

ผลของการใช้พืชน้ำมันต่อการลดก๊าซรูเมนมีเทนในหลอดทดลอง

Effects of oil plant use for rumen methane mitigation in *in vitro* gas production

ภาณุมาศ จันทระกอร์¹, Makoto Otsuka², Keisuke Hayashi² และ กฤตพล สมมาตรย์^{1*}

Panumas Chuntrakort¹, Makoto Otsuka², Keisuke Hayashi² and Kritapon Sommart^{1*}

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใช้แหล่งของพืชน้ำมันต่อการผลิตก๊าซมีเทนในหลอดทดลองที่ใช้ของเหลวจากกระเพาะหมักโคเนื้อลูกผสมบราห์มันอายุมากกว่า 1.5 ปี จำนวน 2 ตัว เสริมพืชน้ำมันในสูตรอาหารผสมครบส่วนที่ระดับ 9 % โดยใช้วัตถุดิบพืชน้ำมันแตกต่างกัน 9 ชนิด คือ Trt 1 กลุ่มควบคุม, Trt 2 เสริมรำละเอียด, Trt 3 เสริมเมล็ดฝ้าย, Trt 4 เสริมเมล็ดถั่วลิสง, Trt 5 เสริมเมล็ดทานตะวัน, Trt 6 เสริมถั่วเหลือง, Trt 7 เสริมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, Trt 8 เสริมเมล็ดงา และ Trt 9 เสริมเนื้อมะพร้าว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 4 ซ้ำ พบว่า ผลผลิตก๊าซทั้งหมด และก๊าซมีเทนต่อการย่อยได้ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) พืชน้ำมันสามารถลดค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในหลอดทดลองที่ชั่วโมงที่ 48 ($P<0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 85.29-153.91 ml/IVDMD ซึ่งให้เห็นว่าการเสริมพืชน้ำมันมีศักยภาพสูงในการลดก๊าซในกระเพาะหมัก

คำสำคัญ: พืชน้ำมัน ก๊าซมีเทน โคเนื้อ

Abstract: Ruminant *In vitro* gas production system was conducted to investigate the influence of oil seed source in substrate mixture on gas production volume and methane production using rumen innoculum from two Brahman cross bred cattle about 1.5 years old. Substrate mixture treatment were Trt1 = control, Trt2 = rice bran, Trt3 = cotton seed, Trt4 = peanut seed, Trt5 = sunflower seed, Trt6 = soybean seed, Trt7 = cashew nut, Trt8 = sesame seed, and Trt9 = coconut meat. All data were subjected to analysis of variance according to complete randomize design with 4 replications. Total gas volume and methane production per IVDMD were not different for all treatments ($p>0.05$). There was an effects ($p<0.05$) of oil plant sources on methane concentration at 48 hr. incubation (85.29-153.91 ml/IVDMD). The results indicated that oil seed sources had a high potential for rumen methane mitigation.

Key words: oil plant, methane, cattle

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

² Japan International Research Center Agriculture Science, Tsukuba, Ibaraki, 305-8686, Japan

*Corresponding author: kritapon@kku.ac.th

บทนำ

ก๊าซมีเทน (methane) เป็นก๊าซเรือนกระจก (green house gas) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อสภาวะโลกร้อน การลดก๊าซมีเทนสามารถทำได้หลายวิธี (Bhatta et al., 2007; Martin et al., 2008) ซึ่งนอกจากจะเป็นการช่วยลดสภาวะเรือนกระจกแล้วยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สูญเสียจากการปลดปล่อยก๊าซมีเทนประมาณ 8-12 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานทั้งหมดที่สัตว์กินได้ โดยมีผลกระทบที่สำคัญต่อความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพและการให้ผลผลิตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (กฤตพล, 2550; Goel et al., 2009; Morgavi et al., 2010; Rodriguez et al., 2010) พืชน้ำมัน (oil plant) ถือเป็นแหล่งกรดไขมันสายยาวที่ไม่อิ่มตัว และกรดไขมันสายกลางที่ไม่อิ่มตัวตามธรรมชาติ สามารถลดจำนวนของจุลินทรีย์กลุ่มผลิตก๊าซมีเทน (Machmuller et al., 2000; Cieslak et al., 2006; Martin et al., 2008) และประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนที่มีวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของพืชน้ำมันหลากหลายชนิดที่ยังไม่ได้รับการศึกษา ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพืชน้ำมันที่ส่งผลต่อปริมาณของก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง

วิธีการศึกษา

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomize design, CRD) โดยแบ่งเป็น 9 ทรีทเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ Trt 1 กลุ่มควบคุม, Trt 2 เสริมรำละเอียด, Trt 3 เสริมเมล็ดฝ้าย, Trt 4 เสริมเมล็ดถั่วลิสง, Trt 5 เสริมเมล็ดทานตะวัน, Trt 6 เสริมถั่วเหลือง, Trt 7 เสริมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, Trt 8 เสริมเมล็ดงา และ Trt 9 เสริมเนื้อมะพร้าวในสูตรอาหารผสมครบถ้วน สัดส่วนอาหารข้นต่อหยาบ 60:40 ดังแสดงใน Table 1 ทดสอบในหลอดทดลองโดยใช้ขวดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตรที่บรรจุอาหารตัวอย่าง 0.5 กรัม

เตรียมสารละลายผสมของเหลวจากกระเพาะหมักโค เนื้อลูกผสมบราห์มัน จากฟาร์มภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อายุมากกว่า 1.5 ปี จำนวน 2 ตัว เพื่อบรรจุลงในขวดทดลองที่บรรจุอาหารทดลองตามวิธีการของ Markker et al. (1995) วัดปริมาณผลผลิตก๊าซสะสม ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนสะสมที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 โดยใช้เครื่อง gas chromatography (GC-8A, Shimadzu corporation, Japan) ตามวิธีการของ Lopez and Newbold (2007) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารตามวิธีการของ AOAC (1984) ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 โดยใช้เครื่อง gas chromatography (GC-2014, Shimadzu corporation, Japan) และค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุในชั่วโมงที่ 24 และ 48 นำข้อมูลทั้งหมดจากงานทดลองมาประมวลผล และวิเคราะห์หาความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์สมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SAS (1989)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 1 สูตรอาหาร คุณค่าทางโภชนาและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองมีค่า CP 8.75-11.42%, NDF 53.66-55.60%, ADF 32.16-43.53% ในขณะที่ ค่า EE อยู่ในช่วง 0.64 – 5.10% ค่าผลผลิตก๊าซสะสม (total gas production) ณ ชั่วโมงที่ 6, 12, 24 และ 48 มีค่า 7.70-11.33, 30.80-36.65, 64.07-89.23 และ 79.29-107.34 ml/0.5gDM ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 48 พบว่าเนื้อมะพร้าวมีการผลิตก๊าซมีเทนได้ต่ำที่สุด (16.14 ml/g IVDMD) ลดปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนได้ 18.56% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Machmuller et al. (2000) ที่พบว่าการใช้ไขมันมะพร้าวเสริมในหลอดทดลอง (*in vitro*)

สามารถลดผลผลิตก๊าซมีเทนได้ 49.87% ค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ณ ชั่วโมงที่ 48 นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมพืชน้ำมันทุกทรีทเมนต์ สามารถลดปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนได้เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 85.29 ถึง 153.91 ml/L ใกล้เคียงกับงานทดลองของ Getachew et al. (2005) ที่ใช้อาหารผสมครบส่วนที่มีอาหารหยาบผสม 75% พบว่ามีค่าของก๊าซมีเทน 192-264 ml/L แสดงให้เห็นว่าการเสริมเมล็ดพืชน้ำมัน สามารถลดก๊าซมีเทน ($P<0.05$) ยกเว้นเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่มีแนวโน้มที่จะสามารถลดการผลิตก๊าซมีเทนได้

