ผลของการใช้ใบมะรุมบดทดแทนกากถั่วเหลือง ต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส และความสามารถการย่อยได้ในหลอดทดลอง

Effect of Moringa Leaf Meal (MLM) as Soybean Meal Replacement on *In vitro* Gas Production Kinetics and Digestibility

สุบรรณ ฝอยกลาง[1*], จุฑารักษ์ กิติยานุภาพ[1], วสุนันท์ มีฟัก[1] และ อนุสรณ์ เชิดทอง[2]

Suban Foiklang[1*], Jutharak Gitiyanuphap[1], Wasunan Meefark[1] and Anusorn Cherdthong[2]

บทคัดย่อ: งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบมะรุมบดทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้นต่อความสามารถการย่อยได้ และจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง โดยแบ่งกลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือการใช้ใบมะรุมทดแทนกากถั่วเหลืองซึ่งเป็นแหล่งอาหารข้น ตามสัดส่วนที่กำหนด ได้แก่ 0, 10, 20, 30,40 และ 50% ตามลำดับ ผลการทดลองการใช้ MLM ทดแทนกากถั่วเหลืองทุกกลุ่มการทดลอง พบว่าปริมาณแก๊สสะสมที่ 96 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ศักยภาพในการผลิตแก๊ส (a+b) และ ค่า b (ส่วนที่ไม่ละลาย) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01 และP<0.0001) และอัตราการผลิตแก๊ส (c) สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (IVDMD) และการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ (IVOMD) ในชั่วโมงที่ 12 และ 24 หลังการบ่ม มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มการทดลอง (P<0.01)

คำสำคัญ: ใบมะรุม, ความสามารถการย่อยได้, กระบวนการหมัก, เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effect of Moringa leaf meal as Soybean Meal replacement on digestibility and gas production kinetics using *in vitro* gas production technique. The treatment group was divided into 6 treatments which was replacing soybean meal (SBM) are concentrate source by Moringa leaves meal (MLM) at 0, 10, 20, 30,40 and 50%, respectively. The results showed that replacing SBM by MLM did not affect cumulative gas production at 96 h (P>0.05) while the gas potential extent of gas production (a + b) and insoluble fraction (b) were highly significant difference (P<0.01 and P<0.0001). The gas production rate (c) was significantly increased (P<0.01). Degradation of dry matter (in vitro dry matter degradability, IVDMD) and organic degradation (*in vitro* organic matter degradability, IVOMD) in the 12th and 24th hour after incubation were significantly difference (P<0.01).

Keywords: Moringa leaf meal, Digestibility, Fermentation, In vitro gas production technique

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Tropical Feed Resources Research and Development Center (TROFREC) Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

[*] Corresponding author: bungung@hotmail.com

บทนำ

มะรุมเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดทางแถบใต้ของเทือกเขาหิมาลัย เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง เป็นพืชที่คนไทยรู้จักกันมาช้านาน คนไทยนิยมนำมาทำอาหาร เพื่อรับประทาน จากการศึกษาวิจัยต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ พบว่า มะรุมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ป้องกันตับถูกทำลาย รักษาโรคหอบหืด ขาดสารอาหาร ต้านการอักเสบ รวมทั้งยังสามารถลดคอเลสเตอรอล (ไพโชค, 2558) อีกทั้งมีโปรตีนสูง คือ 21.0–29.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (สนามชัย และคณะ, 2555; ณิฐิมา และคณะ, 2557; ภุชงค์ และไพโชค, 2558; Foidl et al., 2001; Price, 2007) มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ในระดับต่ำ แต่มีสารต้านอนุมูลอิสระในระดับสูง และใช้เป็นอาหารสัตว์ได้นอกจากนี้ใบมะรุมยังมี สารเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นโปรวิตามินเอสูงอีกด้วย (สุธาทิพย์, 2550; Yang et al., 2006) ดังนั้น ใบมะรุมจึงมีศักยภาพสำหรับนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง ก็จะช่วยลดต้นทุนแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์มีราคาแพงที่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะกากถั่วเหลือง ดังนั้นหากมีการใช้ใบมะรุมในระดับที่เหมาะสม ผสมอาหารโค อาจจะเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่เป็นทั้ง แหล่งของโปรตีน รวมทั้งสารเสริมเพื่อสุขภาพของโคได้ ซึ่งจะสอดคล้องกับการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ในอนาคต ทั้งนี้เกษตรกรสามารถปลูกมะรุมใช้ได้เองในฟาร์ม รวมถึงการบริโภคภายในครัวเรือนได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามการศึกษาผลของการใช้ใบมะรุมในสัตว์เคี้ยวเอื้องยังมีข้อมูลอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาการใช้ใบมะรุมเป็นแหล่งโปรตีนเพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

การทดลองแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือ การใช้ใบมะรุมบด (MLM) ทดแทนกากถั่วเหลือง (SBM) ที่สัดส่วนต่าง ๆ ได้แก่ 0, 10, 20, 30, 40% และ 50% ตามลำดับ ในสูตรอาหารประกอบด้วย มันเส้น, รำละเอียด, กากถั่วเหลือง (SBM), ใบมะรุม, กากปาล์ม, ยูเรีย, premix, กากน้ำตาล, กำมะถัน และเกลือ หลังจากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรง ขนาด 1 มม. ดังแสดงไว้ดัง Table 2 โดยมีกลุ่มการทดลอง (ทรีทเมนต์) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ไม่มีการใช้ใบมะรุมบด (MLM0%: SBM 100%) กลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 2 ใช้ใบมะรุมบดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 10% (MLM10%: SBM 90%)

กลุ่มที่ 3 ใช้ใบมะรุมบดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 20% (MLM20%: SBM 80%)

กลุ่มที่ 4 ใช้ใบมะรุมบดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 30% (MLM30%: SBM 70%)

กลุ่มที่ 5 ใช้ใบมะรุมบดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 40% (MLM40%: SBM 60%)

กลุ่มที่ 6 ใช้ใบมะรุมบดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 50% (MLM50%: SBM 50%)

หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก เพื่อทำการทดสอบในหลอดทดลอง โดยใช้ฟางข้าวบดเป็นอาหารทดลองพื้นฐานในปริมาณ 0.525 กรัม แล้วนำวัตถุดิบอาหารขั้นมาผสมตามสูตร แล้วชั่งน้ำหนักปริมาณ 0.35 กรัม ตามอัตราส่วนอาหารที่กำหนด ใส่ลงในขวดขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดจุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท แล้วนำไปบ่มรักษาอุณหภูมิที่ 39 องศาเซลเซียส รอการบรรจุของเหลวจากกระเพาะหมักโคเนื้อ

Table 1 Chemical composition of Moringa leaves meal (MLM) and rice straw used in the experiment

Items	Moringa leaves meal (MLM)	Rice straw
Chemical composition		
Dry matter, %	92.4	89.2
	---------- % of dry matter ----------	
Organic matter	91.1	85.9
Crude protein	32.2	2.4
Neutral detergent fiber	32.6	87.4
Acid detergent fiber	20.2	55.8

ทำการศึกษาในหลอดทดลอง ตามวิธีการของ Menke et al. (1979) โดยทำการวัดผลผลิตแก๊สในชั่วโมงที่ 0, 1.5, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 และ 96 หลังจากการบ่มตามวิธีการของ Foiklang et al. (2016) และใช้สมการของ Ørskov and McDonald (1979) ในการหาค่าจลนศาสตร์การผลิตแก๊สในหลอดทดลองโดยใช้ค่าปริมาณแก๊สสะสม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป fit curve ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1995) จากนั้นวิเคราะห์องค์ประกอบเยื่อใยที่สำคัญ ได้แก่ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) นอกจากนั้นทำการสุ่มตัวอย่าง ณ ชั่วโมงที่ 12 และ 24 หลังการบ่ม เพื่อทำการวัดค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (in vitro dry matter degradability, IVDMD) และการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ (in vitro organic matter degradability, IVOMD) (Tilley and Terry, 1963) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SAS,1998)

