ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมของโคนมในช่วงต้นระยะการให้น้ำนม เมื่อเลี้ยงด้วยต้นข้าวโพดหมักในช่วง 56 วันแรกและเลี้ยงด้วยฟางข้าวในช่วง 56 วันหลัง

นางสาวชุติมา อิ่มสันเทียะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-533-042-6

THE EFFECT OF MONENSIN SUPPLEMENTATION ON MILK PRODUCTION OF DAIRY COWS IN EARLY LACTATION FED CORN SILAGE DURING THE FIRST 56 DAYS AND FED RICE STRAW DURING THE LAST 56 DAYS.

Miss. Chutima Imsuntear

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Animal Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2001

ISBN 974-533-042-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมของโคนมในช่วงต้นระยะการให้น้ำนม เมื่อเลี้ยงด้วยต้นข้าวโพดหมักหมักในช่วง 56 วันแรกและเลี้ยงด้วยฟางข้าวในช่วง 56 วันหลัง

สภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……..…….

(รศ.ดร. พงษ์ชาญ ณ ลำปาง)

ประธานกรรมการ

……..…….

(ผศ.ดร. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

……..….

(ผศ.น.สพ.ดร. บัญชร ลิขิตเดชาโรจน์)

กรรมการ

……..…….

(รศ.ดร. กนก ผลารักษ์)

กรรมการ

……. ……..……..….

(รศ.ดร. ทวิช จิตรสมบูรณ์) (รศ.ดร. กนก ผลารักษ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ คณบดี สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ชุติมา อิ่มสันเทียะ : ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมของโคนมในช่วงต้นระยะการให้น้ำนม เมื่อเลี้ยงด้วยต้นข้าวโพดหมักในช่วง 56 วันแรกและเลี้ยงด้วยฟางข้าวในช่วง 56 วันหลัง (THE EFFECT OF MONENSIN SUPPLEMENTATION ON MILK PRODUCTION OF DAIRY COWS IN EARLY LACTATION FED CORN SILAGE DURING THE FIRST 56 DAYS AND FED RICE STRAW DURING THE LAST 56 DAYS)
อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วิศิษฐิพร สุขสมบัติ, 104 หน้า. ISBN 974-533-042-6

ได้ศึกษาถึงผลการใช้สารเสริมโมเนนซินที่มีผลต่อผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนการทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนม ส่วนประกอบของน้ำนม การกินได้ของโคนม และน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงของโคนม โดยใช้โครีดนมลูกผสมโฮสไตน์ฟรีเชี่ยนในช่วงต้นระยะให้นม จำนวน 16 ตัว และจัดกลุ่มโคนมตามปริมาณน้ำนม อายุ ช่วงระยะให้นม และน้ำหนักตัว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 8 ตัว คือกลุ่มควบคุม และ กลุ่มที่เสริมสารโมเนนซิน โดยสอดใส่แคปซูลโมเนนซินทางปากผ่านหลอดคอ ไปยังกระเพาะหมัก จากผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ของผลผลิตน้ำนม ส่วนประกอบของน้ำนม การกินได้ของโคนม และน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงของโคนม การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ชนิดและระดับกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก ปริมาณสารคีโตนในกระแสเลือด และความสามารถในการย่อยอาหารในถุงไนล่อน พบว่าโมเนนซินมีผลทำให้แบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacilli* ของโคกลุ่มทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และมีผลทำให้แบคทีเรียในกลุ่ม *Clostridia* และ *Streptococci* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนยีสต์ รา และโปรโตซัวของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การสังเคราะห์กรดไขมันระเหยได้ การย่อยได้ของโคนมทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

CHUTIMA IMSUNTEAR : THE EFFECT OF MONENSIN SUPPLEMENTATION ON MILK PRODUCTION OF DAIRY COWS IN EARLY LACTATION FED CORN SILAGE DURING THE FIRST 56 DAYS AND FED RICE STRAW DURING THE LAST 56 DAYS. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF WISITIPORN SUKSOMBAT, Ph.D. 104 PP.
ISBN 974-533-042-6

Effects of the administration of monensin capsule to dairy cows were studied in two experiments. The first experiment was conducted to investigate the response of dairy cows to two treatments (control and monensin) using 16 Holstein Friesian cross bred lactating cows in early lactation and balancing for milk yield, age, weight and stage of lactation. All performances measured were not statistically significantly different between the two groups. The second experiment was conducted to evaluate metabolism and rumentation responses to synthesis of volatile fatty acids and rumen microbiology using 6 fistulated cows and balancing for age and weight. The results showed that *Lactobaclli* ($P<0.01$) *Clostridia* and *Streptococci* ($P<0.05$) were statistically significantly reduced. Yeast, fungi and protozoa were not statistically significantly ($P>0.05$) different between the two groups. Volatile fatty acids and digestibility measured were not statistically significantly ($P>0.05$) different between the two groups.

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บุคคลและกลุ่มบุคคลต่างๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินการวิจัย

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิศิษฐิพร สุขสมบัติ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ควบคุมการวิจัย ที่ได้กรุณาสละเวลามาให้คำปรึกษา แนะนำแนวคิดในการดำเนินการวิจัย การแก้ปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย และได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการวิจัย และกรุณาให้ทำงานเป็นผู้ช่วยวิจัย ทำให้มีค่าใช้จ่ายในระหว่างที่กำลังศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชาญ ณ ลำปาง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. บัญชร ลิขิตเดชาโรจน์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กนก ผลารักษ์ อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และผู้จัดการฟาร์มมหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำต่างๆ และให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบอาหารสัตว์ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ บุคลากรประจำอาคารเครื่องมือต่างๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ที่ร่วมเรียนระดับปริญญาโท ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีมาตลอด จนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

ชุติมา อิ่มสันเทียะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)…… ก
บทคัดย่อ (ภาษอังกฤษ)…… ข
กิตติกรรมประกาศ…… ค
สารบัญ…… ง
สารบัญตาราง…… ช
สารบัญภาพ…… ฌ
บทที่
1 บทนำ…… 1
1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย…… 2
1.2 สมมติฐานการวิจัย…… 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย…… 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ…… 3
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย…… 3
2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 4
2.1 ไอโอโนฟอร์…… 4
2.2 โมเนนซินโซเดียม…… 4
2.2.1 คุณสมบัติของสารโมเนนซิน…… 4
2.2.2 ผลของการใช้สารโมเนนซิน…… 6
2.3 ผลของสารโมเนนซินในการปรับสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้…… 10
2.4 ผลของสารโมเนนซินต่อการกินอาหารของโคนม…… 11
2.5 ผลของสารโมเนนซินต่อการผลิตแก๊สมีเทน…… 12
2.6 ผลของสารโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก…… 14
2.7 ผลของสารโมเนนซินต่อการย่อย…… 14
2.8 ผลของสารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนม ไขมัน และโปรตีนในน้ำนม…… 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 การใช้สารเสริมโมเนนซินในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมแร่ธาตุในโคนม..... 16
2.10 การใช้สารโมเนนซินลดความผิดปกติที่มีสาเหตุมาจากอาหาร..... 17
2.10.1 ท้องอืด..... 17
2.10.2 คีโทซีส.....18
2.10.3 อะซิโดซีส..... 19
2.11 การย่อยได้ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก.....20
2.11.1 จุลินทรีย์วิทยาภายในกระเพาะหมัก..... 20
2.11.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมภายในกระเพาะหมัก..... 21
2.11.3 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์..... 22
2.12 การควบคุมการกินได้ของอาหาร.....24
2.12.1 ปัจจัยทางเมทาโบลิซึม..... 24
2.12.2 ปัจจัยทางกายภาพ..... 25
2.13 น้ำนมโค..... 26
2.13.1 องค์ประกอบของน้ำนมโค..... 26
2.13.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการให้นมและองค์ประกอบของน้ำนม..... 28
3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 30
3.1 วิธีทดลองและการดำเนินการวิจัย 30
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 32
3.3 ประชากร.....38
3.4 กลุ่มตัวอย่าง..... 38
3.5 ตัวแปรที่ทำการวิจัย.....38
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 38
3.7 การทดสอบสมมติฐาน..... 38
3.8 สถานที่ทำการวิจัย..... 39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.9 ระยะเวลาทำการทดลอง…… 39
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล……40
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารก่อนกิน……...40
4.2 ผลของสารโมเนนซินต่อการกินได้ของโคนม…….…. 40
4.3 การประมาณการได้รับโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักและโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมักจากอาหาร……...……42
4.4 การประเมินความต้องการโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักและโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก……46
4.5 ผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณน้ำนมและปริมาณส่วนประกอบของน้ำนม…..... 47
4.6 ผลของสารโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนจุลินทรีย์……51
4.7 ผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ความเป็นกรดเป็นด่างและแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของโคทดลอง…….……..... 53
4.8 ผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในเลือดของโคทดลอง……..….55
4.9 ผลของสารโมเนนซินต่อการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางและเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน……. 55
5 วิจารณ์ผลการทดลอง……..……...61
5.1 ผลของสารโมเนนซินต่อการกินได้โภชนะของโคนมในช่วงต้นระยะการให้น้ำนม 61
5.2 ผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และสารคีโตนในกระแสเลือด…….. 62
5.3 ผลของสารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม……..……...64
5.4 การใช้สารโมเนนซินในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมัก…….. .65
5.5 การประเมินค่าการย่อยสลายได้ของของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลาย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้น และอาหารหยาบที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมักโดยใช้วิธีถุงไนล่อน……..……66

6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ…….. 68

เอกสารอ้างอิง……...72

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก……...82

ภาคผนวก ข……..……100

ภาคผนวก ค……..……..……..... 102

ประวัติผู้เขียน……...……. 104

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงชนิดของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักที่ตอบสนองและต่อต้านต่อสารโมเนนซิน…. 9

2.2 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อสัดส่วนของอะซิเตรทต่อโพรพิโอเนทและระดับกรดไขมันระเหยได้…..…….. 11

2.3 แสดงผลการใช้โมเนนซินต่อการเจริญเติบโต การกินได้ และประสิทธิภาพการกินอาหารของโค…..……...……..……...…..12

2.4 แสดงผลการใช้โมเนนซินต่อการผลิตแก๊สมีเทน…...…….….. 13

2.5 แสดงผลของสารโมเนนซินที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะหมัก……...13

2.6 แสดงผลการเสริมสารโมเนนซินต่อเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของพลังงานและไนโตรเจนในกระเพาะหมัก……..….. 14

2.7 แสดงผลการเสริมสารโมเนนซิน ที่มีผลต่อปริมาณน้ำนม ไขมันนมและโปรตีนนม….15

2.8 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมของแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ โซเดียม…...…….… 17

4.1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ก่อนกิน...…… 40

4.2 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณการกินได้อาหารของโคทั้งสองกลุ่มของการทดลองช่วง แรก…… 41

4.3 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณการกินได้อาหารของโคทั้งสองกลุ่มของการทดลองช่วงหลัง……..…… 42

4.4 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อการได้รับโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมักและโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมักจากอาหารของโคนม…… 44

4.5 การจำแนกพลังงานเพื่อกิจกรรมต่างๆ……..…….. 45

4.6 แสดงความต้องการโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักและโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมักของโคนม…….. 47

4.7 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณน้ำนมและปริมาณส่วนประกอบน้ำนม……49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.8 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อเปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบของน้ำนม……..... 50
4.9 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง……..…….. 51
4.10 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ของโคนมทั้งสองกลุ่ม…… 52
4.11 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ความเป็นกรดเป็นด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของโคทดลองทั้งสองกลุ่ม…….…….…. 54
4.12 แสดงปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในเลือดของโค ทั้งสองกลุ่ม……....55
4.13 แสดงผลการย่อยสลายวัตถุแห้งของอาหารข้นในกระเพาะหมัก……... 56
4.14 แสดงผลการย่อยสลายโปรตีนของอาหารข้นในกระเพาะหมัก……..56
4.15 แสดงผลการย่อยสลายเยื่อใยของอาหารข้นในกระเพาะหมัก…….. 57
4.16 แสดงผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้นใน กระเพาะหมัก……...……..57
4.17 แสดงผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางของอาหารข้นใน กระเพาะหมัก…….……... 58
4.18 แสดงผลการย่อยสลายวัตถุแห้งของอาหารหยาบในกระเพาะหมัก……... 58
4.19 แสดงผลการย่อยสลายโปรตีนของอาหารหยาบในกระเพาะหมัก……...…….. 59
4.20 แสดงผลการย่อยสลายเยื่อใยของอาหารหยาบในกระเพาะหมัก……...……. 59
4.21 แสดงผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางของอาหารหยาบใน กระเพาะหมัก……..…….……. 60
4.22 แสดงผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารหยาบใน กระเพาะหมัก…….…….…….. 60

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 แสดงโครงสร้างของโมเนนซิน..... 5
1.2 แสดงกลไกของโมเนนซินที่มีผลต่อการเพิ่มของโพรพิโอเนท..... 6
1.3 แสดงแผนผังการเพิ่มปริมาณของกลูโคสเมื่อเสริมสารโมเนนซิน..... 7
3.1 แสดงแคปซูลโมเนนซิน..... 31
3.2 แสดงเครื่องมือใส่แคปซูล..... 31

บทที่ 1
บทนำ

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยได้ถือกำเนิดอย่างแท้จริง เมื่อราว 30 กว่าปีที่ผ่านมา รัฐบาลไทยและรัฐบาลเดนมาร์คจึงได้ร่วมกันจัดตั้งฟาร์มโคนมและศูนย์ฝึกอบรมการเลี้ยงโคนมไทย-เดนมาร์ค ขึ้นที่ อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี ตั้งแต่นั้นมาการเลี้ยงโคนมก็ได้ขยายตัวอย่างกว้างขวางจนพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมในปัจจุบัน และมีการพัฒนาอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ นอกจากนี้รัฐบาลยังได้ให้ความสำคัญของการส่งเสริมการเลี้ยงโคนม โดยเฉพาะเพื่อทดแทนการปลูกพืชที่มีปัญหาทางด้านราคาและเพื่อทดแทนพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชชนิดอื่นๆ ให้ปรับเปลี่ยนมาเป็นอาชีพเลี้ยงโคนม ในขณะเดียวกันก็มีโครงการรณรงค์เพื่อการบริโภคนมเพื่อขยายโอกาสการบริโภคนมไปยังเด็กในวัยก่อนเรียนและวัยเรียน พร้อมทั้งเป็นการสร้างตลาดน้ำนมดิบรองรับการขยายตัวของการเลี้ยงโคนม ในทศวรรษหน้าอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมยังสามารถขยายตัวต่อไปอีกมาก สำหรับการบริโภคน้ำนมของประชากรไทย มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นซึ่งแปรผันตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปริมาณการผลิตน้ำนมดิบในประเทศยังไม่เพียงพอกับการใช้ผลิตนมพร้อมดื่ม จึงมีการนำเข้านมผงจากต่างประเทศ ทำให้เกิดภาวะขาดดุลการค้ากับต่างประเทศ ดังนั้นจึงควรที่จะหันมาให้ความสนใจปัญหาของการผลิตน้ำนมดิบให้มากขึ้น ปัจจุบันความต้องการบริโภคน้ำนมเพิ่มขึ้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบจากปริมาณคนทั้งประเทศมีความต้องการประมาณ 665,520 ตัน/ปี แต่อัตราการผลิตมีเพียง 205,407 ตัน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2541) จึงไม่เพียงพอแก่ความต้องการ

ในเรื่องตลาดรับซื้อน้ำนมดิบจึงไม่น่ามีปัญหา เพราะความต้องการบริโภคมีสูง ซึ่งถือว่าความต้องการของผู้บริโภคคนไทยมีอยู่อีกมาก ทำให้โอกาสของผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรมนมโดยเฉพาะเกษตรกร ถ้าหากสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้มีต้นทุนแข่งขันได้ ก็จะทำให้โอกาสในอาชีพนี้พัฒนาเป็นอาชีพที่มีรายได้มั่นคงได้ และในสภาวะอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้น ผู้เลี้ยงโคนมจะต้องปรับตัวและหาทางลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะต้นทุนด้านอาหาร ซึ่งเป็นต้นทุนส่วนใหญ่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ในการเลี้ยงสัตว์ โดยทั่วไปเกษตรกรในบ้านเรามักใช้อาหารหยาบคุณภาพต่ำเลี้ยงโคนม

เนื่องจากคุณภาพอาหารหยาบในประเทศไทยมีคุณภาพต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารต่ำ ส่งผลโคนมได้รับสารอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการที่จะใช้เพื่อดำรงชีพและให้ผลผลิต จำเป็นต้องเสริมโภชนะเพิ่มเติมจากอาหารหยาบ ซึ่งปกติผู้เลี้ยงจะเสริมด้วยอาหารข้น ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่มีอยู่ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ซึ่งในหน้าแล้งเป็นฤดูที่ขาดแคลนหญ้าสดเพื่อเลี้ยงสัตว์ เกษตรกรจะใช้ฟางข้าวในการเลี้ยงโคและกระบือมานาน แต่ฟางข้าวมีข้อจำกัดหลายอย่าง คือมีการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุต่ำ โปรตีนต่ำ มีแร่ธาตุไม่เหมาะสม และมีวิตามินโดยเฉพาะวิตามินเอ และวิตามินอีต่ำ สัตว์จึงได้รับโภชนะไม่เพียงพอ ถ้าสัตว์กินฟางเพียงอย่างเดียวจะทำให้น้ำหนักตัวลด

แนวทางหนึ่งที่ช่วยให้โคใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือการใช้สารโมเนนซิน ซึ่งเป็นสารปฏิชีวนะ เพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม ที่ได้รับความนิยมมานานในต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาการนำมาใช้ในประเทศไทยยังมีน้อยมาก ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อทดสอบการนำสารเสริมโมเนนซินมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตด้านต่าง ๆ ของโครีดนมลูกผสมโฮลสไตส์ฟรีเชียน และศึกษาผลของสารโมเนนซินต่อโคนมที่ได้รับข้าวโพดหมักและฟางข้าว ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนม และส่วนประกอบของน้ำนมในช่วงต้นระยะการให้นม

1.1.2 เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

1.1.3 เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณของกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก

1.1.4 เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโมเนนซินต่อเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในเลือดโค

1.1.5 เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโมเนนซินต่อการย่อยสลายได้ของอาหารโดยวิธีถุงไนล่อน

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 การเสริมสารโมเนนซินสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนม

1.2.2 การเสริมสารโมเนนซินสามารถลดแบคทีเรียแกรมบวก

1.2.3 การเสริมสารโมเนนซินสามารถลดปริมาณสัดส่วนของอะซิเตรทต่อโพรพิโอเนท

1.2.4 การเสริมสารโมเนนซินสามารถลดปริมาณคีโตนในกระแสเลือด

1.2.5 การเสริมสารโมเนนซินสามารถเพิ่มการย่อยได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาถึงผลการเสริมสารโมเนนซิน ที่มีผลต่อปริมาณน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนมโคในช่วงต้นระยะการให้นม ที่ได้รับข้าวโพดหมักและฟางข้าวในสภาพแวดล้อมและการจัดการเลี้ยงดูในประเทศไทยและยังศึกษาถึงจำนวนประชากรจุลินทรีย์ สัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ การย่อยได้ของอาหาร และศึกษาผลของการใช้สารโมเนนซินต่อเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในเลือดโค

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ทราบผลตอบสนองของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมในช่วงต้นระยะการให้น้ำนม เมื่อทดลองเลี้ยงด้วยข้าวโพดหมักในช่วง 56 วันแรกและเลี้ยงด้วยฟางข้าวในช่วง 56 วันหลัง

1.4.2 ทราบผลตอบสนองของการใช้สารโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

1.4.3 ทราบผลตอบสนองของการใช้สารโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณของกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก

1.4.4 ทราบผลตอบสนองของการใช้สารโมเนนซินต่อเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท และอะซิโต-อะซิเตทในเลือดโค

1.4.5 ทราบผลตอบสนองของการใช้สารโมเนนซินต่อการย่อยได้ของอาหารโดยวิธีถุงไนล่อน

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

Monensin Sodium, Milk Production, Dairy Cattle, Ketosis

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไอโอโนฟอร์ (ionophore)

ไอโอโนฟอร์ได้นำมาใช้ในสัตว์กระเพาะรวมเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตมานานกว่า 20 ปี (Richardson et al., 1976) สารไอโอโนฟอร์มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์แกรมบวก (Williamson, 1995 ; Henderson et al., 1981) ซึ่งจะมีผลต่อการถ่ายทอดไอออนข้ามผนังเซลล์เมมเบรน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์แกรมบวกลดจำนวนลง ส่วนจุลินทรีย์แกรมลบผนังเซลล์เมมเบรน จะสามารถป้องกันการถ่ายเทไอออนเข้าสู่เซลล์ ทำให้จุลินทรีย์แกรมลบมีจำนวนเพิ่มขึ้น

ไอโอโนฟอร์มีหลายชนิด ได้แก่ โมเนนซิน ลาซาโลซิด ซาลิโนมัยซิน เตทโตรนาซิน ไลโซเซลลิน นาราซิน และ เลดโลมัยซิน แต่จะมีกลไกการทำงานคล้ายคลึงกัน สารกลุ่มไอโอโนฟอร์เป็นสารช่วยเร่งการเจริญเติบโต ช่วยเพิ่มปริมาณโพรพิโอเนทในกระบวนการหมักย่อย ลดการผลิตกรดแลคติก และลดการผลิตแก๊สมีเทน นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการไหลผ่านของโปรตีนไปสู่ลำไส้เล็กมากขึ้น

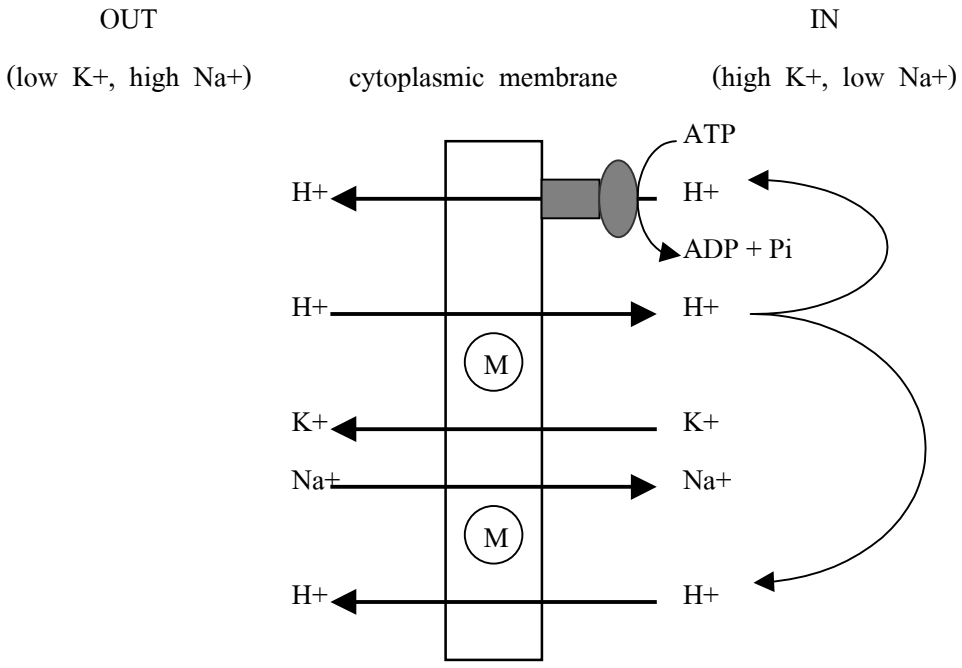
2.2 โมเนนซิน (monensin)

2.2.1 คุณสมบัติของโมเนนซิน (monensin sodium)

โมเนนซินโซเดียมจัดเป็นสารประกอบทางชีวภาพที่ได้จากกระบวนการหมัก ซึ่งผลิตโดยเชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces cinnamonensis* ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 692 มีสูตรทางเคมีคือ $C_{36}H_{61}O_{11}Na$ และมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก เชื้อรา โปรโตซัว ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมัก (Zinn and Borques, 1993) สารโมเนนซินจัดเป็นสารประกอบที่อยู่ในกลุ่มไอโอโนฟอร์เป็นสารประกอบคาร์บอน มีส่วนประกอบเป็นไขมัน ซึ่งสารกลุ่มไอโอโนฟอร์มีคุณสมบัติในการขนย้ายประจุบวกเข้าสู่ภายในเซลล์ สารโมเนนซินเมื่อแตกตัวจะให้โซเดียมไอออน (Schelling, 1984)

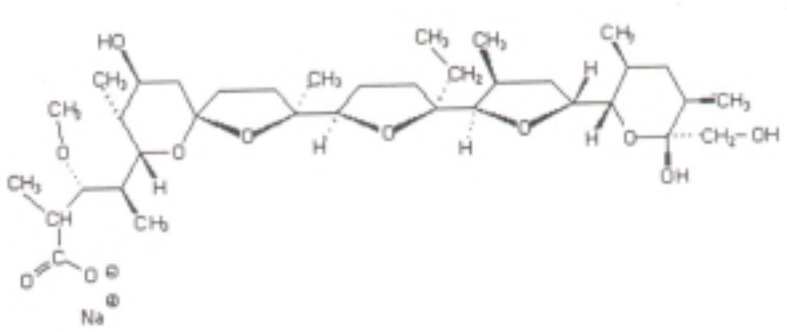
สารประกอบที่อยู่ในกลุ่มของไอโอโนฟอร์ โดยทั่วไปมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยโมเนนซินมีส่วนสัมพันธ์กับความ

สามารถในการส่งผ่านของประจุบวกผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์เมมเบรน เพราะโมเนนซินจะเป็นตัวให้โซเดียมไอออนต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักโดยตรง (Schelling, 1984) ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนโซเดียม ในจุลินทรีย์แกรมบวก เช่น *Streptococcus bovis* ที่ได้รับโมเนนซิน จะเกิดการลดลงของความเข้มข้นของโพแทสเซียมภายในเซลล์ เป็นผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างภายในเซลล์ลดลง เมื่อภายในเซลล์มีการสะสมโซเดียมไอออน และเกิดการสูญเสียพลังงานภายในเซลล์ เป็นเหตุให้จุลินทรีย์แกรมบวกไม่สามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนได้



ภาพที่ 2.1 แสดงกลไกของไอโอโนฟอร์ที่มีผลต่อแบคทีเรียแกรมบวก (Russell, 1987)

