

การประเมินคุณค่าทางโภชนาและศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเศษเหลือทางการเกษตร ด้วยวิธี *in vitro* gas production

Evaluation of nutritive value and utilization of agricultural residues by *in vitro* gas production

อนันต์ ชาว์เครือ*, สาวิตรี ร่วมสุข และ สิริรัตน์ สระทองเหี้ยด

Anan Chaokaur*, Sawitree Raomsuk and Sirirat Sratongyiad

บทคัดย่อ: การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเศษเหลือทางการเกษตร ด้วยวิธี *in vitro* gas production โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคเนื้อพื้นเมืองเจาะกระเพาะ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomize design, CRD) ใช้ตัวอย่างอาหารทดลองเศษเหลือทางการเกษตรได้แก่ ต้นข้าวโพด ใบสับปะรด ยอดอ้อย และฟางข้าว บรรจุลงขวดทดลอง จำนวนอย่างละ 8 ขวด และวัดปริมาณแก๊สแบบต่อเนื่องนาน 72 ชั่วโมง พบว่าใบสับปะรดมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายอยู่สูงจึงเกิดการหมักย่อยได้เร็ว แต่มีปริมาณผลผลิตแก๊สรวมที่น้อยได้ต่ำ ฟางข้าว มีเยื่อใยสูงเซลลูโลสสูงจึงมีปริมาณผลผลิตแก๊สรวมที่น้อยได้สูง แต่มีอัตราการหมักย่อยช้าที่สุด แต่ยอดอ้อย และต้นข้าวโพดมีแนวโน้มประสิทธิภาพการย่อยได้ และเกิดผลผลิตแก๊สรวมสูงกว่าใบสับปะรด และมีความสามารถในการหมักย่อยเกิดผลผลิตได้เร็วกว่าฟางข้าว จึงทำให้ยอดอ้อย และต้นข้าวโพดมีความเหมาะสมในการใช้เป็นอาหารหยาบร่วมกับอาหารข้นได้ดี ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอดอ้อย และต้นข้าวโพดมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารหยาบในการเลี้ยงโคได้ดี

คำสำคัญ: เศษเหลือทางการเกษตร คุณค่าทางโภชนา และ ผลผลิตแก๊ส

Abstract: The experiments aimed to study on the chemical compositions and potential utilization of agriculture residues by using *in vitro* gas production technique with rumen fluid from the fistulated native beef cattle. The experiment was arranged into completely randomized design. Feed treatments were corn stover, pineapple leave, sugarcane top and rice straw. There were in to the bottle 8 replicate for measured the quantity of gas continuous 72 hours. It revealed that chemical composition of pineapple leave with nitrogen free extract was the highest, that made quickly fermentation rate, but it was lowest in gas production. Rice straw with neutral detergent fiber was highest, show that tended to produce higher amount of gas, but it was slowly fermentation rate. However sugarcane top and corn stover were high digestibility and fermentation, there were to use mixed with concentrate. Therefore it can

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เพชรบุรี 76120

Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi, 76120

*Corresponding author: E-mail: ananchaokaur@yahoo.com

be concluded that sugarcane top and corn stover were high potential to be used as good roughage for cattle.

Key words: agricultural residues, nutritive value and gas production

บทนำ

เศษเหลือทางการเกษตรที่สำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ ต้นข้าวโพด ใบสับปะรด ยอดอ้อย และฟางข้าว มีปริมาณและการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการเลี้ยง โคเนื้อ โคนม เพิ่มมากขึ้น มีคุณค่าทางเคมีอาหารเหมาะสมสำหรับใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้ (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) แต่อย่างไรก็ตาม การประเมินคุณค่าทางเคมีอาหาร ไม่สามารถบ่งบอกถึงความสามารถ หรือศักยภาพในการใช้ประโยชน์ได้ ต้องทำการศึกษาทดลองในสัตว์ (*in vivo*) ที่มีค่าใช้จ่ายที่สูง ประกอบกับต้องการเวลาในการศึกษานาน จึงเป็นข้อจำกัดของวิธีนี้ แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมคือ *in vitro* gas production technique ซึ่งเป็นอีกวิธีการที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ (Menke et al., 1979) และมีการพัฒนาเทคนิคเพื่อวัดค่าการย่อยได้ และค่าศักยภาพในการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ วิธีนี้จึงมีข้อได้เปรียบกว่าวิธีการศึกษาทดลองในสัตว์ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายน้อย ใช้ระยะเวลาสั้น ทำให้รวดเร็วในห้องปฏิบัติการ ใช้อาหารทดลองน้อย อีกทั้งยังสามารถประเมินวัตถุดิบได้จำนวนมากในแต่ละครั้ง (Getachew et al., 1998; 2004; Michel et al., 2001; Garcia-Rodriguez et al., 2005) ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการและศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเศษเหลือทางการเกษตร (ต้นข้าวโพด ใบสับปะรด ยอดอ้อยและฟางข้าว) ด้วยวิธี *in vitro* Gas Production

