

ผลของการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณการกินได้ และปริมาณการย่อยได้ของ
อาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางไบโपाल์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

จุลพงศ์ จำเริญลาภ

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางไบโपाल์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ โดยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการและอินเทอร์เน็ตจำนวน 11 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง ปี พ.ศ. 2559 โดยมีการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยตั้งแต่ที่ระดับ 2 4 และ 6 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และไม่มีการเสริมเอนไซม์ และพบว่าการเสริมเอนไซม์ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมสำเร็จ แต่มีแนวโน้มทำให้ปริมาณเชื้อโหลลดลง ส่วนปริมาณการกินได้ไม่ทำให้ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น แต่ทำให้ปริมาณการย่อยได้สูงขึ้น โดยการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่ระดับ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่งผลดีที่สุด ทั้งนี้การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องพิจารณาอายุของสัตว์ร่วมด้วย

คำสำคัญ: เอนไซม์ย่อยเยื่อใย องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณการกินได้ ปริมาณการย่อยได้ อาหารผสมสำเร็จทางไบโपाल์มน้ำมันหมัก

บทนำ

ทางใบปาล์มน้ำมัน (Oil Palm Frond) เป็นผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันซึ่งจะได้จากการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมัน โดยในแต่ละปีจะมีจำนวนทางใบปาล์มน้ำมันทั้งประเทศประมาณ 7,936,464 ทางใบ (คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2553) ซึ่งปกติเกษตรกรจะนำทางใบปาล์มน้ำมันมาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และนำไปเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยการสับให้กินโดยตรงหรือนำไปเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมสำเร็จรูป (Total Mixed Ration, TMR) ซึ่งจะใช้ทั้งในรูปแบบทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด แต่การนำมาใช้เลี้ยงสัตว์มีข้อจำกัดคือทางใบปาล์มน้ำมันมีเยื่อใยสูง โดยมีผนังเซลล์ (Cell Wall) 66.99 % ลิกโนเซลลูโลส (Lignocelluloses) 55.56 % และลิกนิน (Lignin) 25.51 % (ฉัฐฐา รัตนโกศล, 2552 อ้างโดย สุนทร รอดด้วง และคณะ, 2554) ซึ่งอาหารที่มีเยื่อใยสูงจะส่งผลทำให้มีปริมาณการย่อยได้ต่ำ เนื่องจากในส่วนของเยื่อใยมีลิกนินรวมอยู่ด้วย ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนไม่สามารถย่อยได้ นอกจากจะย่อยไม่ได้แล้วยังไปขัดขวางการย่อยได้ของเยื่อใยอีกด้วย จึงมีผลทำให้สัตว์กินได้น้อยลง ส่งผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตลดลงตามไปด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงมีการศึกษาหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ของเยื่อใยเพื่อเพิ่มปริมาณการย่อยให้สูงขึ้น โดยการใส่เอนไซม์ย่อยเยื่อใยเสริมในอาหารที่มีทางใบปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบ เพื่อเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใยในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทั้งนี้การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยอาจจะเสริมในอาหารโดยตรงด้วยวิธีการฉีดพ่นในอาหารหยาบ อาหารข้น หรืออาหาร TMR ซึ่งการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบ อาจช่วยทำให้การใส่ประโยชน์ได้ของอาหารผสมสำเร็จสูงขึ้น ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและศึกษาระดับการใช้เอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณการกินได้ และปริมาณการย่อยได้ของอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์มหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเกษตรกรที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ทางใบปาล์มน้ำมัน (Oil Palm Frond)

