ผลของการเสริมหัวปลีอัดเม็ดต่อผลผลิตก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง

Effecr of Banana Flower Power Pellet Supplemetation on Methane Production In Vitro

อภิภาวดี รัตนวัน

Apipawadee Rattanawan

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

การผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้องในปัจจุบันเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ โดยเฉพาะก๊าซมีเทนซึ่งเกิดจากกระบวนการหมักอาหารในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน จึงมีแนวทางเพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทน การเสริมหัวปลีอัดเม็ดเป็นอีกแนวทางหนึ่ง แต่การศึกษาที่ผ่านมายังไม่มีความชัดเจนในระดับของการเสริมหัวปลีอัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการลดก๊าซมีเทน ดังนั้นสัมมนาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมหัวปลีอัดเม็ดต่อผลผลิตก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง โดยดำเนินการทบทวนเอกสารงานวิจัยจำนวน 3 ฉบับ ในปี ค.ศ. 2016-2025 มีการเสริมหัวปลีอัดเม็ดในรูปแบบไมโครแคปซูลในระดับ 0-60 % ของวัตถุแห้ง และเสริมในระดับ 3 % ของอาหาร พบว่าผลผลิตก๊าซรวมและก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง โดยค่าการย่อยได้ (a+b) ค่าอัตราความเร็วในการผลิตก๊าซ (C) ปริมาณก๊าซสะสมที่ 96 ชั่วโมง และการผลิตก๊าซมีเทน โดยเฉพาะที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ลดลงตามระดับการเสริมหัวปลีอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น แต่การเสริมหัวปลีอัดเม็ดทุกระดับไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของของเหลวในกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สามารถเสริมหัวปลีอัดเม็ดในรูปแบบไมโครแคปซูลได้ถึง 30% ของวัตถุแห้ง เนื่องจากสามารถลดก๊าซมีเทนได้สูงสุดและไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

คำสำคัญ: หัวปลีอัดเม็ด ก๊าซมีเทน in vitro

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากกระบวนการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากก๊าซมีเทนจัดเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนสูง อีกทั้งการสูญเสียพลังงานจากอาหารในรูปของก๊าซมีเทนยังส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารของสัตว์ลดลง ส่งผลให้ผลผลิตของสัตว์ลดลงไปด้วย โดยก๊าซมีเทน (CH_4) มากกว่า 90% ของก๊าซเรือนกระจกในการผลิตโคเกิดจากการหมักในกระเพาะรูเมนของโค ดังนั้นผู้เลี้ยงโคจึงมีแนวทางการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการเลี้ยงด้วยวิธีการต่างๆ โดยเฉพาะการใช้สารเสริมทั้งสารเสริมสังเคราะห์ และสารเสริมจากธรรมชาติ เช่น สารออกฤทธิ์จากพืชจำพวก อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และซาโปนิน เป็นต้น และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น หัวปลี หรือ ดอกกล้วย ถือเป็นอีกอย่างหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากหัวปลีมีสารต้านอนุมูลอิสระ เส้นใยอาหาร โปรตีน และแทนนินเชิงซ้อน (Condensed tannins) ในระดับสูงถึง 29.01 % (Kang and Wanapat, 2013) โดยเฉพาะแทนนินเชิงซ้อนที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ และยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ของกลุ่มที่ผลิตก๊าซมีเทนในกระเพาะรูเมนได้ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่มีการเสริมผงหัวปลี ที่ระดับ 11% ในอาหารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการหมัก ลดการผลิตก๊าซมีเทน และเพิ่มความเข้มข้น C3 ในกระเพาะรูเมนได้ (Kang et al., 2016) และการเสริมหัวปลีในกระบือระดับ 300–600 กรัมต่อวัน สามารถเพิ่มการย่อยได้ของอาหาร เพิ่มการสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์ และลดการผลิตมีเทนได้ (Wanapat et al., 2018) จากการรายงานข้างต้น จะเห็นได้ว่ายังมีความขัดแย้งกันในระดับการเสริมของหัวปลีเพื่อลดปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น ดังนั้นสัมมนาในฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับการเสริมหัวปลีอัดเม็ดต่อผลผลิตก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง

