingredient	%
Oil palm frond silage	60.00
Fish meal	5.00
Soybean meal	5.70
Broken rice	14.80
Corn	12.50
Di-calcium phosphate	0.50
Urea	1.00
Salt	0.50
Total	100.00
Nutrient	
Crude protein (%)	14.98
TDN (%)	60.00
Price of TMR ^{3/} (baht/kg)	3.98

^{1/} Calculated based on chemical composition of feedstuff; ^{2/} Fish meal 30.0 baht/kg, soybean meal 16.00 baht/kg, broken rice 11.00 baht/kg, corn 10.00 baht/kg, Dicalcium phosphate 9.00 baht/kg, urea 9.60 baht/kg, salt 5.00 baht/kg

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

ใช้แพะลูกผสมบอร์-พื้นเมือง 50% เพศผู้ ของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 16 ตัว มีอายุประมาณ 10-12 เดือน มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 13.37 ± 1.40 กก. ก่อนการทดลองชั่งน้ำหนักแพะทุกตัว และถ่ายพยาธิด้วยไอเวอร์เม็กติน (ไอเดกติน, IDECTIN®) เพื่อควบคุมพยาธิตัวกลม และพยาธิภายนอกและยาถ่ายพยาธิโรนิโคลซาไมด์ (โยเมซาน, Yomesan®) เพื่อควบคุมพยาธิตัวดีด แล้วปรับสภาพแพะทั้งหมดก่อนทดลองเป็นเวลา 15 วัน

อาหารทดลอง

ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดออกระหว่างเก็บเกี่ยว ทะลายปาล์มน้ำมันจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 7-8 ปี ของสถานีวิจัยและฝึกอบรมสวนเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยทำการตัดส่วนก้าน (petiole) ที่มีหนามออก นำมาสับด้วยเครื่องสับย่อยเพื่อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1.5-2.0 ซม. แล้วนำมาหมักในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร อัดให้แน่นและปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการ

หมักประมาณ 30 วัน ก่อนนำมาใช้ได้ทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก โดยการสุมทางใบปาล์มน้ำมันหมักจากส่วนบน กลาง และล่างของถังหมักมาตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง สี และกลิ่น ตามวิธีการที่ระบุไว้ใน บุญล้อม และบุญเสริม (2525) ทั้งนี้เพื่อความมั่นใจว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่ได้อยู่ในสภาพไซเลจ (silage) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้าของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตร ตามวิธี AOAC (1990) และวิเคราะห์ผงนึ่งเซลล์ (neutral detergent fiber; NDF) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber; ADF) และลิกนิน (acid detergent lignin; ADL) โดยวิธี Detergent method ที่ดัดแปลงจาก Van Soest et al. (1991) ก่อนที่จะนำไปผสมให้เป็นอาหาร TMR

สำหรับการผสมอาหาร TMR ดำเนินการโดยนำทางใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหมักมาผสมกับอาหารข้น กำหนดสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักต่ออาหารข้น เท่ากับ 60:40 และกำหนดให้อาหาร TMR มีระดับโปรตีนรวม (CP) และโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) ประมาณ 14 และ 60.0% ตามลำดับ (Table 1) ทำการผสมเอนไซม์กับอาหาร TMR โดยนำเอนไซม์ผสมที่ผลิตจากเชื้อ *Aspergillus* spp. BCC274 ซึ่ง

ประกอบไปด้วยเอนไซม์ไซแลนเนส (xylanase) เบต้ากลูแคนเนส (β -glucanase) เซลลูเลส (cellulase) แมนนเนส (mannanase) และอะไมเลส (amylase) ในปริมาณ 1×10^7 , 9×10^6 , 2×10^6 , 1×10^6 , 2×10^6 ยูนิต/กก.แห้ง ตามลำดับ ไปผสมกับอาหารชั้นให้เข้ากันก่อน จากนั้นจึงนำไปผสมกับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก โดยแบ่งอาหาร TMR ออกเป็น 4 สูตร ตามระดับของเอนไซม์ที่นำไปผสม คือ 0 (กลุ่มอาหารควบคุมไม่เสริมเอนไซม์) 2, 4 และ 6 กรัม/กก.วัตถุดิบของอาหาร TMR ทั้งนี้ในการผสมอาหาร TMR ผสมตามปริมาณการกินได้ของแพะทดลองโดยผสมทุกวัน

การวางแผนการทดลองและวิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยสุ่มแพะให้ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับของการเสริมเอนไซม์ 4 ระดับ คือ 0 (กลุ่มอาหารควบคุมไม่เสริมเอนไซม์) 2, 4 และ 6 กรัม/กก. วัตถุดิบของอาหาร TMR ในแต่ละกลุ่มทดลองใช้แพะจำนวน 4 ตัว โดยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 มีระยะเวลา 14 วัน เป็นระยะปรับตัวของแพะให้คุ้นเคยกับอาหาร โดยให้อาหาร TMR สูตรควบคุม (ไม่เสริมเอนไซม์) แก่แพะทดลองแบบเต็มที่ (*ad libitum*) แบ่งให้วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา และวัดปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน ช่วงที่ 2 เป็นระยะทดลอง (experimental period) ใช้ระยะเวลา 90 วัน โดยแพะทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับอาหาร TMR ตามแผนการทดลองที่วางไว้ บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวทุกๆ 15 วัน และบันทึกปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR ตลอดระยะทดลอง การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เมื่อเลี้ยงแพะครบ 90 วัน สุ่มแพะกลุ่มละ 3 ตัว เพื่อศึกษาลักษณะซากต่อไป

สำหรับการเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่างมีรายละเอียดดังนี้ (1) บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR ตลอดระยะทดลอง โดยการชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในวันถัดไป แล้วนำมาคำนวณปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน (2) เก็บตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักทุกครั้ง

ที่ทำการเปิดใช้ จำนวน 200 กรัม นำมาอบที่อุณหภูมิ 100° ซ. เป็นเวลา 24-48 ชม. เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งและนำมาปรับปริมาณอาหารที่ให้สัตว์กินในช่วงต่อไป (3) เก็บตัวอย่างอาหาร TMR ทุกสูตร จำนวน 200 กรัม ทุกๆ 2 สัปดาห์ นำมาอบที่อุณหภูมิ 70° ซ. เป็นเวลา 72 ชม. แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. เพื่อนำไปวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี (4) เก็บตัวอย่างอาหารที่เหลือก่อนให้อาหารมอดไปทุกครั้ง นำมาอบที่อุณหภูมิ 100° ซ. เป็นเวลา 24-48 ชม. เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (5) ชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองในวันแรกและวันสุดท้ายของระยะปรับตัว และในระยะทดลองทำการชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 15 วัน จนกระทั่งเสร็จการทดลอง เพื่อดำเนินการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (6) การฆ่าและชำแหละซาก เมื่อเลี้ยงครบกำหนด 90 วัน ประเมินสภาพของร่างกายแพะโดยพิจารณาจากคะแนนสภาพของร่างกาย (body condition score; BCS) ตามวิธีการของ Russel et al. (1969) จากนั้นจึงสุ่มแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกกลุ่มๆ ละ 3 ตัว นำมาชำและชำแหละซากตามวิธีการที่ดัดแปลงจากวินัย (2528) ตามรายละเอียดที่ระบุไว้โดย สาธิต (2552) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซาก องค์ประกอบของร่างกาย และองค์ประกอบของซาก ตามรายละเอียดที่อธิบายโดย Safari et al. (2011)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ได้แก่ วัตถุดิบ โปรตีนรวม ไขมันรวม และถ้าใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และสำหรับการวิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนินตามวิธี Detergent method ซึ่งดัดแปลงจาก Van Soest et al. (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลปริมาณการกินได้ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และลักษณะของซาก มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR

องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงไว้ใน Table 2

ปริมาณอาหารที่กินได้

Table 3 แสดงปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร ทั้งนี้พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 440.39-465.16 (442.58) กรัม/ตัว/วัน ซึ่งค่อนข้างต่ำกว่าผลการศึกษาของ สุนทร (2555) ที่เลี้ยงแพะด้วยอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และอาหารข้นในสัดส่วน 60:40 มีปริมาณการกินได้เฉลี่ยเท่ากับ 481.31 กรัม/ตัว/วัน ทั้งนี้การเสริมเอนไซม์ ไม่มีผลทำให้แพะมีปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR สูงกว่าแพะกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR ในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และบนฐานของน้ำหนักเมแทบอลิก พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณการกินได้ของอาหาร (2.72-2.90% ของน้ำหนักตัว และ 54.21-57.37 กรัม/กก.น้ำหนักตัว^{0.75}/ตัว/วัน) ซึ่งสูงกว่ารายงานของ สุนทร (2555) ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของเอนไซม์ที่เสริมลงไป