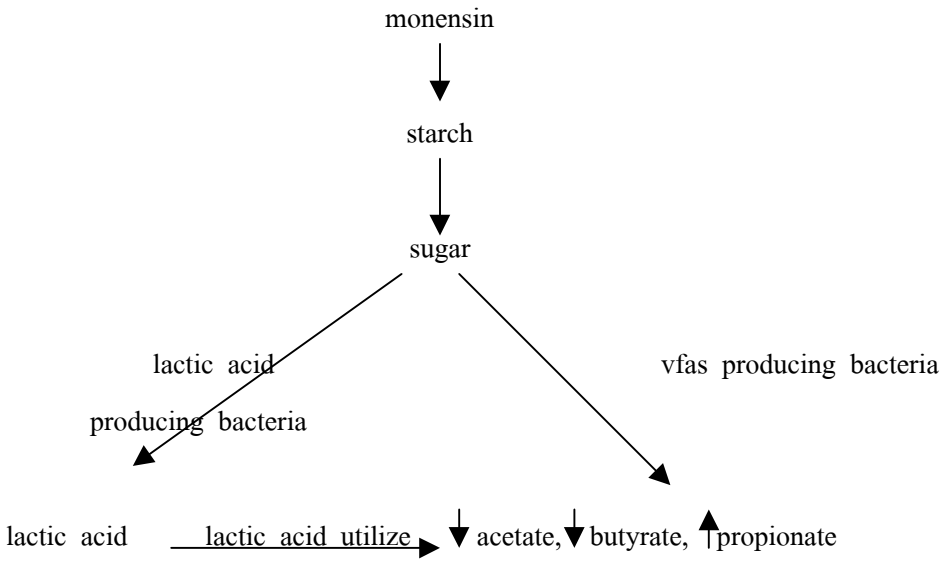
สารโมเนนซินมีชื่อทางการค้าคือ รูเมนซิน (rumensin) หรือ (Anti Bloat Capsule, ABC) ในต่างประเทศใช้ในการป้องกันการเกิด โรคท้องอืด อะซิโดซิส คอคซิโดซิส และ คีโทซีส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Elanco, 1991) ไอโอโนฟอร์ที่ได้รับการยอมรับจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา เมื่อกลางปี ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นสารเสริมในอาหาร และไอโอโนฟอร์ที่นิยมใช้ คือโมเนนซิน (Russell and Strobel, 1989 qoute in Wampler et al., 1998)



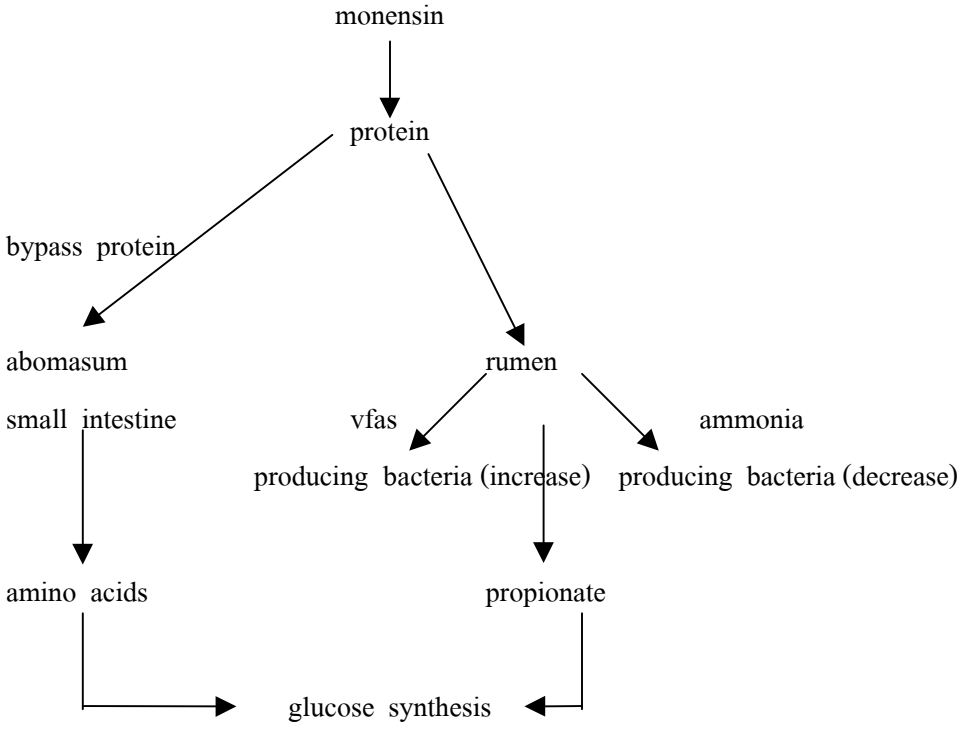
ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของสารเสริมโมเนนซิน (Donoho, 1984)

2.2.2 ผลของการใช้สารเสริมโมเนนซิน

สารโมเนนซินมีกลไกหลักต่อกระบวนการหมักย่อยภายในกระเพาะหมัก หรือจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมัก (Russell and Strobel, 1989) การเปลี่ยนแปลงหลายๆ ส่วนเป็นผลมาจาก การทำงานของโมเนนซินช่วยในการเคลื่อนย้ายไอออน ผ่านผนังเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ภายในกระเพาะหมัก คือโมเนนซินจะส่งผลยับยั้งต่อแบคทีเรียแกรมบวกทำให้ลดปริมาณและหยุดการเจริญเติบโต ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ ในกระเพาะหมัก โดยจะทำให้ระดับของโพรพิโอเนทเพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันจะมีผลต่อการลดความเข้มข้นของอะซิเตทและบิวทีเรทลงจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมสารโมเนนซิน จุลินทรีย์แกรมบวกภายในกระเพาะหมักที่ผลิตผลผลิตสุดท้ายที่ไม่พึงประสงค์ลดลง ได้แก่ ไฮโดรเจน แอมโมเนีย แลคเตท อะซิเตท บิวทีเรท และแก๊สมีเทน ในทางกลับกันจุลินทรีย์ชนิดแกรมลบ ที่ผลิตโพรพิโอเนทจะได้รับความกระทบกระเทือนจากสารโมเนนซินน้อยมากหรือแทบไม่มีผลเลย ทำให้เพิ่มปริมาณและเพิ่มการเจริญเติบโต ทำให้สามารถผลิตโพรพิโอเนทได้มากขึ้น (Lan et al., 1996) และยังช่วยเพิ่มปริมาณการย่อยได้ดีขึ้น การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนที่ผ่านไปยังกระเพาะแท้ และลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น ซึ่งในการย่อยในกระเพาะหมัก โปรตีนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแอมโมเนียเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ เมื่อไหลผ่านกระเพาะหมักไปยังลำไส้เล็กจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ และจะถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ ของสัตว์ และเนื่องจากสารโมเนนซินจะช่วยลดปริมาณของแอมโมเนียในกระเพาะหมัก จึงทำให้เกิดโปรตีนบายพาสเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหาร (Spear, 1990)



ภาพที่ 1.2 แสดงกลไกของโมเนนซินที่มีผลต่อการเพิ่มของโพรพิโอเนท



ภาพที่ 1.3 แสดงแผนผังการเพิ่มของปริมาณของกลูโคสเมื่อเสริมสารโมเนนซิน

มีรายงานการตอบสนองทางนิเวศวิทยาภายในกระเพาะหมัก เนื่องจากการใช้สารโมเนนซิน มีการตอบสนองหลายขบวนการ เช่น การเสริมโมเนนซินช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตกรดไขมันระเหยได้ ปรับปรุงการกินอาหารลดการผลิตแก๊สมีเทน ปรังปรุงการย่อย เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของโปรตีน เปลี่ยนแปลงความจุกระเพาะรูเมน และอัตราการไหลผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่กล่าวมามีผลทางอ้อมต่อหน้าที่ของกระเพาะหมัก ซึ่งมีส่วนช่วยเพิ่มผลผลิต ขบวนการหมักที่เกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เป็นประโยชน์ต่อตัวสัตว์ ดังนั้นนักวิจัยทั้งหลายพยายามหาทางที่จะปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงขบวนการในกระเพาะหมักนี้ ถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเมทาดบลิซึมของพลังงานและไนโตรเจนได้ จะสามารถควบคุมผลผลิตได้ ซึ่งมีความสำคัญมากทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งสารโมเนนซินมีการแสดงให้เห็นกันอย่างแพร่หลายมานานว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหมักย่อยอาหารในกระเพาะหมัก ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของโคนมเพิ่มขึ้น กล่าวคือช่วยเพิ่มโพรพิโอเนทลดการสูญเสียพลังงานในรูปแก๊สมีเทนลดการผลิตกรดแลคติก โมเนนซินถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตโคเนื้อ เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตมานานกว่า 20 ปี (Richardson et al., 1976) ผู้วิจัยส่วนใหญ่ทราบกันดีว่าโมเนนซินช่วยเพิ่มผลผลิตในโค จึงมีการนำมาใช้เป็นสารเสริมในอาหารโคนม

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักที่ตอบสนองและต่อต้านต่อสารโมเนนซิน

Major fermentation products, genus and species	Gram reaction	Cell wall	Minimum inhibitory concentration (μg/ml) monensin
Hydrogen and formic acid producers			
Lachnospira multiparus	-	+	+(.38)
Ruminococcus albus	-	+	+(.38)
Ruminococcus flavefaciens	-	+	+(.38)
Butyric acid producers			
Butyrivibrio fibrisolvens	-	+	+(.38)
Eubacterium cellulosolvens	+	+	+(.38)
Eubacterium ruminantium	+	+	+(.38-1.5)
Lactic acid producers			
Lactobacillus ruminis	+	+	+(1.5-3.0)
Lactobacillus vitulinis	+	+	+(.38)
Streptococcus bovis	+	+	+(.38-12.0)
Ammonia producers			
Clostridium aminophilum	+	+	+(<5.0)
Clostridium sticklandii	+	+	+(<5.0)
Peptostreptococcus anaerobius	+	+	+(<5.0)
Succinic acid and propionic acid producers			
Anaerovibrio lipolytica	-	-	-(>48.0)
Fibrobacter succinogenes	-	-	-(>20.0)
Megasphaera elsdenii	-	-	-(>48.0)
Prevotella ruminicola	-	-	-(>48.0)
Ruminobacter amylophilus	-	-	-(>48.0)

หมายเหตุ + = susceptible, - = resistant

ที่มา : Dennis et al. (1981)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงชนิดของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักที่ตอบสนองและต่อต้านต่อสารโมเนนซิน

Major fermentation products, genus and species	Gram reaction	Cell wall	Minimum inhibitory concentration (μg/ml) monensin
Selenomonas ruminantium	-	-	-(>48.0)
Succinimonas amylolytica	-	-	-(>48.0)
Succinivibrio dextrinosolvens	-	-	-(>48.0)
Methane producers			
Methanobrevibacter ruminantium	-	-	-(>40.0)
Methanobacterium formicum	-	-	-(>40.0)
Methanosarcina barkeri	-	-	-(>40.0)

หมายเหตุ : + = susceptible, - = resistant

ที่มา : Dennis et al. (1981)

2.3 ผลของสารโมเนนซินในการปรับสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ (VFAs)

จากตารางที่ 2.2 แสดงผลจากเอกสารงานวิจัยพบว่าการใช้สารโมเนนซินมีผลไปลดอัตราส่วนอะซิเตทต่อโพรพิโอเนท (Ramanzin et al., 1997 ; Richardson et al., 1976) นอกจากนี้จากผลการทดลองของ Ramanzin et al. (1997) พบว่าสารโมเนนซินมีผลไปเพิ่มสัดส่วนโพรพิโอเนท และลดสัดส่วนอะซิเตท ซึ่งสอดคล้องกับอีก 5 การทดลองที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.2 อัตราส่วนนี้สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงการผลิตเนื้อในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เมื่อใช้สารโมเนนซินจะพบว่าค่าความเข้มข้นของบิวทีเรทลดลงต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้สารโมเนนซิน (Richardson et al., 1976) โพรพิโอเนทมีประสิทธิภาพมากกว่าอะซิเตท (Chalupa et al., 1980) ประโยชน์อย่างอื่นของ propionate คือใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานมากกว่าแหล่งของอะซิเตท

โมเนนซินเพิ่มอัตราส่วนผลผลิตของโพรพิโอเนทเพิ่มการใช้ไปของอะซิเตท มีการถกเถียงกันมากว่ามีการใช้ประโยชน์ของโพรพิโอเนท โดยเนื้อเยื่อมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้อะซิเตทอย่างเด่นชัด (Smith, 1979) โพรพิโอเนทมีความยืดหยุ่นในการใช้เป็นแหล่งพลังงานมากกว่าอะซิเตท และใช้โพรพิโอเนทในขบวนการสังเคราะห์กลูโคส เพื่อเพิ่มปฏิกิริยาออกซิเดชันในวัฏจักรกรดซิตริกโดยตรง

ตารางที่ 2.2 แสดงผลการใช้สารโมเนนซินต่อสัดส่วนอะซิเตทต่อโพรพิโอเนทและระดับกรดไขมันระเหยได้ (mol/100 mol)

Reference	Monensin (mg/d)	A:P		P		A		B	
		C	MO	C	MO	C	MO	C	MO
Ramanzin et al., (1997)	300	4.1	3.7**	16.8	18.3**	68.1	67.7**	11.5	10.6**
Fellner et al., (1997)	314	3.0	1.7*	20.8	33.6*	61.5	56.2*	11.4	6.6*
Richardson et al., (1976)	200	-	-	25.9	39.8**	60.8	52.9**	13.4	7.3**
	500	-	-	25.9	45.2**	60.8	48.3**	13.4	6.5**
Prange et al., (1978)	330	-	-	19.0	23.0	70.0	61.0	10.0	8.0
Rogers and Davis, (1982)	330	1.6	2.4**	33.4	38.4**	53.5	51.3*	11.0	8.3*

หมายเหตุ : A = Acetate, P = Propionate, B = Butyrate, C = Control, MO = Monensin,

- = ไม่พบการรายงาน

* แตกต่างกันทางสถิติที่ ($P<0.05$), ** แตกต่างกันทางสถิติที่ ($P<0.01$)

2.4 ผลของการใช้สารโมเนนซินต่อการกินอาหารของโคนม

การกินอาหารมีความสำคัญต่อการย่อยและการดูดซึมของสัตว์กระเพาะรวม จากตารางที่ 2.3 พบว่าผลของสารโมเนนซินเสริม ให้โคที่กินอาหารที่มีเมล็ดธัญพืชสูงจะทำให้การกินอาหารลดลง แต่น้ำหนักตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นดีขึ้นดังผลการทดลองของ Stock et al. (1995) และ Wilkinson et al. (1980) ในโคที่ให้เมล็ดธัญพืชสูงจะทำให้การกินอาหารลดลง 5 เปอร์เซ็นต์ (Owens et al., 1978) ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ (Anonymous, 1975)

ตารางที่ 2.3 แสดงผลของการใช้สารโมเนนซินต่อการเจริญเติบโต การกินอาหาร และประสิทธิภาพการกินอาหารของโค

Reference	Monensin (mg/d)	ADG (Kg)	Feed intake (Kg)	Feed/Gain
Potter et al.,	0	1.10	10.80	9.81
(1984)	207	1.04	9.39	9.01
	546	0.96	8.26	8.56
Goodrich et al.,	0	1.09	8.27	8.09
(1984)	246	1.10	7.73	7.43
	mg/Kg of feed	Kg	Kg	
Stock et al.,	0	1.42[b]	8.82[a]	6.21
(1995)	22	1.46[a]	8.71[b]	5.96
	33	1.46[a]	8.70[b]	5.97
Wilkinson et al.,	0	1.15	7.45	6.59
(1980)	25-33	1.21	7.15	6.02

2.5 ผลของการใช้สารโมเนนซินต่อการผลิตแก๊สมีเทน

งานวิจัยส่วนมาก พบว่าสารโมเนนซินมีผลช่วยลดการผลิตแก๊สมีเทนจากจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (ตารางที่ 2.4) ซึ่งเป็นการช่วยลดการสูญเสียพลังงานในรูปแก๊ส การทดลองในห้องปฏิบัติการบ่งชี้ว่า โมเนนซินมีผลทำให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตแก๊สมีเทนลดจำนวนลง (Bartley et al., 1979 ; Chalupa et al., 1980)

ตารางที่ 2.4 แสดงผลของการใช้สารโมเนนซินต่อการผลิตแก๊สมีเทน

Reference	% Change
Bartley et al., (1979)	-21
Chalupa et al., (1980)	-13
Joyner et al., (1979)	-31
Benz and Johnson, (1982)	-4
Fellner et al., (1997)	-29

จากตารางที่ 2.4 พบว่าทุกรายงานบ่งชี้การลดการผลิตแก๊สมีเทน การลดลงของแก๊สมีเทนอยู่ในช่วง 4-31เปอร์เซ็นต์ การตอบสนองนี้แสดงให้เห็นภายใต้การทดลองในห้องปฏิบัติการ (Joyner et al., 1979 ; Benz and Johnson, 1982) เมื่อแก๊สมีเทนลดลงจะมีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากอาหารเพิ่มขึ้น โดยช่วยเพิ่มปริมาณโพรพิโอเนทในกระเพาะรวม ซึ่งสัตว์จะนำไปสารตั้งต้นในการผลิตแล็คโตสในน้ำนม นอกจากนี้โมเนนซินมีผลลดการผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างมีนัยสำคัญ (Bartley et al., 1979 ; Chalupa et al., 1980) มีการชี้ว่าโมเนนซินเป็นสาเหตุลดเมทาโบลิซึมของฟอร์เมทต่อคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนและลดผลผลิตแก๊สมีเทน

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างสารเสริมโมเนนซินที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของแบคทีเรียในกระเพาะหมัก (cfu$\times 10^8$/ml)

Reference	ชนิดของแบคทีเรีย	Control	Monensin
Henderson et al., (1981)	*Butyrivibrio fibrisovens*		
	Strain 835	7.30[a]	1.54[b]
	Strain NOR37	10.50[a]	6.80[b]
	Streptococcus bovis	15.50[a]	0.93[b]
	Ruminococcus albus		
	Strain 4263L	9.32[a]	3.21[b]
Nagaraja et al., (1982)	*Streptococcus bovis*	15.00[a]	3.70[b]

หมายเหตุ : a,b แตกต่างกันทางสถิติที่ ($P<0.05$)

2.6 ผลของสารโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 2.5 แสดงให้เห็นการลดลงของจุลินทรีย์ *ชนิด Streptococcus bovis, Butyrivibrio fibrisovens* และ จุลินทรีย์พวก *Ruminococcus albus* ในกลุ่มที่เสริมสารโมเนนซิน (Henderson et al., 1981) ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่ผลิต แลคเตท อะซิเตท บิวทีเรท ดังนั้นเมื่อจุลินทรีย์เหล่านี้ลดจำนวนลงทำให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตโพรพิโอเนทเพิ่มจำนวนขึ้นมาทดแทน เป็นผลดีทำให้สัตว์สังเคราะห์กลูโคสเพิ่มขึ้น และกลูโคสจะถูกดึงมาสังเคราะห์น้ำตาลแล็คโตสในน้ำนมได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ (Nagaraja et al., 1982) พบว่าจุลินทรีย์ *ชนิด Streptococcus bovis* มีจำนวนลดลงในกลุ่มที่เสริมสารโมเนนซิน

2.7 ผลของสารโมเนนซินต่อการย่อยได้

จากตารางที่ 2.6 จากการรวบรวมผลงานวิจัยต่างๆ พบว่าการใช้สารเสริมโมเนนซินจะช่วยให้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของพลังงานภายในกระเพาะหมักเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม จากการทดลองของ (Horton et al., 1980 ; Muntifering et al., 1981) ให้ผลเช่นเดียวกัน คือการเสริมสารโมเนนซินจะช่วยสนับสนุนการย่อยได้พลังงานและไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากสารโมเนนซินไปลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผลิตแก๊สมีเทนทำให้การสูญเสียพลังงานน้อยลง จึงทำให้ได้พลังงานจากการย่อยได้เพิ่มขึ้น และการย่อยได้ของไนโตรเจนก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ที่ผลิตแอมโมเนียมีจำนวนลดลง ทำให้เกิดโปรตีนบายพาสเพิ่มขึ้น (Ilan et al., 1981)

ตารางที่ 2.6 แสดงผลการเสริมสารโมเนนซินต่อเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของพลังงานและไนโตรเจนในกระเพาะหมัก

Reference	%Digestibility	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	SE
Horton et al., (1980)	%Energy	60.4	63.9*	1.29
Muntifering et al., (1981)	%Energy	76.0	76.5*	0.2
	%Nitrogen	56.5	59.0*	0.6
Spear, (1990)	%Nitrogen	62.2	65.7**	-
Cottyn, et al., (1983)	%Nitrogen	64.8	67.5*	-
Ilan et al., (1981)	%Nitrogen	60	66**	-

หมายเหตุ : - ไม่พบรายงาน, * a,b แตกต่างกันทางสถิติที่ ($P<0.05$), **แตกต่างกันทางสถิติที่ ($P<0.01$)

2.8 ผลของการใช้สารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนม ไขมัน และโปรตีนในน้ำนม

การใช้สารโมเนนซินเดิมจะใช้ในลักษณะเป็นผงผสมลงในสูตรอาหาร เพื่อเพิ่มปริมาณของผลผลิตน้ำนม โดยจะไปส่งเสริมให้แบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตโพรพิโอเนท เพิ่มจำนวนมากขึ้นจากขบวนการหมัก ซึ่งโพรพิโอเนทเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กลูโคส เมื่อมีการสังเคราะห์กลูโคสและดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้นต่อมน้ำนมจะดึงเอากลูโคสจากกระแสเลือดมาใช้ในการสังเคราะห์น้ำตาลแล็คโตสที่มีอยู่ในน้ำนม ปริมาณของแล็คโตสกับปริมาณน้ำในน้ำนมจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ถ้าปริมาณแล็คโตสในน้ำนมเพิ่ม จะส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ไขมันนมจะลดลงในช่วงแรก เนื่องจากจุลินทรีย์ลดการผลิตอะซิเตทซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไขมันในน้ำนม ดังนั้นเมื่อมีการผลิตอะซิเตทลดลงทำให้ไขมันในน้ำนมลดลงตามไปด้วย (Williamson, 1995)

ตารางที่ 2.7 แสดงผลของการเสริมสารโมเนนซินที่มีผลต่อปริมาณน้ำนม ไขมันนม และโปรตีนในน้ำนม

Reference	Monensin (mg/d)	Milk yield (Kg/d)		Fat yield (Kg/d)		Protein yield (Kg/d)	
		C	MO	C	MO	C	MO
Thomas et al., (1991)	150	33.4	31.2	1.13	1.09	-	-
	300	33.4	34.1	1.13	1.09	-	-
	450	33.4	32.6	1.13	1.09	-	-
	640	33.4	30.2	-	-	-	-
Sauer et al., (1989)	300	29.9	32.8	1.22	1.21	0.98[b]	1.18[a]
Elanco, (1991)	200	13.3[b]	14.0[a]	0.51	0.54	0.41	0.45
	300	13.3[b]	13.8[a]	0.51	0.53	0.41	0.43
Lowe et al., (1991)	300	13.2	14.3	0.65	0.64	0.47	0.51
	300	23.6	24.5	0.94	0.94	0.70	0.72
	300	20.1[b]	22.5[a]	0.87	0.90	0.60	0.66
	300	15.8	16.5	0.66	0.67	0.49	0.51
	300	16.0	16.7	0.70	0.70	0.50	0.52
	300	17.4[b]	18.4[a]	0.75	0.75	0.54	0.57

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) แสดงผลของการเสริมสารโมเนนซินที่มีผลต่อปริมาณน้ำนม ไขมันนม และโปรตีนในน้ำนม

Reference	Monensin (mg/d)	Milk yield (Kg/d)		Fat yield (Kg/d)		Protein yield (Kg/d)	
		C	MO	C	MO	C	MO
Van der Werf et al., (1997)	150	35.3	36.7	0.45	0.44	1.13	1.17
	300	35.3	36.4	0.45	0.43	1.13	1.17
	450	35.3	37.4	0.45	0.40	1.13	1.16
Suksombut and Sra-ngam, (1998)	300	13.9	15.1	0.39	0.44	0.39	0.45
Hayes et al., (1996)	320	15.7[b]	16.07[a]	0.77	0.79	0.61	0.64
Ramanzin et al., (1997)	300	23.8	24.1	0.98	0.95	0.74	0.75

หมายเหตุ : C = Control, MO = Monensin

- = ไม่พบการรายงาน

a,b แตกต่างกันทางสถิติที่ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 2.7 จากการรวบรวมผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการใช้สารโมเนนซินมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำนม 5 การทดลองจาก 19 การทดลอง ซึ่งแตกต่างจากอีก 14 การทดลองที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามจากผลงานวิจัยทั้งหมด พบว่ามีถึง 16 การทดลองที่โคกลุ่มที่ได้รับการเสริมสารโมเนนซินมีปริมาณน้ำนมสูงกว่าหรือมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม ในกลุ่มทดลองจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกของการทดลองมีการลดลงของไขมันนม แต่เมื่อรวมปริมาณตลอดระยะการให้น้ำนม พบว่าไขมันนมไม่ลดลงมากนักหรือไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (Lowe et al., 1991) ซึ่งการลดลงของไขมันนมในช่วงแรกเนื่องมาจากการลดลงของจุลินทรีย์ที่ผลิตอะซิเตท ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์ไขมันนม จึงส่งผลให้ปริมาณไขมันในน้ำนมลดลง

2.9 การใช้สารเสริมโมเนนซินในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมแร่ธาตุในโคนม

สารโมเนนซินนั้นมีผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโซเดียม จากตารางที่ 2.8 สารโมเนนซินเมื่อแตกตัวจะให้ประจุของโซเดียมไอออนจะ

เห็นได้ว่าเมื่อใช้สารโมเนนซินทำให้มีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมแร่ธาตุเพิ่มขึ้น แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโซเดียม (Spears et al., 1989 ; Starnes et al., 1984)

ตารางที่ 2.8 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมของแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโซเดียมในโคนม

%Absorption	Control	Monensin	References
Magnesium	25.2[b]	34.3[a]	Starnes et al., (1984)
	24.6[b]	27.2[a]	Godo et al., (1986)
	18.4[b]	32.5[a]	Greene et al., (1988)
	25.3[b]	30.9[a]	Spears et al., (1989)
	30.1[b]	33.4[a]	Stable et al., (1989)
Phosphorus	47.8[b]	58.6[a]	Starnes et al., (1984)
	58.4	-	Stabel et al., (1989)
	35.6[b]	40.2[a]	Spears et al., (1989)
Potassium	84.1	83.7	Starnes et al., (1984)
	58.4	-	Spears et al., (1989)
Calcium	32.3[b]	40.3[a]	Spears et al., (1984)
	43.7	-	Spears et al., (1989)
Sodium	64.2[b]	77.2[a]	Starnes et al., (1984)
	6.4[b]	11.2[a]	Spears et al., (1989)

