

ผลของแหล่งพลังงานและระดับพลังงานในสูตรอาหารรวมที่มีเปลือก และซังข้าวโพดหวานหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อการย่อยได้ของวัตถุดิบ และจลนศาสตร์การผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

Effect of Energy sources and Energy Levels in Total mixed ration consisted Sweet Corn Husk – Cob Silage as a Roughage Source on *In vitro* Dry Matter Digestibility and Gas Production Kinetics

ธัญญรัตน์ รูลัก¹, วสิน โปธิ์สว่าง¹, ญาณิน โอภาสพัฒนากิจ¹, อนันท์ ปะเสระกัง^{1*},
และ จุลากร ปานะถึก¹

Thanyarat Ruluk¹, Wasin Phosavang¹, Yanin Opatpatanakit¹, Anon PaseraKung^{1*}
and Julakorn Panatuk¹

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาของผลของแหล่งพลังงานและระดับพลังงานที่แตกต่างกันในสูตรอาหารรวมที่มีเปลือกและซังข้าวโพดหวานหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ และผลผลิตแก๊สจากกระบวนการหมักด้วยเทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง โดยแบ่งอาหารทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ T1 อาหารหยาบและอาหารข้น (control), T2 ระดับพลังงาน 70%TDN (T70), T3 ระดับพลังงาน 75%TDNใช้แหล่งพลังงานจากแป้ง (T75S) และ T4 ระดับพลังงาน 75%TDN โดยแหล่งพลังงานจากไขมัน(T75F) สัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น 30:70 จากการศึกษพบว่า การเพิ่มระดับพลังงานจาก 70%TDN เป็น 75%TDN โดยใช้แหล่งพลังงานมาจากแป้ง (T75S) มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบมีค่าสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามไม่ส่งผลกระทบต่อค่าส่วนที่ละลายได้ง่าย (a) กับค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) ($P>0.05$) และการเพิ่มระดับพลังงานจาก 70%TDN เป็น 75%TDN โดยใช้พลังงานมาจากแหล่งไขมัน (75F) มีผลกระทบต่อค่าการสะสมแก๊ส 96 ชั่วโมง (C_{gas}) ค่าปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (b) ที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร และค่าส่วนที่ละลายได้ง่ายร่วมกับปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (a+b) ซึ่งมีค่าสูงสุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นงานทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่าการเพิ่มระดับพลังงานจาก 70% TDN เป็น 75% TDN โดยใช้แหล่งพลังงานมาจากแป้งช่วยส่งเสริมทำให้กระบวนการหมักอาหารในกระเพาะรูเมนและการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ: ระดับพลังงาน, แหล่งพลังงาน, เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง, การย่อยสลาย, เปลือกและซังข้าวโพดหวาน

ABSTRACT: The experiment aimed to evaluate the Influence of Different energy levels and energy sources in Total mixed ration based on sweet corn husk – cob silage as a roughage source on digestibility and rumen gas production using *in vitro* gas production technique. Dietary treatments were four T1 roughage: concentrate (control group), T2 70%TDN (T70), T3 75%TDN up to from starch source (T75S) and T4 75% TDN up to from oil source (T75F) use roughage

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290

Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University Chiang Mai, Thailand 50290

* Corresponding author: anoncp@hotmail.com

and concentrate ratio at 30:70 It was found that up to energy from 70%TDN to 75%TDN by use energy sources form starch (T75S) has effect on the dry matter digestibility at 48 hr. ($P<0.05$) higher then group other. but no effect the gas production from the immediately soluble fraction (a) and the gas production rate (c) ($P>0.05$) and up to energy 75%TDN by use energy sources form lipid has effect on cumulative gas production at 96 h. (C_{gas_2}), and the gas production from the insoluble fraction (b) and the gas potential extent of gas production (a+b) higher then among treatments ($P>0.05$). It could be concluded was energy from 70%TDN to 75%TDN by use energy sources form starch stimulate rumen fermentation and increase digestive highly in the rumen.

Keywords: Energy levels, Energy sources, gas production technique, degradability, sweet corn husk and cob