ทางใบปาล์มน้ำมัน คือ ส่วนของใบและก้านใบของต้นปาล์มน้ำมันนับเป็นผลพลอยได้จากการปลูกปาล์มน้ำมัน เกษตรกรจะต้องตัดใบล่างที่รองรับทะลายปาล์มน้ำมันก่อนการเก็บเกี่ยว หรือ โคนต้นทิ้งเพื่อปลูกใหม่เมื่อต้นปาล์มน้ำมันมีอายุ 15 – 20 ปี โดยทั่วไปเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันทุกๆ 15 – 20 วัน เฉลี่ยแล้วทุกเดือนจะมีการตัดทางใบปาล์มน้ำมันออกอย่างน้อย 2 ทางใบต่อต้นหรือคิดเป็น 44 ทางใบต่อไร่ (อัตราปลูก 22 ต้นต่อไร่) ในหนึ่งปีเกษตรกรจะตัดทางใบปาล์มน้ำมันประมาณ 24 ครั้ง (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) โดยในปี พ.ศ.2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งประเทศประมาณ 3,637,536 ไร่ มีจำนวนต้นปาล์มน้ำมันประมาณ 165,343 ต้น มีทางใบประมาณ 7,936,464 ทางใบ/ปี

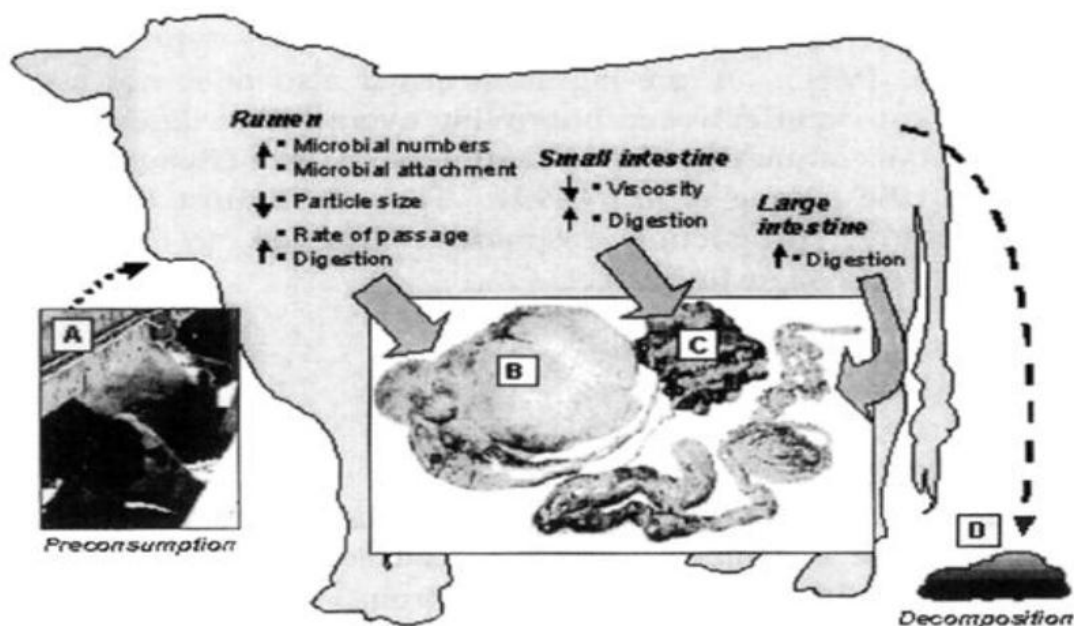
(คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2553) จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าทางใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณที่มากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ ซึ่งแนวทางการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องมีอยู่ 3 แบบ ได้แก่ 1) ให้กินในรูปแบบทางใบปาล์มสด 2) ให้กินในรูปแบบทางใบปาล์มหมัก และ 3) ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร TMR โดยนำทางใบปาล์มน้ำมันสด หรือหมักผสมร่วมกับวัตถุดิบต่างๆ (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และคณะ, 2548) ซึ่ง ญัฐฐา รัตนโกศล (2552) อ้างโดย สุนทร รอดด้วง และคณะ (2554) รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันมีอินทรีย์วัตถุแห้ง (Organic Matter; OM) 89.27 % โปรตีนหยาบ (Crude Protein; CP) 7.86 % ผนังเซลล์ (Cell Wall) 66.99 % ลิกโนเซลลูโลส (Lignocelluloses) 55.56 % และลิกนิน (Lignin) 25.51 % เมื่อพิจารณาระดับโปรตีนหยาบ และระดับเยื่อใยของทางใบปาล์มน้ำมันพบว่ามีค่อนข้างสูงกว่าฟางข้าว ที่มีโปรตีนหยาบ 3.1 % ผนังเซลล์ 60.1 % ลิกโนเซลลูโลส 36.9 % และลิกนิน 3.4 % (วลัยกานต์ เจียมเจตจรรุญ และคณะ, 2559) และเยื่อใยที่พบในทางใบปาล์มน้ำมันเป็นเยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เยื่อใยส่วนที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส และเยื่อใยส่วนที่สัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ลิกนิน ดังนั้นเมื่อทางใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณเยื่อใยมากจึงส่งผลทำให้สัตว์ย่อยได้ลดลง จึงจำเป็นต้องเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยเพื่อเพิ่มการย่อยได้ของสัตว์