หมายเหตุ : a,b แตกต่างกันทางสถิติที่ ($P<0.05$)

- ไม่พบรายงาน

2.10 การใช้สารโมเนนซินลดความผิดปกติที่มีสาเหตุมาจากอาหาร

(Effect of monensin on nutritional problems related to gastrointestinal tract)

2.10.1 ท้องอืด (bloat) เมื่อปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มในทุ่งมักเกิดปัญหาท้องอืดทำให้สัตว์ป่วยและตายได้ โดยอัตราเสี่ยงนี้จะมีมากในฤดูใบไม้ผลิ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมด้วย ประมาณว่าในออสเตร

เลีย สหรัฐอเมริกา และนิวซีแลนด์ มีการสูญเสียเนื่องจาก bloat เฉลี่ยถึง 180, 310 และกว่า 25 ล้านเหรียญ/ปี ตามลำดับ (บุญล้อม, 2541) ในไทยก็มีการสูญเสียมากเช่นกัน การเกิดท้องอืดในโคนมที่ปล่อยแปลง จะเกิดขึ้นเมื่อปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มในแปลงหญ้า เมื่อสัตว์เล็มพืชตระกูลถั่วที่มีโปรตีนสูงในกระเพาะหมักจะเกิดฟองที่คงตัว (Bartley et al., 1983) ฟองนี้จะไปอุดหูรูด ซึ่งปกติจะเปิดให้แก๊สที่เกิดจากการหมักในกระเพาะหมัก ซึ่งอาจสูงถึง 2 ลิตร/ชั่วโมง (บุญล้อม, 2541) ระบายออกไป กระเพาะจะขยายพองจะไปกดหัวใจและปอด ทำให้สัตว์หายใจไม่ออกและอาจเกิดเส้นเลือดแตกได้ ซึ่งทำให้เกิดเลือดออกที่ตาและบั้นท้าย กระบวนการนี้จะเกิดรวดเร็วมาก และสัตว์ตายภายใน 30 นาที ซึ่งก็มีผลกระทบทางเศรษฐกิจอย่างมาก เพราะสัตว์จะกินอาหารได้น้อยลง และให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นเกษตรกรจึงหลีกเลี่ยงการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มในแปลงหญ้าผสมถั่ว เช่น clover และ lucerne ซึ่งจัดเป็นแหล่งอาหารที่ดีแต่หันมาใช้พืชดังกล่าวในรูปต้นถั่วอัดแห้ง หรือต้นถั่วอัดเม็ดแทน หรืออาจจะให้สัตว์กินแคปซูลที่มีขายเป็นการค้า แคปซูลจะค่อยๆ ปล่อยสารโมเนนซิน (บุญล้อม, 2541) ซึ่งจะเปลี่ยนประเภทของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักให้เป็นพวกที่ผลิตแก๊สน้อย โมเนนซินและลาซาโลซิดมีผลต่อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (lactic acid-producing bacteria) (Chen and Wolin, 1979 ; Miur and Barreto, 1979 ; Dennis et al., 1981) โมเนนซินมีผลต่อต้านโรคท้องอืดที่เกิดจากเมล็ดธัญพืชได้ดีกว่าลาซาโลซิด Sakauchi and Hoshino (1981) อ้างถึงใน Bartley et al. (1983) รายงานว่าโมเนนซินประมาณ 0.78 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ลดสาเหตุการเกิดโรคท้องอืดที่เกิดจากเมล็ดธัญพืชได้

2.10.2 คีโทซีส (ketosis) เป็นความผิดปกติเนื่องจากมีสารประกอบคีโตน ได้แก่ เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท อะซิโตอะซิเตท และอะซิโตน ในเลือดและในปัสสาวะมากเกินไป โอกาสในการเกิดจะอยู่ในช่วง 3-10 วันหลังคลอด ในบางกรณีอาจจะนาน 3 สัปดาห์ ถึง 3 เดือน หลังคลอดก็ได้ การเกิดจะพบประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ของฝูงในสหรัฐอเมริกา และ 1-2 เปอร์เซ็นต์ใน สหราชอาณาจักร (ฉลอง, 2541) การเกิดอาจจะเนื่องจากความต้องการใช้พลังงานในช่วงที่ต้องการในปริมาณสูง โดยการสลายไขมันที่สะสมไว้เป็นแหล่งพลังงาน

การสลายไขมันเพื่อให้ได้พลังงานเกิดขึ้น โดยการดึงคาร์บอนของกรดไขมันจะมีวิถีทางผ่านบิวทิริว-โคเอ และอะซิทิว-โคเอ และถูกทำให้รวมกับออกซาโลอะซิเตท เพื่อเข้าสู่วัฏจักรกรดซิตริก ซึ่งออกซาโลอะซิเตทจะได้จากคาร์โบไฮเดรตที่เป็นสารตั้งต้น คือโพรพิโอเนท และไกลโคจีนิกอะมิโนแอซิด ในกรณีที่ขาดสารเหล่านี้ อาจจะเนื่องจากอยู่ในสภาพอดอาหารหรือได้รับอาหารไม่เพียงพอ จะทำให้เกิดการสะสมของสารคีโตนในเลือด และเกิดการสูญเสียสารคีโตนออกไปกับปัสสาวะมาก ทำให้เกิดการขาดพลังงานและแสดงอาการคีโทซีส

การเกิดคีโทซีสสันนิษฐานว่าเกิดเนื่องจากมีระดับกลูโคสในเลือดต่ำ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเกิดจากการขาดคาร์โบไฮเดรตที่จะนำไปสู่การสร้างออกซาโลอะซิเตท และทำให้เกิดการใช้สารคีโตนในวัฏจักรกรดซิตริก โดยผ่านอะซิทิว-โคเอ ในสัตว์ที่เป็นคีโทซีสจะมีความสามารถในการกำจัดสารคีโตนในอัตราที่ต่ำ ซึ่งต่ำกว่าสัตว์ที่อดอาหารตามปกติ ทำให้เกิดการสะสมของสารคีโตนขึ้น ปกติอะซิโต-อะซิเตทจะถูกสร้างขึ้นที่ต่อมน้ำนม ในโคนมที่เป็นคีโทซีสจะทำให้สัดส่วนของอะซิโต-อะซิเตทต่อเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทเพิ่มขึ้น ซึ่งเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทจะเป็นผลจากการสลายไขมัน แต่เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทจะใช้เป็นค่าในการบ่งบอกการเกิดคีโทซีสไม่ได้

ในอีกกรณีหนึ่ง คีโทซีสอาจจะเกิดจากการสลายไขมันสะสมทำให้เกิดกรดไขมันอิสระจำนวนมากในเลือด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสารคีโตนในเลือด การสลายไขมันสะสมส่วนหนึ่งเกิดจากความเครียด ในสัตว์ที่เป็นคีโทซีสซึ่งอาจจะเกิดเนื่องจากความสามารถในการปรับตัวต่อสิ่งเร้าต่ำ นำไปสู่การสะสมสารคีโตนในเลือดได้

การรักษามีอยู่หลายวิธีที่รายงานว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เช่น มีการจัดการที่ดี (Schultz, 1968) การฉีดกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือด หรือการฉีดฮอร์โมนอะดรีโนคอติโคโทรปิกหรือกลูคากอน หรือการให้โพพีลีนไกลคอน หรือการให้โซเดียมโพรพิโอเนททางปาก (Schultz, 1958) นอกจากนี้การใช้สารเสริมโมเนนซินยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการควบคุมการเกิดคีโทซีส Sauer et al. (1989) รายงานว่าเมื่อให้สารโมเนนซิน 30 กรัม/ตันของอาหาร จะลดสาเหตุของ subclinical ketosis จาก 6/12 ไปเป็น 1/12 ส่วน โคที่ได้รับสารโมเนนซินจะมีผลไปเพิ่มความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด (Grings and Males, 1987) และลดความเข้มข้นของสารคีโตนในกระแสเลือด (Sauer et al., 1989 ; Stephenson et al., 1997) สารโมเนนซินจะมีผลในการกระตุ้นการผลิตกรดไขมันระเหยได้ ได้แก่ โพรพิโอนิกแอซิด ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์กลูโคส เนื่องจากกลูโคสจะมีอิทธิพลต่อสารคีโตนทำให้ระดับการสังเคราะห์สารคีโตนลดลง การสังเคราะห์กลูโคสเพิ่มขึ้นทำให้ระดับพลังงานเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายสัตว์ ซึ่งพลังงานเหล่านี้สัตว์จะดึงเอาไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำตาลแล็คโตสในน้ำนม และส่วนหนึ่งนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของร่างกาย

2.10.3 อะซิโดซิส (acidosis) การเป็นพิษ เนื่องจากกรดจะพบมากในโคขุน โคนมที่ให้อาหารที่มีสัดส่วนของอาหารข้นสูง โคที่อดอาหาร และโคที่ไม่เคยได้รับอาหารข้นมาก่อน ซึ่งผลที่เกิดขึ้นทำให้สัตว์อาจถึงตายได้

สาเหตุเกิดจากการให้อาหารข้นหรืออาหารที่มีคาร์โไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ เช่น แป้ง น้ำตาล ในสัดส่วนที่สูงและครั้งละมากๆ ทำให้กระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรตเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดย

แบคทีเรียกลุ่ม *Streptococcus bovis* และ *Lactobacilli sp.* ที่เอนไซม์ทำงานได้ดีในสภาวะที่มีความเป็นกรดสูง ทำให้มีปริมาณของกรดแลคติกมาก ความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักลดต่ำลง (pH < 5) (ฉลอง, 2541) ประกอบกับการหลั่งน้ำลายจากการกินอาหารลดลง ทำให้ไม่มีน้ำลายหลั่งเข้ามาในกระเพาะหมัก เพื่อปรับความเป็นความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมัก ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

อาการที่เกิดขึ้นเนื่องจากความเป็นความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักลดลงต่ำกว่า 5 จะทำให้สัตว์มีอาการเบื่ออาหาร ท้องร่วง มูลมีมูกเลือด สูญเสียน้ำ มีอาการทางประสาท และในที่สุดจะตาย (ฉลอง, 2541)

ผลจากการใช้สารเสริมโมเนนซินทำให้ลดการเกิดอะซิโดซีส (Nagarajara et al., 1985 ; Nagarajara et al., 1982) โมเนนซินที่ใช้กับแม่โคทำให้ระบบนิเวศน์วิทยามีความสมดุลมากขึ้น มีอัตราการหมักดีขึ้น และทำให้แบคทีเรียแกรมลบที่ย่อยเซลลูโลสได้เพิ่มจำนวนขึ้น ทำให้แบคทีเรียแกรมบวกลดจำนวนลง เป็นการรักษาสภาพนิเวศน์วิทยาของกระเพาะหมักให้เป็นปกติมากที่สุด

2.11 การย่อยได้ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (ruminal digestion)

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีความสามารถพิเศษในการใช้อาหารหยาบ กระเพาะทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ผ้าขี้ริ้ว รังผึ้ง สามสิบกลีบ และกระเพาะจริง (Church, 1983 ; บุญล้อม, 2541 ; เมธา, 2533) สามส่วนแรกเกิดขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของหลอดอาหาร ส่วนของเรติคิวลัมและกระเพาะหมัก เชื่อมต่อกันด้วยผนังกั้น (rumino-reticular fold) ส่วนอาหารในรูปของแข็งและของเหลวจากทั้งสองส่วน จะเคลื่อนเข้าหากันอย่างอิสระในบริเวณส่วนเหล่านี้โดยเฉพาะกระเพาะหมัก จะมีประชากรจุลินทรีย์อยู่จำนวนมาก จุลินทรีย์จะทำหน้าที่หมักย่อยอาหารที่สัตว์กินเข้าไป การใช้ประโยชน์จากอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องแต่ละชนิด จะมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความจุของระบบทางเดินอาหาร จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมัก อัตราการไหลผ่านของอาหาร และความสามารถในการดูดซึมโภชนะ (Devendra, 1989 ; Wanapat, 1989)

2.11.1 จุลินทรีย์วิทยาภายในกระเพาะหมัก (rumen microbiology)

ประชากรจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมักจะถูกควบคุมโดยความสมดุลของนิเวศน์วิทยาภายในกระเพาะหมักเอง สภาวะภายในกระเพาะหมัก มีลักษณะเฉพาะอย่าง แตกต่างไปจากระบบการหมักในสภาพไร้ออกซิเจนอื่นๆ ส่วนที่สำคัญของสภาวะในกระเพาะหมัก คือ สามารถรักษาระดับของอุณหภูมิได้ การหมักย่อยอาหารเป็นการผลิตกรดไขมันระเหยได้ คาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน แอมโมเนีย และกรดแลคติก (บุญล้อม, 2541 ; Orskov and Ryle, 1990) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง

อยู่ในช่วง 6-7 และมีอุณหภูมิที่ 39 องศาเซลเซียส ซึ่งค่อนข้างคงที่ (เมธา, 2533 ; Van Soest, 1982) จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักส่วนใหญ่เป็นพวกที่อยู่ได้ในสภาพที่มีออกซิเจนอยู่บ้าง เพราะอาจถูกนำมาใช้ในขบวนการหมักโดยใช้เป็นตัวให้อิเลคตรอน แต่การมีระดับของออกซิเจนมากเกินไป อาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์พวกนี้ได้ ระดับของออกซิเจนที่มี จะทำให้ความสมดุลเปลี่ยนแปลงไป (เมธา, 2533) จุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ที่ใช้ในขบวนการหมัก มีกลุ่มใหญ่ๆ คือ แบคทีเรีย พวกที่อยู่ในของเหลวในกระเพาะหมัก 10^9-10^{10} เซลล์ต่อมิลลิลิตร โปรโตซัว พบในช่วง 10^5-10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เชื้อราพบในช่วง 10^3-10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Bryant, 1959; William, 1986) โดยที่แต่ละชนิดมีจำนวนแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร สภาพนิเวศน์วิทยาภายในกระเพาะหมัก และความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มจุลินทรีย์ (Ørskov and Ryle, 1990) จากการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าประชากรจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ จะเกาะยึดอยู่กับอนุภาคอาหารในของเหลวภายในกระเพาะหมัก (McAllister et al., 1994) แบคทีเรียและโปรโตซัวจะเข้ายึดเกะอนุภาคอาหารภายใน 5 นาที หลังจากสัตว์กินอาหาร (Bonhomme, 1990) และ Czerkawski and Cheng (1988) ได้จำแนกจุลินทรีย์ตามตำแหน่งที่อยู่ได้เป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่พวกที่อยู่ในของเหลวภายในกระเพาะหมัก พวกที่เกาะอยู่อย่างหลวมๆ บนผนังของกระเพาะหมัก และพวกที่เกาะติดแน่นในอนุภาคอาหาร

2.11.1.1 จุลินทรีย์พวกที่อยู่ในของเหลวในกระเพาะหมัก พวกนี้จะมีอัตราการแบ่งตัวสูงเพราะในกระเพาะหมักนั้นจะมีการไหลออกของของเหลวอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นอัตราการแบ่งตัว ของจุลินทรีย์เหล่านี้จะสูงกว่า rumen fluid dilution rate

2.11.1.2 จุลินทรีย์ที่เกาะบนผนังของกระเพาะหมัก เป็นพวก facultative bacteria แบคทีเรียกลุ่มนี้ทำหน้าที่สำคัญ คือ สามารถใช้โปรตีนจากเซลล์ผนังกระเพาะหมักที่ตายแล้ว และสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยโปรตีน ในกระเพาะหมักได้มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และสามารถผลิตเอนไซม์ยูรีเอส ซึ่งจะไฮโดรไลด์ยูเรียให้ได้แอมโมเนีย อาจมีส่วนช่วยขนถ่ายยูเรียผ่านผนังเซลล์กระเพาะหมักให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (เมธา, 2533)

2.11.1.3 จุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับอนุภาคอาหาร มีมากที่สุด โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ย่อยสลายพวกอาหารหยาบ การเข้าเกาะติดของจุลินทรีย์บนผิวของอนุภาคอาหารนั้น เป็นลักษณะพิเศษ

2.11.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมภายในกระเพาะหมัก

2.11.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6-7 (เมธา, 2533 ; Van Soest, 1982) ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.11.2.2 สภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic) จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักส่วนใหญ่เป็นพวกไม่ใช้ออกซิเจน เพราะถ้าถูกออกซิเจนจะทำให้จุลินทรีย์ตาย ออกซิเจนที่เข้ามาในกระเพาะหมักจะถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็ว และภายใต้สภาวะเช่นนี้ไอออนของไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจากการหมักจะถูกจับโดยคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดแก๊สมีเทน ขึ้น จึงเป็นการรักษาสภาพไร้ออกซิเจนเอาไว้ได้

2.11.2.3 อุณหภูมิ ที่เหมาะสม ประมาณ 39 องศาเซลเซียส (เมธา, 2533 ; Van Soest, 1982) หรืออยู่ในช่วง 38-42 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของตัวสัตว์

2.11.3 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์

2.11.3.1 อัตราการย่อยสลายของอาหารหยาบ (rate of fiber degradation)

ความสำคัญของอัตราการย่อยสลายต่อสัตว์ เป็นปัจจัยที่กำหนดความเร็วขององค์ประกอบที่ถูกย่อยได้ จะถูกปลดปล่อยออกจากอาหารได้เร็วเพียงใด มีผลต่อการว่างของระบบทางเดินอาหาร และอัตราการไหลกลับในตัวสัตว์ โดยทั่วไปสัตว์จะมีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบคุณภาพต่ำ คือ ประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อาหารหยาบปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น ที่ถูกจุลินทรีย์เข้าย่อยสลายในทันที และมีช่วงพักสั้นๆ ที่ไม่มีการสลาย หรือมีต่ำมากในช่วงแรกนี้ อาหารที่มีเยื่อใยสูงช่วงพักนี้จะค่อนข้างนาน เช่น 8-10 ชั่วโมงในฟางข้าว (Chesson and Orskov, 1984) การสลายตัวของอนุภาค ในช่วงนี้อาจเกิดจากสาเหตุอื่น ซึ่งส่วนใหญ่แล้วอนุภาคอาหารที่มีขนาดใหญ่ จะถูกย่อยให้เป็นชิ้นเล็กๆ ในระหว่างการบดเคี้ยว มากกว่าที่จะเกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์โดยตรง หรือจากการบีบตัวของกระเพาะหมัก (Kennedy, 1985)

2.11.3.2 ความจำกัดของปริมาณไนโตรเจน

อาหารหยาบได้จากพืชที่มีปริมาณเยื่อใยสูง มีความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์สารอยู่ในช่วง 25-75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในส่วนประกอบของเยื่อใยที่อยู่ในผนังเซลล์พืชนั้นสัตว์สามารถย่อยได้น้อย เป็นผลมาจากมีส่วนประกอบโพลีเมอร์ของคาร์โบไฮเดรตที่เฉพาะ และมีการรวมตัวกันกับลิกนิน ดังนั้นความเป็นไปได้สำหรับการปรับปรุงในการใช้อาหารหยาบจึงมีข้อจำกัด นอกจากนี้อาหารหยาบยังมีปริมาณเนื้อเซลล์และโปรตีนต่ำ การขาดไนโตรเจนเป็นข้อจำกัดในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และขบวนการหมัก ดังนั้นความเป็นไปได้สำหรับการปรับปรุงอัตราการย่อยได้ของผนังเซลล์ การเสริมด้วยไนโตรเจนที่ถูกย่อยในกระเพาะหมัก จึงเป็นแนวทางที่เพิ่มอัตราการย่อยสลายได้ ถ้าระดับของไนโตรเจนในอาหารลดลงต่ำกว่า 1.0-1.2 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อความสามารถในการย่อยได้ (Waldo, 1968 ; Conrad et al., 1964) และจะมีผลต่อการใช้ไนโตรเจนต่ำกว่า 20 กรัม/กิโลกรัมของอินทรีย์วัตถุ

ที่ย่อยได้นั้น พบว่าการเสริมด้วยไนโตรเจนที่ถูกหมักได้ในกระเพาะหมักจะทำให้ระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

2.11.3.3 ผลของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้

อัตราการย่อยสลายของเซลลูโลสจะลดลง ถ้ามีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายหรือไขมันอยู่ในกระเพาะหมักปริมาณมาก ฟางที่มีการสกัดเอาสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ออกไปจะมีการย่อยได้ดีขึ้น เมื่อให้สัตว์ได้รับธัญพืช หรือมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่ายในระดับที่สูงมากจะไม่ช่วยปรับปรุงการย่อยได้อย่างเป็นสัดส่วนเดียวกัน เนื่องมาจากอิทธิพลสมาพันธ์ในทางลบ Miller and Muntifering (1985) พบว่า การเสริมอาหารข้นในระดับสูง ทำให้ศักยภาพการย่อยได้เยื่อใยที่ปรากฏลดลง แต่มีผลเล็กน้อยต่ออัตราการไหลผ่าน และระยะพักตัว Mould et al. (1983) รายงานว่าเมื่อใช้อาหารข้นในระดับสูงปริมาณจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสลดลงจาก 10^6 เป็น 10^4 เซลล์/มิลลิลิตร (ในสภาพความเป็นกรดเป็นด่างคงที่ ที่ 6.7) ซึ่งสนับสนุนว่ากลไกแรกที่มีผลลดการย่อยได้ของเยื่อใย คือแป้งในอาหารอันจะไปมีผลลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลส

2.11.3.4 ผลของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

Dixon, (1986) ได้อธิบายถึงความสำคัญของความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักต่อการย่อยได้ ของสารประกอบเยื่อใยในผนังเซลล์พืช ทั้งที่ทดสอบแบบ in vivo และ in vitro คือเมื่อความเป็นกรดเป็นด่างลดลง ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักลดลงไปด้วย จึงมีการหมักเกิดขึ้นน้อย โดยเฉพาะเมื่อความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 6 จะมีการหมักเยื่อใยเกิดขึ้นน้อยมาก ระดับความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักเกี่ยวกับชนิดของอาหารที่กินเข้าไป กล่าวคือ ถ้าสัตว์กินอาหารที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตย่อยได้ง่ายสูง จะทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลง เนื่องจากอัตราการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้สูงกว่าอัตราการดูดซึมออกจากกระเพาะหมัก ดังนั้นระดับความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับกรดไขมันระเหยได้มาก เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ ลงในอาหารที่มีกลูโคส หรือเซลลูไบโอสจำกัด และเติมไฮโดรคลอริกปรับความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในสภาพเป็นกลาง พบว่า แบคทีเรียมีความไวในการตอบสนองต่อการลดลงของความเป็นกรดเป็นด่าง (Russell and Dombrowski, 1980) กลุ่มแบคทีเรียที่ใช้เซลลูโลส ไม่สามารถเจริญได้ เมื่อความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่า 6 ซึ่งความไวในการตอบสนองนี้สอดคล้องกับผลของความเป็นกรดเป็นด่างต่อการย่อยได้ของเซลลูโลส นอกจากอัตราการดูดซึมกรดไขมันระเหยได้ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักแล้ว ยังประกอบด้วยการหมุนเวียนกลับของสารประกอบพวกที่มีประจุลบ ปริมาณน้ำตาลที่ขับออกมา ซึ่งจะมีผลโดยตรงกับชนิด

ของอาหารสัตว์ที่กินเข้าไป และความสามารถในการควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง เนื่องจากลักษณะของอาหารเอง (Dixon, 1986 ; เมธา, 2533)

2.12 การควบคุมการกินได้ของอาหาร

ปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตในสัตว์แตกต่างกัน ประกอบด้วยปริมาณการกินได้และคุณค่าทางโภชนะของอาหารที่สัตว์กิน ถ้าสัตว์กินอาหารได้น้อยหรืออาหารที่สัตว์กินมีคุณค่าทางโภชนะต่ำ สัตว์ก็จะให้ผลผลิตต่ำ ในทางตรงข้ามถ้าสัตว์กินอาหารได้มาก และอาหารที่สัตว์กินมีคุณค่าทางโภชนะสูง สัตว์ก็จะให้ผลผลิตสูง จึงเป็นประโยชน์ในการที่จะปรับการจัดการด้านอาหารของสัตว์ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์การผลิตสัตว์ให้มีผลผลิตสูงสุด การกินได้อย่างอิสระ ของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่เลี้ยงดูในคอกกัก จะถูกควบคุมโดยปัจจัยหลักๆ 2 ประการ (วิศิษฐิพร, 2538)

2.12.1 ปัจจัยทางเมทาโบลิซึม คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการโภชนะของสัตว์ และความสามารถของสัตว์ในการใช้ประโยชน์จากโภชนะที่ถูกดูดซึม

การควบคุมการกินได้จะพิจารณาได้จากการที่สัตว์พยายามที่จะปรับความสมดุลย์ของพลังงานภายในร่างกาย ให้สอดคล้องต่อสภาพแวดล้อม รวมทั้งพยายามปรับให้เข้ากับสภาพทางสรีรวิทยาของตัวสัตว์ขณะนั้น เช่น อายุ ขนาด น้ำหนัก การตั้งท้อง การให้ผลผลิตของสัตว์ และพยายามปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ สรีรวิทยาการควบคุมการกินอาหารเริ่มจาก ผลผลิตสุดท้ายของการย่อย และเมทาโบลิซึมจะเป็นตัวกระตุ้นระบบประสาทรับความรู้สึกที่อยู่ภายใน gastrointestinal tract, hepatic portal system, adipose tissue และ/หรือ cerebrospinal fluid เมื่อส่วนต่างๆ เหล่านี้รับรู้สภาพทางโภชนะ ก็จะส่งสัญญาณกลับไปยังระบบประสาทรับรู้ที่สมอง สมองจะสั่งการควบคุมการกิน คือ ให้สัตว์กินอาหารหรือหยุดกินอาหาร

ผลผลิตสุดท้ายจากการย่อยพลังงานในอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันระเหยได้ ซึ่งกรดไขมันระเหยได้เหล่านี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการควบคุมการกินอาหารกรดไขมันระเหยได้ที่มีบทบาทสำคัญได้แก่ โพรพิโอเนท และอะซิเตท ซึ่งถ้าอาหารถูกย่อยได้กรดไขมันระเหยได้ทั้งสองนี้มาก จะทำให้สัตว์หยุดกินอาหาร เพราะมีหน่วยรับความรู้สึกที่ผนังกระเพาะในการส่งกระแสประสาทไปยังสมองส่วนไฮโปธาลามัสทำให้เกิดการส่งสัญญาณความอิ่มในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วนกรดไขมันระเหยได้อีกชนิดหนึ่ง คือบิวทีเรทมีบทบาทน้อย สำหรับแลคเตทเข้าใจว่าอาจทำให้เกิดการลดความเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหาร ไม่ใช่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการหยุดกินอาหารเพราะความอิ่ม