แต่ค่าที่ได้ก็เป็นไปตามผลการศึกษาของ Domingue et al. (1991) ที่สรุปว่า แพะมีปริมาณการกินของอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำเฉลี่ยเท่ากับ 56.00 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน รวมทั้งยังอยู่ในช่วงเดียวกับข้อสรุปของ Devendra and Burns (1983) ที่รายงานว่า แพะเนื้อที่เลี้ยงในเขตร้อน มีปริมาณอาหารที่ได้รับในรูปวัตถุดิบแห้งอยู่ในช่วง 1.9-3.8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว หรือเท่ากับ 40-128 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ กันยารัตน์ (2546) ซึ่งเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง 50% เพศผู้ อายุ 12-13 เดือน ด้วยอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมัก หรือหญ้าเนเปียร์หมัก ซึ่งเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักที่มีคุณภาพดี (โปรตีน 14% และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3.1 Mcal/อาหาร TMR กก.) แพะที่ศึกษาครั้งนี้มีปริมาณการกินได้เมื่อคิดในหน่วยกรัมต่อวันต่ำกว่าแพะที่เลี้ยงด้วยอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมัก (623.3 และ 620.3 กรัมต่อวัน) 29.19 และ 26.17% ตามลำดับ ทั้งนี้จะเป็นผลมาจากคุณภาพของอาหารหยาบ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ วินัย (2538) Hussain et al. (1996) Domingue et al. (1991) และ Goetsh et al. (2011) ที่สรุปว่า ปริมาณการกินได้ของแพะสัมพันธ์กับคุณภาพของอาหารหยาบที่นำมาให้

Table 2 Chemical composition of TMR containing OPF silage as a source of roughage

Item	%
Dry matter	96.01
Organic matter (%DM)	91.70
Crude protein (%DM)	14.82
Crude fat (%DM)	1.93
Ash (%DM)	8.31
Crude fiber (%DM)	35.56
Nitrogen free extract (%DM)	39.92
Cell wall content (%DM)	57.88
Lignocellulose (%DM)	35.60
Lignin (%DM)	10.90
Metabolizable energy (MJ/kgDM) *	5.10

Note: TMR diet containing OPFS to concentrate ratio at 60:40 (on a DM basis); Each treatment mixed with fibrolytic enzyme at 0 (Treatment1 ; T1), 2 (treatment 2; T2), 4 (treatment 3; T3) and 6 (treatment 4; T4) g/kg DM of TMR before feeding; * calculated using equation of Menke et al. (1979)

Table 3 Effect of feeding TMR containing OPF silage mixed with different levels of fibrolytic enzyme on feed intake and growth performance of goats

Item	Treatment ^{1/}				SEM ^{2/}	P-value
	1	2	3	4		
Number of goats	4	4	4	4		
Initial live weight (kg)	13.27	13.25	13.55	13.38	1.00	0.99
Final live weight (kg)	18.07	18.4	17.25	17.08	1.02	0.55
Live weight gain (kg)	4.80	5.20	3.70	3.71	0.32	0.30
Average dairy gain (ADG: g/day)	53.33	57.78	41.67	41.11	2.31	0.35
Dry matter feed intake (DMI)						
g/d	465.16	439.26	425.51	440.39	2.78	0.83
% live weight	2.90	2.72	2.73	2.88	0.47	0.24
g/kg.LW ^{0.75} /d	57.37	54.37	54.21	56.79	1.34	0.18
Organic matter intake (OMI)						
g/d	404.11	396.88	377.02	400.98	10.46	0.80
g/kg.LW ^{0.75} /d	50.62	49.81	48.41	50.68	1.28	0.78
Crude protein intake (CPI)						
g/d	73.55	72.67	71.97	72.28	0.97	0.25
g/kg.LW ^{0.75} /d	9.22	9.13	9.25	9.12	0.10	0.19
Metabolizable energy intake (MEI)						
MJ/d	2.38	2.25	2.18	2.26	0.93	0.18
MJ/kg.LW ^{0.75} /d	0.30	0.28	0.28	0.29	1.13	0.30
FCR	9.21	8.02	10.93	11.31	1.00	0.10
Body condition score ^{3/}	2.54	2.56	2.53	2.50	0.13	0.66

^{a,b} Mean with different superscript within the same row are significantly different ($P < 0.05$); ^{1/} Treatment 1 = TMR + enzyme 0 g/kg DM, Treatment 2 = TMR + enzyme 2 g/kg DM, Treatment 3 = TMR + enzyme 4 g/kg DM and Treatment 4 = TMR + enzyme 6 g/kg DM; ^{2/} SEM = standard error of the mean; ^{3/} using a five point-scale when 1 = very thin, 2 = thin, 3 = good condition, 4 = fat and 5 = obese

สำหรับปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter intake; OMI) โปรตีนรวม (crude protein intake; CPI) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy intake; MEI) พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแพะจะมีปริมาณการกินได้ของอาหารอยู่ในระดับที่ปกติ (2.72-2.90% ของน้ำหนักตัว หรือเท่ากับ 54.21-57.37 กรัม/กก. น้ำหนักตัว^{0.75}/ตัว/วัน) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Dahlan et al. (2000) ที่รายงานว่า แพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลมีปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 51.5 กรัม/กก.น้ำหนักตัว^{0.75}/ตัว/วัน