เอนไซม์ย่อยเยื่อใย (Fibrolitic Enzyme)

เกตวรรณ บุญเทพ (2557) กล่าวว่า เอนไซม์ย่อยเยื่อใย คือ เอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายเยื่อใยได้ โดยเฉพาะเอนไซม์เซลลูเลส และเฮมิเซลลูเลส ซึ่งสามารถย่อยสลายเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ที่เป็นส่วนประกอบของโพลีแซคคาไรด์ในพืชได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น น้ำตาลกลูโคส (Glucose) โดยเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่นิยมใช้มีอยู่ 5 ชนิด ดังนี้ 1) ไซแลนเนส (Xylanase) เป็นเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายพันธะของไซแลนที่มีไซโลสเป็นโครงสร้างหลักและมีกิ่งก้านเป็นน้ำตาลและอนุพันธ์ของน้ำตาลต่างๆ 2) เซลลูเลส (Cellulase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาย่อยสลายสารประกอบเซลลูโลส 3) เบต้ากลูคาเนส (B-glucanase) เป็นเอนไซม์ที่พบในเซลลูเลส ซึ่งสามารถย่อยสลายพันธะในเซลลูโลส 4) แมนนาเนส (Mannanase) เป็นเอนไซม์ที่สามารถย่อยเฮมิเซลลูโลส และ 5) เฮมิเซลลูเลส (Hemicellulase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาสลายสารประกอบเฮมิเซลลูโลส (วิศิษฐพร สุขสมบัติ และ พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์, 2558) โดยบทบาทของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่ใช้ในสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น McAllister et al, (1999) กล่าวว่า กลไกของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่เสริมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร อาจเกิดขึ้นได้หลายกลไก (ภาพที่ 1) โดยแบ่งตามระบบทางเดินอาหาร ดังนี้ 1) กลไกในกระเพาะ

รูเมน เอนไซม์จะช่วยย่อยทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง และลดการจับแน่นของเส้นใยในอาหาร นอกจากนี้ เอนไซม์ยังมีผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้

2) กลไกในลำไส้เล็ก เอนไซม์จะช่วยลดความหนืดของอาหารที่ไหลผ่าน และช่วยในการย่อยโภชนะที่ไม่ถูกหมักในกระเพาะรูเมน และ 3) กลไกในลำไส้ใหญ่ เอนไซม์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของลำไส้ใหญ่ เช่น การย่อย การดูดซึม และการขับถ่าย



ภาพที่ 1 แสดงกลไกการทำงานของเอนไซม์ที่เสริมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (McAllister et al, 1999)

ผลของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อองค์ประกอบทางเคมีของ TMR ที่ใช้ทางไบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่ใช้ทางไบปาล์มน้ำมันหมักเสริมด้วยเอนไซม์ที่ประกอบด้วย ไซแลนเนส (Xylanase) เบต้ากลูคาเนส (B-glucanase) เซลลูเลส (Cellulase) แมนนานเนส (Mananase) และ อะไมเลส (Amylase) ที่ระดับ 2, 4 และ 6 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไม่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลง แต่มีแนวโน้มทำให้ปริมาณเยื่อใยลดลง ในขณะที่ระดับลิคินินในอาหาร TMR มีค่าค่อนข้างสูง อาจเนื่องจากทางไบปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาได้จากต้นปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตเต็มที่ (อายุ 12-15 ปี) จึงมีผลทำให้ทางไบปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร TMR มีปริมาณลิคินินสูง และการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่ระดับ 6 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีระดับลิคินินสูงกว่าระดับอื่น อาจเป็นเพราะตัวอย่างของทางไบปาล์มน้ำมันที่สุ่มมาวิเคราะห์มีปริมาณของทางไบ และก้านไบมาก ซึ่งทางไบ และก้านไบเป็นส่วนที่พบลิคินินมากที่สุด ซึ่งเอนไซม์ย่อยเยื่อใยไม่สามารถย่อยลิคินินได้