ผลของการเสริมหัวปลีอัดเม็ดต่อผลผลิตก๊าซในหลอดทดลอง

Dagaew et al. (2024) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้หัวปลีอัดเม็ดในรูปแบบไมโครแคปซูล (Banana flower powder pellet ;mBAFLOP) ที่ระดับ 0, 1, 2, และ 3 % ของอาหารในหลอดทดลอง โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคพันธุ์พื้นเมืองไทย พบว่าค่าการย่อยได้รวมของอาหารทั้งหมด (a+b) คือ ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากส่วนที่ละลายน้ำได้ทันที และคือปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากส่วนที่ย่อยได้ยาก ลดลงตามระดับการเสริม mBAFLOP ที่เพิ่มขึ้น (Table 1) เพราะหัวปลีมีสารแทนนินเชิงซ้อนในระดับที่สูง ซึ่งช่วยยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์การย่อยอาหารในกระเพาะรูเมน ในขณะที่งานของ Dagaew et al. (2025) ที่ทำการศึกษาการเสริม mBAFLOP ในอาหารทดลอง ที่มีระดับโปรตีนหยาบ Crude Protein (CP) 4 ระดับ ได้แก่ 10, 12, 14 และ 16% ของวัตถุแห้ง โดยมีการเสริม mBAFLOP ในระดับ 3% ของอาหารทุกสูตร โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย พบว่าการเสริม mBAFLOP ในทุกระดับไม่ส่งผลต่อค่าการย่อยได้ อาจเกิดจากการเพิ่ม CP ในสูตรอาหารส่งผลให้ศักยภาพการย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง (Table 2) ซึ่งในงานของ Kang et al. (2016) ที่เสริม mBAFLOP แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0, 30 และ 60 % โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโคนม พบว่าการเสริม mBAFLOP ในทุกระดับส่งผลต่อค่าการย่อยได้ โดยค่าการย่อยได้เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริม mBAFLOP ที่เพิ่มขึ้น (Table 3) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเสริม mBAFLOP ในระดับที่ 0-3 % ของวัตถุแห้งเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด ช่วยลดการผลิตก๊าซในหลอดทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

Table 1 Effect of Banana flower powder pellet (mBAFLOP) supplement on kinetics of gas production and in vitro dry matter degradability.

mBAFLOP- (%)	Gas production kinetice				Cumulative gas (ml) at 96 h
	a	b	c	a+b	
0	-1.23	63.39[a]	0.045[c]	62.07[a]	64.45[a]
1	0.17	56.82[b]	0.039[b]	56.98[b]	58.45[b]
2	-1.70	37.85[d]	0.039[b]	39.55[c]	38.05[d]
3	-1.23	40.78[c]	0.070[a]	36.15[d]	41.45[c]
SEM	0.46	0.21	0.20	0.65	0.75
Linear	0.48	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Quadratic	0.33	<0.01	<0.94	<0.05	<0.01
Cubic	0.05	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01

[a, b, c] Means within column showed with different superscript letter accepted significantly different; a=Gas from soluble fraction, b=Gas from insoluble but fermentable fraction, c=Rate constant of gas production

Source: Dagaew et al. (2024)

ในงานของ Dagaew et al. (2025) กลับพบว่าค่าอัตราความเร็วการเกิดก๊าซที่เสริมmBAFLOP 3% ในอาหารข้นทุกชุดทดลอง ไม่ส่งผลต่อค่าอัตราความเร็วในการผลิตก๊าซ (C) (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Kang et al. (2016) ที่เสริม mBAFLOP ที่ระดับ 0 , 30% และ 60% ทุกชุดทดลอง พบว่าค่าอัตราความเร็วการเกิดก๊าซไม่ส่งผลต่อค่าอัตราความเร็วในการผลิตก๊าซ (Table 3) ในขณะที่ Dagaew et al. (2024) พบว่าค่าอัตราความเร็วในการผลิตก๊าซ (C) เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริม mBAFLOP ที่เพิ่มขึ้น (Table 1) เพราะการเสริม mBAFLOP ไปยับยั้งและปรับสมดุลการทำงานของจุลินทรีย์ในรูเมน ทำให้อัตราความเร็วในการผลิตก๊าซไม่เพิ่มขึ้นแม้ระดับการเสริมจะสูงขึ้นก็ตาม

