

## ผลของแหล่งอาหารหยาบต่อการผลิตแก๊สมีเทนในกระเพาะรูเมน

### Effects of roughage sources on ruminal methane production

กฤตพล สมมาตย์<sup>1\*</sup> และ กนกวรรณ กองพิธี<sup>1</sup>

Kritapon Sommart<sup>1\*</sup> and Kanokwan Kongphitee<sup>1</sup>

**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 ปริมาณการผลิตแก๊สมีเทนและจำนวนประชากรโปรโตซัวในสุตรอาหารที่ใช้ฟางข้าวมีค่าสูงกว่า ( $P<0.05$ )\_การใช้หญ้ากินนีสีม่วง ทั้งนี้การเสริมอาหารข้นในสุตรที่ได้รับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบสามารถเพิ่มการย่อยได้ ลดการผลิตแก๊สมีเทนและลดจำนวนประชากรโปรโตซัวได้ ( $P<0.05$ ) การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การใช้หญ้ากินนีสีม่วงคุณภาพดีและการเสริมอาหารข้นในสุตรอาหารสามารถลดการผลิตแก๊สมีเทนได้ 34.65-41.27 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** แก๊สมีเทน, 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 Replications to compared dietary treatments: T1) rice straw, T2) Guinea grass (*Panicum maximum* cv. TD 80) as 35 day cutting, T3) 70% of concentrate with 30% of rice straw and T4) 70% of concentrate with 30% of Guinea grass 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 high quality Guinea grass and concentrate supplementation could be used to reduce methane production 34.65-41.27 percent.

**Keywords:** methane gas, roughage, buffalo

<sup>1</sup> ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

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

\*Corresponding author: E-mail address: kritapon@kku.ac.th

## บทนำ

แก๊สมีเทนเป็นหนึ่งในแก๊สเรือนกระจก ที่มีบทบาทสำคัญต่อปรากฏการณ์เรือนกระจก หรือภาวะโลกร้อน ปัจจุบันองค์กรระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC, 2001) ได้นำมาใช้เพื่อการประเมินศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Potential) โดยคำนวณปริมาณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO<sub>2</sub>equivalent) รวมทั้งการรวมปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) เรียกว่า “คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)” ซึ่งถือเป็นมาตรการทางการค้าและเป็นกลไกทางการตลาดของการผลิตอาหารในอนาคตอันใกล้

มีรายงานปริมาณการผลิตแก๊สมีเทนของโคยุโรปมีค่าประมาณ 200-400 ลิตรต่อตัวต่อวัน (Takahashi, 2006; Yan et al., 2009) ขณะที่โคพื้นเมืองไทยมีค่าประมาณ 144-190 ลิตรต่อตัวต่อวัน (กนกรวรรณและกฤตพล, 2554) และโคพันธุ์บราห์มันมีค่าประมาณ 171 ลิตรต่อตัวต่อวัน (Chuntrakort et al., 2011) ทั้งนี้งานวิจัยการผลิตแก๊สมีเทนจากสัตว์เคี้ยวเอื้องมีอยู่อย่างจำกัด จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบแหล่งอาหารหยาบต่อการผลิตแก๊สมีเทนในหลอดทดลองของเหลวจากกระเพาะหมักกระบือ

## วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวนทรีทเมนต์ 8 ซ้ำ กำหนดปัจจัยอาหารทดลอง 4 ทรีทเมนต์ ได้แก่ T1=ฟางข้าว, T2=หญ้ากินนีสีม่วง อายุ 35 วัน, T3= ฟางข้าวร่วมกับอาหารข้น (30:70) และ T4= หญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับอาหารข้น (30:70) โดยสูตรอาหารประกอบด้วยอาหารหยาบ (ฟางข้าว

หรือหญ้ากินนีสีม่วง) 30%, กากมะพร้าว 10%, กากปาล์ม 6%, มันเส้น 28%, รำข้าว 24.5%, ยูเรีย 0.5% และแร่ธาตุวิตามิน 1% ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีอาหารข้น มี DM=90.76%, OM=93.25%, CP=12.2%, EE=6.65%, NDF=20.21% และ ADF=12.59% ทำการคั่วอาหารทดลองที่บดผ่านตะแกรงขนาด 1 mm ซึ่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน บรรจุอาหาร 0.5 g ลงในขวดขนาด 50 ml ที่บรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen *in vitro* gas production technique) ตามวิธีการของ Markkar et al. (1995) โดยใช้แหล่งของเหลวจากกระเพาะหมักกระบือจำนวน 3 ตัว ที่เลี้ยงโดยปล่อยแทะเล็มพืชอาหารตามธรรมชาติ ณ สถานีฟาร์มทดลองมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในเดือนกรกฎาคม 2554 ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอาหารตามวิธีการมาตรฐาน (AOAC, 1990)

จัดเก็บข้อมูลปริมาณแก๊สโดยใช้ไซริงค์แก้วขนาด 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 (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 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05) ของโปรแกรม SAS 6.12 (1996)