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของ TMR ที่เสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในระดับต่างๆ(%วัตถุดิบแห้ง)

องค์ประกอบ ทางเคมี	ระดับเอนไซม์ (g/kgDM of TMR)			
	0	2	4	6
DM	95.85	95.92	96.07	96.21
OM	92.07	92.07	91.47	92.85
Ash	7.93	7.94	8.53	7.15
CP	14.76	14.79	14.89	14.84
EE	1.72	2.02	1.93	1.92
NDF	59.95	51.81	53.35	55.54
ADF	36.62	35.48	36.61	36.48
ADL	10.65	10.54	10.62	11.82

หมายเหตุ : DM= Dry matter, OM= Organic matter, CP= Crude protein, EE= Ether extract, NDF = Neutral detergent fiber, ADF=Acid detergent fiber, ADL= Acid detergent lignin

ที่มา : คัดแปลงจาก เกตุวรรณ บุญเทพ และคณะ (2557) ; Wahyuni et al; (2012) Boonthep et al, (2012)

ผลของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในระดับต่างๆต่อปริมาณการกินได้ของ TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในทุกระดับไม่ทำให้ปริมาณการกินได้ของแพะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ ไม่ว่าจะคิดในหน่วยวัดของกรัมวัตถุดิบแห้งต่อตัวต่อวัน หรือเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และกรัมวัตถุดิบแห้งต่อกิโลกรัมต่อน้ำหนักมแทบอดิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกันทั้ง 3 งานทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเอนไซม์ย่อยเยื่อใยไม่สามารถทำให้ความน่ากินของอาหารเพิ่มขึ้น เนื่องจากความน่ากินเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของสัตว์

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณการกินได้ของแพะที่เลี้ยงด้วย TMR ที่เสริมเอนไซม์ในระดับต่างๆ

ปริมาณการกินได้	ระดับเอนไซม์(g/kg DM of TMR)				SEM	P-value	อ้างอิง
	0	2	4	6			
g/h/d	442.89	437.26	422.46	434.57	10.99	0.6739	
%BM	2.88	2.83	2.84	2.86	0.06	0.9281	Wahyuni et al.,(2012)
g/kg.LW ^{0.75} /d	57.04	56.04	55.64	56.48	1.26	0.8979	
g/h/d	465.6	439.26	425.1	440.9	2.78	0.83	ไชยวรรณ วัฒนาจันทร์และ
%BM	2.90	2.72	2.73	2.88	0.47	0.24	วันวิสาข์ งามพ่องใส่,
g/kg.LW ^{0.75} /d	57.37	54.37	54.21	56.79	1.34	0.81	(2555)
g/h/d	564.67	618.52	599.65	593.2	19.5		
%BM	1.83	2.04	1.97	1.96	0.07		Boonthep et al.,(2012)
g/kg.LW ^{0.75} /d	43.05	47.83	46.19	45.6	1.59		

หมายเหตุ : SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

ผลของการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อปริมาณการย่อยได้ของ TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มหมักเป็นแหล่งอาหาร