ปริมาณก๊าซสะสมทั้งหมดที่ 96 ชั่วโมงในงานส่วนใหญ่ Dagaew et al. (2024) พบว่าปริมาณก๊าซสะสมลดลงตามระดับการเสริม mBAFLOP ที่เพิ่มขึ้น (Table 1) เพราะเนื่องมาจากสารออกฤทธิ์ในหัวปลีโดยเฉพาะแทนนินที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดก๊าซ จึงส่งผลให้กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและการผลิตก๊าซลดลงในระยะยาว ในขณะที่งานของ Dagaew et al. (2025) พบว่าการเสริม mBAFLOP 3% ในอาหารข้นทุกสูตรไม่ส่งผลต่อปริมาณการสะสมก๊าซทั้งหมดที่ 96 ชั่วโมง เพราะอาจเนื่องมาจากระดับการเสริมที่ใช้ยังไม่สูงพอที่จะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยในกระเพาะรูเมนได้ (Table 2) ซึ่งขัดแย้งกับงานของ Kang et al. (2016) ที่เสริม mBAFLOP ที่ระดับ 0 , 30 % และ 60 % ทุกชุดทดลอง พบว่าส่งผลต่อปริมาณก๊าซสะสมที่ 96 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริม mBAFLOP ที่เพิ่มขึ้น (Table 3) เพราะการเสริม mBAFLOP ช่วยยับยั้งต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ส่งผลให้จุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลของการเสริม mBAFLOP ในระดับที่ 0-3 % ของวัตถุแห้ง ให้ผลในการลดก๊าซมีเทนได้ดีที่สุด

Table 2 Effect of mBAFLOP supplementation with different percentages of CP in concentrate diet on kinetics of gas production and in vitro dry matter degradability.

CP	mBAFLOP (3% of substrate				SEM	Orthogonal polynomials		
	10	12	14	16		Linear	Quadratic	Cubic
Gasproduction kinetice								
a	-2.17	-1.91	-2.56	-1.96	0.54	0.99	0.73	0.36
b	117.11	117.11	116.76	107.45	3.37	0.08	0.34	0.21
c	0.04	0.042	0.047	0.038	0.002	0.17	0.11	0.07
a+b	114.94	111.81	114.20	105.49	4.59	0.07	0.35	0.25
Cumulative gas at 96 h, ml/0.5 g DM								
	118	117.47	117.35	107.23	3.75	0.07	0.34	0.34

mBAFLOP, microencapsulated banana flower powder; SEM, standard error of mean

Source: Dagaew et al. (2025)

Table 3 Effect of BAFLOP-pellet and plant oil source supplement on gas production and in vitro digestibility.

BAFLOP-pellet	Gas production kinetics				Gas 96 h
	a	b	c	a+b	
0	1.31	85.0	0.06	86.3	86.0
30	-3.17	93.3	0.07	90.1	90.0
60	-1.14	99.1	0.07	97.9	97.8
SEM	1.05	3.59	0.004	3.54	3.53
P value	0.2194	0.0008	0.4719	0.0018	0.0018

[a] BAFLOP-pellet: banana flower powder pellet supp

[d] Cumulative gas production at 96 h (ml/0.2 g DM substrate)

Source: Kang et al. (2016)

ผลของการเสริมหัวปลีอัดเม็ดต่อก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง

ในส่วนของค่าการผลิตก๊าซมีเทน (Methane production) ในงานของ Dagaew et al. (2024) พบว่าค่าการผลิตก๊าซมีเทนที่ 12 ชั่งโมง ไม่ส่งผลต่อค่าการผลิตก๊าซมีเทน และที่ 24 ชั่วโมง พบว่าค่าการผลิตก๊าซมีเทนลดลง ตามระดับการเสริม mBAFLOP ที่เพิ่มขึ้น (Table 4) อาจเป็นเพราะผลของสารออกฤทธิ์จากหัวปลีที่สามารถยับยั้งการสร้างมีเทนได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะเวลาที่นานขึ้น ในขณะที่งานของ Dagaew et al. (2025) พบว่าการเสริม mBAFLOP ในทุกระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การผลิตก๊าซมีเทนในหลอดทดลองที่ 12 และ 24 ชั่วโมง ไม่ส่งผลต่อค่าการ