สภาพความเป็นกรดเป็นด่างภายในกระเพาะเรติคูโลรูเมน ก็มีส่วนส่งสัญญาณการควบคุมการกินอาหารเช่นเดียวกันกับกรดไขมันระเหยได้กล่าวคือความเป็นกรดเป็นด่างในเรติคูโลรูเมนลดลง จะมีส่วนทำให้สัตว์หยุดกินอาหาร แต่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักจะเป็นตัวกำหนดการกินอาหารเฉพาะในระยะสั้นๆ เท่านั้น เพราะระดับความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

2.12.2 ปัจจัยทางกายภาพ คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของสัตว์ที่จะกินอาหาร ความจุกระเพาะ และความสามารถในการย่อยอาหารในระบบทางเดินอาหาร สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารหยาบเป็นอาหาร จะถูกจำกัดโดยความจุกระเพาะ สังเกตได้จากสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารที่มีเยื่อใยสูง จะหยุดกินอาหารก่อนที่จะได้รับพลังงานเพียงพอตามความต้องการ ปัจจัยทางกายภาพนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการขยายตัวของเรติคูโลรูเมน และการไหลผ่านของอนุภาคอาหารที่ผ่านการย่อยออกจากเรติคูโลรูเมน

การขยายตัวของเรติคูโลรูเมนเมื่อสัตว์กินอาหารหยาบเข้าไประดับหนึ่งจนกระเพาะไม่สามารถที่จะขยายตัวรับอาหารเข้าไปได้อีก สัตว์จะหยุดกินอาหาร ซึ่งการขยายตัวของกระเพาะจะถูกกำหนดโดย ความจุของช่องท้องอีกทีหนึ่ง นอกจากนี้ถ้าแม่โคตั้งท้อง การเจริญเติบโตของตัวอ่อนจะกินเนื้อที่ภายในช่องท้อง ทำให้ความจุของช่องท้องลดลง เป็นสาเหตุให้จำกัดการกินอาหาร เพราะกระเพาะขยายตัวได้น้อยกว่าปกติ การสะสมไขมันภายในช่องท้องก็เช่นเดียวกันจะลดความจุช่องท้อง

อัตราการไหลผ่านของอาหารจากเรติคูโลรูเมน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร อัตราการย่อยสลายทางกายภาพและทางเคมี ความสามารถในการบีบรัดกล้ามเนื้อของกระเพาะ และขนาดของเรติคูโล-โอมาซัมโอริฟิท (reticulo-omasal orifice) ถ้ามีขนาดใหญ่อนุภาคอาหารก็จะไหลผ่านได้สะดวก ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวของอนุภาคอาหาร จากเรติคูโลรูเมนประกอบด้วย ขนาดอนุภาคอาหาร (ถ้ามีขนาดเล็กจะไหลผ่านเร็ว) อัตราการลดขนาดของอนุภาคอาหาร (ถ้าลดได้ช้าก็ไหลผ่านช้า) ส่วนประกอบของผนังเซลล์ในอาหาร (ถ้ามีมากจะไหลผ่านช้า) ความเป็นกรดเป็นด่าง (ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำจะไหลผ่านช้าเนื่องจากการย่อยได้ต่ำ) และความแรงและความถี่ของการบีบตัวของกระเพาะหมัก และกระเพาะจริง (ถ้าแรงและถี่จะไหลผ่านได้เร็ว)

ปัจจัยทางพฤติกรรมการกินอาหารของโคที่ปล่อยแปลง ถ้าปริมาณหญ้าที่มีให้โคกินอย่างมากมาย คุณค่าทางอาหารของหญ้าจะเป็นตัวกำหนดการกินได้ โดยมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการแทะเล็มกล่าวคือสัตว์จะเลือกกินหญ้าที่มีคุณค่าทางอาหารสูง แต่ถ้าคุณค่าทางอาหารของหญ้าต่ำ การกินได้จะ

ถูกควบคุมโดย distention mechanism ในขณะที่ปริมาณหญ้าที่ให้โคกินมีมาก และคุณค่าทางอาหารของหญ้าขณะนั้นสูงมากกลไกทางเมทาโบลิซึมจะเป็นตัวกำหนดการควบคุมการกินอาหาร ถ้าปริมาณหญ้ามีให้โคกินน้อยคุณค่าทางอาหารของหญ้าแทบไม่มีผลต่อการกินได้ แต่การกินได้จะถูกกำหนดโดยพฤติกรรมการแทะเล็ม

ปัจจัยที่เกิดจากตัวสัตว์ (animal factors)

- อายุของสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับการกินได้ คือ การกินได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อสัตว์เจริญเติบโตจากอายุน้อยไปหามาก

- พันธุกรรมของสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับการกินได้ ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักตัวของสัตว์ในแต่ละพันธุ์ เช่น พันธุ์ที่มีขนาดใหญ่จะกินอาหารได้มากกว่าพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก

- การตั้งท้อง ระหว่างการตั้งท้อง ขนาดของตัวอ่อนจะเจริญขึ้นเรื่อยๆ และมีความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น สัตว์จะกินอาหารเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีอัตราการเกิดเมทาโบลิซึมสูง สัตว์มีความต้องการอาหารเพิ่ม เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของตัวอ่อน และอาจเกิดจากการเพิ่มปริมาณโปรเจสเตอร์โรนในกระแสเลือด ทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น

- การให้นมในโคนม ในโคนมช่วงที่กำลังรีดนม โคจะกินอาหารมากกว่าโคที่ไม่ได้รีดนมหรือโคหยุดรีดนม ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว โครีดนมจะกินอาหารมากกว่าโคหยุดรีดนมประมาณร้อยละ 42

2.13 น้ำนมโค (cow milk)

2.13.1 องค์ประกอบของน้ำนมโค

น้ำนม เป็นสารละลายที่มีไขมันลอยตัว และประกอบไปด้วยน้ำตาล เกลือแร่ และเต็มไปด้วยโปรตีนที่แขวนลอยอยู่ น้ำนมโคนั้น จะมีองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมในแม่โคแต่ละพันธุ์ หรือแต่ละตัวไม่เท่ากัน

2.13.1.1 น้ำ (water) เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของน้ำนม ทำหน้าที่เป็นตัวนำสารอาหารที่สำคัญ และเป็นสื่อกลางให้สารอาหารหลายชนิดละลายอยู่ได้ในสภาพแขวนลอย มีน้ำอีกจำนวนเล็กน้อย จะอยู่ในรูปสารประกอบของเกลือ น้ำตาลแล็คโตส และส่วนประกอบของโปรตีน

2.13.1.2 ไขมันนม (milk fat) ไขมันนมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของน้ำนม ในด้านเศรษฐกิจ ไขมันนมเป็นตัวกำหนดราคาซื้อขาย และในด้านโภชนาการไขมันนมเป็นแหล่งสำคัญของพลังงาน ไขมันนม 1 กรัม จะให้พลังงานสูงถึง 9 กิโลแคลอรี่ และมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ สารร่วม หรือสารประกอบคล้ายคลึงไขมัน เช่น สารพวกแคโรทีน และไวตามินต่างๆ คือ

เอ ดี อี และ เค นอกจากนี้ไขมันนมประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งจำเป็นต่อร่างกายในปริมาณสูง เปอร์เซ็นต์ไขมันนมมีโอกาสลดหรือเพิ่มขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของอาหาร เช่น การให้อาหารหยาบน้อย หรือให้อาหารข้นมากเกินไป ซึ่งมีผลให้เปอร์เซ็นต์ไขมันนมลดลงได้ เนื่องจากอาหารเหล่านี้เมื่อถูกย่อยสลายในกระเพาะหมักแล้ว ทำให้กรดอะซิติกลดน้อยลงและกรดโพรพิโอนิกเพิ่มขึ้น อาหารนมโดยทั่วไปเมื่อย่อยในกระเพาะหมัก ควรมีสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ดังนี้ กรดอะซิติก 65 เปอร์เซ็นต์ กรดโพรพิโอนิก 20 เปอร์เซ็นต์ และกรดบิวทีริก 12 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันอื่นๆ อีก 3 เปอร์เซ็นต์ (จิรสิทธิ์, 2531) และเป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าการที่กรดอะซิติกลดลง 10 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่า จะทำให้มีการเพิ่มของกรดโพรพิโอนิกในปริมาณที่เท่ากัน ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันนมลดลง นอกจากนี้ไขมันนมทำให้น้ำนมมีรสชาดดีขึ้น และในการทำผลิตภัณฑ์ เช่น เนย เนยแข็ง ไอศกรีม จำเป็นต้องใช้ไขมันนมเพราะ ไขมันนมก่อให้เกิดความนุ่ม ละมุนละไม แต่ขณะเดียวกันไขมันนมเป็นตัวการทำให้หืน

2.13.1.3 โปรตีนในน้ำนม ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด ซึ่งเกือบจะเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย และยังมีสิ่งที่นอกเหนือไปจากกรดอะมิโน อันได้แก่ ไลโปโปรตีน ไกลโคโปรตีน ฟอสโฟโปรตีน นิวคลีโอโปรตีน และเมตัลโลโปรตีน โปรตีนทุกชนิดถูกสังเคราะห์ขึ้นจากกรดอะมิโนในน้ำเลือด การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่เซลล์กลั่นสร้างน้ำนม โปรตีนเคซีนในน้ำนมอยู่ในรูปเป็นเม็ดเล็กๆ กระจายอยู่สม่ำเสมอในน้ำนม โดยมีเค-เคซีน เป็นตัวรักษาเคซีนให้คงอยู่ในรูปเม็ดไม่จับกันเป็นก้อน (ชวนิศนดากร, 2534) โปรตีนอีกชนิดที่จะกล่าวถึงคือโปรตีนเวย์ เป็นโปรตีนที่ทนกรดแต่ไม่ทนความร้อน โปรตีนเวย์ประกอบด้วย เบต้า-แลกโตโกบูลิน 50 เปอร์เซ็นต์ กับ เบต้า-แลกทัลบูมิน 12 เปอร์เซ็นต์ (Harper and Hall, 1976) นอกจากนี้ยังมีโปรตีนอื่นๆ ได้แก่พวกเอนไซม์ คือ แคตตาเลส เปอรอกซิเดส แซนทินอ๊อกซิเดส เป็นต้น

2.13.1.4 น้ำตาลในน้ำนม (lactose) เป็นน้ำตาลที่พบมากในนม และพบได้ในน้ำนมเท่านั้น เพราะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายในเต้านมเท่านั้น แล็คโตสเป็นรีดิวซิ่งไดแซคคาไรด์ เมื่อสกัดออกมาทำให้แห้งแล้วจะได้เป็นเกร็ดผลึก และเมื่อถูกไฮโดรไลส์ จะได้น้ำตาลกลูโคส และกาแล็คโตส และเมื่อเกิดการสลายตัวโดยแบคทีเรียจะทำให้เกิดกรดแลคติก อันทำให้เปรี้ยว (จิรสิทธิ์, 2531) ในน้ำนมวัวมีน้ำตาลแล็คโตสเฉลี่ย 4.9 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเต้านมอักเสบจะมีผลทำให้เกลือคลอไรด์ในน้ำนมเพิ่มขึ้นและน้ำตาลแล็คโตสลดลง (เกษตร และ พิเชฐ, 2531) แล็คโตสมีรสหวานเพียง 1 ใน 6 ของน้ำอ้อย จึงทำให้น้ำนมไม่หวานจัดนัก และแลกโตสมี 2 ไอโซเมอร์ คือ แอลฟาและเบต้า ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพต่างกัน (จิรสิทธิ์, 2531)

2.13.1.5 แร่ธาตุในน้ำนม พบว่าถ้าระเหยน้ำนมให้แห้งแล้วนำมาเผาไหม้จะได้เถ้าสีขาว 0.7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าในเถ้าจะมี โปตัสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอรีน ฟอสฟอรัส และกำมะถันค่อนข้างมาก และมี เหล็ก คอปเปอร์ สังกะสี อะลูมิเนียม มังกานีส โคบอล และไอโอดีน เป็นส่วนน้อย และยังมี ซิลิคอน โบลอน ลิเทียม สทรอนเทียม อีกเล็กน้อย (จิรสิทธิ์, 2531) แร่ธาตุในน้ำนมมีความทนร้อน ในนมมีธาตุเหล็กต่ำ แต่มีแคลเซียมสูงมาก ในการทำเนย แร่ธาตุจะถูกแยกไปกับหางนมและหางเนย

2.13.1.6 ส่วนประกอบอื่นๆ ในน้ำนม นอกเหนือไปจากไวตามินที่ละลายได้ในไขมันแล้วยังประกอบไปด้วยไวตามินบีรวม และไวตามินซี ซึ่งเป็นพวกที่ละลายในน้ำ นอกจากนี้ยังมีก๊าซ ในน้ำนมมีก๊าซ 7-10 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซในน้ำนมได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งอยู่ในน้ำนมขณะรีด ก๊าซไนโตรเจนและก๊าซออกซิเจนเข้ามาระหว่างรีด และเมื่อทิ้งไว้สักครู่ปริมาณก๊าซจะลดลง (จิรสิทธิ์, 2531)

2.13.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการให้นมและองค์ประกอบของน้ำนม

มีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการให้นมของแม่โค ทั้งในด้านปริมาณการให้นมประจำวันและองค์ประกอบของน้ำนม อิทธิพลกว้างๆ มีอยู่ 2 ประการ คือ ด้านสรีรวิทยาและด้านสิ่งแวดล้อม (จิรสิทธิ์, 2531)

2.13.2.1 ด้านสรีรวิทยา ตกอยู่ภายใต้การควบคุมของพันธุกรรม และปัจจัยที่มิใช่พันธุกรรม อันได้แก่ อายุ จำนวนครั้งการให้นม การตั้งท้อง เป็นต้น ซึ่งตามปกติแล้วผู้เลี้ยงโคนมจะบังคับควบคุมสิ่งเหล่านี้ได้ยาก

ลักษณะทางพันธุกรรม โคพันธุ์ที่แตกต่างกันจะให้ผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนมแตกต่างกัน เช่น โคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนจะให้ผลผลิตน้ำนมสูงกว่าโคพันธุ์เจอซี่ ประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันและโปรตีนนมต่ำกว่า

อายุและขนาดของโคนมผลผลิตน้ำนมโคจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุโคมากขึ้น จนกระทั่งโตเต็มที่ และหลังจากนั้นผลผลิตน้ำนมจะค่อยๆ ลดลง ตามอายุโคที่มากขึ้น

ในขณะที่โคเป็นสัดจะมีผลทำให้ผลผลิตของน้ำนมลดลง เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนและการกินอาหารของสัตว์ลดลง สำหรับโคที่ตั้งท้องจะมีผลทำให้ผลผลิตของน้ำนมลดลง โดยเฉพาะช่วงปลายของการตั้งท้อง

2.13.2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม มีหลายปัจจัย ได้แก่ ฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ การให้อาหาร การจัดการรีดนม เป็นต้น

ความผันแปรของอุณหภูมิและฤดูกาล การผลิตน้ำนมของแม่โคทุกประเทศทั่วโลก ตามสภาพเป็นจริงในธรรมชาติจะพบอยู่เสมอว่า มีความแปรปรวนอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะฤดูกาลก่อให้เกิดได้ทั้งความอุดมสมบูรณ์และความแห้งแล้งของทุ่งหญ้า หญ้าจะอุดมสมบูรณ์ในฤดูฝน ปริมาณหญ้าจะต่ำในฤดูร้อนและแล้ง เมื่อโคได้รับหญ้าเต็มที่ สมรรถภาพในการสืบพันธุ์ การตั้งท้อง และการให้ลูก รวมถึงการผลิตน้ำนมของแม่โคย่อมมีปริมาณสูงไปด้วย ขณะเดียวกันเปอร์เซ็นต์ไขมันนมย่อมต่ำเป็นปฏิภาคกลับกันเช่นนี้เสมอ

อาหารโคนมทั้งด้านปริมาณและด้านคุณภาพ นับเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เพราะจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม แม่โคที่ได้รับอาหารข้นและหญ้าสด ที่มีคุณค่าสูงในปริมาณเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง จะสามารถผลิตน้ำนมได้ดีกว่าพวกที่ได้รับอาหารในทางตรงข้ามที่กล่าวมา

ระยะพักการให้นม โคที่มีระยะพักการให้นม จะมีผลทำให้สภาพโคเมื่อคลอดลูกสมบูรณ์ และทำให้ปริมาณน้ำนมที่โคผลิตได้สูงสุด โดยโคจะนำเอาอาหารที่สะสมไว้ในร่างกาย มาสร้างเป็นองค์ประกอบของน้ำนม โคนมควรมีระยะพักการให้นมไม่เกิน 60 วัน ถ้าโคนมมีระยะพักนานเกินไป จะมีผลทำให้ผลผลิตน้ำนมทั้งหมดลดลง

การรีดนม จำนวนครั้งของการรีดนมแต่ละวัน และความยาวนานของการรีด มีผลกระทบต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนมที่เปลี่ยนแปลงไป การรีดนมไม่หมดเต้า มีผลทำให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง เนื่องจากน้ำนมที่ค้างอยู่ในเต้าเป็นน้ำนมที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง เมื่อเทียบกับน้ำนมที่รีดออกมาครั้งแรกๆ และการที่น้ำนมค้างเต้าเป็นระยะเวลาหลายวัน จะทำให้ผลผลิตของน้ำนมลดลงและเปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้น

โรคเต้านมอักเสบ การเกิดโรคเต้านมอักเสบทำให้ปริมาณการผลิตนมลดลงภายในระยะการให้นมนั้นๆ โดยอัตโนมัติ เพราะเป็นการลดจำนวนแหล่งให้นมในแม่โคตัวนั้นๆ นมที่ได้จากเต้านมที่อักเสบไม่อาจนำไปรับประทานหรือซื้อขายได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพต่ำกว่านมปกติ

การฟกช้ำของเต้านมเต้าใดเต้าหนึ่ง จะเป็นสาเหตุให้ปริมาณน้ำนมภายในเต้านั้นลดลง เพราะเหตุได้รับความกระทบกระเทือนจากการฟกช้ำนั้น แต่กลับเป็นสาเหตุให้เปอร์เซ็นต์ไขมันนมสูงขึ้น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้คือ

การทดลองที่ 1

ศึกษาถึงการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนม ส่วนประกอบน้ำนม การกินได้ของอาหาร และน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงของโคนม

การทดลองที่ 2

ศึกษาชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ชนิดและระดับกรดไขมันระเหยได้ ปริมาณสารคีโตนในกระแสเลือด และการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในถุงไนล่อน

3.1 วิธีการทดลองและการดำเนินการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนม ทำการวางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบแบบกลุ่มประกอบด้วยสิ่งทดลอง ได้แก่ โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ในช่วงต้นระยะให้นมจำนวน 16 ตัว แบ่งเป็นสองกลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 8 ตัว กลุ่มแรกไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับสารเสริมโมเนนซิน เก็บบันทึกข้อมูลด้านผลผลิตและข้อมูลด้านการกิน และเพื่อทดสอบผลต่อการย่อยได้ รวมทั้งผลต่อชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ ใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่ได้รับการเจาะกระเพาะ จำนวน 6 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มการทดลองที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินและได้รับสารเสริมโมเนนซิน กลุ่มละ 3 ตัว สุ่มโคเข้าคอกทดลอง โดยแบ่งตามอายุและน้ำหนัก ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุก 28 วัน ได้แก่ ตัวอย่างเลือด ตัวอย่างอาหาร และของเหลวในกระเพาะหมักและการย่อยได้ของอาหารในถุงไนล่อน และชั่งน้ำหนักโคทั้ง 6 ตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การเลี้ยงดูสัตว์ทดลอง

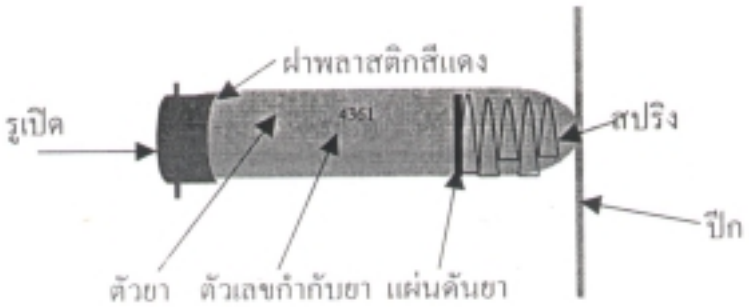
ในระยะก่อนการทดลอง ขังโคในคอกรวม ที่มีรางอาหารและอ่างน้ำพอเพียง ให้โคทุกตัวได้รับอาหารหยาบหมักอย่างเต็มที่ร่วมกับอาหารข้น ทำการวางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบแบบกลุ่มประกอบด้วยสิ่งทดลองได้แก่ โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนเลือดประมาณ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงต้นระยะให้นมจำนวน 16 ตัว ให้น้ำนมเฉลี่ย 13.5 ± 3 กิโลกรัมต่อวัน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 499.3 ± 49

กิโลกรัม อายุเฉลี่ย 71.9 ± 23 เดือน ก่อนเริ่มการทดลองโครีดนมทุกตัวจะเลี้ยงกับโคนมฝูงใหญ่ โดยได้รับอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบหมักที่ให้กินเต็มที่ บันทึกปริมาณน้ำนมติดต่อกัน 4 วัน เพื่อนำมาจัดกลุ่มการทดลองเก็บตัวอย่างน้ำนม 2 วันติดต่อกันและวิเคราะห์หาส่วนประกอบในน้ำนม โคทั้ง 16 ตัวจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 8 ตัว แบ่งกลุ่มตามผลผลิตน้ำนม ระยะการให้นมและอายุ การทดลองประกอบด้วย 2 กลุ่มการทดลอง

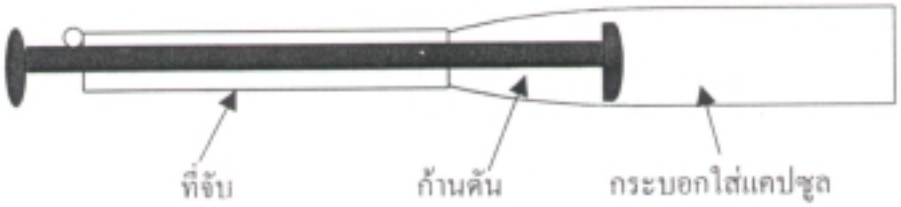
กลุ่มที่ 1 คือ โครีดนมไม่ได้รับสารโมเนนซินจำนวน 8 ตัว (Control)

กลุ่มที่ 2 คือ โครีดนมที่ได้รับสารโมเนนซินจำนวน 8 ตัว (Monensin)

กลุ่มที่ได้รับสารโมเนนซิน จะทำการสอดใส่แคปซูล ทางปากผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะหมัก ด้วยเครื่องมือเฉพาะ



รูปที่ 3.1 แคปซูลโมเนนซิน



รูปที่ 3.2 เครื่องมือใส่แคปซูล (applicator tool)

โดยโคนมแต่ละกลุ่มจะเลี้ยงขังคอกรวมกันไว้คอกละ 8 ตัว มีพื้นที่พอเพียงสำหรับโค และรางอาหารจะมีซองกั้นสำหรับโคแต่ละตัว จำนวน 10 ซอง อ่างน้ำมี 10 อ่าง สำหรับให้โคกิน ซึ่งเพียงพอ

การให้อาหารหยาบจะให้อย่างเต็มที่ ให้วันละ 2 ครั้ง (8.00 น. และ 16.00 น.) หลังรีดนม อาหารสำหรับเลี้ยงโคนมในการทดลองครั้งนี้ได้แบ่งเป็นสองช่วงการทดลอง ในช่วง 56 วันแรกเลี้ยงด้วยข้าวโพดหมัก ส่วนในช่วง 56 วันหลังเลี้ยงด้วยฟางข้าว ซึ่งอาหารหยาบให้กินแบบเต็มที่ ทั้งสองช่วงให้ร่วมกับอาหารข้นซึ่งให้กินตามค่าเฉลี่ยความต้องการของฝูงโดยให้ทั้งสองกลุ่มเท่าๆ กัน

ในการทดลองที่ 2 ใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตลน์ฟรีเชี่ยนเพศเมียที่ได้รับการเจาะกระเพาะแล้วจำนวน 6 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 466 ± 22 กิโลกรัม อายุ 6-7 ปี ทำการทดลอง เพื่อศึกษาถึงผลของสารโมเนนซินที่มีผลต่อชนิดจำนวนประชากรจุลินทรีย์ อัตราการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก ปริมาณสารคีโตนในกระแสเลือด และการย่อยสลายได้โดยใช้วิธีถุงไนล่อน โดยโคเจาะกระเพาะทั้งหมด 6 ตัว จะมีระยะปรับตัวประมาณ 10 วัน ก่อนเริ่มการทดลอง โคทั้ง 6 ตัวจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง ตามอายุและน้ำหนักตัว ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ โคเจาะกระเพาะที่ไม่ได้รับสารโมเนนซิน จำนวน 3 ตัว (Control)

กลุ่มที่ 2 คือ โคเจาะกระเพาะที่ได้รับสารโมเนนซิน จำนวน 3 ตัว (Monensin)

การให้อาหารโคเจาะกระเพาะจะต้องทำการปรับสภาพการกินได้ของสัตว์ บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และน้ำหนักอาหารที่กินได้ต่อวัน โดยใช้ระยะเวลาการปรับตัวประมาณ 10 วัน เพื่อนำมาปรับหาเปอร์เซ็นต์การกินได้อย่างเต็มที่ การให้อาหารโคแต่ละตัวจะได้รับอาหารข้นเฉลี่ย 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน แบ่งให้ 2 เวลาเท่าๆ กัน อาหารหยาบที่ให้ในช่วง 56 วันแรก คือ ข้าวโพดหมัก และในช่วง 56 วันหลังคือฟางข้าวฟางข้าว โดยจะจ่ายอาหารวันละ 2 เวลา

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 การทดลองที่ 1

3.2.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำนม จะบันทึกผลผลิตทุกวันตลอดการทดลอง โดยทำการจดจากมิเตอร์เครื่องรีดนมอัตโนมัติ ส่วนตัวอย่างน้ำนมจะสุ่มเก็บทุกสองสัปดาห์ สัปดาห์ละหนึ่งวัน (เย็นและเช้า) โดยสุ่มเก็บน้ำนมตามอัตราส่วนนมเย็นและนมเช้าใส่ในขวดขนาด 50 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาไขมันนมด้วยวิธีเจอร์เบอร์ (gerber method) (AOAC, 1990) โปรตีนในน้ำนมโดยเครื่องเจลเทค (kjeltec auto sample system) และของแข็งในน้ำนม (ตู้อบแห้ง) (AOAC, 1990)