ค่า pH ที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของทุกทรีทเมนต์มีค่า 6.65-6.74 และ 6.67-6.78 ในขณะที่การย่อยได้ของวัตถุแห้งในหลอดทดลอง (IVDMD) พบว่ากลุ่มเสริมเนื้อมะพร้าว มีค่าการย่อยได้ที่ต่ำที่สุด ($P<0.05$) ณ ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่า 36.36 และ 45.89 ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่าของการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลอง (IVOMD) ที่สูตรผสมเนื้อมะพร้าวมีค่าต่ำที่สุดเช่นเดียวกัน ($P<0.05$) ในส่วนของกรดไขมันที่ระเหยง่าย ณ ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าระหว่าง 29.98-35.97 และ 44.24-62.29 mM ใกล้เคียงกับงานทดลองของ Getachew et al. (2005) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 33.7-36.0 mM โดยพบว่าสูตรผสมเนื้อมะพร้าวมีค่ากรดไขมันที่ระเหยง่ายต่ำที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของ Kongmun et al. (2011) ที่มีการเสริมน้ำมันมะพร้าว และพบว่ามีกรดไขมันที่ระเหยง่ายต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้พืชน้ำมันในสูตรอาหารผสมครบส่วน มีศักยภาพในการลดการผลิตก๊าซมีเทนของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตก๊าซ ความเป็นกรด-ด่าง แต่พืชน้ำมันบางชนิดมีผลกระทบต่อการย่อยได้ และกรดไขมันที่ระเหยง่ายที่ลดลง จึงควรมีการศึกษาวิจัยในรายละเอียดเพิ่มเติมในสัตว์ต่อไป

เพื่อให้สามารถใช้แหล่งพืชน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยความร่วมมือของ Japan International Research Center Agriculture Science (JIRCAS) แห่งประเทศญี่ปุ่น ที่ให้การสนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กฤตพล สมมาตรย์. 2550. โภชนพลังงานศาสตร์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- AOAC. 1984. Official Method of Analysis 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Bhatta, R., E. Osamu, and K. Mitsunori. 2007. Measurement of Methane Production from Ruminants. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20 : 1305-1318.
- Cieslak, A., C.R. Soliva, A. Potkanski, M. Szumacher-Strabel, M.R.L. Scheeder, and A. Machmuller. 2006. Effect of plant oils on methane emission and biohydrogenation in vitro. International Congress Series. 129 : 180-183.
- Getachew. G., P.H. Robinson, E.J. DePeters, S.J. Taylor, D.D. Gisi, G.E. Higginbotham, and T.J. Riordan. 2005. Methane production from commercial dairy rations estimated using an in vitro gas technique. Anim. Feed Sci. and Technol. 123-124 : 391-402.

- Goel, G., H.P. Makkar, and K. Becker. 2009. Inhibition of methanogens by bromochloromethane: effects on microbial communities and rumen fermentation using batch and continuous fermentations. *Br. J. Nutri.* 101 : 1484-1492.
- Kongmun P., M. Wanapat, P. Pakdee, C. Navanukraw, and Z. Yu. 2011. Manipulation of rumen fermentation and ecology of swamp buffalo by coconut oil and garlic powder supplementation. *Livest. Sci.* 135 : 84-92.
- Lopez, S., and C.J. Newbold. 2007. Chapter: Analysis of Methane. pp. 1-13. In H. P.S. Makkar, and P.E. Vercor (ed), *Measuring Methane Production from Ruminants*. Springer, Netherlands.
- Machmuller, A., D.A. Ossowski, and M. Kreuzer. 2000. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestion and energy balance in lambs. *Anim Feed Sci. and Technol.* 85 : 41-60.
- 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. Nutri.* 73 : 897-913.
- Martin, C., J. Rouel, J. P. Jouany, M. Doreau, and Y. Chilliard. 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows of crude linseed, extruded linseed or linseed oil. *J. Anim. Sci.* 86 : 2642-2650.
- Morgavi, D.P., E. Forano, C. Martin, and C.J. Newbold. 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal.* 4 : 1024-1036.
- Rodriguez, R., M. Mota, C. Castrillo, and M. Fondevila. 2010. *In vitro* rumen fermentation of the tropical grass *Pennisetum purpureum* and mixtures with browse legumes: effects of tannin contents. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94 : 696-705.
- SAS. 1989. User's Guide: Statistics. Version 6.12 eds. SAS. Inst. Cary, N.C.

Table 1 Feed formulation, chemical composition, methane, gas production, digestibility and volatile fatty acid.

