

ผลของแหล่งอาหารหยาบต่อการผลิตแก๊สมีเทนในกระเพาะรูเมน

Effects of roughage quality on ruminal methane production

กฤตพล สมมัตย์^{1*} และ กนกวรรณ กองพิธิ¹

Kritapon Sommart^{1*} and Kanokwan Kongphitee¹

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอาหารหยาบต่อการผลิตแก๊สมีเทนในหลอดทดลองของเหลวจากกระเพาะหมักกระบือ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 8 ซ้ำ เปรียบเทียบอาหารทดลอง 4 แบบ ได้แก่ T1 = ฟางข้าว, T2 = หญ้ากินนีสีม่วงอายุ 35 วัน, T3 = ฟางข้าวร่วมกับอาหารข้น (30:70) และ T4 = หญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับอาหารข้น (30:70) พบว่า ผลผลิตแก๊สสะสม, จลศาสตร์การผลิตแก๊ส และความเข้มข้นกรดไขมันที่ระเหยง่ายของอาหารทั้ง 4 แบบ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ฟางข้าวมีค่าการย่อยได้ต่ำกว่าหญ้ากินนีสีม่วง ($P<0.01$) ความเข้มข้นของแก๊สมีเทน ปริมาณการผลิตแก๊สมีเทนและจำนวนประชากรโปรโตซัวในสูตรอาหารที่ใช้ฟางข้าวมีค่าสูงกว่า ($P<0.05$) การใช้หญ้ากินนีสีม่วง ทั้งนี้การเสริมอาหารข้นในสูตรที่ได้รับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบสามารถเพิ่มการย่อยได้ ลดการผลิตแก๊สมีเทนและลดจำนวนประชากรโปรโตซัวได้แตกต่างกัน ($P<0.05$) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาหารและลดแก๊สเรือนกระจกที่กระทบสิ่งแวดล้อมต่อสิ่งแวดล้อมควรมุ่งเน้นถึงคุณภาพอาหารและการจัดการให้อาหารในกระเพาะรูเมน

คำสำคัญ: มีเทน, อาหารหยาบ, กระบือ

ABSTRACT: The objective of this study was aimed to determined roughage quality on ruminal methane production of mixed ruminal inoculums of buffalos using *in vitro* gas production technique. The experiment designed was according to a complete randomized design (CRD) with 8 replication to comparative dietary treatment: T1) rice straw, T2) *P. maximum* TD 80 cv. as 35 day cutting (Guinea grass), T3) 70% of concentrate with 30% of rice straw and T4) 70% of concentrate with 30% of *P. maximum* TD 80 cv. as 35 day cutting. It was found that pH, total and kinetic of gas production, volatile fatty acid were not significant different ($P>0.05$) between treatments. In vitro organic matter digestibility of rice straw was lower ($P<0.01$) than in Guinea grass. Concentration of methane, methane production and total protozoa population of rice straw substrate were higher than in Guinea grass. However, in vitro organic matter digestibility, methane production and total protozoa population of rice straw with concentrate supplement was observed to improved negative effect ($P<0.05$). The data suggested that there is a high potential for rumen manipulation to improved feed utilization and green house gas mitigation.

Keyword: methane, roughage, buffalo

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

* Corresponding author: kritapon@kku.ac.th

บทนำ

แก๊สมีเทนเป็นหนึ่งในแก๊สเรือนกระจก (greenhouse gas) ที่มีบทบาทสำคัญต่อปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) หรือภาวะโลกร้อน (global warming) ปัจจุบันองค์การระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC, 2001) ได้นำมาใช้เพื่อการประเมินศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Potential) โดยคำนวณปริมาณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO₂ equivalent) รวมทั้งการรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) เรียกว่า “คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)” คาดว่าจะเป็นมาตรการทางการค้าและเป็นกลไกทางการตลาดของการผลิตอาหารในอนาคตอันใกล้