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (Table 1) พบว่า อาหารทั้ง 4 ทริทเมนต์ 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) ที่พบในครั้งนี้อาจเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เนื่องจากมี CP ต่ำประมาณ 4.22% และมีเชื้อใย NDF สูงถึง 52.85% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ กนกวรรณและกฤตพล (2554) ที่รายงานว่าฟางข้าวมีความน่ากินและมีคุณค่าทางอาหารต่ำ โดยมี CP และ NDF เท่ากับ 3.95% และ 65.24% ตามลำดับ แม้ว่าฟางข้าวจะมีค่าการย่อยได้ต่ำกว่าหญ้ากินนีสีม่วง ( $P < 0.01$ ) แต่มีปริมาณการผลิตและความเข้มข้นของแก๊สมีเทนสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วง ( $P < 0.05$ ) ได้ผลการทดลองสอดคล้องกับ ฉัตรชัยและคณะ (2553) ทั้งนี้การเสริมอาหารชั้นในกลุ่มที่ได้รับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ สามารถเพิ่มค่าการย่อยได้ ลดการผลิตแก๊สมีเทนและลดจำนวนประชากรโปรโตซัวได้ ( $P < 0.05$ ) การผลิตแก๊สมีเทนในหลอดทดลองที่ใช้ฟางข้าวอย่างเดียว (T1) มีค่าปริมาณ ( $0.63 \text{ ml}/0.5 \text{ gDM}$ ) และความเข้มข้น ( $7.10 \text{ ml/L}$ ) ของแก๊สมีเทน ณ ชั่วโมงที่ 24 สูงที่สุด ( $P < 0.05$ ) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประชากรโปรโตซัว ณ ชั่วโมงที่ 24 ( $11.09 \times 10^5 \text{ cell/ml}$ ) และชั่วโมงที่ 48 ( $13.27 \times 10^5 \text{ cell/ml}$ ) แสดงว่าผลผลิตแก๊สมีเทนอาจมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประชากรโปรโตซัว ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ผลผลิตแก๊ส, จลศาสตร์การผลิตแก๊ส และผลผลิตของกรดไขมันที่ระเหยง่าย (Table 1) ของอาหารทั้ง 4 แบบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

### สรุป

อาหารหยาบที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ มีผลทำให้จำนวนประชากรโปรโตซัวและปริมาณการผลิตแก๊สมีเทนเพิ่มขึ้น การเสริมอาหารชั้นในสูตรอาหาร

สามารถใช้เป็นแนวทางควบคุมกระบวนการหมักเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้และลดแก๊สเรือนกระจกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

### เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ กองพิธิ และ กฤตพล สมมาตย์. 2554. การปลดปล่อยแก๊สมีเทนในโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ. แก่นเกษตร. 39: (ตอบรับเพื่อตีพิมพ์).
- ฉัตรชัย แก้วพิลา, Makoto Otsuka, Keisuke Hayashi, สาราญ วิจิตรพันธ์ และ กฤตพล สมมาตย์. 2553. บทบาทของ แหล่งพืชอาหารสัตว์ต่อการผลิตแก๊สมีเทนรุมในหลอดทดลอง. ว. แก่นเกษตร. 38 (ฉบับพิเศษ):39-43.
- AOAC. 1990. Official method of Analysis 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- 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 3<sup>rd</sup> International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.
- IPCC. 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 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.

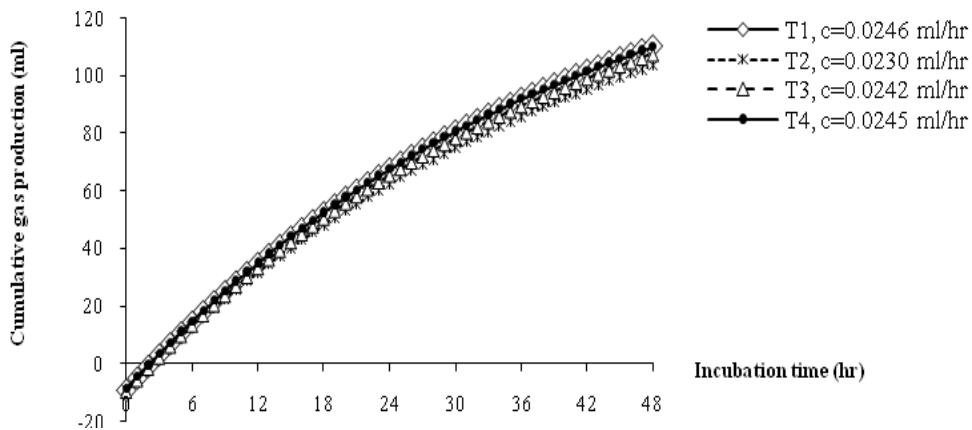
Makkar, H. P., M. Blummel, and K. Becker. 1995.

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 6.12<sup>th</sup> 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.



**Figure 1.** Cumulative gas production from hour 0 to 48.

**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 <sup>b</sup>	59.00 <sup>b</sup>	60.68 <sup>a</sup>	60.63 <sup>a</sup>	0.29	<0.01
IVOMD 48 hr	58.88 <sup>c</sup>	59.29 <sup>bc</sup>	60.66 <sup>ab</sup>	62.04 <sup>a</sup>	0.53	<0.01
CH <sub>4</sub> production (ml/0.5 g DM)						
24 hr	0.63 <sup>a</sup>	0.39 <sup>b</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.06	<0.05
48 hr	0.43	0.43	0.53	0.41	0.05	0.45
CH <sub>4</sub> concentration (ml/L)						
24 hr	7.10 <sup>a</sup>	4.20 <sup>b</sup>	4.45 <sup>b</sup>	4.64 <sup>b</sup>	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 <sup>5</sup> cell/ml)						
24 hr	11.09 <sup>a</sup>	7.85 <sup>ab</sup>	7.09 <sup>b</sup>	6.98 <sup>b</sup>	1.13	<0.05
48 hr	13.27 <sup>a</sup>	12.20 <sup>ab</sup>	9.72 <sup>b</sup>	9.43 <sup>b</sup>	0.95	<0.05

SEM = standard error of the mean

<sup>a, b</sup> Mean in the same row with different letters in their superscripts differ (P<0.05).T1=rice straw, T2=Guinea grass (*Panicum maximum* cv. TD 80) as 35 day cutting, T3= 70% of concentrate with 30% of rice straw and T4= 70% of concentrate with 30% of Guinea grass as 35 day cutting.