ส่วนปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวม (CPI) พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีค่า CPI อยู่ในช่วง 71.97-73.55 กรัม/วัน หรือ 9.12-9.25 กรัม/กก.น้ำหนักตัว^{0.75}/ตัว/วัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าความต้องการโปรตีนรวมเพื่อการดำรงชีพของ NRC (1981) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.15 กรัม/กก.น้ำหนักตัว^{0.75}/ตัว/วัน แต่มีค่า MEI มีค่าอยู่ในช่วง 2.18-2.38 MJ/วัน ซึ่งต่ำกว่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของแพะเนื้อที่ Devendra and McLeroy (1982 อ้างถึงโดย Hango et al. 2007) สรุปว่าควรมีค่าอยู่ในช่วง 3.25-6.47 MJ/วัน ดังนั้นการที่แพะทดลองครั้งนี้ได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อวันไม่เพียงพอ่อมมีผลกระทบต่อระดับความสมดุลของโปรตีนและพลังงานด้วย

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรแสดงใน Table 3 ทั้งนี้จากผลการศึกษพบว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีน้ำหนักตัวสุดท้ายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 มีน้ำหนักตัวสุดท้าย (18.45 กก.) มากที่สุด รองลงมา คือ แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 (18.07 กก.) สูตรที่ 3 (17.25 กก.) และสูตรที่ 4 และ 17.08 กก.) ตามลำดับ และเนื่องจากแพะทดลองทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มทดลองไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังนั้น เมื่อคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาทดลอง และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย จึงพบว่าแพะทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.71-4.80 กก. และ 41.12-53.33 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของสุนทร (2555) ที่เลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองด้วยอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นในสัดส่วน 60:40 ที่มีค่า ADG เท่ากับ 50.61 กรัม/วัน แต่สูงกว่ารายงานของ Pi et al. (2005) ที่เลี้ยงแพะพันธุ์บอร์ (มีน้ำหนักเริ่มทดลองอยู่ในช่วง 14.81-15.45 กก.) ด้วยอาหาร TMR ที่ใช้หญ้าไรท์ (*Ryegrass: Lolium perenne* L.) สับให้มีขนาด 3-5 ซม. และผสมกับอาหารข้นในสัดส่วน 60:40 พบว่าแพะมี ADG เท่ากับ 40.3 กรัม/วัน ขณะที่ กันยารัตน์ (2546) รายงานว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง 50% ที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมัก หรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี มีระดับโปรตีนเท่ากับ 14% และมีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR เฉลี่ยเท่ากับ 3.1 Mcal/อาหาร TMR 1 กก. และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 106.4 และ 102.1 กรัม/วัน ขณะที่อาหาร TMR ที่ใช้ในการศึกษครั้งนี้มีส่วนผสมของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (อาหารหยาบคุณภาพต่ำ) และอาหารข้นในสัดส่วน 60:40 โดยมีระดับโปรตีน 14.82% และมีค่า ME เท่ากับ 5.10 MJ (หรือ 1.22 Mcal) /อาหาร TMR 1 กก. ซึ่งค่า ME

ดังกล่าวต่ำกว่ารายงานของ NRC (1981) ที่แนะนำว่าหากต้องการให้แพะน้ำหนักตัวประมาณ 15 กก. ที่เลี้ยงแบบขังคอกมีอัตราการเจริญเติบโต 50 กรัม/วัน แพะควรได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 5.52 MJ (หรือ 1.32 Mcal) /กก. วัตถุแห้ง

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้อาหารของแพะ (FCR) ที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นอาหารหยาบร่วมกับอาหารข้นทั้ง 4 สูตร (Table 3) พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด (8.02) รองลงมา คือ แพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (9.21) สูตรที่ 3 (10.93) และสูตรที่ 4 (11.31) ตามลำดับ ($P>0.05$) อนึ่ง การที่แพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีค่า FCR ดีกว่า อาจจะเป็นเพราะจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 สามารถย่อยสลายและใช้ประโยชน์อาหารได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม หรือเสริมในปริมาณ 4 และ 6 กรัม/กก. วัตถุแห้งของอาหาร TMR ดังนั้นผลการศึกษครั้งนี้จึงเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการศึกษาของ Boonthep et al. (2011) ที่ศึกษาการย่อยสลายของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรโดยใช้เทคนิคการวัดผลผลิตแก๊สและสรุปไว้ว่า การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยช่วยให้แพะใช้ประโยชน์อาหารหยาบได้ดีขึ้น โดยการเสริมเอนไซม์ในปริมาณ 2 กรัม/กก. วัตถุแห้งของอาหาร TMR ให้ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงสุด (36.30%) อย่างไรก็ตาม การเสริมเอนไซม์ในระดับสูงมากเกินไปก็ไม่ได้ช่วยให้ปริมาณการกินได้และการย่อยได้เพิ่มขึ้น เพราะเอนไซม์อาจจะไปแย่งพื้นที่บนอนุภาคของอาหาร มีผลทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเข้ายึดเกาะอาหารได้เท่ากับการเสริมในระดับต่ำ (Beauchemin et al., 1995; Beauchemin et al., 2000; Nesereko et al., 2002) ดังนั้นแม้ว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหารหยาบได้บ้าง แต่คุณภาพของอาหารหยาบและสมดุลของโภชนาการที่แพะได้รับมีส่วนสำคัญต่อการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และสมรรถภาพการเติบโตของแพะ (Goetch et al., 2011)