มีรายงานปริมาณการผลิตแก๊สมีเทนของโคยุโรปมีค่าประมาณ 200-400 ลิตรต่อตัวต่อวัน (Takahashi, 2006; Yan et al., 2009) ขณะที่รายงานในโคพื้นเมืองไทยมีค่าประมาณ 144-190 ลิตรต่อตัวต่อวัน (กนกวรรณ และ กฤตพล, 2554) และโคพันธุ์บราห์มันมีค่าประมาณ 171 ลิตรต่อตัวต่อวัน (Chuntrakort et al., 2011) งานวิจัยการผลิตแก๊สมีเทนจากสัตว์เคี้ยวเอื้องมีอยู่อย่างจำกัด จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบแหล่งอาหารหยาบและแนวทางการจัดการให้อาหารในหลอดทดลองของเหลวจากกระเพาะหมักของกระบือปลัก

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวนทรีทเมนต์ละ 8 ซ้ำ กำหนดปัจจัยอาหารทดลอง 4 ทรีทเมนต์ ได้แก่ T1=ฟางข้าว, T2=หญ้ากีนีสีม่วงอายุ 35 วัน, T3= ฟางข้าวร่วมกับอาหารชั้น (30:70) และ T4= หญ้ากีนีสีม่วงร่วมกับอาหารชั้น

(30:70) โดยสูตรอาหารประกอบด้วยอาหารหยาบ 30%, กากมะพร้าว 10%, กากปาล์ม 6%, มันเส้น 28%, รำข้าว 24.5%, ยูเรีย 0.5% และแร่ธาตุวิตามินผสมล่วงหน้า 1% ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีอาหารชั้นมี DM=90.76%, OM=93.25%, CP=12.2%, EE=6.65%, NDF=20.21% และ ADF=12.59% ทำการผสมอาหารทดลองที่บดผ่านตะแกรงขนาด 1 mm มาซึ่งและเจดน้ำหนักที่แน่นอน แล้วบรรจุประมาณ 0.5 g ลงในขวดขนาด 50 ml ที่บรรจุหลอดทดลองวัดผลผลิตแก๊ส (rumen *in vitro* gas production technique) ตามวิธีการของ Markkar et al. (1995) โดยใช้แหล่งของเหลวจากกระเพาะหมักกระบือจำนวน 3 ตัว ที่เลี้ยงโดยปล่อยแทะเล็มพืชอาหารตามธรรมชาติ ณ สถานีฟาร์มทดลองมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในเดือนกรกฎาคม 2554 ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอาหารตามวิธีการมาตรฐาน

จัดเก็บข้อมูลปริมาตรแก๊สโดยใช้ไซริงค์แก้วขนาด 20 ml ณ ชั่วโมงที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42 และ 48 นำแก๊สที่วัดได้เก็บสะสมในไซริงค์ขนาด 60 ml แล้วปิดปลายไซริงค์ด้วยวาล์วเปิดปิด 3 ทาง (three way stopper) จากนั้นนำแก๊สที่สะสมได้ไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแก๊สมีเทน ณ ชั่วโมงที่ 24 และ 48 โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (gas chromatography) Shimadzu Model GC-8A ที่มี Flame Ionization Detector (FID) เป็น Detector ตามวิธีการของ Lopez and Newbold (2007) สุ่มเก็บของเหลวจากหลอดทดลองในขวดบ่ม ณ ชั่วโมงที่ 24 และ 48 เพื่อวัดค่า pH, ประชากรโปรโตซัว, วิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่าย (โดยใช้เครื่อง gas chromatography (Shimadzu Model GC-2014)) และค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุ (*in vitro* dry matter and organic matter digestibility; IVDMD and IVOMD) นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความมั่นใจ 95 % ($P < 0.05$) ของโปรแกรม SAS 6.12 (1996)