3.2.1.2 การชั่งน้ำหนัก จะทำการชั่งน้ำหนักโคนมทั้งก่อนและหลังการทดลอง

3.2.1.3 การบันทึกการกินได้ ทำการวัดการกินได้ทุกสองสัปดาห์ สัปดาห์ละสองวันติดต่อกัน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารก่อนกินและหลังกิน ของโคนมทั้งสองกลุ่ม ตัวอย่างอาหารแต่ละสัปดาห์จะ

ถูกนำไปอบเพื่อหาเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งแล้วเก็บไว้ เมื่อครบเวลาก็นำตัวอย่างอาหารของแต่ละสัปดาห์มาผสมกัน และทำการสุ่มตัวอย่างอาหารอีกครั้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

3.2.2 การทดลองที่ 2

3.2.2.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในกระเพาะหมัก ด้วยวิธีการใช้ถุงไนล่อน (*in sacco, in situ method*, nylon bag technique)

การศึกษาด้วยวิธีนี้ต้องใช้สัตว์ที่ได้รับการผ่าตัด และติดตั้งท่อแคนูลา (re-entrant cannulae) ในกระเพาะหมักของสัตว์ (Lindberg, 1985 อ้างถึงใน Suksombat, 1998)

การดำเนินการครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็นสองช่วง ช่วงแรกทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในกระเพาะหมักของอาหารข้นและข้าวโพดหมัก ทำการศึกษาสองเวลา และช่วงที่สองทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในกระเพาะหมักของอาหารข้นและฟางข้าว ซึ่งในการทดลองทั้งสี่ครั้งจะทำการทดลองในโคสองกลุ่มคือกลุ่มที่ใส่โมเนนซิน และโคกลุ่มที่ไม่ได้ใส่โมเนนซิน

ทำการสุ่มตัวอย่างอาหารข้น ข้าวโพดหมัก และฟางข้าวจากตัวอย่างอาหารที่ใช้เลี้ยงโค นำมาศึกษาดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างอาหารทั้งสามชนิดมาอบให้แห้งในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง เพื่อหาวัตถุแห้ง (dry matter, DM) (AOAC, 1990)

นำตัวอย่างอาหารสัตว์ที่อบแห้ง มาแยกบดด้วยเครื่องบดตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร จะได้ตัวอย่างอาหารสัตว์ที่บดละเอียด เก็บไว้เพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในกระเพาะหมักต่อไป

2. นำตัวอย่างอาหารสัตว์ที่เก็บไว้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยใช้วิธีการแบบประมาณ (proximate analysis) (AOAC, 1990) กล่าวคือ ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ คือ วัตถุแห้ง โปรตีน (crude protein, CP) โดยเครื่องเจลเทค (kjeltec auto sample system) ไขมัน (ether extract, EE) โดยเครื่องซอกเลท (soxhlet autoanalyser) ในส่วนของเยื่อใยใช้วิธีวิเคราะห์เยื่อใยโดยดีเทอเจน (detergent analysis) (Goering and Van Soest, 1970) ได้แก่ เยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) โดยเครื่องไฟเบอร์เทค (fibertec autoanalyser) และหาพลังงานรวม (gross energy, GE) โดยเครื่องบอมแคลอริมิเตอร์ (bomb calorimeter)

3. นำตัวอย่างอาหารสัตว์ที่บดไว้มาศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะหมัก โดยใช้ถุงไนล่อนแช่ในกระเพาะหมักของโคเจาะกระเพาะ (Lindberg, 1985)

4. นำตัวอย่างอาหารสัตว์ที่บดไว้แล้วและถุงไนล่อนที่มีขนาดรูพรุน (bag pore size) 47 ไมโครเมตร และความกว้างยาวขนาด 8 × 10 เซ็นติเมตร ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งเพื่อไล่ความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักถุงไนล่อน และน้ำหนักตัวอย่างอาหารสัตว์ อาหารข้นใช้ประมาณ 10 กรัม ส่วนข้าวโพดหมักและฟางข้าวใช้ประมาณ 5 – 6 กรัม ใส่ลงในถุงไนล่อน หลังจากนั้นนำถุงไนล่อนที่ใส่ตัวอย่างอาหารสัตว์แล้วมามัดติดกับสายเชือกไนล่อนที่ยาวประมาณ 70 เซนติเมตร นำไปแช่ในกระเพาะหมักของโคเจาะกระเพาะ โดยให้สายเชือกดังกล่าวอยู่ในส่วนที่ลึกที่สุดของกระเพาะหมัก และให้แต่ละถุงมีระยะที่แช่อยู่ในกระเพาะหมัก เพื่อศึกษาการย่อยสลายที่เวลาต่างๆ กัน คือ 0, 6, 12, 24, 48, และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการศึกษาโดยใช้อาหารข้นและข้าวโพดหมัก ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้โคเจาะกระเพาะ 3 ตัว และครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ทำการศึกษาโดยใช้อาหารข้นและฟางข้าว ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้โคเจาะกระเพาะ 3 ตัว เป็นจำนวนซ้ำ ให้ถุงไนล่อนที่แช่ในโคเจาะกระเพาะแต่ละตัวในแต่ละช่วงเวลาเป็น 1 ซ้ำ ซึ่งในการทดลองทั้งสี่ครั้งจะทำการทดลองในโคสองกลุ่มคือกลุ่มที่ใส่โมเนนซิน และโคกลุ่มที่ไม่ได้ใส่โมเนนซิน

ในการศึกษาการย่อยสลายของตัวอย่างอาหารสัตว์ ซึ่งทำการทดลองในโคสองกลุ่มคือกลุ่มที่ใส่โมเนนซิน และโคกลุ่มที่ไม่ได้ใส่โมเนนซิน โคเจาะกระเพาะเป็นโคนมเพศเมียลูกผสมพันธุ์โฮลสไตส์ฟรีเซียน เลือดประมาณ 87.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 ตัว อายุประมาณ 6-7 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 466 ± 48 กิโลกรัม เลี้ยงแบบผูกยืนโรง มีน้ำให้กินตลอดเวลา อาหารข้น 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน อาหารหยาบให้กินเต็มที่

เมื่อแช่ถุงไนล่อนครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำถุงออกจากกระเพาะหมักและล้างด้วยน้ำประปาที่ไหลจากท่อ เพื่อยับยั้งกิจกรรมอันเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ และเพื่อล้างของเหลวในกระเพาะหมักออกจากอาหารส่วนที่ไม่ได้ถูกย่อยสลาย (Quin et al., 1938) แล้วนำไปแช่แข็งที่ –20 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ เมื่อนำตัวอย่างออกจากกระเพาะหมักจนครบ นำถุงไนล่อนมาล้างในเครื่องซักผ้า เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการล้างถุงคราวละมากๆ โดยใช้เครื่องซักผ้าชนิดสองถัง ทำโดยบรรจุถุงไนล่อนที่ต้องการล้าง ลงในถังซักที่มีน้ำอยู่เต็ม เปิดเครื่องซักผ้า ที่มีจังหวะเบาที่สุด ในขณะที่เครื่องซักผ้าทำงานให้ปล่อยน้ำเข้าเครื่อง และให้น้ำล้นออกทางท่อล้นตลอดระยะเวลาของการล้างประมาณ 15 นาที ล้างจำนวน 3 ครั้ง จนน้ำในถังซักใส ปั่นให้แห้งโดยเครื่องซักผ้า 3-5 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และนำไปวิเคราะห์หา

ปริมาณวัตถุแห้ง และนำอาหารที่เหลือไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบโดยวิธี detergent analysis เพื่อศึกษาการย่อยสลายขององค์ประกอบพวกเยื่อใย โดยนำค่าสัดส่วนที่สูญหายไปในระยะเวลาต่างๆ กันมาหาอัตราการย่อยสลายต่อไป

3.2.2.2 การเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก (collection of rumen fluid samples)

การเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่าง โดยจะเก็บในวันที่ 0 28 56 และ 84 หลังการใส่โมเนนซิน และเก็บที่ 3 ชั่วโมงหลังจากกินอาหารเช้า สุ่มดูดเอาของเหลวในกระเพาะหมักออกมาประมาณ 100-150 มิลลิลิตร/ตัว ตัวอย่างของเหลวในกระเพาะที่เก็บได้ต้องรีบเก็บรักษาในสภาวะและใช้วิธีการที่เหมาะสมสำหรับนำไปวิเคราะห์ผลทางเคมีต่างๆ จากนั้นนำเข้าตู้แช่แข็ง เพื่อรอการวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้ ของเหลวจากกระเพาะหมักที่เหลือ นำมา 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วย ฟอร์มัลซาลีน (formal saline) 20 มิลลิลิตร โดยฟอร์มอลซาลีนเตรียมจาก 10 เปอร์เซ็นต์(ปริมาตร/ปริมาตร) ฟอร์มัลดิไฮด์ (formal dehyde solution) ใน 0.85 เปอร์เซ็นต์(น้ำหนัก/ปริมาตร) โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) จะได้ความเจือจาง 1 : 5 เท่า ทำ microscopic count โดยใช้ วิธีฮีโมไซโตมิเตอร์ (hemocytometer) (Isaac and Jenning , 1995)

3.2.2.3 การวัดระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (rumen pH)

สำหรับการวัดระดับความเป็นกรดเป็นด่างจะดำเนินการทันทีที่เก็บตัวอย่าง จะทำการวัดระดับความเป็นกรดเป็นด่างของ ของเหลวในกระเพาะหมักทันทีหลังจากเก็บตัวอย่าง โดยการใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง อย่างไรก็ตามก่อนการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เครื่องวัดจะต้องได้รับการปรับด้วยการใช้ บัฟเฟอร์ ที่ pH 7.0 และ pH 4.0 เสียก่อน

3.2.2.4 การเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียในของเหลวในกระเพาะหมัก (rumen ammonia ; $mgNH_3$-N/litre**)**

ใช้หลอดทดลองชนิดมีฝาปิดขนาด 25 ml บรรจุด้วย deproteinising reagent (1 M H_2SO_4) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร หลังจากเก็บของเหลวในกระเพาะหมักแล้ว ใช้ไปเปตอัตโนมัติดูดของเหลวในกระเพาะหมัก 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มี deproteinising reagent อยู่ นำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงที่ 1895 รอบ/เวลา เป็นเวลา 15 นาที เทเอาเฉพาะส่วนของเหลวใสๆ ลงในขวดขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจุกเกลียว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยการนำตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก ส่วนของเหลวใสๆ ออกจากตู้แช่แข็ง ทิ้งไว้จนละลาย แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนโดยเครื่อง kjeldahl ต่อไป

3.2.2.5 การเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acids)

ใช้หลอดทดลองชนิดมีฝาจุกขนาด 25 ml บรรจุด้วย protein precipitant (metaphosphoric acid/formic acid 18.75 เปอร์เซ็นต์(น้ำหนัก/ปริมาตร) ต่อ 25 เปอร์เซ็นต์(ปริมาตร/ปริมาตร)) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร การเก็บตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง ต้องทำ 2 ซ้ำ ซ้ำที่หนึ่งเติม internal standard (isocaproic acid 0.52 เปอร์เซ็นต์(ปริมาตร/ปริมาตร)) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร พร้อมด้วยของเหลวในกระเพาะหมัก ปริมาตร 5 มิลลิลิตร อีกซ้ำหนึ่งเติมน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร พร้อมด้วยของเหลวในกระเพาะหมัก ปริมาตร 5 มิลลิลิตร (Control sample) นำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ 1895 รอบ/เวลา เป็นเวลา 15 นาที เทเอาเฉพาะส่วนของเหลวใสๆ (supernatant) ลงในขวดขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจุกเกลียว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ด้วยเครื่อง high performance liquid chromatographic (HPLC) (Pecina et al., 1984)

3.2.2.6 การเก็บตัวอย่างเลือด

การเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดบริเวณลำคอจากโคแต่ละตัว เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโมเนนซินต่อ เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท และ อะซิโต-อะซิเตทในเลือด นำตัวอย่างเลือดไปปั่นเหวี่ยงที่ 5000 รอบ/เวลา เป็นเวลา 20 นาที เทเอาเฉพาะส่วนของเหลวใสๆ ลงในขวดขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจุกเกลียว แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท และ อะซิโต-อะซิเตทในเลือดด้วยเครื่อง HPLC (Pecina et al., 1984)

3.2.2.7 วิธีการเตรียมตัวอย่างจุลินทรีย์

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารภายในกระเพาะหมัก และของเหลวภายในกระเพาะหมักหลังจ่ายอาหารเช้าแก่โค 3 ชั่วโมง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารภายในกระเพาะหมักของโคมาตัวละประมาณ 50 กรัม/ตัว บรรจุลงในถุงพลาสติก แล้วทำการบีบไล่อากาศออก แล้วมัดให้แน่นด้วยยาง เสร็จแล้วใส่ลงใน anaerobic jar ใส่แผ่น anaeropack 1 แผ่นใน anaerobic jar (Harold, 1998) แล้วรีบปิดฝาให้สนิท anaeropack จะดูดออกซิเจนภายใน anaerobic jar และสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้อยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนเหมือนในกระเพาะหมัก แล้วนำตัวอย่างไปเลี้ยงจุลินทรีย์ต่อไป

สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวภายในกระเพาะหมักหลังจ่ายอาหารเช้าแก่โค 3 ชั่วโมง ทำการสุ่มเก็บของเหลวภายในกระเพาะหมักของโคมาตัวละประมาณ 100-150 มิลลิลิตร แบ่งออก 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดมีฝาปิดปิดให้แน่น เสร็จแล้วใส่ลงใน anaerobic jar ใส่แผ่น anaeropack 1 แผ่นใน anaerobic jar (Harrold, 1998) แล้วรีบปิดฝาให้สนิท เพื่อนำไปตรวจนับจำนวนโปรโตซัว

ชั่งตัวอย่างตัวอย่างอาหาร 3 กรัม ใส่ในขวดปลอดเชื้อที่มีฝาปิด เจือจางด้วย normal saline (0.85 เปอร์เซ็นต์ของโซเดียมคลอไรด์) 27 มิลลิลิตร เขย่าขวดใส่ตัวอย่างให้เข้ากัน โดยใช้ศอกตั้งลงบนโต๊ะแล้วเขย่าขึ้นลงเป็นมุมห่างกันประมาณ 1 ฟุต จะช่วยเข้ากันได้ดี (Harrold, 1998) ไม่ควรเขย่าแรงเกินไปจะทำให้เซลล์จุลินทรีย์แตกได้ จะมีความเจือจาง 1 : 10 เท่า ด้วยวิธี serial dilution (Harrold, 1998) ดังนี้

dilution blank ที่เจือจางใน normal saline บรรจุในหลอดทดลองในปริมาณ 9 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตปลอดเชื้อปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน normal saline 9 มิลลิลิตร หลอดที่ 1 เขย่าให้เข้ากัน วางปิเปตในภาชนะใส่ปิเปต หลอดนี้จะมีความเจือจาง 1 : 100 ใช้ปิเปตปลอดอันใหม่ดูดตัวอย่างจากหลอดที่ 1 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่ 2 เขย่าให้เข้ากัน วางปิเปตในภาชนะใส่ปิเปต หลอดนี้จะมีความเจือจาง 1 : 1000 ทำเช่นเดียวกันจนถึงหลอดที่ 5 ซึ่งจะมีความเจือจาง 1 : 1000000 หลังจากนั้นเขียนข้อมูลที่ทำการทดลองไว้ที่ก้นจานอาหาร หงายจานเลี้ยงเชื้อขึ้น ปิเปตตัวอย่าง 10^2, 10^3, 10^4, 10^5 และปิเปตสารละลายของเชื้อผสมมา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ ความเจือจางละ 2 จาน และในแต่ละความเจือจางเขียนเครื่องหมายกำกับไว้

นำแท่งแก้วงอจุ่มแอลกอฮอล์ผ่านไฟ ปล่อยให้แท่งแก้วเย็นราว 10 – 15 วินาที ใช้อีกมือหนึ่งยกฝาจานเลี้ยงเชื้อขึ้น แล้วยื่นแท่งแก้วเข้าไปเกลี่ยทาเชื้อให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหาร ขณะเดียวกันให้หมุนจานเลี้ยงเชื้อไปพร้อมๆ กันด้วย เพื่อการกระจายของสารละลายของเชื้อผสมจะได้สม่ำเสมอบนผิวหน้าอาหาร นำไปบ่มโดยคว่ำจานที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.2.2.8 โปรโตซัว (protozoa)

นำตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก มา 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยฟอร์มัลซาลีน 20 มิลลิลิตร โดยฟอร์มัลซาลีนเตรียมจาก 10 เปอร์เซ็นต์(ปริมาตร/ปริมาตร) ฟอร์มัลดิไฮด์ (formal dehyde solution) ใน 0.85 เปอร์เซ็นต์(น้ำหนัก/ปริมาตร) โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) จะได้ความเจือจาง 1 : 5 เท่า ทำ microscopic count โดยใช้ฮีโมไซโตมิเตอร์ (Isaac and Jenning , 1995)

ฮีโมไซโตมิเตอร์และกระจกปิด จะต้องสะอาดปราศจากรอยและคราบมัน วางกระจกปิดไว้บนขอบของช่องนับใช้ดอปเปอร์ดูดของเหลวจากกระเพาะหมักที่เจือจาง 1 : 5 เท่าใส่บนช่องระหว่างช่องนับและกระจกปิด ปล่อยของเหลวเคลื่อนเข้าไปจนเต็มช่องว่างประมาณสามส่วนสี่ของช่อง ของเหลวในปริมาณนี้จะเพียงพอที่จะเข้าไปจนเต็มช่อง ถ้ามีของเหลวล้นออกมาจะทำให้เซลล์กระจายไม่เท่ากันให้เช็ดออกให้หมดแล้วเติมใหม่ แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้กำลังขยาย 40 เท่านับจำนวนเซลล์แล้วนำมาคำนวณหาจำนวนเซลล์ต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร

3.3 ประชากร

โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนในประเทศไทย

3.4 กลุ่มตัวอย่าง

ใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนเพศเมียเลือดประมาณ 87.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 16 ตัว เป็นกลุ่มตัวอย่าง แทนประชากรโคนมในการทดลองที่ 1 และ โคเจาะกระเพาะเป็นโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนเพศเมียเลือดประมาณ 87.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 ตัว เป็นกลุ่มตัวอย่าง แทนประชากรในการทดลองที่ 2

3.5 ตัวแปรที่ทำการวิจัย

การทดลองที่ 1

ผลผลิตน้ำนม ส่วนประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวโค น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และการกินได้

การทดลองที่ 2

1. ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก
2. ชนิดและปริมาณกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก
3. ปริมาณสารคีโตนในกระแสเลือด
4. การย่อยได้ของโภชนะ พลังงาน และ โปรตีน โดยวิธีถุงไนล่อน
5. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

3.7 การทดสอบสมมติฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านปริมาณน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลง และการกินได้ ใช้ t-test โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical analysis system, 1985)

และในโคเจาะกระเพาะตัวอย่างที่ได้ ได้แก่ การย่อยได้ในกระเพาะหมัก ตัวอย่างเลือด ตัวอย่างอาหาร ปริมาณจุลินทรีย์และของเหลวในกระเพาะหมัก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการทดลอง และนำเสนอในรูป Mean ± SE

3.8 สถานที่ทำการวิจัย

- ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1, 2 และ 3

3.9 ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทดลองตั้งแต่วันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ถึง 23 ตุลาคม พ.ศ. 2543

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงโค

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคทดลองระยะต้นของการให้นม แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 คือ โคทั้งสองกลุ่มเลี้ยงด้วยอาหารเหมือนกัน ในช่วง 56 วันแรกเลี้ยงด้วยอาหารข้นร่วมกับข้าวโพดหมัก ส่วนในช่วง 56 วันต่อมาเลี้ยงด้วย อาหารข้นร่วมกับฟางข้าว คุณค่าทางอาหารโดยรวมของอาหารข้นและอาหารหยาบ พบว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันในอาหารข้นจะสูงกว่าในข้าวโพดหมักและฟางข้าว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวโพดหมักและฟางข้าวจะเห็นว่าในข้าวโพดหมักมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันสูงกว่า ส่วนเปอร์เซ็นต์ เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง ใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรด และเถ้า ในข้าวโพดหมักและฟางข้าวจะสูงกว่าในอาหารข้น

ตารางที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ก่อนกิน

รายละเอียด	%DM	%CP	%CF	%ADF	%NDF	%Fat	%Ash	TDN[(1)]
อาหารข้น	92.22	19.21	11.46	15.96	48.92	5.62	8.06	72.33
ข้าวโพดหมัก	21.68	6.97	30.20	36.25	62.28	3.42	15.73	59.74
ฟางข้าว	83.81	2.80	32.50	39.25	66.53	1.69	14.97	46.89

หมายเหตุ : [(1)]ดูภาคผนวก ก

4.2 การกินได้ของโคนม

การกินได้ของโคนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับข้าวโพดหมัก ที่ใช้ในการเลี้ยงโคนมทดลองระยะต้นของการให้นม ของการทดลองในช่วง 56 วันแรก แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ผลการทดลองพบว่าปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยโคนมกลุ่มควบคุมมีการกินได้วัตถุแห้งเท่ากับ 14.32 kgDM/cow/d ซึ่งมีค่าใกล้เคียง

กับการกินได้วัตถุแห้งในโคนมกลุ่มทดลอง ที่การกินได้วัตถุแห้งเท่ากับ 14.25 kgDM/cow/d รวมทั้งการกินได้ของโปรตีน และการกินได้ของพลังงาน พบว่า ทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยที่กลุ่มควบคุมมีการกินได้ของโปรตีน และการกินได้ของพลังงานเท่ากับ 2052.8 g/cow/d และ 9.64 kgTDN/cow/d และโคนมกลุ่มทดลองมีการกินได้ของโปรตีนและการกินได้ของพลังงานเท่ากับ 2048.0 g/cow/d และ 9.60 kgTDN/cow/d ตามลำดับ

การกินได้ของโคนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับฟางข้าว ที่ใช้ในการเลี้ยงโคนมทดลองระยะต้นของการให้นม ของการทดลองในช่วง 56 วันหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 ผลการทดลองพบว่าปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานของโคนมทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณการกินได้อาหารของโคทั้งสองกลุ่มของการทดลองช่วงแรก (D 0-56)

การกินได้โภชนะ	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
การทดลองช่วงแรก D 0-56[(1)]				
การกินได้ (kgDM/cow/d)				
อาหารข้น	8.61	8.61	-	-
ข้าวโพดหมัก	5.71 ± 0.26	5.64 ± 0.16	0.51	3.81
รวม	14.32 ± 0.26	14.25 ± 0.16	0.53	1.53
การกินได้โปรตีน (g/cow/d)				
อาหารข้น	1653.6	1653.6	-	-
ข้าวโพดหมัก	399.1 ±17.61	394.4 ± 10.93	0.55	3.76
รวม	2052.8 ±17.61	2048.0 ± 10.93	0.55	0.73
การกินได้พลังงาน (kgTDN/cow/d)				
อาหารข้น	6.23	6.23	-	-
ข้าวโพดหมัก	3.41 ± 0.15	3.37 ± 0.10	0.54	3.85
รวม	9.64 ± 0.15	9.60 ± 0.10	0.51	1.35

หมายเหตุ : [(1)]วันที่ 0-56 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและข้าวโพดหมัก, Mean ± SD

ตารางที่ 4.3 แสดงผลของสารโมเนนซินต่อปริมาณการกินได้อาหาร ของโคทั้งสองกลุ่มของการทดลองช่วงหลัง (D 57-112)

การกินได้โภชนะ	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
การทดลองช่วงหลัง D 57-112[(1)]				
การกินได้ (kgDM/cow/d)				
อาหารข้น	8.55	8.55	-	-
ฟางข้าว	5.25 ± 1.02	4.47 ± 0.41	0.08	16.35
รวม	13.80 ± 1.02	13.02± 0.41	0.08	5.94
การกินได้โปรตีน (g/cow/d)				
อาหารข้น	1641.6	1641.6	-	-
ฟางข้าว	148.5 ±27.95	125.7 ± 11.45	0.07	15.91
รวม	1790.1 ±27.95	1767.3 ± 11.45	0.07	1.23
การกินได้พลังงาน (kgTDN/cow/d)				
อาหารข้น	6.18	6.18	-	-
ฟางข้าว	2.46 ± 0.47	2.10 ± 0.19	0.08	16.30
รวม	8.64 ± 0.47	8.28 ± 0.19	0.08	4.41

หมายเหตุ : [(1)]วันที่ 57-112 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและฟางข้าว

Mean ± SD

4.3 การประมาณการได้รับ rumen degradable protein (RDP) และ undegradable protein (UDP) จากอาหาร

ผลของโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมัก และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมัก ของโคนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบ ที่ใช้ในการเลี้ยงโคนมทดลองระยะต้นการให้นม จากการทดลองโคจะได้รับอาหารเหมือนกันทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในการทดลองนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็นสองช่วง ช่วง 56 วันแรก โคได้รับอาหารข้นร่วมกับข้าวโพดหมัก ส่วนการทดลองช่วง 56 วันหลัง โคได้รับอาหารข้นร่วมกับฟางข้าว โดยการคำนวณค่าการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมัก และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก โดยการคำนวณจากค่าการย่อยสลาย

โปรตีนในกระเพาะหมัก (effective protein degradability) จากอาหารข้น ข้าวโพดหมัก และฟางข้าว ในการทดลองทั้งสองช่วง โคนมกลุ่มทดลองจะได้รับโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมักสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ได้รับโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมักน้อยกว่า แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

การจำแนกพลังงานใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมต่างๆ ของโคนมทั้งสองกลุ่มการทดลอง ในช่วง 56 วันแรก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 พบว่าพลังงานใช้ประโยชน์เพื่อการดำรงชีพของโคนมทั้งสองกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน (8.49 และ 8.30 Mcal/d) ส่วนพลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนม (13.26 และ 12.11 Mcal/d) และพลังงานสุทธิเพื่อการสร้างผลผลิต (13.22 และ 11.90 Mcal/d) ของโคนมกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลอง สำหรับพลังงานสุทธิเพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคทั้งสองกลุ่มติดลบ เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำหนักตัว

สำหรับการทดลองในช่วง 56 วันหลัง ผลการทดลองคล้ายกับการทดลองในช่วง 56 วันแรก และจะเห็นได้ว่าในการทดลองทั้งสองช่วง กลุ่มควบคุมจะมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์เพื่อการดำรงชีพ พลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนม และพลังงานสุทธิที่สะสมในผลผลิต สูงกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อย ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อผลผลิต พบว่า กลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองทั้งสองช่วงการทดลอง จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อผลผลิตระหว่างการทดลองทั้งสองช่วง พบว่าการทดลองในช่วงแรกที่โคได้รับอาหารข้นร่วมกับข้าวโพดหมักจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดลองช่วงหลัง ที่โคได้รับอาหารข้นร่วมกับฟางข้าว

