

ผลของสูตรไบโมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ด ต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส ความสามารถการย่อยได้และกระบวนการหมัก โดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

**Effect of cassava top pellet (CASTOPP) formula on *in vitro* gas kinetics,
digestibility and fermentation using *in vitro* gas production technique**

สุบรรณ ฝอยกลาง^{1*}, จุฑารักษ์ กิตติยานุภาพ¹, ณัฐพงษ์ ดีมาก¹, ศรัญญา ม่วงทิพย์มลัย¹,
ยุทธนา สุนันตา¹, เมธา วรรณพัฒน์² และ อนุสรณ์ เชิดทอง²

Suban Foiklang^{1*}, Jutharak Gitiyanuphap¹, Natthapong Deemark¹, Saranya Maungthipmalai¹,
Yutthana Sunanta¹, Metha Wanapat² and Anusorn Cherdthong²

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมสูตรไบโมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ด (CASTOPP) ต่อการย่อยได้ และจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง โดยแบ่งกลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฟางข้าวบด 0.5 g (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 ฟางข้าวบด 0.5 g + CASTOPP 50 g/kgDM of Sub กลุ่มที่ 3 ฟางข้าวบด 0.5 g + CASTOPP 100 g/kg DM of Sub และกลุ่มที่ 4 ฟางข้าวบด 0.5 g + CASTOPP 150 g/kgDM of Sub ผลการทดลองพบว่า CASTOPP มีผลต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊สและปริมาณแก๊สสะสมเพิ่มขึ้นที่ 96 ชั่วโมง ($P<0.01$) การย่อยได้ของวัตถุแห้งในหลอดทดลองในชั่วโมงที่ 12 พบว่ากลุ่มที่เสริม CASTOPP มีค่าการย่อยได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) นอกจากนี้พบว่า การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลองในชั่วโมงที่ 24 ในกลุ่มที่เสริม CASTOPP มีค่าการย่อยได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และพบว่ากลุ่มที่เสริม CASTOPP มีค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ในขณะที่ pH มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

คำสำคัญ: ไบโมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ด, ความสามารถในการย่อยได้, กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน, เทคนิคแก๊สในหลอดทดลอง

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effect of cassava top pellet (CASTOPP) supplementation on digestibility and gas production kinetics using *in vitro* gas production technique. The treatment group was divided into 4 treatments. Treatment 1 ground rice straw 0.5g (Control), Treatment 2 to 4 were ground rice straw 0.5 + CASTOPP at 50, 100 and 150 g/kg DM of substrate, respectively. The results showed that CASTOPP affected gas production kinetics and volume of gas at 96h after incubation ($P<0.01$). *In vitro* dry matter digestibility (IVTDM) of CASTOPP at 12h were significant ($P>0.05$) *In vitro* organic matter digestibility (IVOMD) at 24h of CASTOPP was higher than those in control group ($P<0.05$). Moreover, CASTOPP supplementation resulted in lowering pH and increase $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration ($P<0.05$).

Keywords: Cassava top pellet, Digestibility, Rumen Fermentation, *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,
KhonKaen University

* Corresponding author: bungung@hotmail.com

บทนำ

ใบและยอดมันสำปะหลังเป็นเศษเหลือทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง ซึ่งพบว่ามีปริมาณมาก โดยประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูก มันสำปะหลังประมาณ 6.2 ล้านไร่ เกษตรกรผู้เพาะปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่จะไม่นิยมเก็บใบและยอดมันสำปะหลัง เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่มักคิดว่าใบมันสำปะหลังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในด้านอื่นๆ อย่างเช่น การนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งในใบมันสำปะหลังแห้งมีโปรตีนสูงประมาณ 20 - 29% ถึงแม้ว่าในใบมันสำปะหลังจะมีสารพิษสำคัญคือ สารไซยาไนด์ซึ่งจะอยู่ในรูปของกรดไฮโดรไซยานิคและสารแทนนินสีในปริมาณสูง แต่เมื่อตากแห้งแล้วสารพิษไซยาไนด์จะสลายลดปริมาณลงจนอยู่ในระดับปลอดภัยต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ จากการศึกษานักโภชนาการสัตว์เคี้ยวเอื้องหลายท่านพบว่าใบมันสำปะหลังแห้งสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