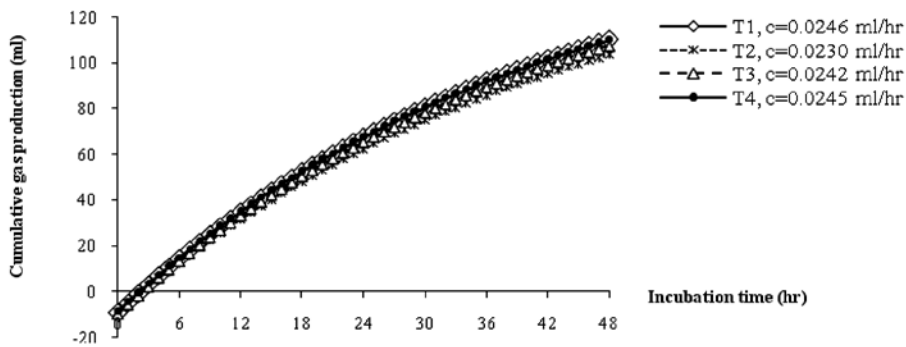


Figure 1 Cumulative gas production from hour 0 to 48.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (Table 1) พบว่า อาหารทั้ง 4 ทรีทเมนต์ มีค่า DM อยู่ในช่วง 88.84-94.69%, CP อยู่ในช่วง 4.22-10.77%, NDF อยู่ในช่วง 33.72-76.88% และ ADF อยู่ในช่วง 20.87-52.85% ค่าองค์ประกอบทางเคมีของ T1 (ฟางข้าว) ที่พบในครั้งนี้นี้จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เนื่องจากมี CP ต่ำประมาณ 4.22% และมีเยื่อใย NDF สูงถึง 52.85% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ กนกวรรณ และกฤตพล (2554) ที่รายงานว่าฟางข้าวมีความน่ากิน และมีคุณค่าทางอาหารต่ำ โดยมี CP และ NDF เท่ากับ 3.95% และ 65.24% ตามลำดับ แม้ว่าฟางข้าวจะมีค่าการย่อยได้ต่ำกว่าหญ้ากินนีสีม่วง ($P < 0.01$) แต่มีปริมาณการผลิตและความเข้มข้นของแก๊สมีเทนสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วง ($P < 0.05$) ได้ผลการทดลองสอดคล้องกับ จัตุรชัยและคณะ (2553) ทั้งนี้การเสริมอาหารขึ้นในกลุ่มที่ได้รับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบสามารถเพิ่มค่าการย่อยได้ ลดการผลิตแก๊สมีเทนและลดจำนวนประชากรโปรโตซัวได้ ($P < 0.05$) การผลิตแก๊สมีเทนในหลอดทดลองที่ใช้ฟางข้าวอย่างเดียว (T1) มีค่าปริมาณ (0.63 ml/0.5 gDM) และความเข้มข้น (7.10 ml/L) ของแก๊สมีเทน ณ ชั่วโมงที่ 24 สูงที่สุด ($P < 0.05$) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประชากรโปรโตซัว ณ ชั่วโมงที่ 24 (11.09×10^5 cell/ml) และ ชั่วโมงที่ 48 (13.27×10^5 cell/ml) แสดงว่าผลผลิตแก๊สมีเทนอาจมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประชากรโปรโตซัว ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ผลผลิตแก๊ส, จลศาสตร์การ

ผลิตแก๊ส และผลผลิตของกรดไขมันที่ระเหยง่าย (Table 1) ของอาหารทั้ง 4 แบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

สรุป

อาหารหยาบที่มีคุณค่าทางโภชนาต่ำ มีผลทำให้จำนวนประชากรโปรโตซัวและปริมาณการผลิตแก๊สมีเทนเพิ่มขึ้น การเสริมอาหารขึ้นในสูตรอาหารสามารถใช้เป็นแนวทางควบคุมกระบวนการหมักเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้และลดแก๊สเรือนกระจกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ กองพิริ และ กฤตพล สมมาตรย์. 2554. การปลดปล่อยแก๊สมีเทนในโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ. ว. แก่นเกษตร. 39:(ตอบรับเพื่อตีพิมพ์).
- จัตุรชัย แก้วพิลา, Makoto Otsuka, Keisuke Hayashi, สํารัญ วิจิตรพันธ์ และ กฤตพล สมมาตรย์. 2553. บทบาทของแหล่งพืชอาหารสัตว์ต่อการผลิตแก๊สมีเทนรuminantในหลอดทดลอง. ว. แก่นเกษตร. 38 (ฉบับพิเศษ):39-43.
- IPCC. 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Chuntrakort, P., M. Otsuka, K. Hayashi, S. Udchachon, and K. Sommart. 2011. Effects of cotton seed, sunflower seed and coconut kernel in the diets on methane production of Thai native and Brahman crossbred beef cattle. Paper presented in The 3rd International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.