วิธีการศึกษา

การทดลองครั้งนี้ ใช้โคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ ระยะโตเต็มวัย (น้ำหนักเฉลี่ย 350 กิโลกรัม) เพื่อใช้เป็นสัตว์ที่ให้แหล่งของน้ำย่อยหรือของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) สุ่มเก็บตัวอย่างของเศษเหลือทางการเกษตร ได้แก่ ต้นข้าวโพด ใบสับปะรด ยอดอ้อย และฟางข้าว ในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง จังหวัดราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ เป็นปัจจัยการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ขวดทดลอง ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่บรรจุตัวอย่างอาหารทดลอง (เศษเหลือทางการเกษตรแต่ละชนิด) ประมาณ 0.5 กรัมเป็นหน่วยทดลอง และมี 8 ข้ว ในแต่ละข้วจะมีการเตรียมสารละลายของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen inoculum) ผสมขวดละ 40 มิลลิลิตร แล้วนำไปปนแซ่ในตู้บ่มที่มีน้ำหล่อเลี้ยงเพื่อช่วยรักษาอุณหภูมิประมาณ $39 \pm 2^{\circ}\text{C}$ วัดปริมาณผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น บันทึกผลทุกๆ 1 ชั่วโมงใน 12 ชั่วโมงแรก ต่อมาบันทึกทุกๆ 3 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 24 จากนั้นบันทึกทุกๆ 6 ชั่วโมงจนถึงชั่วโมงที่ 72 นำข้อมูลที่ได้มาประมวล และวิเคราะห์ค่าจลศาสตร์การผลิตแก๊ส ได้แก่ ค่าคงที่ a, b และ c โดยใช้โปรแกรม SAS (1996) เพื่อการอธิบายจลศาสตร์ของการผลิตแก๊สจากสมการของ Øskov and McDonald (1979) ซึ่ง น้ำหนัก และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลอง เพื่อวิเคราะห์ทางเคมีอาหารตามวิธีการมาตรฐาน และประมวลผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ทางสถิติ (SAS, 1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของเศษเหลือทางการเกษตรมีปริมาณวัตถุแห้ง (DM) โปรตีนหยาบ (CP) เชื้อใย Neutral detergent fiber (NDF) และ เชื้อใย Acid detergent fiber (ADF) ของต้นข้าวโพด (มีค่าเท่ากับ 31.94, 8.36, 69.64 และ 37.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ใบ สับปะรด (มีค่าเท่ากับ 37.89, 4.75, 54.60 และ 30.62 % ตามลำดับ) ยอดอ้อย (มีค่าเท่ากับ 30.70, 3.85, 76.45 และ 41.25 % ตามลำดับ) และฟางข้าว (มีค่าเท่ากับ 97.88, 3.51, 85.38 และ 46.10 % ตามลำดับ) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ค่าทำนายปริมาณของแก๊สที่ละลายอยู่ในของเหลว (a) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่า ยอดอ้อยมีค่าสูงสุด 1.545 มิลลิเมตร อาจเนื่องมาจากมีสารพวกน้ำตาลอยู่มาก ส่วนใบสับปะรดมีค่าอัตราการเกิดแก๊ส (c) ได้สูงสุด คือ มีค่าเท่ากับ 0.026 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 1) การที่ใบสับปะรดมีอัตราการเกิดแก๊สที่เร็วนั้นมีความสัมพันธ์ทางองค์ประกอบทางเคมี เนื่องจากใบสับปะรดมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายสูงกว่าวัตถุอื่น ซึ่งสอดคล้องกับ Getachew et al. (2004) ที่ได้รายงานว่า ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี (คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง, NFC) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการเกิดแก๊สและกรดไขมันระเหยได้ในการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ จากการประเมินศักยภาพการผลิตแก๊สรวมทั้งหมด (d) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ฟางข้าวมีแนวโน้มการเกิดแก๊สได้สูงที่สุดเพราะว่า ฟางข้าวมีเชื้อใย NDF ที่มีส่วนประกอบของ เฮโมเซลลูโลส และเซลลูโลส สูงกว่าวัตถุชนิดอื่น มีผลทำให้มีจุลินทรีย์ในกลุ่ม cellulolytic bacterial ทำหน้าที่ย่อย เฮโมเซลลูโลส และเซลลูโลส และผลิตแก๊สมากขึ้น (Metha et al., 2009)