สำหรับค่าคะแนนสภาพของร่างกาย (BCS) พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตร มีค่า BCS ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.50-2.56 นั่นคือแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีสภาพร่างกายค่อนข้างผอม (คะแนน = 2 หมายถึงผอม และคะแนน = 3 หมายถึง สภาพดี-สมบูรณ์) ดังนั้นแม้ว่าแพะจะมีปริมาณการกินได้ของอาหารอยู่ในระดับที่ปกติ (2.72-2.90% ของน้ำหนักตัว หรือเท่ากับ 54.21-57.37 กรัม/กก.น้ำหนักตัว^{0.75}/ตัว/วัน) แต่การที่แพะได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อวันไม่เพียงพอย่อมมีผลกระทบต่อระดับความสมดุลของโปรตีนและพลังงาน ซึ่งนอกจากจะมีผลทำให้แพะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำแล้วยังเป็นปัจจัยร่วมที่ส่งผลต่อเนื้อทำให้แพะมีค่าคะแนนสภาพของร่างกายค่อนข้างต่ำด้วย

ลักษณะซาก องค์ประกอบและสัดส่วนของซาก

เนื่องจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกต่างกัน (Table 3) จึงมีผลทำให้แพะทดลองมีน้ำหนักมีชีวิตหลังอดอาหาร (shrunk live weight; SLW) และน้ำหนักมีชีวิตที่หักส่วนของ digestive content (empty live weight; ELW) แตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 มีค่า SLW และ ELW มากที่สุด รองลงมา คือ แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 4 อย่างไรก็ตาม ภายหลังฆ่าและชำแหละซาก พบว่าแพะทุกกลุ่มมีน้ำหนักซากอุ่นและน้ำหนักซากเย็นไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อหาเปอร์เซ็นต์ซากที่แท้จริง (true dressing percentage) ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ซากเย็นที่คำนวณบนฐานของ ELW และเปอร์เซ็นต์ซากเชิงการค้า (commercial dressing percentage) ซึ่งคำนวณบนฐานน้ำหนักมีชีวิตที่อดอาหารแล้ว โดยพบว่าแพะทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซากที่แท้จริง และเปอร์เซ็นต์ซากเชิงการค้าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 46.46-47.43 และ 40.63-42.14% ตามลำดับ แพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรยังมีเปอร์เซ็นต์ของอวัยวะภายใน ขนาดความยาวและความกว้างของซาก และพื้นที่หน้าตัดสันนอกไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

สำหรับผลการใช้อาหาร TMR สูตรต่างๆ ต่อเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เปอร์เซ็นต์กระดูก สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก และสัดส่วนเนื้อแดงต่อไขมัน ได้แสดงไว้ใน Table 5 โดยพบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 มีปริมาณเนื้อแดงมากที่สุด (4.68 กก.) แต่ไม่แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 (4.41 กก.) และสูตรที่ 3 (4.30 กก.) แต่สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 (4.25 กก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้แพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีปริมาณไขมัน กระดูก และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเมื่อคิดเป็นกิโลกรัมไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์บนฐานของน้ำหนักซากเย็น พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ไขมัน กระดูก และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อนำน้ำหนักเนื้อไปหาสัดส่วนกับไขมัน (meat/fat ratio) และกับกระดูก (meat/bone ratio) พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตร มีสัดส่วนของเนื้อต่อไขมัน และสัดส่วนของเนื้อต่อกระดูก ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แสดงว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นอาหารหยาบไม่มีผลทำให้ซากแพะมีปริมาณเนื้อแดง ไขมัน และกระดูกแตกต่างกัน ($P>0.05$)

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การเสริมหรือไม่เสริมเอนไซม์ย่อยสลายเยื่อใยไม่ได้มีผลทำให้แพะมีน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก และเปอร์เซ็นต์ของอวัยวะภายในแตกต่างกัน ($P>0.05$) การที่แพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกสูตรมีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำ ซึ่งน่าจะสัมพันธ์กับระดับโภชนาที่แพะได้รับ ดังที่ Hango et al. (2007) และ Goetsch et al. (2011) ได้สรุปไว้ตรงกันว่าระดับโภชนาที่แพะได้รับมีผลต่อลักษณะของซาก โดยเฉพาะน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และเปอร์เซ็นต์ไขมัน

