

ผลของระดับเปลือกลำมันสำปะหลังในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งอาหารหยาบ ต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก และการย่อยได้ของโภชนะในโคเนื้อ

Effect of cassava peel levels in fermented total mixed ration (FTMR) used Napier Pakchong as roughage on feed intake, ruminal fermentation and nutrient digestibility in beef cattle

ศุภลักษณ์ เข็นสี¹, ทรงศักดิ์ จำปาอะดี², ขนิษฐา เรืองวิทยานุสรณ์²

Suphaluk Khensi¹, Songsak Chumpawadee², Khanitta Ruangwittayanusorn²

Received: 21 November 2018; Revised: 18 February 2019; Accepted: 27 March 2019

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับเปลือกลำมันสำปะหลังในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก และการย่อยได้ของโภชนะในโคเนื้อโดยใช้แผนการทดลองแบบ 4×4 จัตุรัสลาติน ใช้โคเนื้อลูกผสมบราห์มันพื้นเมืองเพศผู้ จำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 180.25 ± 16.25 กิโลกรัม โคทุกตัวจะได้รับอาหารทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ สูตรอาหารที่มีระดับเปลือกลำมันสำปะหลังที่ 0, 15, 30, และ 45 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่าปริมาณการกินได้ของโคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่อย่างไรก็ตาม การย่อยได้ของโภชนะไม่แตกต่างกัน (P>0.05) นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะ แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะหมักไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าเปลือกลำมันสำปะหลังสามารถใช้ในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักได้ที่ระดับ 15-30 เปอร์เซ็นต์โดยไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้และกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

คำสำคัญ: โคเนื้อ ปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก การย่อยได้ของโภชนะ อาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมัก

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of cassava peel levels in fermented total mixed ration used Napier Pakchong as roughage on feed intake, ruminal fermentation and nutrient digestibility in beef cattle. Four Brahman-Thai native crossbred cattle with an average initial body weight of 180.25 ± 16.25 kg were randomly assigned in a 4x4 Latin Square Design. During each of four 21 day periods, the animals were fed four dietary treatments. The treatments were fermented total mixed ration with different amounts of cassava peel 0, 15, 30, and 45 %, respectively. The results showed that feed intake was significant different among treatment (P<0.05). The digestibility, ruminal pH, ammonia-nitrogen and total volatile fatty acid were not significantly different (P>0.05). Therefore, suitable levels of cassava peels in fermented total mixed ration ranged from 15-30 %, and did not affect feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation.

Keywords: Beef cattle, Feed intake, Ruminal fermentation, Nutrient digestibility, Fermented total mixed ration

¹ นิสิตปริญญาโท, สาขาวิชาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² รองศาสตราจารย์, สาขาวิชาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹ Graduate student, Division of Animal science, Faculty of Technology, Mahasarakham University

² Associate professor, Division of Animal science, Faculty of Technology, Mahasarakham University

³ Assistant professor, Division of Animal science, Faculty of Technology, Mahasarakham University

บทนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อได้รับความสนใจจากเกษตรกรทั่วประเทศ แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงโคเนื้อยังประสบปัญหาหลายอย่าง เช่น คุณภาพอาหารข้นอาหารหยาบ รวมทั้งต้นทุนค่าอาหารมีราคาสูง และปัญหาในเรื่องแรงงานด้านการจัดการอาหารหยาบ ให้เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ตลอดทั้งปี ซึ่งอาหารผสมสำเร็จรูปเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถนำมาแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยอาหารผสมสำเร็จรูปจะมีราคาถูก ช่วยเพิ่มผลผลิต และสามารถลดแรงงานในการจัดการด้านอาหารเพราะอาหารผสมสำเร็จรูปประกอบด้วยอาหารข้นและอาหารหยาบผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม หากนำวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นมาพัฒนาสูตรอาหารก็สามารถลดต้นทุนทางด้านอาหารได้¹

อาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมัก (Fermented total mixed ration, FTMR) เป็นการใช้อาหารหยาบผสมกับอาหารข้นในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยคำนวณสัดส่วนของอาหารทั้ง 2 ชนิดตามความต้องการของสัตว์แล้วนำไปหมักไว้เป็นระยะเวลา 21 วันก่อนที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์² การให้อาหารผสมสำเร็จรูป เป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้ ลดการเลือกกินของสัตว์สามารถควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนให้คงที่ได้ดีกว่าการให้อาหารแบบแยกกันระหว่างอาหารข้น และอาหารหยาบ เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ภายในกระเพาะหมักไม่เปลี่ยนแปลงมาก ทำให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ และสม่ำเสมอซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการจัดการ ประหยัดแรงงาน สะดวกในการให้อาหาร อีกทั้งยังง่ายต่อการจัดเก็บ²

การใช้เปลือกถั่วลิสงสำหรับเป็นเศษเหลือใช้จากโรงงานแปรรูปถั่วลิสงมีจำนวนมากจึงถือเป็นการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์และลดต้นทุนการผลิต โดยทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมัก สามารถทำได้เนื่องจากเปลือกถั่วลิสงมีโภชนาการเหลืออยู่โดยเฉพาะแป้งซึ่งให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงถึง 2044.8 kcal/kg⁴ และโปรตีน 3.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณเป็นสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปโดยใช้ร่วมกับวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นที่เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานรวมทั้งวัตถุดิบที่มีเยื่อใยสูงซึ่งการทำอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักเป็นวิธีที่ง่าย สามารถเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาได้นาน⁶ อีกทั้งการให้อาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักยังสามารถช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้และความสามารถในการย่อยได้ของโภชนา⁷ นอกจากนี้แล้วหญ้าเนเปียร์ปากช่องยังเป็นแหล่งอาหารหยาบเยื่อใยสูงซึ่งให้

คุณค่าทางอาหารสูงให้ผลผลิตสูงตอบสนองต่อการให้น้ำและปัสสาวะเป็นอย่างดี นอกจากนี้หญ้าเนเปียร์ปากช่องที่ตัดที่อายุ 60 วันยังให้โปรตีนสูงถึง 12.6 เปอร์เซ็นต์สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ทั้งรูปแบบสดและหมัก⁹ การนำเปลือกถั่วลิสงสำหรับเป็นแหล่งพลังงานร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่องในรูปแบบอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมัก จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจเพราะหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งเยื่อใยคุณภาพสูงและมีโภชนาการสูงด้วยดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของระดับเปลือกถั่วลิสงสำหรับใช้ในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งอาหารหยาบ ต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะหมักและการย่อยได้ของโภชนาในโคเนื้อ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. สัตว์ทดลอง

ใช้โคเนื้อลูกผสมบราห์มันพื้นเมืองเพศผู้จำนวน 4 ตัว และทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้น โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 180.25±16.25 กิโลกรัมและได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เลขที่การรับรอง 008/2561

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ทดลองในโรงเรือนแบบเปิดเลี้ยงแบบขังเดี่ยวทำความสะดวกโรงเรือนทั้งภายนอกและภายในโรงเรือน ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง และทำการกั้นคอกแบ่งออกเป็น 4 คอก เตรียมอุปกรณ์ให้น้ำให้อาหารสำหรับการเลี้ยง

2.1 การเตรียมอาหารทดลอง

ทำการผสมอาหารอาหารทดลองจากการสูตรที่ได้จากการคำนวณ โดยอาหารที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 4 สูตร ซึ่งมีระดับเปลือกถั่วลิสงสำหรับที่แตกต่างกัน คือ 0, 15, 30, และ 40 เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งตามลำดับ จากนั้นทำอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักทำโดยนำหญ้าเนเปียร์ปากช่องสดมาสับให้มีขนาด 1.5 นิ้ว และเปลือกถั่วลิสงสำหรับสดจากโรงงานแปรรูปถั่วลิสง แล้วทำการผสมเข้ากับวัตถุดิบตามสูตรดังแสดงใน Table 1 แล้วบรรจุใส่กระสอบที่มีถุงพลาสติกอยู่ด้านใน โดยบรรจุกระสอบละ 20 กิโลกรัม ดูดอากาศออกโดยใช้เครื่องดูดสุญญากาศจนอากาศออกหมดทำการมัดปากถุงให้แน่น และเก็บไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลา 21 วัน ก่อนเริ่มทำการทดลองโดยทดลองในช่วงเดือน กรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2561

