ผลของสัดส่วนกากเนื้อในสับปะรดกับอาหารข้น ต่อจลนศาสตร์การหมักย่อยในระบบ *in vitro*

Effects of pineapple pulp to concentrate ratios on fermentation kinetics by *in vitro* digestion

อนันท์ เชาว์เครือ[1*], พิไลพรรณ รักการเขียน[1] และ ไพลิน เพ็งเพ่งพิศ[1]

Anan Chaokaur[1*], Pilaiparn Rakkankhien[1] and Pailin Pangpangpis[1]

บทคัดย่อ: การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนกากเนื้อในสับปะรดกับอาหารข้น ต่อจลนศาสตร์การหมักย่อยในระบบ *in vitro* โดยทำการผสมกากเนื้อในสับปะรดต่ออาหารข้นที่ระดับอัตราส่วน 100:0, 70:30, 50:50 และ 30:70 วางแผนการทดลองสุ่มสมบรูณ์ พบว่า ปริมาณผลผลิตแก๊สรวมสะสมไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอาหารทดลอง (*P*>.05) แต่ค่าจลนศาสตร์การหมักย่อยของกากเนื้อในสับปะรดซึ่งมีปริมาณเยื่อใยเฮมิเซลลูโลส (38.91 %) และเซลลูโลส (32.24 %) สูงมีผลทำให้เกิดอัตราในการหมักย่อยได้ช้า แต่ผลของสัดส่วนการเพิ่มระดับของอาหารข้นในปริมาณสูงขึ้น 30, 50 และ 70 % ตามลำดับ จะมีค่าคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย โปรตีนหยาบ และ ไขมัน ในปริมาณสูง มีผลทำให้ค่าอัตราการหมักย่อยได้เร็วกว่า (*P*<.05) อาหารทดลองที่ใช้กากเนื้อในสับปะรดอย่างเดียว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสัดส่วนการใช้กากเนื้อในสับปะรดต่ออาหารข้น ที่สูงในระดับ 30:70 มีผลที่ดีต่อจลนศาสตร์การหมักย่อย ทำให้อาหารผสมเกิดการหมักย่อยและใช้ประโยชน์ได้เร็วและดีขึ้น

คำสำคัญ: กากเนื้อในสับปะรด, อาหารข้น, จลนศาสตร์การหมักย่อย, ระบบ *in vitro*

ABSTRACT: The objective of this study was determined effects of pineapple pulp to concentrate ratios on fermentation kinetics by *in vitro* gas production technique. Dietary treatments were the combination between pineapple pulp to concentrate ratio at 100:0, 70:30, 50:50 and 30:70. The experiment was arranged into completely randomized design. The results show that the cumulative gas production was not different among treatments (*P*>.05). The pineapple pulp (100:0) was highest in hemicellulose (38.91 %) and cellulose (32.24 %), but there was lowest in rate of fermentation. High level of concentrate ratio at 30, 50 and 70 %, was resulted increasing of soluble carbohydrate, crude protein and crude fat. Also there was linear increasing of the rate of fermentation (*P*<.05). Therefore, it was concluded that the maximum ratio of pineapple pulp to concentrate at 30:70 as a good recommended for digestion and fermentation kinetics.

Keywords: pineapple pulp, concentrate, fermentation kinetics, *in vitro* digestion

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี จ. เพชรบุรี 76120
Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi, 76120

* Corresponding author: ananchaokaur@yahoo.com

บทนำ

ปัจจุบันได้มีปริมาณและการนำใช้ประโยชน์วัตถุดิบอาหารสัตว์ จากผลพลอยได้ทางอุตสาหกรรมการเกษตรเพิ่มมากขึ้นในการเลี้ยงโคเนื้อ-โคนม โดยเฉพาะในเขตภาคกลางตอนล่าง ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ มีการนำใช้เศษเหลือจากโรงงานสับประรดกระป๋องและน้ำผลไม้ วัตถุดิบเศษเหลือที่สำคัญคือ กากเนื้อในสับปะรด (pineapple pulp) หรือที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมเรียกว่า “กากเนื้อในสับปะรด” ซึ่งคือส่วนกากเนื้อที่เหลือจากการสกัดแยกน้ำสับปะรดออก (จินดา, 2547) ซึ่งมีคุณค่างทางเคมีอาหารเหมาะสำหรับใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้ (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) จากการประเมินในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี *in vitro gas* production เปรียบเทียบค่าความสามารถในการย่อยได้และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ของผลพลอยได้ทางอุตสาหกรรมการเกษตรอยู่ในเกณฑ์ดี (พีรพจน์และ กฤตพล, 2550) แต่อย่างไรก็ตามยังขาดข้อมูลของการศึกษาผลของการใช้เศษเหลือจากโรงงานสับประรดร่วมกับการเสริมอาหารข้น ในสภาพการเลี้ยงเพื่อเพิ่มการย่อยได้และใช้ประโยชน์ในการสร้างผลผลิตของสัตว์ ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนกากเนื้อในสับปะรดกับอาหารข้น ต่อจลนศาสตร์การหมักย่อยในระบบ *in vitro*