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่างานวิจัยของ Boonthep et al, (2012) และเกตวรรณ บุญเทพ และคณะ (2557) การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยทำให้ปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุแห้งเพิ่มขึ้น โดยการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่ระดับ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สามารถเพิ่มปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุแห้งได้มากที่สุด ในขณะที่การเสริมเอนไซม์ที่ระดับ 4 และ 6 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สามารถเพิ่มปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุแห้งได้เช่นกัน แต่ยังไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในกระบวนการทำงานของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยจะไปยึดเกาะกับชิ้นส่วนอาหารและช่วยย่อยในส่วนของเยื่อใยอาหาร เมื่อเสริมในระดับสูงเกินไป อาจทำให้มีปริมาณของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยมากเกินไป ส่งผลทำให้ไปขัดขวางกระบวนการทำงานของเอนไซม์ชนิดอื่น จึงทำให้ปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุแห้งที่เสริมเอนไซม์ที่ระดับ 4 และ 6 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม น้อยกว่า การเสริมที่ระดับ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (Beauchemin et al., 2000 อ้างโดย เกตวรรณ บุญเทพ 2557) นอกจากนี้ปริมาณการย่อยได้ที่วัดจากระดับผลผลิตแก๊สยังชี้ให้เห็นว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่ระดับ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้มีผลผลิตแก๊สมากที่สุดและจะสังเกตได้ว่าเวลา 96 ชั่วโมง มีระดับผลผลิตแก๊สมากที่สุดเนื่องจากมีระยะเวลาของการหมักในกระเพาะรูเมนนานที่สุด แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่มีผลต่อการย่อยได้ ในขณะที่วิจัยของ Wahyuni et

al, (2012) กลับพบว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในทุกระดับไม่มีผลต่อปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุแห้ง อาจเป็นเพราะงานวิจัยของ Wahyuni et al, (2012) ใช้แพะอายุประมาณ 3-5 เดือน ซึ่งมีอายุน้อยกว่าแพะที่ใช้ในงานวิจัยของ Boonthep et al, (2012) โดยมีอายุประมาณ 9-10 เดือน ซึ่งแพะอายุประมาณ 3-5 เดือนเป็นช่วงอายุที่แพะเพิ่งหย่านม ซึ่งกระเพาะรูเมนในช่วงอายุนี้อย่างทำงานได้ไม่เต็มที่ ส่งผลให้กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นได้น้อย ทำให้กินอาหารหยาบได้ไม่เต็มที่ ส่วนงานวิจัยของ เกตวรรณ บุญเทพ และคณะ (2557) จะทดสอบด้วยวิธีเทคนิคผลผลิตแก๊ส ซึ่งเป็นการจำลองระบบย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ งานวิจัยของ Wahyuni et al, (2012) จะทดสอบในตัวสัตว์โดยตรง จึงทำให้ได้ผลที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามการวัดปริมาณการย่อยได้อาจมีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณาไปด้วย เช่น อายุของสัตว์ และวิธีการทดลอง

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการย่อยได้ของ TMR ที่เสริมเอนไซม์ในระดับต่างๆโดยวิธีทดสอบในกระเพาะรูเมนและเทคนิคผลผลิตแก๊ส

ปริมาณการย่อยได้	ระดับของเอนไซม์ (g/kg DM of TMR)				SEM	อ้างอิง
	0	2	4	6		
อินทรีย์วัตถุแห้ง	51.09	49.8	53.54	51.29	1.83	(Wahyuni et al., 2012)
อินทรีย์วัตถุแห้ง	48.04 ^b	60.81 ^a	54.11 ^{ab}	54.15 ^{ab}	2.68	(Boonthep et al., 2012)
อินทรีย์วัตถุแห้ง	65.25 ^b	74.77 ^a	69.00 ^{ab}	70.57 ^{ab}	4.07	
ระดับผลผลิตแก๊ส (ml/0.3gDM)						(เกตวรรณ บุญเทพ และคณะ 2557)
24 ชม.	52.21 ^b	66.94 ^a	60.45 ^{ab}	62.57 ^{ab}	4.71	
48 ชม.	64.00 ^b	77.38 ^a	70.57 ^{ab}	72.34 ^a	5.89	
96 ชม.	65.29 ^b	79.34 ^a	72.36 ^{ab}	72.34 ^a	6.11	
พลังงาน(MJ/kgDM) ^{1/}	9.79 ^c	11.38 ^a	10.42 ^{ab}	10.75 ^{ab}	3.21	
พลังงาน(Mcal/kgDM) ^{2/}	2.34 ^b	2.72 ^a	2.49 ^{ab}	2.57 ^{ab}	0.16	