Table 1 Fermented total mixed ration and nutrient composition

Ingredients	Cassava peel levels							
	0 %		15 %		30 %		45 %	
	%DM	%as fed	%DM	%as fed	%DM	%as fed	%DM	%as fed
Cassava peel	0.00	0.00	15.00	17.47	30.00	31.05	45.00	41.89
Cassava chip	32.50	12.15	24.00	7.84	14.50	4.21	1.00	0.26
Napier Pakchong (60 day)	40.00	77.60	40.00	67.84	40.00	60.28	40.00	54.22
Rice bran	18.00	6.72	9.00	2.94	5.00	1.45	2.75	0.72
Soybean meal (44 % CP)	8.00	3.02	10.50	3.46	8.50	2.49	9.50	2.50
Mineral premixed	0.25	0.08	0.25	0.07	0.25	0.07	0.25	0.06
Monocalcium phosphate	0.50	0.17	0.50	0.15	0.50	0.13	0.25	0.06
Urea	0.50	0.17	0.50	0.15	1.00	0.26	1.00	0.24
Salt	0.25	0.08	0.25	0.07	0.25	0.07	0.25	0.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Price (baht/kg)	3.17	2.55	1.94	1.53				
Nutrient composition								
DM	29.56		25.75		23.19		22.81	
CP	12.12		13.04		12.25		12.51	
Ash	9.91		11.18		10.30		11.02	
NDF	36.88		40.36		42.97		39.95	
ADF	20.44		20.42		23.59		25.63	
ADL	2.84		3.59		5.56		5.63	

2.2 การวางแผนการทดลอง

ใช้โคเนื้อลูกผสมบราห์มันพื้นเมืองเพศผู้จำนวน 4 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 4×4 Latin Square design (LSD) อาหาร 4 สูตร และสุมให้สัตว์ทุกตัวได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงโค 4 ช่วง ช่วงการทดลองละ 21 วัน โคจะได้รับอาหารซึ่งมีเปลือกถั่วลิสงที่ผ่านการหมักในอาหารผสมสำเร็จรูปที่มีหญ้าเนเปียร์เป็นแหล่งอาหารหยาบในระดับที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการสุมตัวอย่างอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่หมักเป็นระยะเวลา 21 วัน และสุมเก็บตัวอย่างอาหารทุก ๆ ช่วงของการเปลี่ยนอาหาร ทั้ง 4 สูตรมาประมาณ 2 กิโลกรัม นำมาอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 0.1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM) โปรตีน (CP) เถ้า (Ash) ตามวิธีของ AOAC¹⁰ ส่วนการวิเคราะห์หาผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF)

และลิกนิน (ADL) ตามวิธีของ Goering and Van Soest¹¹ ทำการบันทึกน้ำหนักโค โดยการชั่งน้ำหนักในช่วงก่อนที่จะได้รับปัจจัยการทดลองช่วงแรกและช่วงท้ายของแต่ละช่วงการทดลองการให้อาหารจะให้ 2 ช่วง คือ ช่วงเช้า เวลา 7.00 น. และช่วงเย็น เวลา 17.00 น. ให้อาหารและน้ำสะอาดอย่างเต็มที่ ตลอดระยะเวลาการทดลองจะทำการบันทึกปริมาณการกินได้ทุกวัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองแต่ละช่วงจะทำการเก็บมูล โดยวิธีการล้างทวารหนัก จากนั้นนำตัวอย่างมูลมาอบให้แห้ง แล้วนำมาหาองค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกับตัวอย่างอาหารวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (AIA)¹² เพื่อนำมาคำนวณค่าความสามารถในการย่อยได้ตามวิธีการของ Schneider and Flatt¹³ ทำการเก็บของเหลวในกระเพาะหมักโดยเก็บ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารในตอนเช้า โดยใช้ท่อดูดของเหลวสอดผ่านทางปากไปยังกระเพาะหมักพร้อมกับเครื่องดูดสูญญากาศ และทำการวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ (Handy Lab 1, CG842 Schott) จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในโตรเจนโดยการกลั่นตามวิธีการของ

