

ผลของการใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นในสูตรอาหารชั้นต่อจุลนศาสตร์ การผลิตแก๊ส กระบวนการหมัก และความสามารถในการย่อยได้

Effect of replacing cassava chip by banana fruit powder in concentrate mixture on gas production kinetics, fermentation process and digestibility

สุบรรณ ฝอยกลาง^{1*}, ศรัญญา ม่วงทิพย์มัลย์¹, สิริลักษณ์ ยิ้มยนต์¹ และ อนุสรณ์ เชิดทอง²

Suban Foiklang^{1*}, Saranya Maungthipmalai¹, Siriluk Yimyon¹ and Anusorn Cherdthong²

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนมันเส้นด้วยผงกล้วยดิบในสูตรอาหารชั้นต่อจุลนศาสตร์การผลิตแก๊ส ความสามารถในการย่อยได้ และกระบวนการหมักโดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง แบ่งกลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มตามสัดส่วนการทดแทนมันเส้น (CC) ด้วยผงกล้วยดิบ (BP) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมไม่มีการใช้ผงกล้วยดิบ (BP0%: CC 100%), กลุ่มที่ 2 – 6 ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้น (BP:CC) ที่ระดับ 10:90, 20:80, 30:70, 40:60 และ 50:50 ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าผงกล้วยดิบไม่ส่งผลกระทบต่อจุลนศาสตร์การผลิตแก๊ส ค่า a, c, a+b และปริมาณแก๊สสะสมที่ 120 ชั่วโมง (P>0.05) แต่ส่งผลกระทบต่อค่า b (ส่วนที่ไม่ละลาย) โดยกลุ่ม BP:CC ที่ระดับ 10:90 มีค่าสูงสุด(P<0.05) นอกจากนี้ยังพบว่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลองในชั่วโมงที่ 12 และ 24 และการย่อยได้ของวัตถุแห้งในหลอดทดลองในชั่วโมงที่ 12 มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01)

คำสำคัญ: ผงกล้วยดิบ, แหล่งพลังงาน, ความสามารถในการย่อยได้ในหลอดทดลอง, เทคนิคแก๊สในหลอดทดลอง

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effect of replacing cassava chip (CC) by banana fruit powder (BP) on gas production kinetics, fermentation process and digestibility using in vitro gas production technique. Six treatments were the ratios of BP: CC which was 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60 and 50:50, respectively. The results showed that BP have no effect on gas production kinetics in a, c, a + b and cumulative gas content at 120 h (P> 0.05) but influenced on b (insoluble parts) especially the group of BP: CC at 10:90 had the highest value (P<0.05). Moreover, using BP resulted on modifying IVOMD at 12, 24 h and IVDMD at 12 h (P<0.01).

Keywords: Banana fruit powder, Energy source, In vitro digestibility, In vitro gas 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

กล้วยน้ำว้า (Kluai Namwa) จัดเป็นกล้วยพื้นเมืองที่พบได้ทั่วไปในทุกภาค เป็นกล้วยที่นิยมปลูกไว้ในทุกครัวเรือนเพื่อการรับประทานผลสุกและแปรรูปผลดิบ รวมถึงการนำส่วนต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ กล้วยน้ำว้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Musa sapientum* Linn. ซึ่งอยู่ในวงศ์ Musaceae กล้วยเป็นผลไม้ที่ทานได้ทั้งสุกและดิบ มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับมันฝรั่งแต่มีไขมันคอเลสเตอรอลและเกลือแร่ต่ำกว่าจึงเหมาะสมในการใช้เป็นส่วนประกอบควบคุมน้ำหนัก กล้วยดิบสดจะอุดมไปด้วยวิตามินเอ บี และซี แต่วิตามินจะสูญเสียไปกับการตากแห้ง เมื่อกล้วยสุกแป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลที่มีรสหวานและมักมีกลิ่นหอม โดยแป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และ ซูโครส ตามลำดับ (เบญจมาศ, 2545) จากการศึกษาการใช้กล้วยดิบผงในอาหารไก่เนื้อ พบว่าสามารถเสริมผงกล้วยดิบทดแทนวัตถุดิบได้ 0 – 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง (Llamas – Lamas, 1979; Sethi, 1983; Velasco et al., 1983) ส่วนการใช้ผงกล้วยดิบในอาหารสุกร Rihs et al. (1975) รายงานว่าการเสริมกล้วยป่น 21 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารสุกรขุนระยะสุดท้าย ทำให้ปริมาณการกินได้และการเจริญเติบโตสูงสุด และสามารถใช้ได้ถึง 42 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิต แต่ Liao and Hsu (1985) รายงานว่าการเสริมกล้วยป่นที่ 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารไก่เนื้อและสุกร ไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซาก และ Fyock and Knodt (1949) รายงานว่าสามารถนำผงกล้วยดิบมาใช้ในสูตรอาหารลูกโคนมเพศผู้ได้สูงสุด 40 เปอร์เซ็นต์ของอาหารข้นโดยไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต

อย่างไรก็ตามการศึกษาค้นคว้าของการใช้ผงกล้วยดิบ ยังมีข้อมูลอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นในสูตรอาหารข้น ต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส ความสามารถในการย่อยได้ และกระบวนการหมักในหลอดทดลอง

วิธีการศึกษา

งานทดลองนี้แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 อาหารข้นไม่ใช้ผงกล้วยดิบ กลุ่มที่ 2 – 6 ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นในสูตรอาหารที่ระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50 % ตามลำดับ โดยส่วนประกอบของสูตรอาหารในแต่ละที่รืทเมนต์แสดงใน Table 1 โดยมีที่รืทเมนต์ในการทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ไม่มีการใช้ผงกล้วยดิบ (BP0%: CC 100%)

กลุ่มที่ 2 ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นที่ระดับ 10% (BP10%: CC 90%)

กลุ่มที่ 3 ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นที่ระดับ 20% (BP20%: CC 80%)

กลุ่มที่ 4 ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นที่ระดับ 30% (BP30%: CC 70%)

กลุ่มที่ 5 ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นที่ระดับ 40% (BP40%: CC 60%)

กลุ่มที่ 6 ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นที่ระดับ 50% (BP50%: CC 50%)

จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก เพื่อทำการทดลองในหลอดทดลอง โดยใช้เป็นอาหารทดลองในปริมาณ 0.15 กรัม และใช้ฟางบด 0.35 กรัม (รวมเป็น 0.5 กรัม) ลงในขวดวัดคลื่นขนาด 50 มิลลิลิตร ตามสัดส่วน (BP:CC) ที่กำหนด ปิดจุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท แล้วนำไปบ่มรักษาอุณหภูมิที่ 39 องศาเซลเซียส รอการบรรจุของเหลวจากกระเพาะหมักผสม ทำการวัดผลผลิตแก๊ส ตามวิธีการของ Menke et al. (1979) โดยวัดผลผลิตแก๊สในชั่วโมงที่ 0, 1.5, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมงหลังจากการบ่มตามวิธีการของ Foiklang et al. (2016) และใช้สมการของ Ørskov and McDonald (1979) ในการหาค่าจลนศาสตร์การผลิตแก๊สในหลอดทดลองและคำนวณค่าปริมาณแก๊สสะสม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป fit curve และทำการวิเคราะห์หาค่าทางโภชนาของอาหารทดลองตามวิธีมาตรฐานของ (AOAC, 1995) จากนั้นวิเคราะห์หาค่าประกอบย่อย NDF และเยื่อใย ADF ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991)

ส่วนในชั่วโมงที่ 12 และ 24 หลังจากการบ่มทำการวัดค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (in vitro dry matter degradability, IVDMD) และการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (in vitro organic matter degradability, IVOMD) (Tilley and Terry, 1963)

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SAS,1998)