ตารางที่ 4.4 แสดงการได้รับโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมัก (g/cow/d) และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก (g/cow/d) จากอาหารของโคนม

RDP และ UDPจากอาหาร	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
การทดลองช่วงแรก D 0-56[1]		
RDP ที่ได้รับจากอาหาร (g/cow/d)[3]		
อาหารข้น	1293	1366
ข้าวโพดหมัก	242	258
รวม	1535	1624
UDP ที่ได้รับจากอาหาร (g/cow/d)[4]		
อาหารข้น	360	288
ข้าวโพดหมัก	157	136
รวม	517	424
CP ที่ได้รับจากอาหาร (g/cow/d)	2053	2048
การทดลองช่วงหลัง D 57-112[2]		
RDP ที่ได้รับจากอาหาร (g/cow/d)[3]		
อาหารข้น	1284	1356
ฟางข้าว	53	55
รวม	1337	1411
UDP ที่ได้รับจากอาหาร (g/cow/d)[4]		
อาหารข้น	358	285
ฟางข้าว	96	71
รวม	454	356
CP ที่ได้รับจากอาหาร (g/cow/d)	1790	1767

หมายเหตุ : [1]วันที่ 0-56 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

[2]วันที่ 57-112 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและฟางข้าว

[3],[4]ภาคผนวก ก

ตารางที่ 4.5 การจำแนกพลังงานเพื่อกิจกรรมต่างๆ (Mcal/d) [3]

รายละเอียด	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
การทดลองช่วงแรก D 0-56[1]		
NE intake	21.83	21.73
NE_M	8.49	8.30
NE_L	13.26	12.11
NE_G	-0.04	-0.21
NE requirement	21.71	20.20
Efficiency (%)	0.99	0.93
การทดลองช่วงหลัง D 57-112[2]		
NE intake	19.48	18.66
NE_M	8.47	7.48
NE_L	10.14	8.78
NE_G	-0.30	-0.15
NE requirement	18.31	16.11
Efficiency (%)	0.94	0.86

หมายเหตุ : [1]วันที่ 0-56 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

[2]วันที่ 57-112 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและฟางข้าว

[3]ภาคผนวก ก

NE intake หมายถึง พลังงานสุทธิที่กินได้จากอาหาร

NE_M หมายถึง พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

NE_L หมายถึง พลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนม

NE_G หมายถึง พลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

NE requirement หมายถึง พลังงานสุทธิตามความต้องการ

Efficiency หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสุทธิเพื่อผลผลิต

4.4 การประเมินความต้องการโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักและโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 4.6 แสดงความต้องการโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก สามารถคำนวณได้จาก NRC (1988) โคนมทั้งสองกลุ่มได้รับโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักเพียงพอที่จะผลิตน้ำนม ในการทดลองช่วง 56 วันแรก (+14 และ +111) และในการทดลองช่วง 56 วันหลัง (+2 และ +142) ปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักที่ได้รับอย่างเพียงพอกับความต้องการ จะช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป สำหรับโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมักไม่เพียงพอต่อความต้องการทั้งสองกลุ่มการทดลอง ทั้งการทดลองในช่วง 56 วันแรก (-347 และ -272) และการทดลองในช่วง 56 วันหลัง (-205 และ -201)

ตารางที่ 4.6 แสดงความต้องการโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมัก (g/cow/d) [3] และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก (g/cow/d) ของโคนม[4]

รายละเอียด	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
การทดลองช่วงแรก D 0-56[1]		
ความต้องการ RDP [3]	1521	1513
RDP ที่ได้จากอาหาร	1535	1624
ขาด/เกิน	+14	+111
ความต้องการ UDP [4]	864	696
UDP ที่ได้จากอาหาร	517	424
ขาด/เกิน	-347	-272
การทดลองช่วงหลัง D 57-112[2]		
ความต้องการ RDP [3]	1334	1269
RDP ที่ได้จากอาหาร	1336	1411
ขาด/เกิน	+2	+142
ความต้องการ UDP [4]	659	557
UDP ที่ได้จากอาหาร	454	356
ขาด/เกิน	-205	-201

หมายเหตุ : [1]วันที่ 0-56 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

[2]วันที่ 57-112 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและฟางข้าว

[3], [4] ภาคผนวก ก

4.5 ปริมาณน้ำนมและปริมาณส่วนประกอบของน้ำนม

ปริมาณน้ำนมและปริมาณส่วนประกอบของน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบที่ใช้ในการเลี้ยงโคนมทดลองระยะต้นการให้นมแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 ในการทดลองช่วง 56 วันแรก พบว่า ปริมาณน้ำนม (18.6 และ 16.9 กิโลกรัม/วัน) ปริมาณไขมันในน้ำนม (700 และ 644 กรัม/วัน) ปริมาณโปรตีนในน้ำนม (581 และ 526 กรัม/วัน) ปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% (17.93 และ 16.40 กิโลกรัม/วัน) ปริมาณแล็คโตส (758 และ 714 กรัม/วัน) ปริมาณของแข็งพร่องไขมัน (1487 และ 1375

กรัม/วัน) และปริมาณของแข็งรวมในน้ำนม (2217 และ 2062 กรัม/วัน) ของโคนมทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองในช่วง 56 วันหลัง พบว่า ปริมาณน้ำนม (14.5 และ 12.6 กิโลกรัม/วัน) ปริมาณไขมันในน้ำนม (527 และ 460 กรัม/วัน) ปริมาณโปรตีนในน้ำนม (396 และ 356 กรัม/วัน) ปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% (13.69 และ 11.83 กิโลกรัม/วัน) ปริมาณแล็คโตส (684 และ 561 กรัม/วัน) ปริมาณของแข็งพร่องไขมัน (1185 และ 1039 กรัม/วัน) และปริมาณของแข็งรวมในน้ำนม (1710 และ 1523 กรัม/วัน) ของโคนมทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ส่วนของเปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบของน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบ ที่ใช้ในการเลี้ยงโคทดลองระยะต้นการให้นม แสดงไว้ในตารางที่ 4.8 พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์แล็คโตส เปอร์เซ็นต์ของแข็งพร่องไขมัน และเปอร์เซ็นต์ของแข็งรวมในน้ำนมของทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการทดลองในช่วง 56 วันแรกและช่วง 56 วันหลัง ดังแสดงในตารางที่ 4.8

น้ำหนักตัวของโคนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบ ที่ใช้ในการเลี้ยงโคนมทดลองระยะต้นการให้นม แสดงไว้ในตารางที่ 4.9 ในช่วง 56 วันแรก พบว่าน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง (502.8 และ 488.6 กิโลกรัม) น้ำหนักตัวหลังการทดลอง (502.3 และ 486.1 กิโลกรัม) และน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลง (-9 และ -43 กรัม/วัน) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ในช่วง 56 วันหลัง พบว่าน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง น้ำหนักตัวหลังการทดลอง และน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลปริมาณน้ำนมและปริมาณส่วนประกอบของน้ำนม

ผลผลิตโคนม	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
การทดลองช่วงแรก D 0-56[(1)]				
น้ำนม (kg/d)	18.6 ± 3.32	16.9 ± 1.00	0.26	15.70
น้ำนมปรับไขมัน 4% (kg/d)	17.93± 3.21	16.40 ± 1.95	0.29	15.69
ไขมัน (g/d)	700 ±107.62	644 ± 40.63	0.22	12.42
โปรตีน (g/d)	581 ± 76.90	526 ± 82.63	0.21	14.33
แล็คโตส (g/d)	758 ±148.57	714 ±122.24	0.55	18.58
ของแข็งพร่องไขมัน (g/d)	1487 ±247.45	1375 ±138.17	0.31	14.24
ของแข็งรวมในนม (g/d)	2217 ±384.67	2062 ±327.66	0.56	16.03
การทดลองช่วงหลัง D 57-112[(2)]				
น้ำนม (kg/d)	14.5 ± 3.86	12.6 ± 1.50	0.25	22.14
น้ำนมปรับไขมัน 4% (kg/d)	13.69± 3.65	11.83 ± 1.41	0.23	22.17
ไขมัน (g/d)	527 ±115.32	460 ± 64.45	0.20	19.22
โปรตีน (g/d)	396 ± 58.74	356 ± 38.53	0.15	13.36
แล็คโตส (g/d)	684 ±176.99	561 ± 64.13	0.11	21.85
ของแข็งพร่องไขมัน (g/d)	1185 ±160.95	1039 ± 96.52	0.06	12.11
ของแข็งรวมในนม (g/d)	1710 ±361.598	1523 ±327.66	0.51	13.66

หมายเหตุ : [(1)]วันที่ 0-56 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

[(2)]วันที่ 57-112 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและฟางข้าว

Mean ± SD

ตารางที่ 4.8 แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบของน้ำนม

ผลผลิตโคนม	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
การทดลองช่วงแรก D 0-56[(2)]				
ไขมัน	3.77±0.47	3.82±0.44	0.85	11.95
โปรตีน	2.80±0.29	2.76±0.25	0.95	8.79
แล็คโตส	4.08±0.14	4.24±0.65	0.51	10.92
ของแข็งพร่องไขมัน	8.01±0.28	8.16±0.61	0.54	5.69
ของแข็งรวมในนม	11.94±0.80	12.24±0.45	0.62	9.50
การทดลองช่วงหลัง D 57-112[(2)]				
ไขมัน	3.64±0.54	3.60±0.52	0.89	14.75
โปรตีน	2.74±0.27	2.83±0.09	0.41	7.49
แล็คโตส	4.73±0.20	4.46±0.41	0.12	6.79
ของแข็งพร่องไขมัน	8.19±0.28	8.26±0.47	0.80	4.60
ของแข็งรวมในนม	11.82±0.51	12.11±0.17	0.23	27.39

หมายเหตุ : [(1)]วันที่ 0-56 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

[(2)]วันที่ 57-112 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและฟางข้าว

Mean ± SD

ตารางที่ 4.9 แสดงผลน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง

ผลผลิตโคนม	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
การทดลองช่วงแรก D 0-56[(1)]				
น้ำหนักตัวก่อนการทดลอง (kg)	502.8 ± 49.56	488.6 ± 52.93	0.60	10.31
น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (kg)	502.3 ± 51.16	486.1 ± 57.91	0.58	10.99
น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลง (g/cow/d)	-9 ± 302.29	-43 ± 842.25	0.92	245.46
การทดลองช่วงหลัง D 57-112[(2)]				
น้ำหนักตัวก่อนการทดลอง (kg)	502.25 ± 51.16	486.14 ± 57.91	0.58	10.99
น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (kg)	498.88 ± 43.00	484.43 ± 61.94	0.60	10.69
น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลง (g/cow/d)	-60 ± 326.06	-30 ± 376.50	0.87	754.40

หมายเหตุ : [(1)]วันที่ 0-56 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

[(2)]วันที่ 57-112 เลี้ยงด้วยอาหารข้นและฟางข้าว

Mean ± SD

4.6 ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์

การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในชั่วโมงที่ 3 หลังให้อาหาร แสดงไว้ในตารางที่ 4.10 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ของประชากรจุลินทรีย์ระหว่างโคทั้งสองกลุ่มการทดลอง ยกเว้นกลุ่ม *Lactobacilli* (0.66×10^6 และ 0.33×10^6) ของโคกลุ่มทดลองในช่วงที่ 28 วัน พบว่ามีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และในช่วงที่ 56 วัน พบว่า กลุ่ม *Clostridia* (19×10^6 และ 17×10^6) และ *Streptococci* (1.5×10^6 และ 0.84×10^6) มีจำนวนลดลงในโคกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการตรวจนับประชากรโปรโตซัวในชั่วโมงที่ 3 หลังให้อาหาร พบว่า ประชากรใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์จากอาหาร จะมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน นอกจากจะขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมักแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีก ได้แก่ ความจุของระบบทางเดินอาหาร ของสัตว์แต่ละตัว อัตราการไหลผ่านของอาหาร และความสามารถในการดูดซึมโภชนะ

ตารางที่ 4.10 แสดงชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ของโคทดลองทั้งสองกลุ่ม (cfu$\times 10^6$ /ml)

Group samping		Control	Monensin	Pr>T	CV
0 day	Yeast + Fungi	2.50± 0.60	1.70± 0.50	0.14	24.41
	Lactobacilli	0.14± 0.04	0.18± 0.06	0.40	31.51
	Clostridia	7.10± 4.50	12.0 ± 8.00	0.43	71.65
	Streptococci	1.20± 0.30	1.30± 0.70	0.96	44.34
	Protozoa	0.22± 0.03	0.21± 0.02	0.64	10.42
28 day	Yeast + Fungi	1.50± 1.00	1.00± 0.60	0.50	61.42
	Lactobacilli	0.66± 0.12	0.33± 0.05	0.01**	18.36
	Clostridia	9.90± 6.30	11.0± 6.00	0.78	57.98
	Streptococci	0.54± 0.23	0.59± 0.21	0.82	38.98
	Protozoa	0.21± 0.04	0.21± 0.02	0.99	15.06
56 day	Yeast + Fungi	12.0± 4.00	17.0± 8.00	0.43	41.41
	Lactobacilli	1.90± 0.70	2.30± 0.30	0.33	25.68
	Clostridia	19.0± 1.00	17.0± 1.00	0.02*	4.09
	Streptococci	1.50± 0.10	0.84± 0.31	0.03*	20.94
	Protozoa	0.16± 0.02	0.17± 0.06	0.80	25.23
84 day	Yeast + Fungi	5.10± 0.40	5.10± 3.40	0.99	48.29
	Lactobacilli	0.54± 0.29	0.36± 0.08	0.37	47.75
	Clostridia	18.0± 4.00	22.0± 5.00	0.37	21.77
	Streptococci	0.88± 0.78	0.69± 0.15	0.71	72.12
	Protozoa	0.19± 0.03	0.19± 0.06	0.81	23.90

หมายเหตุ : Mean ± SD

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ (P<0.05) , ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ (P<0.01)

n = 3

4.7 ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักของโคทดลอง

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการสุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะหมัก เพื่อตรวจวัดค่า ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักของโคทดลองทั้งสองกลุ่ม โดยทำการวัดในชั่วโมงที่ 3 หลังให้อาหาร แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 พบว่า ปริมาณกรดไขมันระเหยได้จากของเหลวที่สุ่มเก็บจากกระเพาะหมัก ไม่มีผลการวิเคราะห์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่าง ของโคทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างเกี่ยวข้องกับชนิดอาหาร คือถ้าสัตว์กินอาหารข้นในระดับสูงจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดต่ำลงมาก และมีผลทำให้การย่อยเยื่อใยลดลง นอกจากนี้แล้วค่าความเป็นกรดเป็นด่างยังมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกับปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ผลิตขึ้น การผลิตแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักเป็นผลเนื่องมาจากการย่อยสลายโปรตีนในอาหาร จุลินทรีย์โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน รวมทั้งยูเรียที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่โดยน้ำลาย ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะผันแปรไปตามชนิดและระดับการให้อาหาร จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ 3 ชั่วโมงหลังให้อาหารของโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของโคทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

ชนิดกรดไขมันระเหยได้		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
0 day	Acetate, (mmol/L)	22 ± 1.26	21 ± 0.83	0.47	4.93
	Propionte, (mmol/L)	7 ± 0.63	6 ± 0.78	0.71	6.70
	Butyrate, (mmol/L)	4 ± 1.24	5 ± 0.98	0.84	24.55
	pH	6.6 ± 0.49	6.3 ± 0.27	0.46	6.09
	Ammonia, ($mgNH_3$-N/litre)	103.3 ± 0.03	103.3 ± 0.25	0.89	0.27
28 day	Acetate, (mmol/L)	26 ± 0.35	24 ± 0.25	0.26	1.24
	Propionte, (mmol/L)	8 ± 2.23	8 ± 0.08	0.73	19.41
	Butyrate, (mmol/L)	6 ± 0.60	5 ± 0.29	0.48	8.46
	pH	6.7 ± 0.08	6.7 ± 0.25	0.88	2.76
	Ammonia, ($mgNH_3$-N/litre)	103.3 ± 0.02	103.5 ± 0.04	0.62	0.30
56 day	Acetate, (mmol/L)	25 ± 1.44	26 ± 0.93	0.59	4.81
	Propionte, (mmol/L)	7 ± 2.17	8 ± 0.66	0.88	20.92
	Butyrate, (mmol/L)	5 ± 0.30	5 ± 0.23	0.60	5.20
	pH	7.0 ± 0.08	6.9 ± 0.38	0.46	4.06
	Ammonia, ($mgNH_3$-N/litre)	103.8 ± 0.02	103.5 ± 0.04	0.40	0.34
84 day	Acetate, (mmol/L)	23 ± 1.58	21 ± 0.28	0.17	5.13
	Propionte, (mmol/L)	7 ± 0.43	7 ± 3.06	0.78	31.89
	Butyrate, (mmol/L)	4 ± 1.69	4 ± 0.42	0.84	32.57
	pH	6.4 ± 0.25	6.7 ± 0.17	0.19	3.30
	Ammonia, ($mgNH_3$-N/litre)	103.3 ± 0.08	103.4 ± 0.02	0.84	0.55

หมายเหตุ : Mean ± SD

n = 3

4.8 ปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโตอะซิเตท ในเลือดของโคทดลอง

ปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโตอะซิเตทในเลือดโคทดลอง ซึ่งทำการสุ่มเก็บเลือดหลังให้อาหาร 3 ชั่วโมง แสดงไว้ในตารางที่ 4.12 ผลการทดลอง พบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งสองช่วงการทดลอง

ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโตอะซิเตทในเลือดของโคทั้งสองกลุ่ม

ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม (μmol/L)	กลุ่มทดลอง (μmol/L)	Pr>T	CV
β-hydroxybutyrate				
0 day	1.91±0.40	2.26±0.99	0.35	14.09
28 day	1.68±0.29	2.85±1.51	0.39	48.15
56 day	3.18±0.64	4.01±0.33	0.24	14.19
aceto-acetate				
0 day	3.72±0.17	3.91±0.80	0.30	3.46
28 day	4.07±0.29	4.08±0.14	0.95	5.04
56 day	3.88±0.13	3.97±0.11	0.53	3.09

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

4.9 การย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก โดยวิธีถุงไนล่อน

จากตารางที่ 4.13-4.22 แสดงการย่อยสลายได้ของของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก โดยวิธีถุงไนล่อนแช่ในกระเพาะหมัก และศึกษาการย่อยสลายที่เวลาต่างๆ พบว่าโคทั้งสองกลุ่มย่อยได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่การย่อยสลายเยื่อใยของอาหารหยาบ ชั่วโมงที่ 72 วันที่ทดลองวันที่ 56 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.01) การย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางของอาหารหยาบ ชั่วโมงที่ 48 วันที่ทดลองวันที่ 28 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 4.13 ผลการย่อยสลายวัตถุแห้งของอาหารข้นในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
24 h.	0 day	63.2±5.82	57.4±5.64	0.28	9.51
	28 day	60.9±12.68	55.0±8.43	0.54	18.59
	56 day	64.6±1.53	67.5±5.83	0.46	6.46
	84 day	55.2±5.46	45.9±7.11	0.15	12.53
48 h.	0 day	75.0±0.50	73.2±0.49	0.06	0.67
	28 day	77.5±1.45	73.9±7.51	0.46	7.14
	56 day	74.3±8.85	70.0±9.75	0.60	12.91
	84 day	65.8±4.18	60.0±13.10	0.51	15.47

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.14 ผลการย่อยสลายโปรตีนของอาหารข้นในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
24 h.	0 day	61.1±6.15	49.4±6.70	0.09	11.64
	28 day	64.0±11.66	55.8±8.28	0.38	16.87
	56 day	49.5±2.19	56.1±7.87	0.24	10.94
	84 day	60.0±4.89	49.9±6.59	0.11	10.56
48 h.	0 day	78.6±0.43	75.5±0.45	0.12	0.57
	28 day	83.2±1.08	79.2±5.99	0.32	5.30
	56 day	62.3±12.97	57.2±13.88	0.67	22.48
	84 day	72.3±3.39	64.6±11.60	0.33	12.49

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.15 ผลการย่อยสลายเยื่อใยในอาหารข้นในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
24 h.	0 day	27.6±2.83	25.8±0.51	0.47	7.61
	28 day	27.2±1.33	24.7±1.13	0.18	4.76
	56 day	19.0±2.45	20.1±2.14	0.68	11.73
	84 day	29.8±2.26	26.6±0.14	0.18	5.67
48 h.	0 day	35.8±2.19	34.1±0.76	0.41	4.70
	28 day	34.2±1.63	30.0±1.36	0.16	4.53
	56 day	22.4±1.46	22.0±0.41	0.76	4.82
	84 day	34.6±1.19	32.0±0.57	0.24	3.79

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.16 ผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางของอาหารข้นในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
24 h.	0 day	71.2±1.07	68.8±1.23	0.17	1.65
	28 day	66.6±0.58	69.4±0.21	0.08	0.64
	56 day	71.1±0.55	70.1±2.18	0.59	2.25
	84 day	62.9±1.44	59.4±0.14	0.07	1.68
48 h.	0 day	74.9±1.37	74.9±0.16	0.97	1.30
	28 day	75.1±0.99	73.6±0.89	0.21	1.27
	56 day	69.1±1.29	71.7±0.45	0.11	1.37
	84 day	68.0±1.16	64.7±0.23	0.14	1.27

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.17 ผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้นในกระเพาะหมักโดยวิธถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
24 h.	0 day	41.2±1.44	39.9±0.21	0.81	2.51
	28 day	38.8±2.66	37.8±1.12	0.67	5.32
	56 day	34.1±2.60	34.3±0.02	0.92	5.39
	84 day	41.3±0.23	35.9±1.20	0.23	2.24
48 h.	0 day	46.7±1.36	48.7±1.27	0.27	2.76
	28 day	47.7±0.45	46.6±0.86	0.26	1.46
	56 day	39.1±1.46	36.0±1.39	0.17	3.79
	84 day	48.9±0.44	45.5±1.99	0.14	3.06

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.18 ผลการย่อยสลายวัตถุแห้งของอาหารหยาบในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
48 h.	0 day	43.7±14.51	48.8±12.08	0.67	28.88
	28 day	53.7±9.07	51.6±0.48	0.71	12.21
	56 day	29.1±4.77	26.5±1.35	0.41	12.61
	84 day	34.6±3.52	32.5±8.11	0.71	18.67
72 h.	0 day	50.8±11.48	54.9±4.32	0.59	16.40
	28 day	61.5±2.55	63.8±1.58	0.26	3.39
	56 day	41.4±6.07	37.5±15.70	0.70	30.18
	84 day	42.5±1.75	32.8±11.26	0.21	21.42

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.19 ผลการย่อยสลายโปรตีนของอาหารหยาบในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
48 h.	0 day	51.5±11.28	64.1±3.25	0.14	4.12
	28 day	44.8±10.80	55.1±0.71	0.16	2.00
72 h.	0 day	42.2±11.82	52.9±8.00	0.27	2.23
	28 day	53.6±3.08	61.2±1.70	0.20	4.34

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.20 ผลการย่อยสลายเยื่อใยของอาหารหยาบในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
48 h.	0 day	31.1±1.03	30.2±1.74	0.60	4.66
	28 day	30.5±0.75	28.2±0.01	0.06	1.81
	56 day	30.9±0.16	32.3±0.85	0.16	1.93
	84 day	31.5±1.09	33.9±1.29	0.18	3.65
72 h.	0 day	27.1±2.79	26.9±0.45	0.94	7.40
	28 day	29.6±1.99	31.2±0.57	0.40	4.82
	56 day	27.9±0.24	34.7±0.72	0.01**	1.72
	84 day	28.1±1.17	31.2±1.53	0.15	4.60

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ (P<0.05) , ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ (P<0.01)

ตารางที่ 4.21 ผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางของอาหารหยาบในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
48 h.	0 day	63.6±0.16	61.9±1.31	0.22	1.49
	28 day	66.6±0.28	72.9±0.64	0.01**	1.71
	56 day	68.4±2.36	73.2±0.42	0.14	2.41
	84 day	65.6±0.65	70.0±1.46	0.06	1.67
72 h.	0 day	61.2±0.99	62.9±0.13	0.24	0.18
	28 day	73.6±0.25	72.1±2.76	0.51	2.69
	56 day	70.9±1.34	71.9±0.74	0.45	1.52
	84 day	71.0±1.99	70.3±0.44	0.65	2.04

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ (P<0.05) , ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ (P<0.01)

ตารางที่ 4.22 ผลการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารหยาบในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (%)

ระยะเวลาการย่อยสลาย		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	Pr>T	CV
48 h.	0 day	41.0±2.81	39.4±0.60	0.52	5.06
	28 day	42.9±1.36	39.9±1.47	0.16	3.42
	56 day	39.6±1.46	40.7±0.96	0.48	3.07
	84 day	38.7±1.26	42.7±0.52	0.06	2.37
72 h.	0 day	37.8±0.30	38.6±0.61	0.21	1.25
	28 day	42.5±1.82	43.2±1.70	0.73	4.11
	56 day	36.8±2.29	42.3±0.52	0.08	4.20
	84 day	36.2±0.01	40.5±0.18	0.06	1.34

หมายเหตุ : Mean ± SD, n = 3

ตารางที่ 4.23 ผลตอบแทนทางการเงิน (บาท/ตัว/วัน)

	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
ปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4 % (kg/day)	17.9	16.4
รายได้จากน้ำนม [1](บาท)	201	185
รายจ่ายจากอาหารข้น [2] (บาท)	47.3	47.3
รายจ่ายจากข้าวโพดหมัก [3] (บาท)	19.5	19.5
รายจ่ายจากฟาง [4] (บาท)	7.00	6.50
ผลตอบแทน (บาท)		
ปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4 % (kg/day)	13.7	11.8
รายได้จากน้ำนม [1](บาท)	154	133
รายจ่ายจากอาหารข้น [2] (บาท)		
รายจ่ายจากข้าวโพดหมัก [3] (บาท)		
รายจ่ายจากฟาง [4] (บาท)		
ผลตอบแทน (บาท)		

[1]= 11.25 บาท/กิโลกรัมน้ำนมปรับไขมัน 4%

[2]= 5.50 บาท/กิโลกรัมวัตถุแห้ง

[3]= 65 สตางค์/กิโลกรัมสดข้าวโพดหมัก

[4]= 1.10 บาท/กิโลกรัมวัตถุแห้งฟางข้าว

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การกินได้โภชนะของโคนมในช่วงต้นระยะการให้น้ำนม