แม้ว่าผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Boonthep et al. (2011) ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่ดีของการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักตามข้อสรุปของ Beauchemin et al. (2000) แต่จากผลการศึกษาครั้งนี้แพะยังไม่

สามารถใช้ประโยชน์จากอาหาร TMR ที่ศึกษาครั้งนี้ได้อย่างเต็มที่ แม้ว่าระดับโปรตีนในอาหารทุกสูตรจะมีค่าเท่ากับ 14.82% (Table 2) เป็นเพราะแพะได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับ NRC

(1981) และข้อสรุปของ Devendra and McLeroy (1982 อ้างถึงโดย Hango et al. 2007) จึงมีผลกระทบต่อการแสดงสมรรถภาพในการเติบโต ลักษณะซากแพะ และปริมาณเนื้อแดง

Table 4 Effect of feeding TMR containing OPF silage mixed with different levels of fibrolytic enzyme on carcass characteristics and body of goats

Item	Treatment ^{1/}				SEM ^{2/}	P-value
	1	2	3	4		
Shrunk live weight (kg) ^{3/}	17.20	17.77	16.30	16.40	0.41	0.50
Empty live weight (kg) ^{4/}	14.53	15.00	14.02	14.09	0.19	0.09
Warm carcass weight (kg)	6.99	7.3	6.87	6.8	6.99	0.08
Chilled carcass weight (kg)	6.75	7.05	6.65	6.6	1.75	0.07
True Dressing percentage ^{5/}	46.46	47.00	47.43	46.84	4.46	0.21
Commercial dressing percentage ^{6/}	40.63	41.08	42.14	41.46	3.90	0.25
Body composition (%) ^{7/}						
Skin	10.09	11.23	10.92	11.24	0.60	0.53
Stomach	3.92	3.56	3.87	3.70	0.13	0.30
Intestines	3.84	3.38	4.47	3.19	0.48	0.32
Blood	3.45	3.63	3.49	3.62	0.31	0.97
Fore and hind shank	3.09	3.16	3.42	3.79	0.36	0.53
Tail	0.16	0.18	0.15	0.15	0.01	0.57
Liver	1.41	1.36	1.50	1.48	0.62	0.40
Lung and Trachea	1.23	1.19	1.09	1.21	0.12	0.84
Penis and testes	1.25	1.27	1.38	1.29	0.07	0.53
Spleen	0.24	0.25	0.24	0.29	2.17	0.40
Heart	0.41	0.46	0.41	0.49	0.04	0.35
Diaphragm	0.27	0.35	0.39	0.34	0.06	0.76
Kidneys	0.28	0.28	0.30	0.29	0.01	0.06
Total fat ^{8/}	1.79	1.81	2.32	1.86	0.89	0.35
Carcass length (cm)	107.50	110.17	108.33	107.50	12.19	0.89
Carcass width (cm)	48.33	49.50	48.05	47.17	3.47	0.28
Loin eye area (cm ²)	6.46	6.76	6.25	6.19	0.20	0.06

^{a,b} Mean with different superscript within the same row are significantly different ($P < 0.05$); ^{1/} Treatment 1 = TMR + enzyme 0 g/kg DM, Treatment 2 = TMR + enzyme 2% g/kg DM, Treatment 3 = TMR + enzyme 4% g/kg DM and Treatment 4 = TMR + enzyme 6% g/kg DM; ^{2/} SEM = standard error of the mean; ^{3/} withheld feed overnight and recorded the weight before slaughter; ^{4/} calculated as a different between shrunk live weight and the weight of digestive content; ^{5/} calculated from (warm carcass weight / empty live weight) * 100; ^{6/} calculated from (warm carcass weight / shrunk live weight) * 100; ^{7/} based on shrunk live weight; ^{8/} pelvic fat + kidney fat + omental fat

Table 5 Percentage and ratios and carcass tissues from goats fed TMR containing OPF silage mixed with different levels of fibrolytic enzyme

Item	Treatment ^{1/}				SEM ^{2/}	P-value
	1	2	3	4		
Meat						
- kg	4.41	4.68	4.30	4.25	1.21	0.15
- %	65.33	66.38	64.66	64.39	0.61	0.07
Fat						
- kg	0.39	0.41	0.40	0.39	0.98	0.95
- %	5.78	5.53	6.02	5.91	0.44	0.06
Bone						
- kg	1.73	1.72	1.71	1.71	1.78	0.10
- %	25.63	24.40	25.71	25.91	1.13	0.50
Connective tissue						
- kg	0.22	0.24	0.24	0.25	2.13	0.90
- %	3.26	3.69	3.61	3.79	0.33	0.06
Meat / bone ratio	2.55	2.72	2.51	2.49	0.09	0.08
Meat / fat ratio	11.31	11.41	10.75	10.90	1.25	0.09

