ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248259

ผลของระดับโปรตีนร่วมกับการเสริมเปลือกมังคุดบดเม็ด (Mago-pel) ในสูตรอาหารข้น ที่มีไขมันสูงต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนมในโครีดนม

EFFECTS OF PROTEIN LEVEL AND MANGOSTEEN PEEL PELLETS (MAGO-PEL) IN CONCENTRATE DIETS WITH HIGH FAT ON RUMEN FERMENTATION, MILK YIELD AND MILK QUALITY IN LACTATING DAIRY COWS

นพรัชฎ์ทีมจ นรโภค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

b00253205

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248259

ผลของระดับโปรตีนร่วมกับการเสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ด (Mago-pel) ในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูงต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนมในโครีดนม

EFFECTS OF PROTEIN LEVEL AND MANGOSTEEN PEEL PELLETS (MAGO-PEL) IN CONCENTRATE DIETS WITH HIGH FAT ON RUMEN FERMENTATION, MILK YIELD AND MILK QUALITY IN LACTATING DAIRY COWS

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

นางสาวฐิติมา นรโภค

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

ผลของระดับโปรตีนร่วมกับการเสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ด (Mago-pel) ในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูงต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนมในโครีดนม

นางสาวฐิติมา นรโภค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

EFFECTS OF PROTEIN LEVEL AND MANGOSTEEN PEEL PELLETS (MAGO-PEL) IN CONCENTRATE DIETS WITH HIGH FAT ON RUMEN FERMENTATION, MILK YIELD AND MILK QUALITY IN LACTATING DAIRY COWS

MISS THITIMA NORRAPOKE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN ANIMAL SCIENCE

GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY

2011

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: ผลของระดับโปรตีนร่วมกับการเสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ด (Mago-pel) ในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูงต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนมและคุณภาพน้ำนมในโครีดนม

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวฐิติมา นรโภค

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:

รศ. ดร. ไชยณรงศ์ นาวานุเคราะห์	ประธานกรรมการ
รศ. ดร. พรศรี ชัยรัตนายุทธ์	กรรมการ
ศ. ดร. เมธา วรรณพัฒน์	กรรมการ
ผศ. ดร. ภาวดี ภักดี	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. เมธา วรรณพัฒน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาวดี ภักดี)

....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์) (รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ พลธานี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ฐิติมา นรโภค. 2554. **ผลของระดับโปรตีนร่วมกับการเสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ด (Mago-pel) ในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูงต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนมและคุณภาพน้ำนมในโครีดนม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ศ. ดร. เมธา วรรณพัฒน์, ผศ. ดร. ภาวดี ภักดี

บทคัดย่อ

218259

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนร่วมกับการเสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ด (Mago-pel) ในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูงต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนมและคุณภาพน้ำนมในโครีดนม การทดลองใช้โคนมพันธุ์ผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน (75 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 4 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 413 ± 25 กิโลกรัม ช่วงการให้นมเริ่มต้นเฉลี่ย 120 ± 21 วัน (ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 12 ± 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) วางแผนการทดลองแบบ 2 × 2 แฟกทอเรียล จัดเรียงทรีทเมนต์แบบ 4 × 4 จัตุรัสละติน โดยโคได้รับอาหาร 4 ทรีทเมนต์ ได้แก่ ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารข้นไม่มีเปลือกมังคุดอัดเม็ดโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารข้นร่วมกับเปลือกมังคุดอัดเม็ด 300 กรัม/ตัว/วันโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารข้นไม่มีเปลือกมังคุดอัดเม็ดโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์ ทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารข้นร่วมกับเปลือกมังคุดอัดเม็ด 300 กรัม/ตัว/วันโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์ โคทุกตัวได้รับสัดส่วนของอาหารข้น 1 กิโลกรัมต่อความสามารถในการให้นม 2 กิโลกรัม และได้รับฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ แบบเต็มที่ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมด และความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะไม่แตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ ($P>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย และความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ในกระเพาะรูเมนของทุกทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดมีความแตกต่างกันระหว่างระดับโปรตีน ($P<0.05$) ส่วนประชากรของแบคทีเรียและเชื้อราไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ ($P>0.05$) ในขณะที่ประชากรของโปรโตซัวลดลงเมื่อได้รับเปลือกมังคุดอัดเม็ด($P<0.05$) นอกจากนี้การศึกษาประชากรของแบคทีเรียโดยใช้เทคนิคทาง real-time PCR พบว่าประชากรของแบคทีเรียทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มเมทธาโนเจน *Fibrobacter succinogenes* และ *Ruminococcus albus* ไม่มีความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ ($P>0.05$) ในทางตรงกันข้าม จำนวนก๊อปปี้ของ *Ruminococcus flavefaciens* มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับโปรตีนเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนจะมีคุณภาพและประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อมีการเสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ด ส่วนผลผลิตของ