- Lopez, S., and C. J. Newbold. 2007. Chapter1: Analysis of Methane. P.1-13. In: H. P. S. Makkar and P. E. Vercoe (ed), Measuring Methane Production from Ruminantes. Springer, Netherlands.
- Makkar, H. P., M. Blummel, and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. Br. J. Nutr. 73:897-913.
- SAS, 1996. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12th Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Takahashi, J. 2006. Emission of GHG from livestock production in Japan. International Congress Series. 1293:13-20.
- Yan, T., M.G. Porter and C.S. Mayne. 2009. Prediction of methane emission from beef cattle using data measured in indirect open-circuit respiration calorimeters. Animal 3(10):1455-1462.

Table 1 Chemical composition, pH value, digestibility, methane production and methane concentration, volatile fatty acid and protozoa population from *in vitro* fermentation using Buffalo rumen fluid.

Items	Treatments				SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4		
Chemical composition (%)						
DM	88.84	94.69	91.15	91.94	-	-
	----- % of DM -----					
CP	4.22	7.42	9.73	10.77	-	-
NDF	73.94	76.88	33.72	37.21	-	-
ADF	52.85	40.21	22.82	20.87	-	-
pH						
24 hr	6.27	6.33	6.33	6.27	0.05	0.66
48 hr	6.40	6.37	6.37	6.38	0.02	0.67
Digestibility (%)						
IVOMD 24 hr	59.13 ^b	59.00 ^b	60.68 ^a	60.63 ^a	0.29	<0.01
IVOMD 48 hr	58.88 ^c	59.29 ^{bc}	60.66 ^{ab}	62.04 ^a	0.53	<0.01
CH ₄ production (ml/0.5 g DM)						
24 hr	0.63 ^a	0.39 ^b	0.37 ^b	0.40 ^b	0.06	<0.05
48 hr	0.43	0.43	0.53	0.41	0.05	0.45
CH ₄ concentration (ml/L)						
24 hr	7.10 ^a	4.20 ^b	4.45 ^b	4.64 ^b	0.71	<0.05
48 hr	4.51	4.31	5.54	4.15	0.66	0.47
VFA production at 24 hr						
Total VFA (mmol/L)	57.43	53.83	54.48	56.87	1.71	0.38
Acetate (C2, %)	62.48	62.76	60.60	63.18	1.90	0.78
Propionate (C3, %)	22.63	21.76	23.98	21.00	1.16	0.32
Butyrate (C4, %)	14.89	15.47	15.42	15.83	1.52	0.98
C2:C3	3.02	2.93	2.56	3.05	0.29	0.61
VFA production at 48 hr						
Total VFA (mmol/L)	53.68	57.03	53.43	56.27	3.50	0.85
Acetate (C2, %)	57.36	59.50	57.23	59.07	1.10	0.35
Propionate (C3, %)	24.69	23.00	25.19	23.58	0.80	0.22
Butyrate (C4, %)	17.95	17.50	17.58	17.34	0.89	0.97
C2:C3	2.35	2.61	2.29	2.53	0.12	0.21
Protozoa (x10 ⁵ cell/ml)						
24 hr	11.09 ^a	7.85 ^{ab}	7.09 ^b	6.98 ^b	1.13	<0.05
48 hr	13.27 ^a	12.20 ^{ab}	9.72 ^b	9.43 ^b	0.95	<0.05

SEM = standard error of the mean, ^{a, b} Mean in the same row with different letters in their superscripts differ (P<0.05).