Item	Trt 1	Trt 2	Trt 3	Trt 4	Trt 5	Trt 6	Trt 7	Trt 8	Trt 9	SEM
Formulation, kg										
Rice Straw	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	-
Cassava chip	29.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	-
soybean meal	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	-
Urea	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-
Fat source	-	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	-
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-
Chemical Composition, %DM basis										
OM	90.48	88.50	88.99	89.31	89.38	89.01	89.54	89.22	89.33	-
CP	8.75	10.17	11.19	11.42	11.07	12.46	10.41	10.53	9.35	-
NDF	53.66	55.54	54.15	55.17	55.60	54.45	52.85	54.57	54.78	-
ADF	37.66	43.53	32.30	32.16	33.02	34.44	34.56	36.43	33.57	-
EE	0.64	1.39	2.49	4.02	5.10	2.47	4.56	4.39	4.27	-
Digestibility, %										
IVDMD 24 hr	46.73 ^c	43.26 ^{bc}	41.83 ^b	45.38 ^{bc}	46.31 ^c	46.29 ^c	45.51 ^{bc}	44.17 ^{bc}	36.36 ^a	1.23
IVDMD 48 hr	63.15 ^b	61.51 ^b	60.80 ^b	62.43 ^b	62.53 ^b	61.97 ^b	63.21 ^b	62.09 ^b	45.89 ^a	1.19
IVOMD 24 hr	51.60 ^c	48.34 ^{bc}	46.91 ^b	50.13 ^{bc}	50.85 ^c	51.13 ^c	50.15 ^{bc}	48.99 ^{bc}	42.24 ^a	1.12
IVOMD 48 hr	66.41 ^b	64.71 ^b	64.22 ^b	65.83 ^b	65.54 ^b	65.36 ^b	66.64 ^b	65.36 ^b	50.84 ^a	1.15
Gas production, mL										
6 hr	7.70	9.82	10.48	11.26	10.13	11.33	9.90	10.05	9.66	1.09
12 hr	30.80	31.88	33.03	36.19	32.58	36.65	33.95	36.52	32.32	3.75
24 hr	66.03	64.07	73.70	89.23	69.32	76.10	71.87	75.68	71.83	7.39
48 hr	79.29	94.27	100.94	107.34	94.53	106.02	96.70	102.70	92.69	6.59
Total Methane, mL/IVDMD										
24 hr	18.97	17.04	18.84	19.43	20.94	19.71	19.48	22.48	18.96	1.67
48 hr	19.82	19.08	22.17	28.87	20.09	25.11	28.23	21.75	16.14	3.67
Total Methane, mL/L										
24 hr	155.81	193.21	166.02	182.31	187.08	155.99	157.67	169.82	185.37	17.51
48 hr	203.19 ^c	113.04 ^{ab}	111.37 ^{ab}	85.29 ^a	121.86 ^{ab}	114.4 ^{ab}	153.91 ^{bc}	105.44 ^{ab}	109.18 ^{ab}	18.22
Volatile Fatty Acid, mM										
Total VFA at 24 hr	30.22	29.98	33.48	35.97	30.26	35.83	31.66	33.52	30.17	2.86
Acetic acid, %	36.42	38.72	41.99	42.87	40.47	44.49	38.70	41.60	40.66	1.72
Propionic acid, %	20.53 ^{ab}	21.71 ^b	21.48 ^b	20.34 ^{ab}	21.57 ^b	20.67 ^{ab}	21.31 ^b	21.41 ^b	19.15 ^a	0.52
Butyric acid, %	20.37 ^c	18.63 ^{bc}	17.15 ^{ab}	17.13 ^{ab}	17.65 ^{ab}	16.20 ^a	18.71 ^{bc}	17.31 ^{ab}	18.90 ^{bc}	0.57
Total VFA at 48 hr	58.79 ^b	57.25 ^{ab}	62.29 ^b	59.89 ^b	56.99 ^{ab}	56.73 ^{ab}	53.21 ^{ab}	55.16 ^{ab}	44.24 ^a	6.24
Acetic acid, %	51.25 ^b	53.66 ^b	55.59 ^b	54.18 ^b	54.42 ^b	51.66 ^b	51.44 ^b	50.68 ^{ab}	45.11 ^a	2.00
Propionic acid, %	18.08	18.56	18.45	18.13	18.71	19.55	19.43	19.58	18.41	0.70
Butyric acid, %	14.31 ^b	12.89 ^{ab}	12.02 ^a	12.73 ^{ab}	12.35 ^a	13.19 ^{ab}	13.43 ^{ab}	13.74 ^{ab}	17.02 ^c	0.60

^{a,b,c} Mean in the same row with different letter in their superscript differ (p<0.05).