Table 1 Ingredients of dietary treatments used in the current study

Items	BP:CC ratios					
	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60	50:50
Cassava chip	60	54	48	42	36	30
Rice bran	10	10	10	10	10	10
SBM	12	12	12	12	12	12
Banana powder	0	6	12	18	24	30
Palm meal	12	12	12	12	12	12
Urea	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
premix	1	1	1	1	1	1
Molasses	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sulfur	1	1	1	1	1	1
Salt	1	1	1	1	1	1
Total	100	100	100	100	100	100
%CP	13.58	13.63	13.68	13.74	13.79	13.85
%TDN*	73.34	73.13	72.92	72.71	72.50	72.29

*data from calculation

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 2 แสดงค่าองค์ประกอบทางเคมีของผงกล้วยดิบและฟางข้าวซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในงานทดลอง ซึ่งพบว่า BP มีค่า DM เท่ากับ 98.05 %, OM,CP, NDF และ ADF เท่ากับ 4.04, 0.18, 84.04 และ 24.87 %DM ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Daramola and Osanyinlusi (2006) ที่รายงานค่า แป้งกล้วยมีความชื้น 10.8 – 12.1% มีคาร์โบไฮเดรตสูง 80.20 – 86.05% ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบ

แหล่งพลังงานในอาหารสัตว์ได้ นอกจากนี้ Bello – Perez et al. (2002) ได้รายงานว่าผงกล้วยดิบมีเปอร์เซ็นต์เถ้า (ash) โปรตีนหยาบ (crude protein) และไขมันสูงกว่าแป้งข้าวโพด Suntharalingam and Ravindram (1993) ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพ และเคมีของแป้งกล้วยดิบ พบว่ากล้วยดิบมีแป้งประมาณ 25.5 – 31.3 % มี CP 3.2 %, CF 1.3 %, ash 3.7 %, NDF 8.9 %, ADF 3.8 % และยังอุดมไปด้วยโพแทสเซียม และวิตามินซี

จุลนาสารการผลิผลิตแก๊สมีความแตกต่างกันเมื่อมีการใช้ BP ดังแสดงใน Table 3 โดยเมื่อมีการใช้ BP ในสูตรอาหารขึ้น พบว่าส่งผลกระทบต่อค่า b (ส่วนที่ไม่ละลาย) โดยกลุ่ม BP:CC ที่ระดับ 10:90 มีค่าสูงที่สุด($P<0.05$) แต่ค่าจุลนาสารการผลิผลิตแก๊สอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันทั้งค่า a (ส่วนที่ละลายได้ในทันที) ค่า c (อัตราการผลิผลิตแก๊ส) ค่า a+b (ขอบเขตที่มีศักยภาพการผลิผลิตแก๊ส) และการผลิผลิตแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 120 ($p>0.05$) นอกจากนี้ ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลอง (*in vitro* organic matter degradability, IVOMD) ในชั่วโมงที่ 12 และ 24 และการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (*in vitro* dry matter degradability, IVDMD) ในชั่วโมงที่ 12 หลังการบ่ม มีค่าแตกต่างกันทาง

สถิติ ($p<0.01$) มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มการทดลอง ($p<0.01$) โดยในกลุ่มที่ใช้ผงกล้วยดิบทดแทนมันเส้นในสัดส่วน 30:70 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 85.50% แต่ไม่มีความแตกต่างกันในชั่วโมงที่ 24

สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้กล้วยดิบผงทดแทนมันเส้นในสูตรอาหารขึ้นที่ระดับ 10:90 ช่วยปรับปรุงการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลอง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่า การใช้ผงกล้วยดิบ มีศักยภาพและประสิทธิภาพในการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จึงควรมีการวิจัยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะงานวิจัยในตัวสัตว์ในอนาคต

Table 1 Ingredients of dietary treatments used in the current study

Items	BP:CC ratios					
	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60	50:50
Cassava chip	60	54	48	42	36	30
Rice bran	10	10	10	10	10	10
SBM	12	12	12	12	12	12
Banana powder	0	6	12	18	24	30
Palm meal	12	12	12	12	12	12
Urea	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
premix	1	1	1	1	1	1
Molasses	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sulfur	1	1	1	1	1	1
Salt	1	1	1	1	1	1
Total	100	100	100	100	100	100
%CP	13.58	13.63	13.68	13.74	13.79	13.85
%TDN*	73.34	73.13	72.92	72.71	72.50	72.29