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารข้นมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีน และไขมัน เท่ากับ 92.22 19.21 และ 5.62 ตามลำดับ จะห็นว่าอาหารข้นที่ใช้ทดลองมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันสูงกว่ารายงานของ Suksombat and Sra-ngam (1998) (90.1 17.1 และ 3.5) ตามลำดับ ข้าวโพดหมักที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีส่วนประกอบทางเคมีของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีน และไขมัน เท่ากับ 21.68 6.97 และ 3.42 ตามลำดับ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่ารายงานของ Dartt et al. (1978) (5.95) ฟางข้าวมีส่วนประกอบทางเคมีของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีน เถ้า เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรด เท่ากับ 83.81 2.80 14.97 66.53 และ 39.25 ตามลำดับ มีปริมาณโปรตีนหยาบใกล้เคียงกับรายงานของ เมธา (2533)

ปริมาณการกินได้โภชนะต่างๆ ของอาหารโคนมทั้งสองกลุ่มการทดลอง โดยในช่วงการทดลอง 56 วันแรกที่ให้ข้าวโพดหมักร่วมกับอาหารข้น พบว่าปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานของข้าวโพดหมักและอาหารข้นของโคทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน และการทดลอง ในช่วงการทดลอง 56 วันหลังที่ให้ฟางข้าวร่วมกับอาหารข้น พบว่า ปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงาน ของฟางข้าวและอาหารข้นของโคทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Baile et al. (1979) ที่ทำการทดลองเสริมสารโมเนนซิน พบว่า การกินได้ของโคระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบการทดลองระหว่างช่วง 56 วันแรกที่โคได้รับข้าวโพดหมักร่วมกับอาหารข้น และการทดลองในช่วง 56 วันหลัง ที่โคได้รับฟางข้าวร่วมกับอาหารข้น โดยเปรียบเทียบกับการทดลองของ Suksombat and Sra-ngam (1998) ที่ได้ศึกษาถึงการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตในช่วงต้นระยะการให้น้ำนมโดยใช้ต้นข้าวโพดสดเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่า ปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง ปริมาณการกินได้โปรตีนและการกินได้พลังงาน ของโคทั้งสองกลุ่มต่ำกว่าการทดลองของ Suksombat and Sra-ngam (1998) ทั้งในช่วง 56 วันแรกและในช่วง 56 วันหลัง อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของเยื่อใยในข้าวโพดหมักและในฟางข้าวมีปริมาณสูงกว่าในข้าวโพดสด และจะเห็นได้ว่าฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก ซึ่งมีผนังเซลล์มากอยู่แล้วโดยธรรมชาติ

ทำให้มีการพักตัวในระบบทางเดินอาหารนาน เกิดการจัดเรียงตัวกันเป็นชั้นๆ ภายในกระเพาะหมัก มีการขยอกกลับเพื่อทำการเคี้ยวเอื้องใหม่ (Horner et al., 1988) ทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ในภาพรวม

ปริมาณการกินได้วัตถุแห้งและการกินได้พลังงานที่น้อยกว่านั้น อาจเนื่องมาจากปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบจำถูกจำกัดจากลักษณะทางกายภาพของอาหาร ข้าวโพดหมักและฟางข้าวจะมีลักษณะทางกายภาพที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่าข้าวโพดสด คือมีองค์ประกอบทางเคมีของ เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางและเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดสูงกว่า และโคต้องการปริมาณการกินได้ของพลังงานสูง ดังนั้นเมื่อเสริมอาหารข้นพลังงานสูงร่วมกับอาหารหยาบ ปริมาณการกินได้จะเพิ่มขึ้น

5.2 ระดับกรดไขมันระเหยได้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมัก และสารคีโตนในกระแสเลือด

จากการทดลอง พบว่า อะซิเตท โพรพิโอเนท บิวทีเรท ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจนของโคนมทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

แอมโมเนียเป็นโภชนะที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เช่น *Bacteriodes succinogenes, Ruminococcus flavafaciens และ Methanobacterium ruminantium* เป็นต้น (Bryant, 1959 ; Hungate, 1966) แอมโมเนียเป็นแหล่งไนโตรเจนของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเยื่อใย และกลุ่มที่ย่อยสลายพวกแป้ง น้ำตาล เพื่อใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน โดยทั่วไปแอมโมเนียเกิดขึ้นจากผลของการย่อยสลายโปรตีนในอาหาร จากการทดลองระดับแอมโมเนียของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน และมีค่าอยู่ในช่วง 103.3 - 103.8 $mgNH_3$-N/litre ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Satter and Slyter (1974) พบว่า ระดับแอมโมเนียที่ได้รวบรวมส่วนมากอยู่ระหว่าง 50 - 190 $mgNH_3$-N/litre และใกล้เคียงกับ Krebs and Leng (1983) อ้างถึงโดย Boniface et al. (1986) รายงานว่าระดับของแอมโมเนียที่เหมาะสมจะเพิ่มขบวนการย่อยในกระเพาะหมักโดยจุลินทรีย์ ซึ่งในสัตว์เขตร้อนระดับแอมโมเนียที่เหมาะสมจะมีค่า 45 $mgNH_3$-N/litre และการย่อยได้ของเซลลูโลสจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับของแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้นถึง 210 $mgNH_3$-N/litre ถึงแม้ว่าการย่อยได้จะดีขึ้นเมื่อระดับแอมโมเนียมากกว่า 80 $mgNH_3$-N/litre แต่ปรากฏว่าการทำงานของจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ย่อยเยื่อใย จะทำงานได้ดีเมื่อระดับแอมโมเนียอยู่ในช่วง 60 - 100 $mgNH_3$-N/litre จากการทดลองจะเห็นได้ว่าระดับแอมโมเนียอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อขบวนการย่อยในกระเพาะหมัก

จากการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักของโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ความเข้มข้นของของเหลวในกระเพาะหมักและความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะหมักจะมีผลต่อปริมาณแอมโมเนียที่ถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักในตัวสัตว์ เมื่อความเป็นกรดเป็นด่างในของเหลวภายในกระเพาะหมักสูงขึ้น จะมีผลทำให้การดูดซึมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (NRC, 1988) เนื่องจากแอมโมเนียเป็นด่างเล็กน้อย ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มสูงขึ้นด้วย และเพิ่มการดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมัก ของเหลวในกระเพาะหมักจะสูญเสียการเป็นบัฟเฟอร์ที่ดี เมื่อความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มสูงขึ้น โดยปกติปริมาณแอมโมเนียที่ถูกดูดซึมจะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียอีกครั้งที่ตับ (NRC, 1988)

จากการศึกษาของ Song and Kennelly (1990) พบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงขึ้นจาก 73 mgNH_3-N/litre เป็น 157 mgNH_3-N/litre จะมีผลให้ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้เพิ่มขึ้นตาม ซึ่งจะสูงสุดในช่วง 1.5 ชั่วโมงหลังให้อาหาร จากผลการทดลองไม่พบความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมัก ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณกรดไขมันระเหยได้ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างโคกลุ่มควบคุมและโคกลุ่มทดลอง คล้ายกับผลการทดลองของ Baile et al. (1979) ที่ไม่พบความแตกต่างของกรดไขมันระเหยได้เมื่อเสริมสารโมเนนซิน

จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักใช้แอมโมเนียในการสังเคราะห์เซลล์ของตัวเอง และอัตราการสังเคราะห์สูงสุดเมื่อระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียมีค่า 90 mgNH_3-N/litre ซึ่งพบโดย Miller (1973) และ Mehrez et al. (1977) อ้างถึงโดย Leng and Nolan (1984) ปริมาณแอมโมเนียที่ได้จากการทดลองก็มีค่าใกล้เคียง น่าจะทำให้จุลินทรีย์ใช้สังเคราะห์เซลล์ของตัวจุลินทรีย์ได้ดี ซึ่งการมีจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นนี้จะมีผลทำให้การใช้กรดไขมันระเหยได้ลดลง ส่งผลให้ผลิตแก๊สมีเทนลดลง และจะลดความร้อนต่อหน่วยของจุลินทรีย์ที่ย่อยได้ (Leng and Nolan, 1984)

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในเลือดโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งสองช่วงการทดลอง สอดคล้องกับผลการทดลองของ Van Der Werf (1997) พบว่า เมื่อทดลองเสริมสารโมเนนซินให้แก่โคที่ได้รับอาหารข้นต่ออาหารหยาบ(หญ้าหมักและข้าวโพดหมัก)ในสัดส่วน 50 ต่อ 50 สารโมเนนซินไม่มีผลทำให้ปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในเลือดโคทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน โดยปกติในเลือดโคจะมีสารคีโตน คือ เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท 250 ไมโครโมล/ลิตรและอะซิโตอะซิเตท 10 ไมโครโมล/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารคีโตนจากการทดลองจะเห็นได้ว่าระดับของสารคีโตนที่ตรวจพบมีปริมาณน้อย การเกิดคีโทซีสอาจจะเนื่องจากความต้องการใช้พลังงานในช่วงที่ต้องการสร้าง

ผลผลิตในปริมาณสูง โดยการสลายไขมันที่สะสมไว้เพื่อเป็นแหล่งพลังงาน หรืออาจเนื่องจากโคอยู่ในสภาวะอดอาหารหรือได้รับอาหารไม่เพียงพอ เป็นสาเหตุให้เกิดการสะสมสารคีโตนในกระแสเลือดและเกิดการสูญเสียสารคีโตนออกไปกับปัสสาวะมาก ทำให้เกิดการขาดพลังงาน และแสดงอาการคีโทซีส จากผลการทดลองที่ไม่พบความแตกต่างของระดับสารคีโตนในกระแสเลือด น่าจะมีสาเหตุเนื่องมาจากในการทดลองมีการจ่ายอาหารข้นในระดับสูงทำให้โคได้รับพลังงานเพียงพอแก่ความต้องการ ทำให้มีการสังเคราะห์กลูโคสและมีระดับกลูโคสในกระแสเลือดเพียงพอ ที่จะนำไปสู่การสร้างออกซาโลอะซิเตท และทำให้เกิดการใช้สารคีโตนในวัฏจักรกรดซิตริก โดยผ่านทางอะซิทิว-โคเอ ทำให้ไม่เกิดการสะสมของสารคีโตนในกระแสเลือด และระดับกลูโคสที่เพียงพอทำให้ระดับการสังเคราะห์สารคีโตนลดลง (Sauer et al., 1989)

5.3 ผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม

ปริมาณน้ำนมของโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งในการทดลองช่วง 56 วันแรกที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดหมักร่วมกับอาหารข้น และในช่วง 56 วันหลังที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับอาหารข้น

จากการทดลองปริมาณน้ำนมที่ไม่แตกต่างกันนั้น อาจสืบเนื่องมาจากโคนมที่ใช้ในการทดลองอยู่ในช่วงต้นระยะการให้น้ำนม ซึ่งจะมีปริมาณน้ำนมมาก และเมื่อทำการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารหยาบซึ่งได้แก่ ช่วง 56 วันแรกที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดหมักร่วมกับอาหารข้น และในช่วง 56 วันหลังที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับอาหารข้น ข้าวโพดหมักและฟางข้าวเป็นอาหารหยาบที่มีองค์ประกอบของเยื่อใยสูง มีพลังงานในอาหารน้อย มีผลทำให้การกินได้ถูกจำกัดโดยความจุกระเพาะของโค และในการทดลองครั้งนี้โคได้รับอาหารข้นในสัดส่วนที่สูงกว่าอาหารหยาบ จึงทำให้โคนมได้รับพลังงานในระดับสูงเพียงพอกับความต้องการในการดำรงชีพและการให้ผลผลิต และโคนมทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารเหมือนกัน จึงน่าจะสังเคราะห์ กลูโคส ไขมัน และโปรตีน มาจากอาหารที่เลี้ยงเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ปริมาณน้ำนมของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

โคนมทั้งสองกลุ่มได้รับโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักเพียงพอที่จะผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม ได้แก่ เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนม เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม เปอร์เซ็นต์แล็คโตส เปอร์เซ็นต์ของแข็งพร่องไขมัน และเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม ของโคทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งในช่วง 56 วันแรกและในช่วง 56 วันหลัง เนื่องจากโคทั้งสองกลุ่มได้รับโปรตีนที่

ย่อยสลายในกระเพาะหมักเพียงพอที่จะผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม ซึ่งปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักที่ได้รับอย่างเพียงพอกับความต้องการจะช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน ทำให้มีจุลินทรีย์โปรตีนจำนวนมากไหลผ่านไปย่อยที่ลำไส้เล็กและถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ต่อไป (Oldham, 1984)

จากการทดลองไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงของโคทั้งสองกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ramanzin et al. (1997) พบว่าเมื่อทดลองเสริมสารโมเนนซินในโคที่เลี้ยงด้วยสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น 70 ต่อ 30 และ 50 ต่อ 50 ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงของโค และยังสอดคล้องกับผลการทดลองของ Van Der Werf et al. (1997) คือ ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงของโคทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อเลี้ยงด้วยหญ้าหมักและข้าวโพดหมักต่ออาหารข้นในสัดส่วน 50 ต่อ 50

เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมของโคกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในช่วง 56 วันแรกที่โคได้รับข้าวโพดหมักร่วมกับอาหารข้น พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมของโคกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองสูงกว่าการทดลองในช่วง 56 วันหลังที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับอาหารข้น อาจมีสาเหตุเนื่องจากองค์ประกอบของไขมันในข้าวโพดหมักมีปริมาณสูงกว่าในฟางข้าว และเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมจะผกผันกับปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ จะเห็นได้ว่าโคในกลุ่มทดลองจะมีปริมาณน้ำนมต่ำกว่าโคในกลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากไม่มีความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนียในกระเพาะหมัก ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์แล็คโตส เปอร์เซ็นต์ของแข็งปราศจากไขมัน และเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในน้ำนมไม่แตกต่างกันในโคทั้งสองกลุ่ม

5.4 การใช้สารโมเนนซินในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมัก

จากการทดลองพบว่า แบคทีเรีย เชื้อรา และ โปรโตซัว ในโคนมกลุ่มควบคุมและโคกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และ โปรโตซัว ตอบสนองต่อสารโมเนนซินน้อยมาก หรือแทบไม่มีผลเลย ทำให้ปริมาณและการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในโคนมทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ (Henderson et al., 1981) แต่อย่างไรก็ตามในช่วงวันที่ 28 พบว่าจุลินทรีย์ *Lactobacilli* ในกลุ่มที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และ วันที่ 56 จุลินทรีย์กลุ่ม *Clostridia* และ *Streptococci* กลุ่มที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีประชากรจุลินทรีย์น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับผลการย่อยสลายเยื่อใยและเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางของอาหารหยาบ อิทธิพลของอาหารหยาบต่ออาหารข้น ซึ่งในการทดลองนี้ โคนมในช่วงแรก (0-56 วัน) นั้นได้รับอาหารข้นต่ออาหารหยาบเป็น 60 ต่อ 40 และในการทดลองช่วงหลัง (57-112 วัน) โคนมได้รับอาหารข้นต่ออาหารหยาบเป็น 62 ต่อ 38 และ 66 ต่อ34 ซึ่งจัดได้ว่าโคนมได้รับอาหารข้นในปริมาณสูง

จึงส่งผลต่อสัตว์ได้รับพลังงานในอาหารสูง จึงไม่ทำให้ผลการเสริมโมเนนซินมีผลการให้ผลผลิต (Zinn et al., 1994) และนอกจากนี้โคนมทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารคือ ข้าวโพดหมักและฟางข้าว ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีอัตราการไหลผ่านจากกระเพาะหมักสู่กระเพาะจริงและลำไส้เล็กเร็ว ซึ่งจากการทดลองของ (Gomez et al., 1990) พบว่าข้าวโพดมีอัตราการไหลผ่านจากกระเพาะหมักสู่ลำไส้เล็กเมื่อเทียบกับหญ้าอัลฟัลฟาเฮย์เป็น (9.1 เปอร์เซ็นต์ และ 4.2 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

ดังนั้นจุลินทรีย์ที่ได้รับการกระตุ้นจากสารโมเนนซินในกระเพาะหมักจึงมีเวลาจำกัดในการเข้าย่อยสลาย ทำให้ผลการเข้าย่อยสลายของเยื่อใยไม่แตกต่างกัน และจำนวนจุลินทรีย์ก็ไม่แตกต่างกันเป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าจำนวนจุลินทรีย์และการย่อยได้ของเยื่อใยในการตรวจวัดในวันที่ 28 และ 56 วันนั้น อาจเกิดจากอิทธิพลของอาหารดังกล่าวมานั่นเอง

5.5 การประเมินค่าการย่อยสลายได้ของ วัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก โดยวิธีถุงไนล่อน

การประเมินค่าการย่อยสลายได้ของ วัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก โดยใช้ถุงไนล่อนแช่ในกระเพาะหมักที่ระดับเวลาต่างกัน ในอาหารข้นจะแช่ที่ระดับเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ส่วนในอาหารหยาบจะแช่ที่ระดับเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งโคทั้งสองกลุ่มมีการย่อยสลายอาหารข้นในกระเพาะหมักไม่แตกต่างกัน สาเหตุที่ย่อยได้ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะอาหารข้นโคจะสามารถย่อยสลายได้หมดเมื่อแช่อยู่ในกระเพาะหมัก การหมักย่อยคาร์โบไฮเดรตอย่างรวดเร็วจะส่งผลต่อระดับความเป็นกรด-ด่างลดลง ส่งผลต่อการทำงานของแบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลสทำให้การย่อยสลายลดลง ในช่วงแรกๆ การย่อยสลายจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นและจะคงที่เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งค่าการละลายได้และอัตราการสลายตัวของโปรตีนไม่ต่างกันจึงทำให้ค่าการย่อยสลายได้จริงใน

กระเพาะหมักใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Carro et al. (1991) ได้สรุปไว้ว่าปริมาณการกินได้วัตถุแห้งมีความสัมพันธ์กับค่าการละลายของวัตถุแห้ง และอัตราการย่อยสลายของวัตถุแห้ง นอกจากนี้ค่าที่ได้อาจจะผันแปรได้เนื่องจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ขนาดของรูพรุนของถุงไนล่อน ขนาดถุง และปริมาณอาหารที่ใส่ถุง

สำหรับอาหารหยาบ พบว่าส่วนใหญ่โคทั้งสองกลุ่มมีค่าการย่อยสลายได้ไม่แตกต่างกัน สาเหตุที่การย่อยได้ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะว่าอิทธิพลของอาหารหยาบต่ออาหารข้น ซึ่งจากการทดลองจะเห็นได้ว่าโคได้รับอาหารข้นในปริมาณที่สูง ทำให้สัตว์ได้รับพลังงานในอาหารสูง และประกอบกับโคทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารเหมือนกันซึ่งเป็นอาหารที่มีอัตราการไหลผ่านจากกระเพาะหมักสู่กระเพาะจริงและลำไส้เล็กเร็ว ดังนั้นจุลินทรีย์ที่ได้รับการกระตุ้นจากสารโมเนนซินจึงมีเวลาจำกัดในการเข้าย่อยสลาย ทำให้โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดใกล้เคียงกัน จึงทำให้การผลการย่อยสลายของเยื่อใยย่อยได้ไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่าในช่วงวันที่ 56 ชั่วโมงที่ 72 การย่อยได้เยื่อใยอาหารหยาบของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) และวันที่ 28 ชั่วโมงที่ 48 พบว่าการย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางของอาหารหยาบในโคกลุ่มทดลองย่อยได้สูงกว่าในโคกลุ่มควบคุม ($P<0.01$) อาจเกิดจากอิทธิพลของอาหารดังกล่าวมานี้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาถึงผลการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมลูกผสมโฮลสไตส์ฟรีเชี่ยน ในช่วง 56 วันแรก โคนมได้รับอาหารข้นในสัดส่วน 60 เปอร์เซ็นต์ต่อข้าวโพดหมักในสัดส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 56 วันหลัง โคนมได้รับอาหารข้นในสัดส่วน 62 และ 66 เปอร์เซ็นต์ต่อฟางข้าวในสัดส่วน 38 และ 34 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพการจัดการเลี้ยงดูในประเทศไทย พบว่า

1. การใช้สารโมเนนซินภายใต้สภาวะการจัดการนี้ไม่ปรากฏผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม น้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ และส่วนประกอบในน้ำนมทั้งปริมาณและเปอร์เซ็นต์ (ไขมัน โปรตีน โมเนนซินภายใต้สภาวะการจัดการนี้ไม่ปรากฏผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวอีกด้วย

2. การใช้สารโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ (ยีสต์ เชื้อรา โปรโตซัว และแบคทีเรีย) พบว่าแบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacilli* ของโคนมในช่วง 28 วันของการทดลองมีจำนวนลดลง และในช่วงการทดลองที่ 56 วัน นี้ยังพบว่าจำนวนแบคทีเรียกลุ่ม *Clostridia* มีจำนวนลดลงและแบคทีเรียกลุ่ม *Streptococci* มีจำนวนลดลง ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการใช้สารโมเนนซิน แต่อย่างไรก็ตามภายใต้สภาวะการจัดการนี้ไม่ปรากฏผลต่อชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในการตรวจวันที่ 0 และ 84 ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งทั้งนี้เนื่องมาจาก ชนิดของอาหารหยาบที่โคนมได้รับ กล่าวคือ โคนมได้รับข้าวโพดหมักและฟางข้าว ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีอัตราการไหลผ่านสูง จากการทดลองของ Gomez-Alarcon et al. (1990) พบว่าอัตราไหลผ่านของข้าวโพดหมักสูงกว่าหญ้า alfalfa มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ ข้าวโพดและอัลฟัลฟามีอัตราไหลผ่านเป็น 9.1 และ 4.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. ผลการใช้สารโมเนนซินไม่ทำให้การสังเคราะห์กรดไขมันระเหยได้ (อะซิเตท โพรพิโอเนท และบิวทีเรท) แตกต่างกัน และไม่มีผลต่อระดับแล็คโตส ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนม) และนอกจากนี้ยัง พบว่า การใช้สารค่าความเป็นกรดเป็นด่างและแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมัก และนอกจากนี้พบว่าการเสริมสารโมเนนซินไม่มีผลต่อปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในเลือดโคทดลอง ซึ่งทั้งนี้เป็นเพราะว่าโคนมได้รับอาหารข้นในระดับสูง ซึ่งเป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตกรดโพรพิโอเนทสูง นอกจากนี้อาหารหยาบยังมีคุณ

สมบัติในการไหลผ่านในกระเพาะหมักสูงทำให้จุลินทรีย์เข้าย่อยอาหารได้ไม่เต็มที่ ส่งผลต่อการผลิตกรดไขมันระเหยได้ไม่แตกต่างกัน

4. การใช้สารเสริมโมเนนซินต่อการย่อยสลายสารอาหารในกระเพาะหมัก พบว่าการย่อยสลายวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรดไม่แตกต่างกัน ยกเว้น การย่อยสลายเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลางที่ระยะเวลา 28 วัน ที่ 48 ชั่วโมง มีการเพิ่มขึ้น 6.3 เปอร์เซ็นต์และ การย่อยสลายเยื่อใยระยะเวลาที่ 56 วัน 72 ชั่วโมง มีการย่อยสลายเพิ่มขึ้น 6.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากการเข้าย่อยสลายของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมักได้น้อย

จากข้อสรุปทั้งสี่ พบว่า การใช้สารโมเนนซินภายใต้สภาวะการจัดการนี้ไม่ปรากฏผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม น้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบในน้ำนม ทั้งปริมาณน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ (ไขมัน โปรตีน แล็คโตส ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนม) การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ (ยีสต์ เชื้อรา โปรโตซัว และแบคทีเรีย) การสังเคราะห์กรดไขมันระเหยได้ (อะซิเตท โพรพิโอเนท และบิวทีเรท) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมัก นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมสารโมเนนซินภายใต้สภาวะการจัดการนี้ไม่ปรากฏผลต่อปริมาณเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทและอะซิโต-อะซิเตทในกระแสเลือด รวมทั้งการย่อยสลายสารอาหารในกระเพาะหมัก ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกรด ทั้งนี้เนื่องมาจาก ผลของระดับอาหารข้นต่ออาหารหยาบที่โคได้รับ ซึ่งในการทดลองได้จ่ายอาหารข้นในปริมาณสูง คือในช่วง 56 วันแรกจ่ายอาหารข้น 60 เปอร์เซ็นต์ และในการทดลองช่วง 56 วันหลังจ่ายอาหารข้นในสัดส่วน 62 และ 66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้โคนมได้รับพลังงานสุทธิที่โคนำไปใช้ได้จริงๆ ในการดำรงชีพและการให้ผลผลิต ในระดับสูงที่เพียงพอกับความต้องการ จึงทำให้ผลการใช้สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตดังกล่าว นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดอาหารหยาบที่โคนมได้รับ กล่าวคือ โคนมได้รับข้าวโพดหมักและฟางข้าว ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีอัตราการไหลผ่านสูง จากการทดลองของ Gomez-Alarcon et al. (1990) พบว่าอัตราไหลผ่านของข้าวโพดหมักสูงกว่าหญ้าอัลฟัลฟามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ ข้าวโพดและอัลฟัลฟามีอัตราไหลผ่านเป็น 9.1 และ 4.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อโคได้รับอาหารข้นในสัดส่วนที่สูง จะทำให้เกิดการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตพวกที่โครงสร้างไม่แข็งแรงได้เร็ว ส่งผลให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างลดลง (ชวนิศนดากร, 2534) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนและปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มอะมัยโลไลติกแบคทีเรีย (amylolytic bacteria) และแบคทีเรียกลุ่มที่ทนกรดได้สูง ทำให้มีการเพิ่ม

จำนวนขึ้น สภาวะนี้ไม่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยเยื่อใย เช่น พวกเซลลูโลไลติกแบคทีเรีย (cellulolytic bacteria) จะลดจำนวนลง และยังกระทบต่อการทำงานของเอนไซม์เซลลูเลสในกระเพาะหมัก ทำให้การย่อยได้ของเยื่อใยลดลง และนอกจากนี้ในข้าวโพดจะประกอบด้วยโปรตีนที่เรียกว่า เซน (zein) ซึ่งสามารถย่อยสลายได้ในกระเพาะหมักเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีอัตราการไหลผ่านที่สูง ทำให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยสลายเยื่อใยมีเวลาเข้ายึดเกาะและย่อยสลายได้น้อย จึงส่งผลให้โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างหรือแตกต่างแต่เห็นผลไม่ชัดเจน

ข้อเสนอแนะการทดลอง

จากผลการศึกษาถึงผลการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมลูกผสมโฮลสไตส์ฟรีเชี่ยน ซึ่งได้รับอาหารข้นร่วมกับข้าวโพดหมักและฟางข้าว ในสภาพการจัดการเลี้ยงดูในประเทศไทย พบว่า ภายใต้สภาวะการจัดการเช่นนี้ไม่มีความแตกต่างในด้านการให้ผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของนักวิจัยท่านอื่นที่ได้ทดลองมาในประเทศไทย ดังนั้นในประเทศไทยยังไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ เนื่องจากในการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในประเทศไทย มีการให้อาหารข้นในสัดส่วนที่สูงกว่าอาหารหยาบ ซึ่งทำให้โคได้รับพลังงานพอที่จะให้ผลผลิตน้ำนม จึงทำให้การใช้สารเสริมโมเนนซินไม่ปรากฏผล อย่างไรก็ตามชนิดของอาหารหยาบก็อาจจะมีผลต่อประสิทธิภาพของสารเสริมโมเนนซิน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงชนิดอาหารหยาบเพิ่มเติม เพราะจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ฟางข้าวและข้าวโพดหมักเท่านั้น นอกจากนี้ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาถึงผลของสารโมเนนซินในโคเนื้อพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งมักเลี้ยงแบบปล่อยแปลงและไม่มีการเสริมอาหารข้น จึงน่าจะมีการศึกษาถึงผลของการเสริมสารโมเนนซินในด้านผลผลิตและด้านสุขภาพของโคพื้นเมือง

เอกสารอ้างอิง

เกษตร วิทยานุภาพยืนยง และพิเชฐ ศักดิ์พิทักษ์สกุล. (2531). **คู่มือการเลี้ยงโคนม**. (จำนวน 2,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ.