อย่างไรก็ตามการศึกษาลของการใช้สูตรใบมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ด ยังมีข้อมูลอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการสร้างสูตรใบมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ดและเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของใบมันสำปะหลังเพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

การทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ฟางข้าวบด และกลุ่มที่ 2-4 ฟางข้าวบด + ใบมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ด (CASTOPP) หลังจากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรง ขนาด 1 มม. สูตรที่ใช้ในการอัดเม็ดใบมันสำปะหลังรวมยอด (CASTOPP) คิดเป็นร้อยละ ได้แก่ ใบมันสำปะหลังบด, แปะมันสำปะหลัง, ยูเรีย, กากน้ำตาล, เกลือ และซิลเฟอร์ แสดงไว้ดัง Table 1

กลุ่มที่ 1 ฟางข้าวบด 0.5 g (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มที่ 2 ฟางข้าวบด 0.5 g + CASTOPP 50 g/kg DM of Sub

กลุ่มที่ 3 ฟางข้าวบด 0.5 g + CASTOPP 100 g/kg DM of Sub

กลุ่มที่ 4 ฟางข้าวบด 0.5 g + CASTOPP 150 g/kg DM of Sub

หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก เพื่อทำการทดสอบในหลอดทดลอง โดยใช้ฟางข้าวบดเป็นอาหารทดลองพื้นฐานในปริมาณ 0.5 g ลงในขวดขนาด 50 มล. แล้วนำ CASTOPP มาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่กำหนด ปิดจุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท แล้วนำไปบ่มรักษาอุณหภูมิที่ 39 องศาเซลเซียส รอการบรรจุของเหลวจากกระเพาะหมักผสม

Table 1 Ingredients and chemical composition of cassava top pellet (CASTOPP) and rice straw used in the experiment

Items	Cassava top pellet (CASTOPP)	Rice straw
Ingredients		
Cassava top meal	88.5	
Cassava powder	0.5	
Urea	6	
Molasses	4	
Salt	0.5	
Sulfur	0.5	
Chemical composition*		
Dry matter, %	87.1	89.2
----- % of dry matter -----		
Organic matter	78.6	85.6
Crude protein	40.2	2.7
Neutral detergent fiber	28.5	84.7
Acid detergent fiber	22.3	58.2
Total digestible nutrients*	60.7	-

* Data from calculation

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) ในการหาค่าจลนศาสตร์การผลิตแก๊สในหลอดทดลองโดยใช้ค่าปริมาณแก๊สสะสมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป fit curve ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1995) จากนั้นวิเคราะห์องค์ประกอบเยื่อใยที่สำคัญ ได้แก่ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ตามวิธีการของ

Van Soest et al. (1991) ทำการวัดค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (*in vitro* dry matter degradability, IVDMD) และการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (*in vitro* organic matter degradability, IVOMD) (Tilley and Terry, 1963) นอกจากนั้นทำการสุ่มตัวอย่าง ณ ชั่วโมงที่ 12 และ 24 หลังการบ่ม เพื่อทำการวัดการย่อยได้จริง (*in vitro* true digestibility) (Van Soest et al., 1991) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SAS, 1998)

Table 2 Effect cassava top pellet (CASTOPP) supplementation on gas kinetics, *in vitro* true dry matter digestibility, *in vitro* organic matter digestibility and fermentation