สรุป

เศษเหลือทางการเกษตร ได้แก่ ต้นข้าวโพด ใบ สับปะรด ยอดอ้อย และฟางข้าว ที่วิเคราะห์พบว่า ใบ สับปะรดมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายอยู่สูงจึงเกิดการหมักย่อยได้เร็ว แต่มีปริมาณผลผลิตแก๊สรวมทั้งที่ย่อยได้ต่ำส่งผลทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้น้อย สำหรับฟางข้าวมีเชื้อใยเฮโมเซลลูโลสสูงจึงมีปริมาณผลผลิตแก๊สรวมทั้งที่ย่อยได้สูง แต่มีอัตราการหมักย่อยช้าที่สุดทำให้เป็นข้อจำกัดในการนำใช้ประโยชน์ได้ไม่ดี โดยเฉพาะการเข้าร่วมกับอาหารชั้นที่มีอัตราการหมักย่อยเร็ว แต่จะเห็นได้ว่ายอดอ้อยและต้นข้าวโพดมีแนวโน้มประสิทธิภาพการย่อยได้และเกิดผลผลิตแก๊สรวมทั้งสูงกว่าใบสับปะรด และมีความสามารถในการหมักย่อยเกิดผลผลิตได้เร็วกว่าฟางข้าว จึงทำให้ยอดอ้อย และต้นข้าวโพดมีความเหมาะสมในการใช้เป็นอาหารหยาบร่วมกับอาหารชั้นได้ดี และยังสามารถพัฒนาปรับปรุงการใช้ประโยชน์ได้ต่อเนื่อง เช่น การหมักหรือการหมักเสริมยีสต์ เป็นต้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยอดอ้อย และต้นข้าวโพดมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารหยาบในการเลี้ยงโคได้ดี

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. กฤตพล สมมาตรย์ และบัณฑิตศึกษา ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ช่วยเหลือและสนับสนุน และขอขอบคุณนักศึกษาผู้ช่วยวิจัย คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร และสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนแหล่งทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. หจก. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา ขอนแก่น. 193 หน้า
- Garcia-Rodriguez A., N. Mandaluniz, G. Flores, and L.M. Oregui. 2005. A gas production technique as a tool to predict organic matter digestibility of grass and maize silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124 : 267-276.
- Geatchew G., M. Blummel, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feed: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 72 : 261-281.
- Getachew , G ., P .H . Robins, E . J . Depeters, and S.J. Taylor 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 111 : 57-71.
- 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.
- Michel, C., A. Jocelyneand, and M. Didier. 2001. The gas-test technique as a tool for predicting the energetic value of forage plants. *Anim. Res.* 50 : 349-364.
- 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 feeding stuffs from the gas production when they are incubate with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci.* 93 : 217-222
- Metha, W., S. Polyorach, K. Boonnop, C. Mapato, and A. Cherdthong. 2009. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. *Livest. Sci.* 125 : 238-243.
- SAS. 1996. SAS User's Guide: Statistics. Version 6.12th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Table 1 Cumulated amount of gas production of crop-residues according to *in vitro* gas production

Item	Crop-residues				S.E.	<i>p</i> -value
	Corn stover	Pineapple leaf	Sugarcane top	Rice straw		
Kinetics of gas production						
a , ml	0.785	0.038	1.545	0.682	0.267	0.0645
b, ml	245.31	198.17	255.69	363.67	0.001	0.1182
c, % /hr	0.015 ^b	0.026 ^a	0.012 ^{bc}	0.004 ^c	21.394	0.0007
d, ml	246.47	199.55	257.29	364.66	21.406	0.12024

^{a, b, c} mean in the same row with different superscript significant differ (P<0.05)

S.E.: Standard error of the means

|a|: absolute gas in fluid (milliliter);

b: gas production at the highest point;

c: rate of gas production (%/h);

d: potential gas production (|a|+b, milliliter)

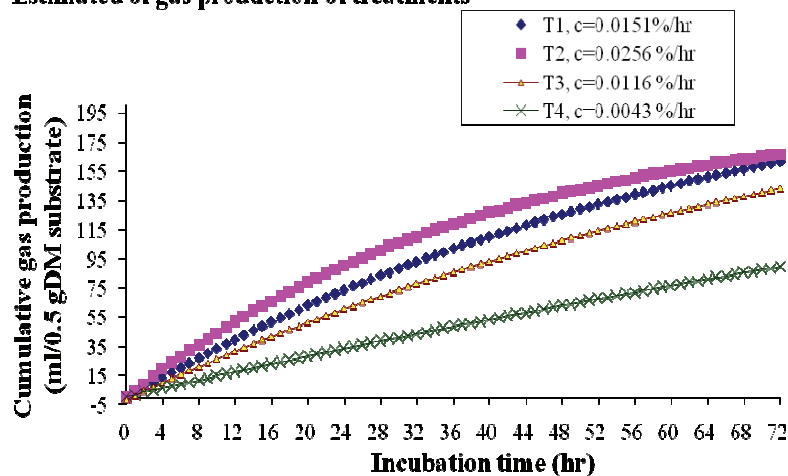
Estimated of gas production of treatments

Figure 1 Cumulative gas production estimated by equation $y = a + b [1 - \text{Exp}^{-ct}]$ (ml/hr) within 72 h and rate of gas production (c, %/hr) T1: Corn stover, T2: Pineapple leaf, T3: Sugarcane top, T4: Rice straw