Bremner and Keeney¹⁴ และกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามวิธีการของ Briggs¹⁵

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาความแปรปรวน ตามแผนการทดลองแบบ 4x4 Latin Square design (LSD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test : (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SAS¹⁶ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05)

ผลการศึกษา

ผลของระดับเปลือกกล้วยน้ำว้าในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้ของโคเนื้อ ปริมาณการกินได้ในโคเนื้อโดยทั่วไปแล้วมีปัจจัยหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการกินได้ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น คุณลักษณะทางกายภาพของอาหาร วัตถุดิบที่ใช้ผสม และโภชนาการในอาหาร จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบของโคที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์แตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ กับโคที่ได้รับอาหารที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้า 45 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้า 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ปริมาณการกินได้เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว^{0.75} พบว่าโคที่ได้รับอาหารที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับ 0, 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีปริมาณการกินได้ที่ต่ำที่สุด ดังแสดงใน Table 2

ปริมาณการกินได้ของโปรตีน และลิกโนเซลลูโลสของโคที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันในขณะที่ปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุของโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) อีกทั้งยังพบว่าปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์ในโคที่ได้รับเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด และเมื่อเทียบกับโคที่ได้รับเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Effect of level of cassava peel in fermented total mixed ration used Napier Pakchong as roughage on feed intake in beef cattle

Item	Cassava peel levels				SEM
	0 %	15 %	30 %	45 %	
Feed intake, kg/d (DM)	5.03 ^a	4.11 ^{ab}	3.98 ^{ab}	3.49 ^b	0.23
Feed intake, % BW	2.61 ^a	2.09 ^{ab}	2.07 ^{ab}	1.84 ^b	0.12
Feed intake, g/KgBW ^{0.75}	97.27 ^a	78.27 ^{ab}	77.04 ^{ab}	68.28 ^b	4.43
Organic matter intake (kg/d)	4.54 ^a	3.67 ^{ab}	3.53 ^b	3.06 ^b	0.21
Crude protein intake (kg/d)	0.57	0.50	0.56	0.42	0.03
NDFI (kg/d)	1.86 ^a	1.66 ^{ab}	1.71 ^{ab}	1.37 ^b	0.08
ADFI (kg/d)	1.03	0.84	0.94	0.88	0.04

Note: SEM = Standard error of the means, NDFI = Neutral detergent fiber intake, ADFI = acid detergent fiber intake

^{a, b, c} mean within the same row were significant different (P<0.05)

การย่อยได้ของโภชนา

การย่อยได้ของโภชนาสามารถบ่งบอกถึงการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของโภชนา จากการทดลองพบว่าในสูตรอาหารที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับ 0, 15, 30, และ 40

เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีนผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Effect of level of cassava peel in fermented total mixed ration used Napier Pakchong as roughage on apparent digestibility in beef cattle

Apparent digestibility, (%)	Cassava peel levels				SEM
	0 %	15 %	30 %	45 %	
DM	71.78	71.36	65.49	64.32	1.67
OM	74.37	74.86	68.91	68.27	1.69
CP	69.58	77.14	74.79	71.25	2.2
NDF	59.80	59.17	54.48	46.61	3.26
ADF	45.55	38.36	33.74	33.66	4.03

Note: SEM = Standard error of the means, DM = dry matter, OM = organic matter, CP = crude protein, NDF = Neutral detergent fiber, ADF = acid detergent

ผลของระดับเปลือกกล้วยน้ำว้าในอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักต่อกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

ผลของระดับเปลือกกล้วยน้ำว้าในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักไม่มีความแตกต่างกัน ผลต่อค่าความเข้มข้นแอมโมเนียใน-โตรเจนในกระเพาะหมักพบว่าโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้าในระดับที่ต่างกันมีค่าความเข้มข้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด พบว่ากรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับเปลือกกล้วยน้ำว้าในระดับที่

สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่าเปลือกกล้วยน้ำว้ามีผลต่อกระบวนการหมักคือช่วยให้กระบวนการหมักดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการผลิตกรดไขมันที่ระเหยง่ายก็ขึ้นอยู่กับความสามารถในการหมักของสัตว์แต่ละตัว ชนิดของสัตว์ และความแตกต่างของอาหาร จากการศึกษาพบว่า โคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้าในระดับที่ระดับ 0, 15, 30, และ 45 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายได้ทั้งหมัดเฉลี่ยของของเหลวในกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 68.59 – 78.00 mmol/L นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Effect of level of cassava peel in fermented total mixed ration used Napier Pakchong as roughage on rumen fermentation characteristics and body weight change in beef cattle

Item	Cassava peel levels				SEM
	0%	15%	30%	45%	
Ruminal pH	6.72	6.85	6.77	6.80	0.05
NH ₃ -N, mg/dL	10.71	13.69	14.57	12.84	1.56
Total VFA, mmol/L	68.59	73.66	70.45	78.00	7.18
Body weight change, kg/d	0.78 ^b	0.84 ^b	1.06 ^a	0.4 ^c	0.1

Note: SEM = Standard error of the means

^{a, b, c} mean within the same row were significant different ($P<0.05$)

อภิปรายผล

จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าโคที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีเปลือกกล้วยน้ำว้าในทั้ง 4 ระดับ มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และพบว่าระดับเปลือกกล้วยน้ำว้าที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจาก

ในเปลือกกล้วยน้ำว้ามีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูง ความนำกินของอาหารลดลง ดังนั้นการใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าในสูตรอาหารที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้งจึงทำให้อาหารมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงขึ้น และส่งผลให้การกินได้ของวัตถุดิบลดลงสอดคล้องกับการรายงานของ Kellem's¹⁷ ที่พบว่าการเพิ่มความชื้นในสูตรอาหารหรือใช้วัตถุดิบที่มีความชื้นสูง มี

ผลทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบแห้งลดลง และสอดคล้องกับ NRC¹⁸ รายงานว่า ผลการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินสูตรอาหารรวมที่มีระดับของวัตถุดิบแห้งระหว่าง 40–78 เปอร์เซ็นต์พบว่าปริมาณการกินได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของวัตถุดิบแห้งในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ และผนังเซลล์โคที่ได้รับเปลือกกลางมันสำปะหลังที่ระดับเพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ และผนังเซลล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากอาหารนั้นมีความฟางสูง และส่งผลต่อความจุในกระเพาะหมักของโค อีกทั้งยังพบว่าปริมาณการกินได้เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว^{0.75} พบว่าโคที่ได้รับอาหารที่มีเปลือกกลางมันสำปะหลังที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุด สอดคล้องกับปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อปริมาณการกินได้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวและ กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว^{0.75}จะมีค่าที่สูงขึ้นเช่นกัน

การย่อยได้ของโคลูกผสมบราห์มันพื้นเมือง ที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีเปลือกกลางมันสำปะหลังที่ระดับ 0, 15, 30, และ 40 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีการย่อยได้ของวัตถุดิบ, อินทรีย์วัตถุ, โปรตีน, ผนังเซลล์, และ ลิกโนเซลลูโลส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับวัชรวิทย์¹⁹ และเวียงสกุล²⁰ ที่ได้รายงาน การย่อยได้ของวัตถุดิบ, อินทรีย์วัตถุ, โปรตีน, ผนังเซลล์, และลิกโนเซลลูโลส ไม่มีความแตกต่างกัน เป็นไปในทางเดียวกันกับทรงศักดิ์² ที่ได้ทำการทดลองผลของระดับเปลือกกลางมันสำปะหลังในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักต่อจุลศาสตร์การผลิตแก๊สและการย่อยได้ในหลอดทดลอง ที่ระดับ 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุที่ 72 ชั่วโมง หลังบ่มไม่มีความแตกต่างกัน และยังสอดคล้องกับการรายงานของ Milis and Liamadis²¹ ที่รายงาน ว่า วัตถุดิบเยื่อใยสูงไม่มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุดิบอินทรีย์วัตถุและผนังเซลล์