ผลิตก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง (Table 5) ซึ่งขัดแย้งกับงานของ Kang et al. (2016) ที่เสริม mBAFLOP ที่ระดับ 0, 30 % และ 60 % ทุกชุดทดลอง พบว่าค่าการผลิตก๊าซที่ 4, 8, และ 12 ชั่วโมง ส่งผลต่อค่าการผลิตก๊าซที่ลดลง (Table 6) เพราะทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารออกฤทธิ์แทนนินซึ่งสามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ ส่งผลให้การสร้างก๊าซมีเทนในระยะเริ่มต้นลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้นผลของการยับยั้งดังกล่าวอาจลดลงจากการปรับตัวของจุลินทรีย์ในการหมักในกระเพาะรูเมน

Table 4 Effect of mBAFLOP supplement on pH, ammonia-nitrogen (NH_3N) and methane production.

mBAFLOP (%)	pH		Methane production (ml/L)	
	12 h	24 h	12 h	24 h
0	6.91	6.97	13.62	14.12[a]
1	6.91	6.93	14.11	13.61[ab]
2	6.88	6.92	11.64	11.64[b]
3	6.91	6.96	11.61	11.60[b]
SEM	0.02	0.01	1.95	1.85
Orthogonal polynomaiats				
Linear	0.68	0.56	0.05	0.83
Quadratic	0.50	0.24	0.71	<0.05
Cubic	0.48	0.45	0.15	0.27

[a, b] Means within column showed with different superscript letter accepted significantly different; mBAFLOP, microencapsulated banana flower powder; SEM, standard error of mean

Source: Dagaew et al. (2024)

ในงานของ Dagaew et al. (2024) และ Dagaew et al. (2025) พบว่าสภาพการเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในหลอดทดลอง (pH) ที่ 12 และ 24 ชั่งโมง ไม่ส่งผลต่อค่า (pH) (Table 4) (Table 5) เพราะเนื่องจากระดับการเสริม mBAFLOP ไม่สูงพอที่จะรบกวนสมดุลกรด–ด่างของการหมัก และของเหลวจากกระเพาะรูเมน จึงทำให้ค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่งานของ Kang et al. (2016) พบว่าค่า (pH) ที่ 12 และ 24 ชั่วโมง ส่งผลต่อค่า (pH) ลดลงตามระดับการเสริม mBAFLOP ที่เพิ่มขึ้น (Table 6) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเสริม mBAFLOP ในระดับ 0-3 % และ 30-60 % ของวัตถุแห้ง มีผลต่อการลดก๊าซมีเทนแต่อาจไม่ส่งผลเมื่อเสริม mBAFLOP ในระดับ 3 % ของอาหารทุกสูตรที่ร่วมกับโปรตีนหยาบที่สูงขึ้น

Table 5 Effect of mBAFLOP supplementation with different percentages of CP in concentrate diet on volatile fatty acid and methane production.

mBAFLOP (3% of substrate)					SEM	Orthogonal polynomials		
CP	10	12	14	16		Linear	Quadratic	Cubic
Methane production (m/L)								
12 h	8.66	9.73	11.49	10.08	0.81	0.34	0.37	0.52
24 h	6.79	6.61	7.19	6.51	0.15	0.94	0.78	0.62
pH								
12 h	6.88	6.91	6.91	6.93	0.01	<0.05	0.25	0.15
24 h	6.86	6.86	6.85	6.88	0.01	0.53	0.34	0.43

[a] Crude protein percentages containing in concentrates (% of DM)

mBAFLOP, microencapsulated banana flower powder; SEM, standard error of mean

Source: Dagaew et al. (2025

Table 6 Effect of BAFLOP-pellet and plant oil source supplement on microorganism growth and methane production.