บทนำ

การเลี้ยงโคขุนให้มีคุณภาพสูงตามความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน มักมีปัจจัยด้านอาหารที่เกี่ยวข้องหลายประการ ได้แก่ ระดับพลังงานในอาหาร หรือแหล่งวัตถุดิบพลังงาน ซึ่งการให้ระดับพลังงานอาหารเพียงพอตามความต้องการของโคขุนจะช่วยเร่งการเจริญเติบโต และเร่งการสร้างไขมันในกล้ามเนื้อให้รวดเร็วเพื่อลดระยะเวลาของการเลี้ยงและต้นทุนการผลิต (วัชรวิทย์, 2557) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นแหล่งของพลังงานในอาหาร เช่น แหล่งพลังงานจากแป้ง เช่น มันเส้น และข้าวโพดบด และแหล่งพลังงานจากไขมันที่นิยมเสริมลงในอาหารสัตว์ ได้แก่ น้ำมันปาล์ม และไขมันสัตว์ มักนิยมนำมาประกอบในสูตรอาหาร เป็นต้น อย่างไรก็ตามแล้วเมื่อสัตว์ได้รับอาหารเหล่านี้เข้าสู่กระเพาะรูเมนจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะรูเมนจะเข้าเกาะจับชิ้นส่วนของอาหารและทำการปล่อยเอนไซม์เข้าย่อยสลายอาหารถูกสร้างเป็นผลผลิตสุดท้าย ได้แก่ อะซิเตท โพรพิโอเนต และบิวทีเรท เป็นต้น โดยเฉพาะโคขุนที่ต้องการให้มีไขมันมันแทรกตามความต้องการตลาด (Premium grades) จำเป็นต้องเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่มีระดับพลังงานสูงให้เพียงพอตามความต้องการ (ธัญญรัตน์ และคณะ, 2560) และการเพิ่มระดับพลังงาน หรือเลือกใช้แหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน หากไม่มีการพิจารณาในการนำมาประกอบเป็นสูตรอาหารอาจไม่ส่งผลกระทบท่อประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผล

ของแหล่งพลังงานและระดับพลังงานต่อการย่อยได้ของโภชนะและจุลินทรีย์การผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

วิธีการศึกษา

ใช้เปลือกและซังข้าวโพดหวานสดจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดกระป๋อง หจก. ชันสวีท จำกัด อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ ทำการสับเปลือกและซังข้าวโพดหวาน และนำไปผสมร่วมกับหัวอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรที่เตรียมไว้ ด้วยสัดส่วนของอาหารหยาบและอาหารชั้น 30:70 จากนั้นนำไปเข้าตู้อบรมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซังน้ำหนักแห้งและจัดบันทึกข้อมูล เพื่อทำการทดลองในหลอดทดลอง โดยคำนวณสูตรอาหารจากโปรแกรม KCF 2011 (Duanglinda and Pattarajinda, 2011)

การวางแผนการทดลองและอาหารทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งอาหารทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ T1 อาหารหยาบและอาหารชั้น (control) T2 ระดับพลังงาน 70%TDN (T70), T3ระดับพลังงาน 75%TDN แหล่งพลังงานจากแป้ง (T75S) และ T4 ระดับพลังงาน 75%TDN แหล่งพลังงานจากไขมัน (T75F) สำหรับวัตถุดิบอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสูตรรวมดังแสดง (Table 1)

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของประกอบทางเคมี

สุ่มตัวอย่างอาหารเพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM) โปรตีน หยาบ (CP) เถ้า (Ash) ไขมัน (EE) พลังงานรวม

Goss energy (GE) ด้วยวิธี bomb calorimeter ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (1984) และหา neutral detergent fiber (NDF) และ acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีของ Van Soest et al. (1991)

Table 1 Ingredients and chemical composition of dietary treatments (kg/DM)

Item	roughage	concentrate	T70	T75S	T75F
Ingredient	-----% of DM -----				
Sweet corn cob and husk silage		-	30.00	30.00	30.00
Cassava chip		40.00	24.37	24.00	16.12
Rice bran		17.82	5.20	2.00	3.00
Ground corn		3.80	5.00	14.00	14.44
Palm oil		-	-	-	2.20
Soybean meal		3.62	14.44	15.94	13.04
Palm kernel		19.26	15.00	8.00	15.00
Urea		3.50	1.00	0.80	1.00
Molasses		10.00	3.00	3.00	3.00
Salt		1.00	0.50	0.5	0.5
Dicalcium phosphate premix		0.50	1.20	1.20	1.20
Total		100	100	100	100
Chemical composition	-----% of DM -----				
Dry matter	23.75	88.36	43.35	44.41	41.95
Total Digestible Nutrients	61.04	70.35	70.74	75.15	75.45
Crude protein	9.08	13.42	15.57	15.48	15.39
Ether extract	1.90	1.90	1.91	1.91	2.00
Neutral detergent fiber	76.08	29.09	34.08	33.18	36.72
Acid detergent fiber	39.65	16.47	26.44	23.37	26.80
Goss energy (Kcal./ kg.DM)	4.00	4.06	4.08	4.18	4.23

¹Diets; Control = roughage: concentrate, T70 = 70%TDN, T75 = 75%TDN up to from starch source and T75% TDN up to from oil source