Items	CASTOPP ¹ (g/kg DM of Substrate)				SEM	Significant
	0	50	100	150		
Gas Kinetics ²						
A	6.0 ^c	7.3 ^{bc}	10.0 ^b	13.0 ^a	0.85	**
B	49.7 ^c	66.6 ^b	84.3 ^a	87.7 ^a	4.65	**
C	0.03 ^a	0.02 ^{ab}	0.02 ^{ab}	0.01 ^b	0.002	*
a+b	55.7 ^c	74.0 ^b	94.3 ^a	100.7 ^a	5.42	***
Gas ³ (96 h) mL/0.2 g of substrate	57.4 ^c	71.1 ^{bc}	85.2 ^a	95.73 ^a	4.59	**
IVTDM ⁴ , %						
12h of incubation	81.4 ^b	82.8 ^{ab}	83.0 ^{ab}	84.6 ^a	0.55	*
24h of incubation	83.6	84.1	84.9	85.1	0.52	Ns
IVOMD ⁵ , %						
12h of incubation	81.4	82.1	82.4	84.3	1.38	Ns
24h of incubation	83.3 ^b	86.3 ^{ab}	88.2 ^a	86.1 ^{ab}	0.71	*
pH	6.7 ^a	6.6 ^{ab}	6.6 ^{ab}	6.5 ^b	0.05	*
NH ⁻ -N, mg/dL	11.4 ^b	15.2 ^{ab}	14.9 ^{ab}	17.2 ^a	1.54	*

¹CASTOPP = cassava top pellet. 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/0.2 g of substrate). ⁴IVTDM = *in vitro* true dry matter digestibility. ⁵IVOMD = *in vitro* organic matter digestibility. *P<0.05, **P< 0.01, ns = non-significant. SEM=standard error of the means.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 1 แสดงค่าองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในงานทดลอง ซึ่งพบว่า CASTOPP มีปริมาณ crude protein สูงกว่าฟางข้าว นอกจากนี้ยังพบว่า CASTOPP มีค่าเยื่อใย NDF เท่ากับ 28.5 และเยื่อใย ADF เท่ากับ 22.3

จลนศาสตร์การผลิตแก๊สมีความแตกต่างกันเมื่อมีการใช้ CASTOPP (P<0.01) ดังแสดงใน **Table 2** ส่งผลกระทบท่อค่า a (ส่วนที่ละลายได้ทันที) ค่า b (ส่วนที่ไม่ละลาย) ค่า a+b (ขอบเขตที่มีศักยภาพของการผลิตแก๊ส) (P<0.001) ซึ่งสอดคล้องกับ คามินท์ (2555) รายงานว่าไบโมันสำปะหลังแห้งรวมกับไบโมันสำปะหลังหมักมีปริมาณแก๊สสูงสุด และมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงว่าจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถนำอาหารจากกลุ่มทดลองที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมักไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าอาหารทดลองกลุ่มอื่น ทำให้ผลผลิตแก๊สมีปริมาณสูงมากขึ้นตามไปด้วย และอัตราการผลิตแก๊ส (c) ($P < 0.05$) โดยกลุ่มควบคุม (control) มีค่า a ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ CASTOPP แต่ค่า c มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่ม แสดงให้เห็นว่าอัตราการไหลผ่านช้ากว่ากลุ่มที่ใช้ CASTOPP เนื่องจากฟางข้าวมีเยื่อใยสูงกว่า CASTOPP

ความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ใกล้เคียงกับรายงานของ Wanapat (1990) (15 ถึง 30 mg/dl) ซึ่งได้รายงานว่ามีความเหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน

สรุป

การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้ใบมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ด สามารถช่วยเพิ่มการผลิตแก๊สในหลอดทดลองเพิ่มการย่อยได้และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้ใบมันสำปะหลังรวมยอดอัดเม็ด มีศักยภาพและประสิทธิภาพในการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงควรมีการวิจัยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะงานวิจัยในตัวสัตว์ในอนาคต

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณฟาร์มโคนม-โคเนื้อ และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการสนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- คามินท์ ไชยมงคล. 2555. สมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ที่ขุนด้วยอาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Wanapat, M. 1990. Nutritional Aspects of Ruminant Production in Southeast Asia with Special Reference to Thailand. Funny Press, Ltd., Bangkok, Thailand.