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองครั้งนี้ใช้โคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ระยะโตเต็มวัย (น้ำหนักเฉลี่ย 350 กิโลกรัม) เพื่อใช้เป็นสัตว์ที่ให้แหล่งของน้ำย่อยหรือของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างกากเนื้อในสับปะรดจากโรงงานในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีและอาหารข้นโปรตีน 16 % จากร้านขายอาหารสัตว์ในพื้นที่ แล้วนำมาทำการบดและผสมกันในสัดส่วนต่างๆ ตามระดับของปัจจัยการทดลอง โดยทำการผสมกากเนื้อในสับปะรดต่ออาหารข้นที่ระดับอัตราส่วน 100:0, 70:30, 50:50 และ 30:70 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลอง เพื่อวิเคราะห์ทางเคมีอาหารตามวิธีการมาตรฐาน แล้วนำตัวอย่างอาหารทดลองประมาณ 0.5 กรัม บรรจุใส่ลงในขวดทดลองขนาด 50 มล. (จำนวน 8 ซ้ำ/อาหารทดลอง) แล้วตามด้วยการผสมบรรจุใส่สารละลายของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen inoculum) ปริมาณ 40 มล./ขวด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ แล้วนำไปใส่ถาดที่มีน้ำหล่อเลี้ยงบ่มแช่ในตู้อบควบคุมอุณหภูมิที่ 39±2 ^{O}C และทำการวัดปริมาณผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักย่อยอาหารทดลองโดยจุลินทรีย์ในระบบ *in vitro* ทำการบันทึกผลทุกๆ 1 ชั่วโมงใน 12 ชั่วโมงแรก ต่อมาบันทึกทุกๆ 3 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 24 จากนั้นบันทึกทุกๆ 6 ชั่วโมงจนถึงชั่วโมงที่ 72 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลหาค่าจลศาสตร์การหมักย่อยตามสมการของ Øskov and McDonald (1979) ทำการประมวลผลวิเคราะห์ทางสถิติ (มนต์ชัย, 2544)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีกากเนื้อในสับปะรดมีค่าปริมาณวัตถุแห้ง, โปรตีนหยาบ, ไขมัน, คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย, เยื่อใยหยาบ, เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส มีค่าเท่ากับ 25.14, 3.96, 0.1, 49.26, 37.79, 38.91 และ 32.34 % ตามลำดับ และมีค่าพลังงานรวม 3,961 Mcal/kg จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มสัดส่วนของระดับอาหารข้นจะมีผลทำให้อาหารผสมมีปริมาณโปรตีนหยาบ, ไขมัน, คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายเพิ่มสูงขึ้น แต่มีปริมาณเยื่อใยลดลง (**Table 1**) จากผลการศึกษาจลนศาสตร์การหมักย่อยในระบบ *in vitro* (**Table 2**, **Figure 1**) ชี้ให้เห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตแก๊สเริ่มต้น (ค่า a) และแก๊สจากการหมักย่อย (ค่า b) และแก๊สสะสมรวมทั้งหมด (d = a+b) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอาหารทดลอง (P>.05) แต่จะเห็นได้ว่ากากเนื้อในสับปะรดอย่างเดียว (100:0) มีแนวโน้มปริมาณผลผลิตแก๊สสะสมสูงที่สุด เป็นผลมาจากสัดส่วนดังกล่าวมีปริมาณเยื่อใยเฮมิเซลลูโลส

และเซลลูโลสที่สูง ทำให้จุลินทรีย์สามารถหมักย่อยเยื่อใยได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเกิดการผลิตแก๊สรวมสะสมได้สูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พีรพจน์ และ กฤตพล (2550) แต่การเพิ่มสัดส่วนระดับอาหารข้นจะมีผลทำให้อาหารผสมมีค่าอัตราการหมักย่อย (c) ได้เร็วขึ้นเป็นแบบเส้นตรง ($P<.05$) และมีค่าสูงที่สุดในสัดส่วนระดับ 30:70 ซึ่งในอาหารข้นมีปริมาณโปรตีน หยาบ ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลในปริมาณที่สูง ส่งผลทำให้เกิดขบวนการหมักย่อยได้เร็ว จึงมีอัตราการย่อยและผลิตแก๊สที่เร็วไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Getachew *et al*. (2003) ได้รายงานว่าวัตถุดิบที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายสูงจะมีการย่อยและผลิตแก๊สมาก และรายงานของ Dronawat *et al*. (1965) ที่ใช้กากเนื้อในสับปะรดเสริมร่วมกับอาหารข้นในระดับสูง จะส่งผลทำให้โคนมมีผลผลิตน้ำนมมากกว่าการเสริมอาหารข้นในระดับต่ำ

สรุป

กากเนื้อในสับปะรดมีปริมาณเยื่อใยเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสที่สูง ทำให้เกิดอัตราการหมักย่อยช้า แต่เมื่อใช้ผสมร่วมกับอาหารข้นที่ระดับสูงขึ้น ซึ่งมีปริมาณโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายสูง มีผลทำให้อาหารผสมที่ได้มีอัตราการหมักย่อยและใช้ประโยชน์จากอาหารได้เร็วขึ้น ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าสัดส่วนการใช้กากเนื้อในสับปะรดต่ออาหารข้น ที่สูงในระดับ 30:70 มีผลที่ดีต่อจลนศาสตร์การหมักย่อย ทำให้อาหารผสมเกิดการหมักย่อยและใช้ประโยชน์ได้เร็วและดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ รศ.ดร.กฤตพล สมมาตย์ และบัณฑิตศึกษา ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ช่วยเหลือสนับสนุนห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากร และสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนแหล่งทุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. หจก. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา ขอนแก่น. 193 หน้า

จินดา สนิทวงศ์ณอยุธยา. 2547. การใช้เศษเหลือและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 562-581.