218259

น้ำนมและ 3.5% FCM มีค่าสูงที่สุดในโคที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับเปลือกมังคุดอัดเม็ด แต่มีค่าต่ำที่สุดเมื่อโคได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ด ในขณะเดียวกันระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดไม่ส่งผลต่อองค์ประกอบของน้ำนมได้แก่ ไขมันนม โปรตีนนม แลคโตสและของแข็งทั้งหมด ส่วนของแข็งไม่รวมไขมันมีค่าเพิ่มขึ้นในโคที่ได้รับโปรตีนสูงขึ้น ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า สูตรอาหารข้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมเปลือกมังคุดอัดเม็ดที่ 300 กรัม/ตัว/วัน สามารถช่วยปรับปรุงกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและผลผลิตน้ำนม

Thitima Norrapoke. 2011. **Effects of Protein Level and Mangosteen Peel Pellets (Mago-pel) in Concentrate Diets with High Fat on Rumen fermentation, milk yield and milk quality in lactating dairy cows.** Master of Science Thesis in Animal Science, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor : Prof. Dr. Metha Wanapat, Assist. Prof. Dr. Parwadee Pakdee

ABSTRACT

218259

The objective of this experiment was to study effects of protein level and mangosteen peel pellets (Mago-pel) in concentrate diets with high fat on rumen fermentation, milk yield and milk quality in lactating dairy cows. Four crossbred (75% Holstein Friesian) lactating dairy cows with average live weight of 413 ± 25 kg and 120 ± 21 days in milk (initial milk production of 12 ± 2 kg/cow/d) were randomly assigned according to a 2 × 2 factorial arrangement in a 4 × 4 Latin square design to receive four dietary treatments. The four dietary treatments were T1) 16% CP of concentrate without Mago-pel; T2) 16% CP of concentrate with Mago-pel 300 g/hd/d; T3) 19% CP of concentrate without Mago-pel; T4) 19% CP of concentrate with Mago-pel 300 g/hd/d. All cows received concentrate at proportion of 1 kg concentrate per 2 kg milk yield, and urea-treated rice straw (UTRS) was given *ad libitum*. Total dry matter intakes and nutrient digestibility were similar among treatments ($P>0.05$). Ruminal pH, and NH_3-N concentrations were not affected by neither protein level nor Mago-pel supplementation ($P>0.05$). However, concentration of blood urea nitrogen (BUN) was significantly different among protein levels ($P<0.05$). Population of bacteria and fungal zoospores were not different among treatments ($P>0.05$) while population of protozoa was decreased when cows received Mago-pel supplementation ($P<0.05$). Population of bacteria studied by real-time PCR technique including total bacteria, methanogen, *Fibrobacter succinogenes* and *Ruminococcus albus* did not affect by dietary treatments ($P>0.05$); in contrast, copy numbers of *Ruminococcus flavefaciens* was increased when protein level increased ($P<0.05$). Microbial protein synthesis in both quantity and efficiency was enriched by mago-pel supplementation. Yields of milk and 3.5% FCM were greatest in cows fed urea-treated rice straw based diets with concentrate containing protein at 16% CP with Mago-pel, but were least when

218259

receiving concentrate containing protein at 16% CP without Mago-pel in diets. In addition, supplementation of protein levels in concentrate and Mago-pel did not significantly affect on milk compositions including milk fat, milk protein, lactose and total solid; however, solids-not-fat was higher in cow fed with higher CP ($P<0.05$). Therefore, 16% CP of concentrate with Mago-pel supplementation at 300 g/hd/d could be benefit for rumen fermentation and milk production improvement.