Table 2 Ingredients and composition of dietary treatments used in this study

Ingredients	Moringa leave meal (MLM): SBM ratios in concentrate feed					
	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60	50:50
Cassava hay (kg.)	55	55	55	55	55	55
Rice bran (kg.)	10	10	10	10	10	10
SBM (kg.)	18	16.2	14.4	12.6	10.8	9
Moringa leaf (kg.)	0	1.8	3.6	5.4	7.2	9
Palm cake (kg.)	12	12	12	12	12	12
Urea (kg.)	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Premix (kg.)	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8
molasses (kg.)	1	1	1	1	1	1
Sulfur (kg.)	1	1	1	1	1	1
Salt (kg.)	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7
Total	100	100	100	100	100	100
%CP	14.64	14.62	14.60	14.59	14.57	14.55
%TDN	73.85	73.76	73.67	73.58	73.49	73.40

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 1 แสดงค่าองค์ประกอบทางเคมีของใบมะรุมบด และฟางข้าวที่ใช้ในงานทดลอง ซึ่งพบว่า MLM มีปริมาณโปรตีนหยาบอยู่ที่ 32.2 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งสูงกว่าการรายงานของสนามชัยและคณะ (2555) ที่รายงานค่าโปรตีนของใบมะรุมว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 21-29 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง นอกจากนี้ยังพบว่า MLM มีค่าเยื่อใย NDF เท่ากับ 32.6 % และเยื่อใย ADF เท่ากับ 20.2 % ใกล้เคียงกับ Jayanegara et al. (2019) ที่รายงานว่าค่า NDF เท่ากับ 26.8 และ ADF เท่ากับ 16.6 จลนศาสตร์การผลิตแก๊สเมื่อใช้ MLM แสดงใน Table 3 พบว่า MLM มีศักยภาพในการผลิตแก๊ส (a+b) อยู่ที่ 57.53-78.71 mL/0.5 g DM (P<0.01) อาจเป็นเพราะแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารที่ใช้ MLM และยูเรีย ควบคู่กับการลดปริมาณของกากถั่วเหลืองซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Tona et al. (2013) ที่รายงานว่า ศักยภาพการผลิตก๊าซอยู่ระหว่าง 26.00-37.00 mL/0.2 g DM และ ค่า b (ส่วนที่ไม่ละลาย) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.0001) การใช้ MLM ส่งผลให้ค่า c (อัตราการผลิตแก๊ส) สูงขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) ปริมาณการสะสมแก๊สที่ชั่วโมงที่ 96 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (*in vitro* dry matter degradability, IVDMD) และการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ *(in vitro* organic matter degradability, IVOMD) ในชั่วโมงที่ 12 และ 24 หลังการบ่ม แตกต่างกันสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

Table 3 Effect Moringa leaf meal supplementation on gas kinetics, *in vitro* true dry matter digestibility, *in vitro* organic matter digestibility and fermentation

Items	Moringa leave meal (MLM): SBM ratios[1]						SEM	Sig.
	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60	50:50		
Gas Kinetics[2]								
A	-3.79	-3.36	-3.86	-4.12	-4.21	-3.07	0.1646	ns
B	62.05^{c}	69.39^{b}	69.32^{b}	70.35^{b}	61.74^{c}	81.78^{a}	2.7207	***
C	0.052^{b}	0.052^{b}	0.062^{ab}	0.065^{a}	0.060^{ab}	0.065^{a}	0.0026	**
a+b	58.26^{c}	66.03^{b}	65.46^{b}	66.23^{b}	57.52^{c}	78.71^{a}	2.8444	**
Gas[3] (96 h) mL/0.5 g of substrate	61.50	65.60	62.10	65.85	56.60	66.95	1.4380	Ns
IVDMD[4], %								
12h of incubation	78.59^{C}	82.97^{b}	79.28^{c}	83.19^{b}	90.37^{a}	87.75^{ab}	1.727	**
24h of incubation	78.12^{c}	88.07^{b}	82.12^{bc}	86.87^{b}	78.01^{c}	97.65^{a}	2.775	**
IVOMD[5], %								
12h of incubation	60.71^{b}	58.51^{b}	78.74^{a}	58.41^{b}	49.63^{b}	56.13^{b}	3.645	**
24h of incubation	60.94^{a}	55.97^{b}	58.94^{ab}	56.57^{b}	60.99^{a}	51.17^{c}	1.388	**