ศึกษาจลนพลศาสตร์ของการผลิตแก๊ส (Kinetics of gas production) ดัดแปลงวิธีการของ Tilley and Terry (1963) นำตัวอย่างอาหารทั้ง 4 สูตรที่ผ่านการบดขนาด 1mm. นำมาชั่งและจัดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน บรรจุปริมาณ 0.6 g. ลงในขวดย่อย (ขวดวัดขึ้นขนาด 100 มิลลิลิตร) ตัวอย่างละ 4 ขวด นำสารละลายของ McDougall's saliva buffer ที่เตรียมไว้ใส่ลงในขวดย่อย ปริมาณ 54 ml. ตามด้วยของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) 36 มิลลิลิตร นำมาผสมภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนในขวดที่บรรจุอาหาร

ทดลอง (ขวดวัดขึ้นขนาด 100 มิลลิลิตร) พร้อมทั้งปิดจุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท หลังจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส และทำการวัดค่าผลผลิตแก๊ส ณ ชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72, และ 96 และจัดบันทึกปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นของแต่ละชั่วโมง นำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาหาค่าคงที่ a, b, c และ (a+b) เพื่ออธิบายรูปแบบจลศาสตร์การผลิตแก๊สแบบจำลองสมการของ Ørskov and McDougall. (1979) ดังนี้

$$y = a + b [1 - e^{-ct}]$$

เมื่อ y = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา t , a = ส่วนที่ละลายได้ง่าย (ml), b = ค่าปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (มิลลิลิตร) เป็นค่าบ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร, c = อัตราการเกิดแก๊ส มีหน่วยเป็น %/ชม. e = exponential และ t = เวลาการเกิดแก๊ส

วัดค่าการย่อยสลายของวัตถุดิบ (In vitro dry matter degradability, IVDMD) ในระบบ In vitro โดยอ้างอิงวิธี ของ Ankom Daisy Incubator (Ankom Technology Crop., Fariport, NY) โดยทำการหึ่งตัวอย่างอาหารทั้ง 4 สูตร ตัวอย่างละ 4 ซ้ำ ใส่ลงในถุง F57 filter bag ปริมาณ 0.4 g. แล้ววางลงใน digestion jar ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ ดัดแปลงของ McDougall's saliva buffer ปริมาณ 1,600 ml. และของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) 400 ml. บ่มเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง และนำมาคำนวณหา ค่าการย่อยได้สิ่งแห้ง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS university edition (2017) ตามสมการของ Ankom Daisy Incubator ดังนี้

$$\frac{\% \text{IVDMD DM basis}}{(W^2 \times \text{DM})} = 100 - (W^3 - (W^1 \times C^1)) \times 100$$

W^1 = Bag tare weight

W^2 = sample weight

W^3 = Final bag weight after In vitro and sequential ND treatment

C^1 = Blank bag Correction (final oven-dried weight/original blank bag weight)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ตามแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT หรือ

DUNCAN) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS university edition (2017)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเพิ่มระดับพลังงานจาก 70%TDN เป็น 75%TDN โดยใช้แหล่งพลังงานมาจากแป้ง และไขมัน มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ (Table 2) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติโดยเฉพาะแหล่งพลังงานจากแป้ง (T75S) มีค่าการย่อยได้สูงสุดเท่ากับ 89.17 เปอร์เซ็นต์เทียบกับระหว่างกลุ่มอาหาร ค่าส่วนที่ละลายได้ง่าย (a) กับค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และการเพิ่มระดับพลังงานจาก 70%TDN เป็น 75%TDN โดยใช้พลังงานมาจากแหล่งไขมัน (75F) ส่งผลทำให้มีค่าการสะสมแก๊ส 96 ชั่วโมง (C_{gas_2}) (Figure 1) ค่าปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (b) ที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร และค่าส่วนที่ละลายได้ง่ายร่วมกับปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (a+b) มีค่าสูงสุดเทียบกับระหว่างกลุ่มอาหารทดลอง ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากสูตรอาหารจะพบว่า ค่า NDF และ ADF ของอาหารสูตรที่ 4 (T75F) มีค่าสูงกว่าระหว่างกลุ่มอาหารทดลองและมีค่าเท่ากับ 36.72, 26.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งอาจมีผลต่อความสัมพันธ์ของค่าผลผลิตแก๊สและทำให้ระยะเวลาของการบ่มของอาหาร โดยเฉพาะวัตถุดิบอาหารที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสอยู่สูงจะเพิ่มระยะเวลากระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และการให้อาหารชนิดคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะแป้งและน้ำตาลสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิต อย่างไรก็ตามอาหารชนิดนี้จะส่งเสริมให้เกิดการหมักย่อยได้อย่างรวดเร็วโดยจุลินทรีย์กลุ่มย่อยแป้ง (amylolytic bacteria) (วาสนา, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับ เมธา (2533) กล่าวว่า แหล่งวัตถุดิบที่ได้จากพวกเมล็ดธัญพืชมีผลทำให้กระบวนการหมักอาหารในกระเพาะรูเมนการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