^{a,b} Mean with different superscript within the same row are significantly different ($P < 0.05$); ^{1/} Treatment 1 = TMR + enzyme 0 g/kg DM, Treatment 2 = TMR + enzyme 2 g/kg DM, Treatment 3 = TMR + enzyme 4 g/kg DM and Treatment 4 = TMR + enzyme 6 g/kg DM; ^{2/} SEM = standard error of the mean; ^{3/} based on chilled carcass weight (Table 4)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การเสริมเอนไซม์ย่อยสลายเยื่อใยในปริมาณ 0, 2, 4 และ 6 กรัม/กก. วัตถุประสงค์ของอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นอาหารหยาบไม่มีผลทำให้แพะทดลองมีปริมาณการกินได้แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แม้ว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR เสริมเอนไซม์ในปริมาณ 2 และ 0 กรัม/กก. วัตถุประสงค์ของการเพิ่มน้ำหนักตัวดีกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR เสริมเอนไซม์ในปริมาณ 4 และ 6 กรัม/กก. วัตถุประสงค์ของอาหาร TMR ($P > 0.05$) แต่แพะที่ได้รับอาหารทุกสูตรมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำ (41.11-57.78 กรัม/วัน) โดยแพะมีคะแนนสภาพร่างกายค่อนข้างสมบูรณ์ คือ อยู่ในช่วง 2.50-2.58 สำหรับลักษณะซาก พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่เสริมเอนไซม์ 2 กรัม/กก. วัตถุประสงค์ของอาหาร TMR มีน้ำหนักตัวหลังอดอาหารก่อนฆ่าแพะ และน้ำหนักตัวที่หักส่วนของ digestive content มากที่สุด รองลงมา

คือ แพะที่ได้รับอาหาร TMR 0, 4 และ 6 กรัม/กก. วัตถุประสงค์ ($P > 0.05$) แต่แพะทุกกลุ่มมีน้ำหนักซากอุ่น และน้ำหนักซากเย็นไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นบนฐานของน้ำหนักตัวที่อดอาหารพบว่ามีความอยู่ในช่วง 40.63 ถึง 42.14% ซึ่งถือว่ายังต่ำแม้ว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยสลายเยื่อใยในปริมาณ 2 กรัม/กก. วัตถุประสงค์ของอาหาร TMR จะช่วยให้แพะมีสมรรถภาพการเติบโตดีกว่าแพะกลุ่มอื่น แต่แพะที่ศึกษาครั้งนี้ก็ยังมีสมรรถภาพการเติบโตและมีคุณภาพซากที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาอื่นที่เลี้ยงแพะด้วยอาหาร TMR ที่ใช้หญ้าหรือต้นข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบ ซึ่งน่าจะเป็นเพราะความไม่สมดุลระหว่างโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นเพื่อแพะจะสามารถใช้ประโยชน์อาหาร TMR ที่มีทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งของอาหารหยาบ การปรับสมดุลโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารให้เหมาะสมจึงมีความจำเป็น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย (NAT50020) ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ศูนย์วิจัยและฝึกภาคสนามเทพา และภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนวัตถุดิบทางใบปาล์มน้ำมัน สัตว์ทดลอง และสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณณัฐฐา รัตนโกศล คุณสุนทร รอดด้วง และ Miss Rini Dwi Wahyuni นักศึกษาปริญญาโทสาขาสัตวศาสตร์ ที่ช่วยเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารอ้างอิง