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาระดับปริญญาโทของข้าพเจ้าในครั้งนี้คงไม่สามารถเกิดขึ้นและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก ศาสตราจารย์ ดร. เมธา วรรณพัฒน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษา เริ่มตั้งแต่การให้โอกาสในการเข้าศึกษาในระดับปริญญาโท จนถึงการได้รับทุนการศึกษา ซึ่งท่านได้คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างสูงยิ่ง ทั้งยังคอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน อมรม ดูแลเอาใจใส่และถ่ายทอดความรู้ วิชาการและประสบการณ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการวิจัยอันเป็นคุณประโยชน์อย่างยิ่งต่อตัวข้าพเจ้า อีกทั้งให้โอกาสในการนำเสนอผลการวิจัยทั้งในระดับประเทศและนานาชาติ จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาวดี ภักดี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความรู้ ข้อเสนอแนะและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนการช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ขึ้น ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. พรศรี ชัยรัตนายุทธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนวิทยานิพนธ์ และใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน (TROFREC) ที่ได้กรุณาสนับสนุนทุนทำการทดลองตลอดจนอุปกรณ์ทดลองต่างๆ

ขอขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ได้สนับสนุนทุนในการทำวิจัยภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี-มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำให้การทดลองสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์นิโรจน์ ศรสูงเนิน ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ตลอดจนสัตว์ทดลองและอุปกรณ์ทดลอง และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่านที่คอยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้านวิชาการและวิทยาการต่างๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน (TROFREC) และ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่าน ตลอดทั้งโคนม 4 ตัว ที่ทำให้การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสงวน และคุณแม่ประยูร นรโภค ญาติพี่น้องที่คอยเอาใจใส่ให้กำลังใจและสนับสนุนช่วยเหลือในการศึกษา และการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ฐิติมา นรโภค

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 มังคุด	4
2.2 บทบาทของแทนนินส์และการใช้แทนนินส์ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง	7
2.3 โปรตีนในอาหารโคนม	10
2.4 การเข้าย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมน	11
2.5 เมแทบอลิซึมของโปรตีน	14
2.6 ผลของอาหารโปรตีนต่อประสิทธิภาพการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง	16
2.7 ความต้องการโปรตีนในโคนม	18
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง	23
2.9 การนำกลับไนโตรเจนเข้าสู่กระเพาะหมัก	26
2.10 นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน	27
2.11 ยูเรียในเลือด	33
2.12 สมดุลไนโตรเจน	34
2.13 ลิปิดส์	35
2.14 น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	47
2.15 การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าว	47

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.16 การประเมินจุลินทรีย์โปรตีนโดยใช้อนุพันธ์พิวรีน	50
บทที่ 3	วิธีดำเนินการทดลอง	
	3.1 สัตว์ทดลอง	55
	3.2 แผนการทดลองและกลุ่มการทดลอง	55
	3.3 การเตรียมอาหารทดลอง	56
	3.4 อาหารและการให้อาหาร	56
	3.5 วิธีการดำเนินการทดลอง	57
	3.6 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	58
	3.7 วิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ	60
	3.8 สถานที่ทำการวิจัย	60
บทที่ 4	ผลการทดลอง	
	4.1 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	62
	4.2 ปริมาณการกินได้	63
	4.3 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ	65
	4.4 ปริมาณการขับอนุพันธ์พิวรีนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน	66
	4.5 ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด	66
	4.6 ผลผลิตจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสารเมแทบอไลซ์ในกระแสเลือด	67
	4.7 ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมน	68
	4.8 จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน	69
	4.9 จำนวนประชากรของจุลินทรีย์โดยใช้เทคนิคทาง real-time PCR	72
	4.10 ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	72
	4.11 ค่าประเมินผลตอบแทนเปรียบเทียบเชิงเศรษฐกิจจากผลผลิตน้ำนม	73
บทที่ 5	วิจารณ์ผลการทดลอง	76
บทที่ 6	สรุปและข้อเสนอแนะ	
	6.1 สรุปผลการทดลอง	84
	6.2 ข้อเสนอแนะจากงานทดลอง	85