หมายเหตุ : SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

^{abc} อักษรที่อยู่ในแถวเดียวกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยใน TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่าการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยส่งผลดีกว่าที่ไม่เสริม และการเสริมที่ระดับ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่งผลดีที่สุด เพราะทำให้มีปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุแห้งดีขึ้น และยังมีแนวโน้มทำให้ระดับเยื่อใยลดลง และไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ทั้งนี้การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ

สูงสุด จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น อายุของสัตว์ เป็นต้น เนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตร ที่ได้จากการปลูกปาล์มน้ำมันซึ่งพบมากที่สุดในภาคใต้ของประเทศไทย ดังนั้น แนวทางการเลือกใช้ทางใบปาล์มน้ำมันมาเลี้ยงสัตว์นั้นจึงเหมาะสมกับพื้นที่ภาคใต้และพื้นที่ที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- เกตุวรรณ บุญเทพ. 2557. ผลการเสริมเอนไซม์ในอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์มหมักเป็นแหล่งอาหาร
 หยาดต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโคชนะ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะ. วิทยานิพนธ์
 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 135 หน้า.
- เกตุวรรณ บุญเทพ, วันวิสาข์ งามพ่องใส และไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2557. การประเมินอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้
 และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์มหมักเป็นแหล่งอาหารหยาด
 เสริมเอนไซม์ระดับต่างๆโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส. แก่นเกษตร 42 (2): 169-180.
- คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2553. ปาล์มน้ำมัน.
<http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/controller/01-13.php>. 28 มีนาคม.
- ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และวันวิสาข์ งามพ่องใส. 2555. ผลการใช้อาหารผสมสำเร็จมีใช้ทางใบปาล์มการ
 น้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาดร่วมกับการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อสมรรถภาพการ
 เจริญเติบโต และลักษณะซากแพะ. แก่นเกษตร 40: 331-342.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ สีสนอง. 2548.
 จัดการสวนปาล์มน้ำมัน. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิต
 ปาล์มน้ำมัน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 116 หน้า.
- วลัยกานต์ เจียมเจตจรรณ, สุวรรณิ เกศกมลลาสน์ และศุद्धิ พงษ์เพียจันทร์. 2559. การรวบรวมและจัดทำข้อมูล
 ด้านคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวง
 เกษตรและสหกรณ์. 38 หน้า.

วิศิฐิพร สุขสมบัติ และ พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์. 2558. การปรับปรุงการใช้ประโยชน์ได้ทางโภชนะของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยการเสริมเอนไซม์ เซลลูเลส และไซแลนเนส หรือส่วนผสมของเอนไซม์ทั้งสองชนิด. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 117 หน้า.

สุนทร รอดด้วง, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และวันวิสาข์ งามผ่องใส. 2554. การประเมินอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์มหมักเป็นแหล่งอาหารหายา โดยเทคนิคผลผลิตแก๊ส. เกษตร 39: 251-260.

K.Boonthep ,W. Ngampongsai, C.Wattanachant, W.Visessanguan and S.Boonpayung., 2012. **Effects of enzyme levels in oil plam frond silage based total mixed ration on digestibility and rumen fermentation of goat.** Proceedings of the 15th AAAP Animal Science Congress 26-30 November 2012, Thammasat University, Rangsit Campus, Thailand.

Rini Dwi Wahyuni, Wanwisa Ngampongsai, Chaiyawan Wattanachant1, Wonnop Visessanguan and Somphop Boonpayun., 2012. **Effects of enzyme levels in total mixed ration containing oil plam frond silage on intake, rumen Fermentation, and growth performance of male goat.** Songklanakarin Joernal of Science and technology. 34(4): 353-360.

T. A. McAllister, S. J. Oosting, J. D. Popp, Z. Mir, L. J.Yanke, A. N. Hristov, R. J.Treacher and K.-J. Cheng5., 1999. **Effect of exogenous enzymes on digestibility of barley silage and growth performance of feedlot cattle.** Can. J. Anim. Sci. 79: 353–360.