BAFLOP-pellet	Methane production (ml/L)				pH	
	4 h	8 h	12 h	Mean	12 h	24 h
0	60.6	88.5	94.7	81.3	5.94	5.93
30	55.2	73.7	88.8	72.6	6.18	6.21
60	47.2	67.7	82.9	65.9	6.34	6.42
SEM	3.35	3.66	3.78	2.08	0.07	0.07
P-value	0.0079	0.0121	0.0052	0.0002	0.0013	0.0003

BAFLOP-pellet: banana flower powder pellet supplement at 0, 30, and 60 g/kg of total substrate

Source: Kang et al. (2016)

สรุป

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเสริมหัวปลีอัดเม็ดต่อผลผลิตก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง ที่ระดับตั้งแต่ 0–3%, 30-60 % ของวัตถุแห้ง และเสริมในระดับ 3 % ของอาหารทุกสูตรร่วมกับโปรตีนหยาบที่สูงขึ้น จำนวน 3 ฉบับ ในปี ค.ศ.2016-2025 แสดงให้เห็นว่า การเสริมหัวปลีอัดเม็ดมีผลในการลดการผลิตก๊าซรวมและก๊าซมีเทนในหลอดทดลอง โดยค่าการย่อยได้ (a+b) ค่าอัตราความเร็วในการผลิตก๊าซ (c) ปริมาณก๊าซสะสมที่ 96 ชั่วโมง และการผลิตก๊าซมีเทน โดยเฉพาะที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ลดลงตามระดับการเสริมหัวปลีอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น ขณะที่การเสริมหัวปลีอัดเม็ดทุกระดับไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของของเหลวในกระบวนการหมัก ดังนั้นจึงสามารถเสริม

หัวปลีอัดเม็ดในรูปแบบไมโครแคปซูลได้ถึงระดับ 30 % ของวัตถุแห้ง เนื่องจากสามารถลดการผลิตก๊าซมีเทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่กระทบต่อสมดุลของกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

เอกสารอ้างอิง

Dagger, G., Kunhareang, S., Phupaboon, S., Matra, M., Suriyapha, C., Prachumchai, R., Prachumchai, R., Wanapat M. 2024. “The Use of Microencapsulated Banana Flower Powder Pellet on In Vitro Ruminal Fermentation, Digestibility, Microbial Diversity, and Methane Production”. **Tropical Animal Health and Production.** 56(263): 1-8.

Dagaew, G., Kunhareang, S., Muslykhah, U., Phupaboon, S., Matra, M., Sommai, S., Suriyapha, C., Pongsub,S., Chanthakhoun, V., Wanapat M. 2025. “Influence of Microencapsulation of Banana Flower Powder Pellet and Protein Level in Concentrate on Ruminal Fermentation and Microbial Diversity by n Vitro Study Techniques”. **Tropical Animal Health and Production.** 57(371): 1-9.

Johnson, K. A., and Johnson, D. E. 1995. “Methane Emissions from Cattle”. **Journal of Animal Science.** 73: 2483–2492.

Kang, S., & Wanapat, M. 2013. “Effect of Banana Flower Powder Supplementation on In Vitro Rumen Fermentation, Digestibility and Methane Production”. **Journal of Animal and Feed Sciences.** 22(4), 345–355.

Kang, S., Wanapat, M., Viennasay B. 2016. “Supplementation of Banana Flower Powder Pellet and Plant Oil Sources on In Vitro Ruminal Fermentation, Digestibility, and Methane Production”. **Tropical Animal Health Prod.** 48: 1673-1678.

Phupaboon, K., Cherdthong, A., Wanapat, M., & Chanjula, P. 2022. “Microencapsulation of Banana Flower Powder Improves Bioactive Compound Stability and Reduces Methane Production In Vitro Rumen Fermentation”.**Animals.** 12(6), 812. https://doi.org/10.3390/ani12060812

Wanapat, M., Kang, S., Khejornsart, P., & Wanapat, S. 2018. “Effect of Banana Flower Powder Supplementation on Rumen Ecology, Methane Production and Nutrient Digestibility in Swamp Buffaloes”. **Livestock Science.** 210, 48–54. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.02.003