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาต่อไป	85
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์	106
ภาคผนวก ข การผลิตเปลือกมังคุดอัดเม็ด (Mago-Pel)	108
ภาคผนวก ค เทคนิคทางจุลชีววิทยาในการศึกษาจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน	111
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คอนเดนซ์แทนนินส์	135
ประวัติผู้เขียน	138

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบทางโภชนะของมังคุด (เนื้อในและเปลือกมังคุด)	5
ตารางที่ 2.2	มังคุดต่อเนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2553	6
ตารางที่ 2.3	ผลของระดับโปรตีนต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนสู่สิ่งแวดล้อม	17
ตารางที่ 2.4	โภชนะที่ต้องการสำหรับโคโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จ	19
ตารางที่ 2.5	ปริมาณสารอาหารที่แนะนำสำหรับโคนม	21
ตารางที่ 2.6	ความต้องการโภชนะในอาหารข้นสำหรับโครีดนม	22
ตารางที่ 2.7	การจำแนกแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนตามการใช้ประโยชน์จากสารตั้งต้น	29
ตารางที่ 2.8	ชนิดและลักษณะของเชื้อราที่พบเฉพาะของสัตว์กินพืชชนิดต่างๆ	31
ตารางที่ 2.9	กลุ่มของโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	32
ตารางที่ 2.10	แบคทีเรียในกระเพาะรูเมนที่มีบทบาทในกระบวนการไฮโดรจิเนชั่น	40
ตารางที่ 2.11	โภชนะของฟางข้าว ฟางหมักยูเรียแบบสดและแห้ง	48
ตารางที่ 2.12	องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย และฟางหมักยูเรีย-ลาม	50
ตารางที่ 2.13	สารอนุพันธ์พิวรีนที่หลั่งในปัสสาวะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	53
ตารางที่ 3.1	แผนผังการทดลอง	55
ตารางที่ 3.2	ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของ Mago-pel ที่ใช้ในงานทดลอง	56
ตารางที่ 3.3	ส่วนประกอบของวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นจากการคำนวณ	57
ตารางที่ 4.1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นที่ใช้ในงานทดลอง ฟางหมักยูเรีย 5% และเปลือกมังคุดอัดเม็ด (Mago-pel)	62
ตารางที่ 4.2	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อปริมาณการกินได้ของสิ่งแห้งและโภชนะ	64
ตารางที่ 4.3	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์)	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4.4	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อปริมาณการขับอนุพันธ์พิวรีนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน	66
ตารางที่ 4.5	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในพลาสมา (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)	67
ตารางที่ 4.6	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน	68
ตารางที่ 4.7	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายในกระเพาะรูเมน	69
ตารางที่ 4.8	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อจำนวนประชากรของโปรโตซัว และเชื้อราที่ศึกษาโดยวิธีนับตรง	70
ตารางที่ 4.9	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง แบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน และแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลสในกระเพาะรูเมน	71
ตารางที่ 4.10	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อประชากรของจุลินทรีย์โดยใช้เทคทิคทาง real-time PCR	72
ตารางที่ 4.11	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	74
ตารางที่ 4.12	ผลของระดับโปรตีนและเปลือกมังคุดอัดเม็ดในสูตรอาหารข้นที่มีไขมันสูง ต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	75

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	ลักษณะใบและผลมังคุด	4
ภาพที่ 2.2	เมแทบอลิซึมของยูเรียในกระเพาะรูเมน	12
ภาพที่ 2.3	เมแทบอลิซึมของโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	15
ภาพที่ 2.4	การย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก	25
ภาพที่ 2.5	การใช้ประโยชน์ของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตโดยแบคทีเรียในกระเพาะหมัก	26
ภาพที่ 2.6	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องแรกเกิดอายุ 2-20 วัน	33
ภาพที่ 2.7	การจำแนกลิปิดส์	35
ภาพที่ 2.8	กระบวนการไบโอไฮโดรจิเนชั่นกรดไขมัน linoleic acid โดยแบคทีเรียกลุ่ม A และ B ตามตารางที่ 2.10	41
ภาพที่ 2.9	การสังเคราะห์กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว	44
ภาพที่ 2.10	ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย	50