ผลของระดับเปลือกกลางมันสำปะหลังในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะหมัก พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ดังแสดงใน Table 4 ซึ่งอยู่ระหว่าง 6.72 – 6.80 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของพิพัฒน์²¹ ที่ได้ศึกษาการนำเปลือกมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตอาหารหยาบหมัก สำหรับโคนมต่อปริมาณน้ำนม, องค์ประกอบน้ำนมและคุณภาพน้ำนม ที่มีเปลือกมันสำปะหลังที่ระดับ 0, 10, 20, 30, และ 40 เปอร์เซ็นต์พบว่าอาหารทั้งห้าสูตรไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และสอดคล้องกับเวียงสกุล²⁰ ที่ได้ทำทดลองผลของแหล่ง

อาหารพลังงานในสูตรอาหารชั้นต่อปริมาณการกินได้รูปแบบกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก และความสามารถในการย่อยได้ และอัตราการไหลผ่านของอาหารในโคเนื้อ ที่มีสูตรอาหารดังต่อไปนี้ 1) มันสำปะหลังเส้น 50 เปอร์เซ็นต์ 2) ข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ 3) เปลือกมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์และ 4) กากมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6.8–7.01 แต่ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกับบุญเสริม²³ ที่ได้ศึกษาผลของการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้การย่อยได้และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อ ที่มีกากมันสำปะหลังที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 6.33–6.79 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากการรายงานของเมธา²⁴ ที่รายงาน ว่า ระดับความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะหมักของโคสภาพปกติอยู่ในช่วง 6.50–7.00 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก อีกทั้งพบว่าอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักสามารถควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะหมักให้คงที่ได้ดีกว่าการให้อาหารแบบแยก เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่าง ภายในกระเพาะหมักไม่เปลี่ยนแปลงไปมากทำให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์และสม่ำเสมอ

จากการทดลองผลของระดับเปลือกกลางมันสำปะหลังในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่องเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อค่าความเข้มข้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักพบว่าโคที่ได้รับเปลือกกลางมันสำปะหลังในระดับต่างๆ มีค่าความเข้มข้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักจากการทดลองครั้งนี้อยู่ในระดับ 10.71–14.57 mg% ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับ เชิดชาย²⁵ ที่ได้ทำการทดลองผลของการเสริมกรดอะมิโนในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้กากมันสำปะหลังต่อปริมาณการกินได้การย่อยได้ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคให้นม พบว่าระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักอยู่ในระดับ 17.9–18.6 mg% และยังมีค่าใกล้เคียงกับเทอดศักดิ์ และกังวาน²⁶ ที่ได้ทำการทดลองผลของกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ร่วมกับกากน้ำตาลต่อปริมาณการกินได้การย่อยได้และกระบวนการหมักในกระเพาะหมักโคเนื้อซึ่งระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักจากการทดลองครั้งนี้อยู่ในระดับ 15.61–16.80 mg% นอกจากนี้ยังพบการรายงานระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมในกระเพาะหมักควรอยู่ในระดับ 10–20 mg%²⁷

กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ที่ระดับที่สูง แสดงให้เห็นว่าเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์มีผลต่อกระบวนการหมัก คือช่วยให้กระบวนการหมักดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการหมักของสัตว์แต่ละตัว ชนิดของสัตว์ และความแตกต่างของอาหาร จากการศึกษาพบว่าโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ ระดับ 0, 15, 30, และ 45 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 68.59–78.00 mmol/L เป็นไปในทางเดียวกันกับอันดับเดซ²⁸ รายงานว่าค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดของโคพื้นเมืองไทยเพศผู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง (63.31–88.85) แต่ไม่เป็นไปในทางเดียวกันกับงานทดลองของ เทอดศักดิ์ และ กังวาน²⁶ ที่ได้ทำการทดลองผลของกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ร่วมกับกากน้ำตาลต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในโคเนื้อ พบว่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดอยู่ระหว่าง 60.31–61.09 mmol/L แต่จากการทดลองของ เวียงสกุล²⁰ ที่ได้ทำการทดลองผลของแหล่งอาหารพลังงานในสูตรอาหารขึ้นต่อปริมาณการกินได้ รูปแบบกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก และความสามารถในการย่อยได้ และอัตราการไหลผ่านของอาหารในโคเนื้อที่มีสูตรอาหารดังต่อไปนี้ 1) มันเส้น 50 เปอร์เซ็นต์ 2) ข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ 3) เปลือกมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์ และ 4) กากมันสำปะหลัง 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดอยู่ระหว่าง 91.16–93.83 mmol/L ซึ่งกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดขึ้นอยู่กับปริมาณการกินได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ ระยะเวลาหลังการให้อาหาร และชนิดของอาหารด้วย