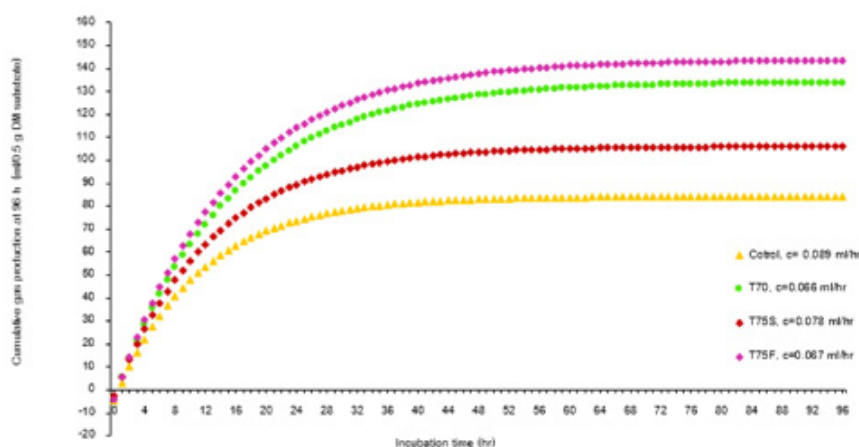
Table 2 The effect of dietary treatments on gas kinetics and cumulative gas production (96 h)

Items	Dietary treatments 1				SEM	P-value
	Control	T70	T75S	T75F		
IVDMD 48 hr.	72.93c	83.86b	89.17a	83.94b	0.15	0.02*
² Cgas 0.5 g.	91.00	137.25	111.00	146.00	0.33	0.06
a	-4.4	-3.2	-2.6	-4.1	0.33	0.73
b	88.72	137.45	108.82	147.95	0.01	0.07
c	0.088	0.066	0.078	0.066	0.09	0.66
(a+b)	87.57	134.17	106.13	143.80	0.34	0.06

¹ Dietary treatments: Control = roughage: concentrate, T70 = 70%TDN T75S = 75%TDN energy source form starch and TT75F = 75%TDN energy source form oil.

² Cumulative gas production at 96 h (ml/0.5 g DM substrate)

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differed (P<0.05)

**Figure 1** The effect of Energy source and Energy Levels on Cumulative of gas production at 96 h of incubation time

สรุป

การเพิ่มระดับพลังงานจาก 70% TDN เป็น 75% โดยใช้พลังงานมาจากแหล่งแป้งจะช่วยให้การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง ณ ชั่วโมงที่ 48 มีค่าสูงสุด 89.17% ส่วนการเพิ่มระดับพลังงาน 75%TDN โดยใช้แหล่งมาจากไขมันพืชจะส่งผลทำให้ระยะเวลาของการบ่มของอาหารนานขึ้น ดังนั้นจึงควรเพิ่มพลังงานในอาหารด้วยแหล่งคาร์โบไฮเดรตมากกว่าไขมัน

เอกสารอ้างอิง

เมธา วรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์เคี้ยวเคี้ยว. สำนักพิมพ์ ฟีนีฟับลิชชิง, กรุงเทพฯ.
 ัญญรัตน์ ฐิหลัก, ญานิณ โอภาสพัฒนากิจ, อานนท์ ปะเศระกัง และ จุฬาร ปานะถึก. 2560. อิทธิพลของระดับพลังงาน ร่วมกับการเสริมกากน้ำตาลในสูตรอาหารรวมที่มี เปลือกและซังข้าวโพดหวานเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อการย่อยได้ของวัตถุดิบและจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส ในหลอดทดลอง. ใน: งานประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ แห่งชาติ. 48: 731-741

- วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่. 2557. ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค. แก่นเกษตร. 42 : 443-452
- วาสนา ศิริแสน. 2561. กลยุทธ์การลดสภาวะกรดในกระเพาะรูเมนด้วยจุลินทรีย์. เชียงใหม่สัตวแพทยศาสตร์. 15: 51:62
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th edn. Viridinia, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Nocek, J. E., and S. Tamminga. 1998. Protein and energy as an integrated system relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. K. Dairy Sci. 71: 637-644.
- Ørskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499-503.
- SAS. 2017. SAS University edition: Statistics, version 6 ed. SasInst, Inc., Cary, NC
- Tilley J.M.A., and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crop. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104-111.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
- Duangjinda, M and V. Pattarajinda. and. 2011. Program management evaluation dairy farm and formula feed calculate low cost generation. Department of Animal Science Faculty of Agriculture KhonKaen University.