- กันยารัตน์ ไซยแสน. 2546. การใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมสำเร็จรูปสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา
- ณัฐฐา รัตนโกศล, วันวิศาข์ งามผ่องใส, ไซยวรรณ วัฒนจันทร์ และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2552. ผลการหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลระดับต่างๆ ต่อการกินได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในแพะ. แก่นเกษตร 37:235-244.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และบุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. การประเมินคุณภาพพืชหมัก. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สาธิต เขาไขแก้ว. 2552. ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะเพศผู้ที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในแพะเพศผู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สุนทร รอดด้วง. 2555. ผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากแพะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สันติ หมดหมั่น, ไซยวรรณ วัฒนจันทร์, วันวิศาข์ งามผ่องใส และเสาวนิต คูประเสริฐ. 2552. เทคนิคผลผลิตแก๊สเพื่อประเมินการย่อยได้ของใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล. น. 28-30. ใน: การสัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 26-27 มกราคม 2552. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วินัย ประสมพิกัญจน์. 2528. การศึกษาลักษณะซากของแพะ. ว. สงขลานครินทร์ 39:105-109.
- วินัย ประสมพิกัญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- AbuHassan, O., M. Ishida, M. L. Shukri, and Z. AhmadTajuddin. 1994. Oil palm fronds as a roughage feed source for ruminants in Malaysia. Available: <http://www.agnet.org/library/eb/420/>. Accessed May 19, 2008.
- AOAC. 1990. Official Method of Analyses. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
- Beauchemin, K.A., L.M. Rode, and V.J.H. Sewalt. 1995. Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. Can. J. Anim. Sci. 75:641-644.
- Beauchemin, K. A., L. M. Rode, M. Maekawa, D. P. Morgavi, and R. Kampen. 2000. Evaluation of a non-starch polysaccharidase feed enzyme in dairy cow diets. J. Dairy Sci. 83:543-553.
- Boonthep, K.W., W. Ngampongsai, C. Wattanachant, W. Visessanguan, and S. Boonpayung. 2011. Effects of enzyme levels in total mixed ration containing oil palm frond silage on kinetics of gas production. p. 563-567. In: the 3rd International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries (SAADC2011) 26-29th July 2011. Nakhon Ratchasima.
- Dahlan, I. 1996. Oil Palm by-product: its utilization and contribution for livestock industry. p. 269-274. In: Proceedings of the Agricultural Conference on International Palm Oil Congress 23-28th September 1996. Kuala Lumpur.
- Dahlan, I., M. Islam, and A. M. Rajion. 2000. Nutrient intake and digestibility of fresh, ensiled and pelleted oil palm (*Elaeis guineensis*) frond by goats. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13:1407-1413.
- Devendra, C., and G.B. Burns. 1983. Goat Production in Tropic. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farmham Royal, U.K.
- Domingue, B.M.F., D.W. Dellow, and T.N. Barry. 1991. Voluntary intake and rumen digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. J. Agricultural Sci. 117:111-120.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook No. 379. USDA, Washington, D.C.

- Goetsh, A.L., R.C. Merkel, and T.A. Gipson. 2011. Factors affecting goat meat production and quality. *Small Ruminant Res.* 101:173-181.
- Hango, A., L.A. Mtenga, G.C. Kifaro, J. Safari, D.E. Mushi, and V.R.M. Muhikambele. 2007. A study on growth performance and carcass characteristics of Small East African goats under different feeding regimes. *Livestock Research for Rural Development* volume 19. Article No. 130. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd19/9/hang19130.htm>. Accessed May 22, 2012.
- Hussain, Q., Ø. Havrevoll, and L.O. Eik. 1996. Effect of type of roughage on feed intake, milk yield and body condition of pregnant goats. *Small Ruminant Res.* 22:131-139.
- Ishida, M., and O. Abu Hassan. 1997. Utilization of oil palm frond as cattle feed. *JARQ* 13:41-47.
- Islam, M., I. Dahlan, A. M.Rajion, and A. Z. Jelani. 1998. Influence of urea and molasses on preservation of oil palm (*Elaeis guineensis*) frond. p. 147-148. In: *Proceedings of the International Science Conference 7-9th May 1998*. Kuala Lumpur.
- Leng, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of "poor quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutr. Res. Rev.* 3:277-303.
- Menke, K.H., L. Raab, L.A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 93:217-222.
- Nesereko, V.L., K.A. Beauchemin, D.P. Morgavi, L.M. Rode, A.F. Furtado, T.A. McAllister, A.D. Iwaasa, W.Z. Yang, and Y. Wang. 2002. Effect of fibrolytic enzyme preparation from *Trichoderma longibrachiatum* on the rumen microbial population of dairy cow. *Can. J. Microbiol.* 48:14-20.
- NRC. 1981. *Nutrient Requirement for Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. National Academy Press, Washington, D. C.
- Pi, Z.K., Y.M. Wu and J.X. Liu. 2005. Effect of supplement and pelletization on nutritive value of rice straw-based total mixed ration, and growth performance and meat quality of growing Bore goats fed on TMR. *Small Ruminant Res.* 56:81-88.
- Russel, A.J.F., J.M. Doney, and R.G. Gunn. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Cambridge* 72:451-454.
- Safari, J., D.E., Mushi, L.A. Mtenga, G.C. Kifaro, and L.O. Eik. 2011. Growth, carcass and meat quality characteristics of small east African goats fed straw based diets. *Livestock Sci.* 135:168-176.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nd edition. McGraw-Hill, New York.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Wan Zahari, M., and A. R. Alimon. 2004. Use of palm kernel cake and oil palm by-products in compound feed. p. 5-9. In: *Oil Palm Developments 40*. Malaysia Palm Oil Board, Malaysia.