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้ใบมะรุม สามารถช่วยเพิ่มการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง และเพิ่มการย่อยได้ ในกระเพาะรูเมน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้ใบมะรุม มีศักยภาพและประสิทธิภาพในการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จึงควรมีการวิจัยเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะงานวิจัยในตัวสัตว์ในอนาคต

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณทุนโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ปริญญาโทสัญญาเลขที่ MSD 62I0027 ภายใต้สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ร่วมกับองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค) ในการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาและการทำวิจัย และขอขอบคุณฟาร์มโคนม-โคเนื้อและห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ในการสนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณิฐิมา เฉลิมแสน, บุญชู นาวานุเคราะห์, ธัญรัตน์ จารี, สมเพชร สุริยวงษ์, สุชาดา พูลเกตุ และสุธามาศ ผลมา. 2557. การประเมินคุณค่าทางโภชนะของใบมะรุมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่กระทง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร (ฉบับ พิเศษ): 42–47.

ไพโชค ปัญจะ. 2558. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและไขมันในพลาสมาของไก่กระทง. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23:282-292.

ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ และ ไพโชค ปัญจะ. 2558. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหาร ไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23 (2):293–305.

สนามชัย แพนดี, ไพโชค ปัญจะ และ ดรุณี ศรี ชนะ. 2555. การวิเคราะห์หาปริมาณสาร อาหารในใบมะรุม, น. 255-262. ใน รายงานการประชุมเครือข่ายวิชาการบัณฑิต ศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุธาทิพย์ ภมรประวัติ. 2550. มะรุม ลดไขมัน ป้องกันมะเร็ง. แหล่งที่มา: http://www.doctor.or.th/node/1245. 2 เมษายน 2562.

AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.

Foidl, N., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2001. The Potential of Moringa oleifera for Agricultural and Industrial Uses. Available Source: http://miracletrees.org/ moringa-doc/ thepotential of moringa oleifera for agricultural and industrial uses.pdf.

Foiklang, S., M. Wanapat, and T. Norrapoke. 2016. *In vitro* rumen fermentation and digestibility of buffaloes as influenced by grape pomace powder and urea treated rice straw supplementation. Anim. Sci. J. 87:370-377.

Jayanegara, A., V. Ardani, and H. A. Sukria. 2019. Nutritional comparison between dried and ensiled indigofera, papaya and moringa leaves. J. Indonesian Trop. Anim. Agric. pISSN 2087-8273 eISSN 2460-6278. http://ejournal. undip.ac.id/ index.php/jitaa 44(1):77-83, March 2019 DOI: 10.14710/jitaa.44.1.77-8

Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. J. Agric. Sci. (Camb.). 92:217-222.

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.

Price, M.L. 2007. The Moringa tree. ECHO technical note. Available Source: http:// www.echonet.org/chenet work. org/ files _ pdf/ Moringa.pdf, July 4, 2010.

SAS, 1998. User's Guide: Statistics, Version 6th Edition. SAS. Inst, Inc., Cary, NC., U.S.A.

Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J Br Grassl Soc. 18:104–111.

Tona, G. O., V.O. Asaolu, O.A Arnao and A A Akingbade. 2003. Evaluation of Chemical Composition and *in vino* Fermentation Parameters of Moringa oleifera Leaf Meal Based Diets as Feed for Ruminants in Nigeria. Agricultural Journal 8 (4):165-169, 2013. ISSN: 1816-9155.

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.

Yang, R.Y., Chang, L.C., Hsu, J.C., Weng, B.B.C., Palada, M.C., Chadha, M.L. and Levasseur, V. 2006. Nutritional and Functional Properties of Moringa Leaves - From Germplasm, to Plant, to Food, to Health, pp 1-8. In Moringa and Other Highly Nutritious Plant Resources: Strategies, Standards and Markets for a Better Impact on Nutrition in Africa. Accra, Ghana.