สรุปผล

1. ปริมาณการกินได้ที่คิดเป็น กิโลกรัมต่อวัน เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว และกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว^{0.75} โคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณการกินได้สูงที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับโคที่ได้รับเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ที่ระดับ 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์
2. การย่อยได้ของโภชนาได้แก่ วัตถุแห้ง อินทรีย์ วัตถุ โปรตีน ผงเซล และลิกนินเซลลูโลส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ระดับเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับ 15-30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาประจำปีงบประมาณ 2561 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

1. Chumpawadee S Pimpa O. Effect of fodder tree as fiber sources in total mixed ration on feed intake nutrient digestibility, chewing behavior and ruminal fermentation in beef cattle. *Journal of Animal and Veterinary advances* 2009;8(7):1279-1284.
2. ทรงศักดิ์ จำปาเวดี อาณัติ จันทร์ถิระติกุล ปาณิศรา ศิลา เกตุ ปริณดา บุญมานนท์ ศิริกาญจน์ ศรีสาระ. ผลของระดับเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปแบบหมักต่อจุลชีววิทยาการผลิตแก๊สและการย่อยได้ในหลอดทดลอง วารสารแก่นเกษตร 2560; 45(1):699-704.
3. ฉลอง วชิราภกร เมธา วรณพัฒน์ นิโรจน์ ศรสูงเนินกรุง วิลาชัย ภัทยา ภาคมฤค นนทศักดิ์ เปี่ยมผล. ผลของระดับข้าวโพดในอาหารผสมสำเร็จรูปต่อการให้ผลผลิตในโคนม. ใน: เอกสารการประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ สาขาสัตวศาสตร์/สัตวบาลคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2546. 27-28 มกราคม 2547. หน้า 214-223.
4. Salami RI Odunisi AA. Evaluation of processed cassava peel meal as substitutes for maize in the diet of layers. *International Journal of Poultry Science* 2003;2 (2):112-116.
5. พีระพจน์ นิตินพจน์ กฤตพล สมมาตย์. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการสัตว์เคี้ยวเอื้องของกากมันสำปะหลังและเปลือกถั่วลิสงสำหรับสัตว์ โคด้วยวิธี *in vitro* gas production technique. ใน: เอกสารการประชุมการสัมมนาวิชาการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2546. 27-28 มกราคม 2546.
6. Wongnen C Wachirapakorn C Patipan C Panpong D.Kongweha K.Namsaen N.Gunun P.Yuangklang C. Effects of fermented total mixed ration and