*data from calculation

Table 3 Effect of banana fruit powder on gas production kinetics, *in vitro* dry matter digestibility and *in vitro* organic matter digestibility

Items	BP:CC ratios						SEM	Comparison
	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60	50:50		
Gas Kinetics ²								
a	5.57	4.16	3.23	1.52	-0.73	-0.16	0.92	ns
b	57.59	95.84	86.38	83.10	67.84	76.20	4.29	*
c	0.11	0.08	0.08	0.10	0.07	0.07	0.01	ns
a+b	63.16	100.00	89.62	84.62	67.11	76.04	4.56	ns
Gas ³ (120 h) mL/ 0.5 g of substrate	69.45	99.60	90.60	85.65	62.55	71.40	2.33	ns
IVDMD ⁴ , %								
12 h of incubation	77.42	85.29	75.50	85.50	80.94	84.22	1.99	**
24 h of incubation	90.82	92.29	90.80	92.11	91.55	91.78	3.01	ns
IVOMD ⁵ , %								
12 h of incubation	71.54	81.03	78.77	79.07	79.53	80.35	0.23	**
24 h of incubation	88.46	86.88	87.55	87.92	88.25	86.91	0.34	**

²a= the gas production from the immediately soluble fraction, b= the gas production from the insoluble fraction, c= the gas production rate constant for the insoluble fraction (b), a+b = the gas potential extent of gas production.

³Cumulative gas after 96 hours of incubation time (mL/0.5 g of substrate). ⁴IVDMD = *in vitro* dry matter digestibility.

⁵IVOMD = *in vitro* organic matter digestibility. *P<0.05, **P< 0.01, ns = non-significant. SEM=standard error of the means.

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณทุนโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ปริญญาโทสัญญาเลขที่ MSD 61I0077 ภายใต้สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในการสนับสนุนงบประมาณสำหรับผู้ช่วยวิจัยในการศึกษาระดับปริญญาโท และขอขอบคุณฟาร์มโคนม-โคเนื้อ และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ในการสนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เบญจมาศ ศิลาชัย. 2545. กล้วย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.
- Bello – Perez, L. A., S. M. Contreras – Ramos, A. Jimenez – Aparicio and O. Paredes – Lopez. 2000. Acetylation and characterization of banana (*Musa paradisiaca*) starch. Acta Cient Venez. 51(3): 143 – 149.

- Daramola, B. and Osanyinlusi, S. A. 2006. Production, characterization and application of banana (*Musa spp*) flour in whole maize. *Afr. J. Biotechnol.* Vol. 5 (10), pp. 992 – 995.
- 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.
- Fyock, W. D. and C. B. Knodt. 1949. Use of dehydrated banana meal in the rations of dietary calves. *J. Dairy Sci.* 32(4): 361 – 366.
- Liao, C. W. & Hsu. 1985. Evaluation of banana chips for feeding broilers and swine. *Journal of the Chinese Society of Animal Science.* 14(1 – 2): 37 – 42.
- Llamas – Lamas, G., A. S. Shimada and E. Avila Gonzalez. 1979. Nutritive value of green banana meal in the feed of broiler chickens, *Veternaria Mexico.* 10: 105 – 109.
- 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.
- Rihs, T., M. Villavicencio, E. Harves and H. Clavijo. 1975. Feeding value of industrially dried banana meal for swine. *J. Anim. Sci.* 41(1): 282 – 283.
- SAS, 1998. User's Guide: Statistics, Version 6th Edition. SAS. Inst, Inc., Cary, NC., U.S.A.
- Sethi, R. P. 1983. Evaluation of fermented banana waste product as a protein source in broiler rations. *Indian J. Anim. Sci.* 53(9): 984 – 987.
- Suntharalingram, S. and G. Ravindran. 1993. Physical and biochemical properties of green banana flour. *Plant Food Hum. Nutr.* 43(1): 19 – 27.
- 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.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.