พีรพจน์นิติพจน์และกฤตพล สมมาตย์. 2550. การประเมินคุณค่าทางโภชนะวัตถุดิบอาหารหยาบและแหล่งเยื่อใยที่ไม่ใช่อาหารสัตว์ในหลอดทดลองการผลิตแก๊ส. ว. แก่นเกษตร. 35 (3) : 397-409.

มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์ ปรับปรุงครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. หจก. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา ขอนแก่น. 324 หน้า

Dranawat N. S., R. W. Stanleya, E. Cobba and K. Moritas. 1965. Effect of feeding limited roughage and a comparison between loose and pelleted pineapple hay on milk production. Milk Constituents and Fatty Acid Composition of Milk Fat. 28-31.

Getachew, G., P. H. Robins, E. J. Depeters and S. J. Taylor. 2003. 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.

Table 1 Chemical composition of pineapple pulp to concentrate ratios (R:C).

Ratios	Chemical composition (% of DM)[1/]							
(R:C)	OM	CP	EE	NDS	CF	Hemicellulose	Cellulose	Lignin
100 : 0	91.11	3.96	0.10	49.26	37.79	38.91	32.24	0.50
70 : 30	86.51	8.01	0.22	53.98	24.30	24.43	28.07	0.41
50 : 50	87.73	9.41	0.27	55.77	22.08	23.49	25.61	0.37
30 : 70	89.24	11.57	0.29	58.92	17.46	24.23	23.70	0.36

[1/] DM = Dry matter, OM = Organic Matter, CP = Crude protein, EE = Ether extract, CF = Crude fiber, NDS = Neutral detergent soluble.

Table 2 Fermentation kinetics of pineapple pulp to concentrate ratios (R:C).

Fermentation kinetics[1/]	Pineapple pulp to Concentrate ratios (R:C)				*P*–value[2/]		
	100 : 0	70 : 30	50 : 50	30 : 70	L	Q	C
a (ml.)	4.65	4.11	3.83	5.52	ns	ns	ns
b (ml.)	286.79	225.09	206.74	181.75	ns	ns	ns
c (ml./hr.)	0.027	0.034	0.039	0.048	*	ns	ns
d (ml.)	291.44	229.20	210.57	187.27	ns	ns	ns

[1/] a = the ideally reflects the fermentation of the soluble fraction, b = the fermentation of the insoluble fraction, c = rate of gas production, d = potential extent of gas production (a+b).

[2/] Trend analysis statistical, * = significant (P<0.05), ns = non significant, L = linear, C = cubic, Q = quartic.

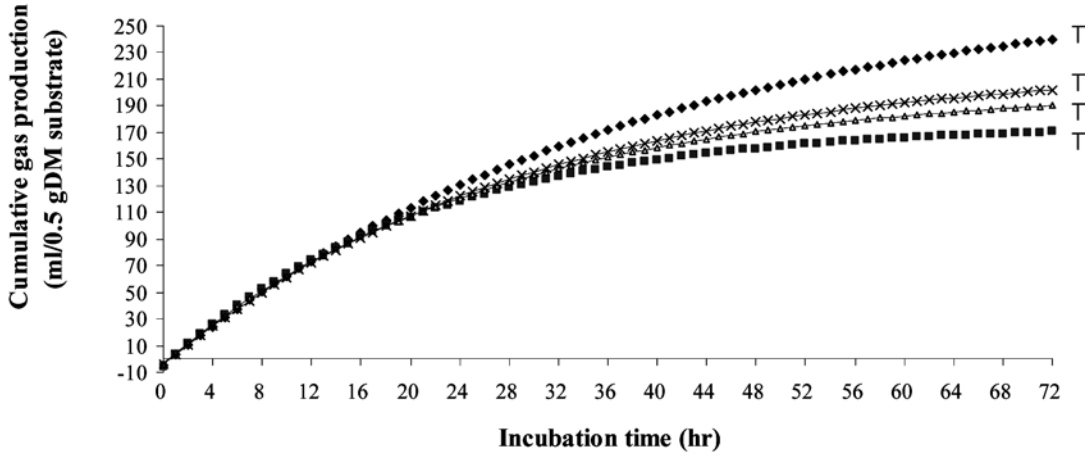

Figure 1 Cumulative gas production of pineapple pulp to concentrate ratios (R:C); T1 = 100:0, T2 = 70:30, T3 = 50:50, T4 = 30:70.