- cracked cottonseed on milk yield and milk composition in dairy cows. *The Asian-Australasian of Animal Journal* 2009; 22(12):1625-1632.
7. Yuangklang.C.Vasupen K. Wittayakun S Srinanaun P Sukho C. Effect of total mixed ration and fermented total mixed ration on feed intake, ruminal fermentation, nutrient digestibility and blood metabolites in dairy cows. In: *Proceeding of 11th AAAP Animal Science Congress, Kuala Lumpur, Malaysia; 2004. p. 18-20.*
 8. ไกรลาศ เขียวทอง. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครราชสีมา: หจก.มิตรภาพการพิมพ์ 1995; 2556.
 9. เฉลา พิทักษ์สินสุข จริยา บุญจรัสชะ จีรพัฒน์วงศ์พิพัฒน์. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของพืชอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. รายงานผลงานวิจัย;2553. 77 หน้า
 10. AOAC. Official methods of analysis of the AOAC.15th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC:USA; 1990.
 11. Van Soest PJ Robertson JB Lewis BA.Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and Non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 1991; 74:3583-3597.
 12. Van Keulen J Young BA. Evaluation of acid insoluble ash as a natural.marker .in.ruminant.digestibility studies. *Journal of Animal Science*1977; 44: 282-287.
 13. Schneider BH Flatt WP. The evaluation.of. feed. through digestibility.experiments. The University of Georgia Press. Athens: USA; 1975.
 14. Bremner JM Keeney DR. Steam distillation methods of determination of ammonia, nitrate and nitril. *Analytica Chimica Acta*1965; 32:485-495.
 15. Briggs PK Hogan JF Reid RL.The effect of volatile fatty acid, lactic acid, and ammonia on rumen pH in sheep.*Australian Journal of Agricultural Research* 1957; 8:674-710.
 16. SAS. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12th ed. SAS Institute Inc. Cary NC: USA;1998.
 17. Kellems RO Jones R Andrus D Wallentine MV. Effect of moisture in total mixed ration on feed consumption and milk production and composition in Holstein cows. *Journal of Dairy Journal of Dairy Science* 1991; 74:929-932
 18. NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Rev. Ed. National Academy of Sciences Washington: DC;2001
 19. วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่ ภาณุวัฒน์ คัมภีร์วัฒน์ พิชาต เขจรศาสตร์. การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานและเยื่อใยในสูตรอาหารแกะขุน. *วารสารเกษตรพระจอม* 2555; 30:(1)23-31.
 20. เวียงสกุล นาประเสริฐ.... ผลของแหล่งอาหารพลังงานในสูตรอาหารชั้นต่อปริมาณการกินได้รูปแบบกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก และความสามารถในการย่อยได้และอัตราการไหลผ่านของอาหารในโคเนื้อ..วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2547
 21. Milis CH Liamadis D. Effect of protein levels, main protein and non forage fiber source on digestibility, N-balance and energy value of sheep rations. *Journal of Animal and Veterinary advances* 2007; 6(1): 68-75.
 22. พิพัฒน์ เหลืองลาวณิชย์. การศึกษาการนำเปลือกมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตอาหารหยาบหมักสำหรับโคนมต่อปริมาณน้ำนม, องค์ประกอบน้ำนมและคุณภาพน้ำนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2554
 23. บุญเสริม พรจันทิก ฉลอง วชิราภากร อนุสรณ์ เข็ดทอง ณพงศ์พจน์ สุภาพ จันทิรา วงศ์เนตร. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อ. *วารสารสัตวแพทยมหานคร* 2558; 10(2): 81-97.
 24. เมฆาวรรณพัฒน์. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ : ฟีนนี่พับบลิชชิง;2533 473 หน้า.
 25. เข็ดชาย โยธารินทร์ ฉลอง วชิราภากร เฉลิมพล เยื้องกลาง ณพงศ์พจน์ สุภาพ จันจิรา วงศ์เนตร.ผลของการเสริมกรดอะมิโนในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้กากมันสำปะหลังแห้งต่อปริมาณการกินได้การย่อยได้ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคให้นม. *วารสารสัตวแพทยมหานคร* 2556; 8(2): 53-69.
 26. เทอดศักดิ์ ปุระมงคล และกั๊ววัน ธรรมแสง. ผลของกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ร่วมกับกาก

น้ำตาลต่อปริมาณการกินได้การย่อยได้และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในโคเนื้อ..วารสารการเกษตรราชภัฏ 2560; 16 (1): 26-33.

27. ทรงศักดิ์ จำปาอะดี. ผลของระดับโปรตีน และโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมักต่อผลผลิตน้ำนมในโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2541.
28. อนันตเดช แยมหอม วันวิศาข์ งามผ่องใส ปิ่น จันจุฬา. ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโคชนะ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองไทย. วารสารแก่นเกษตร 2555; 40: 343-358.