จิรสิทธิ์ สงค์ประเสริฐ. (2531). **Milk Production**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

ฉลอง วชิราภากร. (2541). **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น**. (จำนวน 200 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1). ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชวนิศนดากร วรวรรณ, ม.ร.ว.. (2534). **การเลี้ยงโคนม**. (จำนวน 3,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช: กรุงเทพฯ.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2541). **โภชนะศาสตร์สัตว์**. (จำนวน 1,200 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 6). ธนบรรณการพิมพ์: เชียงใหม่.

เมธา วรรณพัฒน์. (2533). **โภชนะศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. (2538). **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 97 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. **สถิติการเกษตรปีการเพาะปลูก 2539-2540**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Anonymous. (1975). **Rumensin Research Seminar**. Eli Lilly and Co., Indianapolis. IN.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). **Official Methods of Analysis**. 15th Ed. AOAC. Virginia : USA. 1298 p.

Atlas, R.M. (1995). **Hand Book of Microbiological Media for the Examination of Food**. Botation : CRC Press.

Baile, C.A., McLaughlin, C.L., Potter, E.L. and Chalupa, W. (1979). Feeding behavior

changes of cattle during introduction of monensin with roughage or concentrate diets. **J. Anim. Sci**. 48:1501-1508.

Bartley, E.E., Nagaraja, T.G., Pressman, E.S., Dayton, A.D. Katz, M.P. and Fina, L.R. (1983). Effects of lasalocid or monensin on legume or Grain (feedlot) bloat. **J. Anim. Sci.** 56:1400-1406.

Bartley, E.E., Herod, E.L., Bechtle, R.M., Sapienze, D.A., Brent, B.E. and Davidorich, D. (1979). Effect of monensin, lasalocid, or a new polyether antibiotic with and without niacin or amicoral on rumen fermentation in vitro and on heifer growth and feed efficiency. **J. Anim. Sci**. 49 : 1066.

Benz, D.A. and Johnson, D.E. (1982). The effect of monensin on energy partitioning by forage-fed steers. **J. Anim. Sci**. 55(suppl. 1):491.

Bonhomme, A. (1990). Rumen ciliates:Their metabolism and relationships with bacteria and their hosts. **Anim. Feed Sci. Technol**. 30:203.

Boniface, A.N., Murray, R.M., and Hogan, J.P. (1986). Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. Proc. Aust. Soc. **Anim. Prod.** 16:151-154.

Bryant, M.P. (1959). Bacterial species of the rumen**. Bacteriol**. Rev. 23:125.

Carro, M.D., Lopez, S., Gonzalez, S., and Ovejero, F.J. (1991). The use pH the rumen degradation characteristics of gay as predictors of its voluntary intake by sheep. **Anim. Prod**. 52:133-139.

Chen, M. and Wolin, M.J. (1979). Effect of monensin and lasalocid-sodium on the growth of methanogenic and rumen saccharolytic bacteria. **Appl. Environ. Microbiol**. 38:72.

Chesson, A. and Orskov, E.R. (1984). Microbial degradation in the digestive tract. **Straw and Other Fibrous By-productions as Feed**. Sunstol, F. and Owen, E. (Ed.). Elsevier Amsterdam.

Chalupa, W., Corbett, W. and Brethour, J.R. 1980. Effects of monensin and amicoral on rumen fermentation. **J. Anim. Sci**. 51 : 170.

Church. D.C. (1983). **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants**. (2nd Ed.) Oregon: O&B Books.

Conrad, H.R., Pratt, A.D., and Hibbs, J.W. (1964). Regulation of feed intake in dairy cow. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **J. Dairy Sci**. 47:54.

Cottyn, B.G., Fiems, L.O., Boucque, C.V., Aerts, J.V. and Buysse, F.X. (1983). Effect of monensin sodium and avopacin on digestibility and rumen fermentation. **Z. Tierernaehr. Futtermittelkd**. 49 : 277-286.

Czerkawski, T.W. and Cheng, K.J. (1988). **Compartmentation in the Rumen**. In : P.N. Hobson (Ed.) The Rumen Microbial Ecosystem. New York :Elsevier Science Publishing.

Dartt, R.M., Boiling, J.A., and Bradley, N.W. (1978). Supplemental protein withdrawal and monensin in corn silage diets of finishing steers. **J. Anim. Sci**. 46:345-349.

Dennis, S.M., Nagaraja, T.G., and Bartley, E.E. (1981). Effects of lasalocid or monensin on lactate-producing ro-using rumen bacteria. **J. Anim. Sci**. 52:418-426.

Devendra, C. (1989). Comparative aspects of digestive physiology and nutrition in goats and sheep. **Ruminant Physiology and Nutrition in Asia**. Japan : Sendai.

Dinius, D.A., Simpson, M.S. and Marsh, P.B. (1976). Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **J. Anim. Sci**. 42 : 229-234.

Dixon, E.M. (1986). Effect of dietary concentrates on rumen digestion of fibrous feedstuffs. **Anim. Feed Sci. Technol**. 14:193.

Donoho, A.L. (1984). Biochemical studies on the fate monensin in animals and in the environment. **J. Anim. Sci**. 58 : 1528-1539.

Elanco product company. (1991). **Monensin Dairy-Trial Result**. West Ryde, New South Wale.

Fellner, V., Sauer, F.D. and Kramer, J.K.G. (1997). Effect of nigericin, monensin, and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-though ruminan fermenters**. J. Dairy Sci**. 80 : 921-928.

Goering, H.K., and Van Soest, P.J. (1970). **Forage Fiber Analysis**. Agricultural Handbook, Agricultural Research Council. Jacket No. 379. Washington, D.C. USDA.

Godo, H.M., Goodric, R.D., Garret, J.E., and Meiske, J.C. (1986). Effect of concentrate level and ionophores on energy, protein and mineral digestion in steers. **J. Anim. Sci**. 63 (Suppl. 1):440 (abs).

Gomez-Alarcon, R.A., Dudas, C. and Hull, J.T. (1990). Influence of cultures of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestibility of dietary components. **J. Dairy. Sci**. 73:703-710.

Goodrich, R.D., Garrett, J.E., Gast, D.R., Kirick, M.A., Larson, D.A. and Meiske, J.C. (1984). Influence of monensin on the performance of cattle. **J. Anim. Sci**. 58 : 1484-1498.

Greene, L.W., May, B.J., Schelling, G.T., and Byers, F.M. (1988). Site and extent of apparent magnesium and calcium absorbtion in steers fed monensin. **J. Anim. Sci**. 66 : 2987-2991.

Grings, E.E., and Males, J.R. (1987). Performance, blood and ruminal characteristics of cows receiving monensin and magnesium supplemen. **J. Anim. Sci**. 66:566-573.

Harrold, J.B. (1998). **Microbiological Applications Laboratory Manual in General Microbiology**. (7th ed.). New York : McGraw – Hill Companies. pp. 468.

Harper, W.J., and Hall, C.W. 1976. **Dairy Technology and Engineering**. AVI Publishing co. p. 60-95.

Hayes, D.P., Prieffer, D.U. and Williamson, N.B. (1996). Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cows fed pasture. **J. Dairy Sci**. 79 : 1000-1008.

Henderson, C., Stewart, C.S. and Nekrep, F.V. (1981). The effects of monensin on pure and mixed culture of rumen bacteria. **J. Applied Bacteriology**. 51 : 159.

Holmes, C.W. and Wilson, G.F. (1987). **Milk Production from Pastures**. Butterworths of New Zealand (Ltd.), Wellington, New Zealand.

Horner, J.L., Coppock, C.E., Moya, J.R., LaBore, J.M., and Lanham, J.K. (1988). Effects of niacin and whole cottonseed on ruminal fermentation, protein degradability, and nutrient digestibility. **J. Dairy Sci**. 71:1239-1243.

Horton, G.M.J., Bassendowski, E.H, and Keller. (1980). Digestion and metabolism in lambs and steer fed monensin with different levels of barley. **J. Anim. Sci**. 50 : 997-1008.

Hungate, R.E. (1966). The rumen and its microbes. Academic Press. New York. U.S.A.

Ilan, D., Ben-Asher, A., Holzer, Z., Nir, I. and Levy, D. (1981). **Anim. Prod**. 32 : 125-131.

Isaac, S. and Jenning D. (1995). **Micro Culture. Liverpool** : Bios Scientific Publishers. 133 pp.

Joyner, A.E., Jr., Brown, L.J., Fogg, T.J. and Rossi, R.T. (1979). Effect of monensin on growth fed efficiency and energy metabolism of lambs. **J. Anim. Sci**. 48:1065-1069.

Kennedy, P.M. (1985). Effect of rumination on reduction of particle size of rumen digesta by cattle. **Aus. J. Agri. Res**. 36:819.

Krebs, G. and Leng, R.A. (1986). The effect of supplementation with molasses/urea blocks on ruminal digestion. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod**. 15:704.

Lan, J., Wade, L. and Becket, S.D. (1996). Bovine somatotropin and monensin : Emerging. **Technologies**. 1-7.

Leng, R.A., and Nolan, J.V. (1984). Nitrogen metabolism in the rumen. **J. Dairy Sci**. 67:1072-1089.

Lindberg, J.E. (1985). Estimation of rumen degradability of feed proteins with the in sacco technique and various in vitro methods. A review. **Acta Agriculturae Scandinavica. Supplement**. 25 : 64-97.

Lowe, L.B., Ball, G.J., Carruthers, V.R., Dobos, R.C., Lynch, G.A., Moate, P.J., Pols, P.R. and Valantine, S.C. (1991). Monensin controled release intraruminal capsule for control of bloat in pastured dairy cows. **J. Australian Veterinary**. 68 : 1.

McAllister, T.A., Bae, H.D. Jones, G.A., and Cheng, K.J. (1994). Microbial attachment and feed digestion in the rumen. **J. Anim. Sci**. 72:3004.

Mehrez, A.Z., Øskov, E.R., and McDonal, I. (1977). Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **Br. J. Nutr**. 38:437.

Miller, B.G. and Muntifering, R.B. (1985). Effect of incremental urea supplementation or ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. **J. Anim. Sci**. 51:422.

Miur, L.A., and Barreto., A. (1979). Sesitivity of Streotococcus bovis to various antibiotics. **J. Anim. Sci**. 48:468.

Moe, P.W., Flatt, W.P., and Tyrell, H.F. (1972). Net energy value of feeds for dairy cattle. **J. Dairy Sci**. 55:945-958.

Mould, F., Ørskov, E.R., and Gauld, S.A. (1983). Associative effects of mixed feeds. The effect of dietary additions of biocarbonate salts on the voluntary intake and digestion of diets containing various proportions of hay and barley. **Anim. Feed Sci. Tech**. 352 p.

Muntifering, R.B., Theurer, B. and Noon, T.H. (1981). Effects of monensin on site and extent of whole corn digestion and bacterial protein synthesis in beef steers. **J. Anim. Sci**. 53 : 1566-1573.

Nagaraja, T.G., Avery, T.B., Bartley, E.E., Roof, S.K., and Dayton, A.D. (1982). Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. **J. Anim. Sci**. 54:649-659.

Nagaraja, T.G., Avery, T.B., Galitzert, S.J., and Holman, D.L. (1985). Effect of ionophore antibiotics on experimentally induced lactic acidosis in cattle. **Am. J. Vet. Res**. 46:2444-2452.

Nakamura, T., Klopfenstein, T.J., and Britton, R.A. (1994). Evaluation of acid detergent insolble nitrogen as an indicator of protein quality in nonforate proteins. **J. Anim. Sci**. 72:1043.

National Research control. (NRC). (1988). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Sixth revised edition. National Academy Press : Washington, D.C.

Oldham, J.D. (1984). Protein-energy interrelationships in dairy cows. **J. Dairy Sci**. 67:1090-1114.

Ørskov, E.R. and Ryle, M. (1990). **Energy Nutrition in Ruminants**. Elsevier Science publishers : London.

Owens, F.N., Shockey, B.J., Fent, R.W., and Rust, S.R. (1978). Monensin and abomasal protein passage of steers. **J. Anim. Sci**. 47(suppl. 1):114.

Pecina, R., Bonn, G. Burtscher, E., and Bobleter, O. (1984). High Performance liquid chromatographic**. J. Chrom**. 245:287.

Potter, E.L., VanDuyn, R.L. and Cooley, C.O. (1984). Monensin toxicity in cattle. **J. Anim. Sci**. 58 : 1499-1511.

Prange, R.W., Davis, C.L. and Clark, J.H. (1978). Propionate production in the rumen of Holstein steers fed either a control or monensin supplemented diet. **J. Anim. Sci**. 46 : 1120-1124.

Quin, J.I., Van der Wath, J.G. and Myburgh, S. (1938). Studieson the alimentary tract of merino sheep in South Africa. IV. Description of experimental technique. Onderstepoort **J. Vet. Sci. Ani. Ind**. 11(2):341-360.

Ramanzin M., L. Bailoni, S. Schiavon, and G. Bittante. (1997). Effect of monensin on milk production and effciency of dairy cows fed two diets differing in forate to concentrate ratios. **J. Dairy Sci**. 80 : 1136-1142.

Richarson, L,F., Raun, A.P., Potter, E.L., and Cooley, C.O. (1976). Effect of monensin in rumen fermentation in vitro and in vivo. **J. Anim. Sci**. 43:657.

Rogers, J.A., and Davis, C.L. (1982). Rumen volatile fatty acid production and nutreint utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **J. Dairy Sci**. 65 : 944-952.

Russell, J.B. (1987). A proposed model of monensin action in inhibiting rumen bacterial growth : effects on ion flux and proton motive force. **J. Anim. Sci**. 64 : 1519-1525.

Russell, J.B. and Dombrowski, D.B. (1980). Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. **Appl. Environ. Microbiol**. 39:604.

Russell, J.B. and Strobel, H.J. (1989). Effects of ionophores on ruminal fermentation. **Appl. Environ. Microbiol**. 55:1-6.

Sakauchi, R., and Hoshino, S. (1981). Effects of monensin on ruminal fluid viscosity, pH, volatile fatty acid and population in healthy and bloated feedlot steers. **Z. Tierphysiol. Tierernahrg**. U. Futtermittelkde. 46:21.

Satter, L.D., and Slyter, L.L. (1974) Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **Br. J. Nutr**. 32:199.

Sauer, F.D., Kramer, J.K.G., and Cantwell, W.J. (1989). Antiketogenic effects of monensin in early lactation. **J. Dairy Sci**. 72:436-442.

Schelling, G.T. (1984). Monensin mode of action in the rumen. **J. Anim. Sci**. 58 : 1518-1527.

Schultz, L.H. (1958). Use of sodium propionate on the prevention of ketosis in dairy cattle. **J. Dairy Sci**. 41:160.

Schultz, L.H. (1968). Ketosis in dairy cattle. **J. Dairy Sci**. 51:1133.

Simpson, M.E, 1978. Effects of certain antibiotics on in vitro cellulose digestibility and volatile fatty acids production by ruminal microorganisms. **J. Anim. Sci**. 47(suppl. 1) : 429.

Smith, R.H. (1979). Synthesis of nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. **J. Anim. Sci**. 49:1604-1618.

Song, M.K., and Kenelly, J.J. (1990). Ruminal fermentation pattern bacteria population and ruminal degradation of feed ingradients as influenced by ruminal ammonia concentration. **J. Anim. Sci**. 68:1110.

Spear, J.W. (1990). Effect of monensin on apparent digestibility. **J. Nutrition**. 120 : 632-638.

Spears, J.W., Schircker, B.R., and Burns, J.C. (1989). Influence of lysocellin and monensin on mineral metabolism of steers fed forate-based diets**. J. Anim. Sci**. 67 : 2140-2149.

Spears, J.W., Starnes, S.R., Froetscheland, M.A., and Croom, W.J. (1984). Influence of monensin and lasalocid on mineral metabolism and ruminal urease activit in steers. **American Institue of Nutrition**. 518-530.

Stable, J.R., Spears, J.W., Harvey, R.W., and Lucas, D.M. (1989). Salinomycin and laslocid effects on growth performance, mineral metabolism and ruminal fermentation in steers. **J. Anim. Sci**. 67 : 2735-2742.

Starnes, S.R., Spears, J.W., Froetschel, M.A., and Croom, W.J. (1984). Influence of monensin and lasalocid on mineral metabolism and ruminal urease activity in steers. **J. Nutr**. 114 : 518-525.

SAS. (1985). **SAS User's Guide : Statistics, Version 5 edition**. Cary, NC : SAS institute Inc.

Stephenson, K.A., Lean, I.J., Hyde, M.L., Curtis, M., Garvin, J.K., and Lowe, L.B. (1997). Effects of sodium monensin on the metabolism of periparturient dairy cows. **J. Dairy Sci**. 80:830-837.

Stock, R.A., Laudert, S.B., Stroup, W.W., Larson, E.M., Parrott, J.C. and Britton, R.A. (1995). Effect of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. **J. Anim. Sci**. 73 : 39-44.

Suksombat, W. (1998). Estimation of rumen degradability of ruminant feed proteins with the in sacco technique. **Suranaree J. Sci. Technical** 5:38-50.

Suksombut, W., and Sra-ngam, D. (1998). Effect of intraruminal monensin capsule on dairy cow performance in early lactation. **Thai J. Agri. Sci**. 31(3):402-410.

Thomas, E.E., Poe, S.E., Mc Guffey, R.K., Mowrey, D.H. and English, J.E. (1991). Effect of feeding monensin to dairy cows on milk yield and serum metabolites during early lactation. **J. Dairy Sci**. 74 (Suppl. 1):280.

Van Der Werf, J.H.J., L.J. Jonker, and J.K. Oldenbroek. (1997). Effect of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. **J. Dairy Sci**. 81 : 427-433.

Van Soest, P.J. (1982). **Nutrition Ecology of the Ruminant**. Oregon : O&B Books.

Waldo, D.R. (1968). Symposium : Nitrogen utilization by the ruminant. Nitrogen metabolism in the ruminant**. J. Dairy Sci**. 51 : 265.

Wampler, J.L., Martin, S.A., and Hill, G.M. (1998). Effects of laidlomycin propionate and monensin on glucose utilization and nutrient transport by *Streptoccus bovis* and

Selenomonas ruminantium. **J. Anim. Sci**. 76:2730-2736.

Wanapat, M. (1989). Comparative aspects of digestive physiology and nutrition in buffaloes and cattle. **Ruminant Physiology and Nutrition in Asia**. Japan : Sendai.

Weiss, W.P. Conrad, H.R., and Shockey, W.L. (1983). Predicting digestible protein using acid detergent insoluble nitrogen. **J. Dairy Sci**. 66(Suppl. 1):192(abstr.).

Wilkinson, J.I.D., Appleby, W.G.C., Shaw, C.J., Lebas, G. and Pflug, R. (1980). The use of monensin in European pasture cattle. **Anim. Prod**. 31 : 159-162.

William, A.G. (1986). Rumen horotrich ciliate protozoa. **Microbiol. Rev**. 51 :25.

Williamson, N.B. (1995). Uses of monensin in dairy herds. **J. Dairy Sci**. 78 : 873.

Zinn, R.A., and J.L. Borques. (1993). Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat supplemented, high energy growing finishing diet by feedlot steers. **J. Anim. Sci**. 71 : 18.

Zinn, R.A., Plasconcia, A. and Barajas, R. (1994). Interaction of forage level and monensin in diet for feedlot cattle on growth performance and digestive function. **J. Anim. Sci.** 72:2209-2215.

ภาคผนวก ก

1. ขั้นตอนการใส่สารเสริมโมเนนซิน

1.1 จดบันทึกหมายเลขโคแต่ละตัวที่จะใส่แคปซูล พร้อมทั้งบันทึกตัวเลขบนแคปซูลที่จะใส่ให้โคตัวนั้น หลังจากนั้นแกะฝาพลาสติกสีแดงบนปลายด้านหนึ่งของแคปซูลออก พับปีกแคปซูลเข้าหาตัวแคปซูล ใส่โมเนนซินลงในเครื่องมือทำการสอดใส่แคปซูล ทางปากผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะหมัก ด้วยเครื่องมือเฉพาะ (Applicator) สำหรับสอดยาให้ปลายด้านหนึ่งที่แกะฝาพลาสติกอยู่ด้านในติดกับก้าน (plunger) ของเครื่องมือ

1.2 ใช้แขนด้านหนึ่งหนีบส่วนหัวของโคพร้อมกับยึดคอโคออก หนีบปากไว้ให้แน่นกับลำตัว จับมุมปากของโคพร้อมกับอ้าปากออก สอดใส่แคปซูลยาโดย ใส่ส่วนหัวของเครื่องมือใส่แคปซูลเข้าปาก สอดเครื่องมือให้ถึงโคนลิ้นโค ถ้าตำแหน่งถูกต้องจะสังเกตว่าโคจะเริ่มกลืน ให้ปล่อยแคปซูลยาออกจากเครื่องมือยา

1.3 ตรวจสอบและสังเกตโคหลังจากใส่ยา 3-4 วัน เพื่อดูว่าแคปซูลลงไปอยู่ที่กระเพาะอาหารหรือไม่ ถ้าแคปซูลยาติดอยู่ที่ส่วนอื่น โคจะแสดงอาการไอ น้ำลายไหล ให้รีบตรวจสอบว่าแคปซูลอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ และในโคสาวที่อายุน้อยอาจท้องเสียบ้างในช่วงแรกที่ได้รับยา หลังจากนั้นจะค่อยๆ หยุดและหายไป

2. วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Atlas, (1995)

2.1 การเตรียมอาหาร Potato dextrose agar (PDA) ใช้ศึกษาเชื้อรา (fungi)

2.1.1 สูตรอาหาร PDA(30 g / 1,000 ml) ชั่ง PDA ตามน้ำหนักที่ต้องการเตรียม

2.1.2 ละลายส่วนประกอบต่างๆ ในน้ำกลั่น คนด้วยแท่งแก้ว ให้ส่วนประกอบของอาหารละลาย ใช้ความร้อนช่วย ต้มจนวุ้นละลายหมด ปรับปริมาตรให้ครบตามสูตร

2.1.3 วัดความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช เมื่ออาหารเป็นกรด หรือด่างมากเกินไปให้ปรับด้วย 1 N NaOH หรือ 1 N HCl จนได้พีเอช 5.6 $\pm$ 0.2 ที่ 25 องศาเซลเซียส ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่นฉีดน้ำ เพื่อล้าง electrode ของเครื่องวัดพีเอช ทุกครั้ง ภายหลังการใช้เครื่อง

2.1.4 บรรจุลงในขวด และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 30 นาที

2.1.5 เทอาหารลงจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

2.2 Rogoza ใช้ศึกษาจุลินทรีย์กลุ่ม *Lactobacillus sp.*

2.2.1 สูตรอาหาร Rogoza (82 g / 1,000 ml)

2.2.2 ชั่ง Rogoza ตามน้ำหนักที่ต้องการเตรียม

2.2.3 ละลายส่วนประกอบต่างๆ ในน้ำกลั่นและคนด้วยแท่งแก้วที่ปลอดเชื้อ ให้ส่วนประกอบของอาหารละลาย ใช้ความร้อนช่วย ต้มจนวุ้นละลายหมด ปรับปริมาตรให้ครบตามสูตร

2.2.4 วัดความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช เมื่ออาหารเป็นกรด หรือด่างมากเกินไปให้ปรับด้วย 1 N NaOH หรือ 1 N HCl จนได้พีเอช 5.4 $\pm$ 0.2 ที่ 25 องศาเซลเซียส ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่นฉีดน้ำ เพื่อล้าง electrode ของเครื่องวัดพีเอช ทุกครั้ง ภายหลังการใช้เครื่อง

2.2.5 บรรจุลงในขวดที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

2.2.6 เทอาหารลงจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

2.3 Sreptococcus selective broth ใช้ศึกษาจุลินทรีย์กลุ่ม *Streptococcus sp.*

2.3.1 สูตรอาหาร Sreptococcus selective broth (30 g / 1,000 ml) ชั่ง Sreptococcus selective broth ตามน้ำหนักที่ต้องการเตรียม เติม agar 15 g / 1,000 ml

2.3.2 ละลายส่วนประกอบต่างๆ ในน้ำกลั่น คนด้วยแท่งแก้ว ให้ส่วนประกอบของอาหารละลาย ใช้ความร้อนช่วย ต้มจนวุ้นละลายหมด ปรับปริมาตรให้ครบตามสูตร

2.3.3 วัดความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช เมื่ออาหารเป็นกรด หรือด่างมากเกินไปให้ปรับด้วย 1 N NaOH หรือ 1 N HCl จนได้พีเอช 7.4 $\pm$ 0.1 ที่ 25 องศาเซลเซียส ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่นฉีดน้ำ เพื่อล้าง electrode ของเครื่องวัดพีเอช ทุกครั้ง ภายหลังการใช้เครื่อง

2.3.4 บรรจุลงในขวด และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 30 นาที

2.3.5 เทอาหารลงจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

2.4 Anaerobic agar ใช้ศึกษา Clostridium sp. ได้แก่ *C. aminophilum*, *C. sticklandii* และ *Peptostreptococcus sp.* ได้แก่ *Peptostreptococcus anaerobius*

2.4.1 สูตรอาหาร Anaerobic agar (ปริมาตร 1 ลิตร) (Atlas, 1995) ประกอบด้วย

<u>สูตรต่อลิตร</u>

Agar	20 g

Pancreatic digest of casein	20 g
Glucose	10 g
NaCl	5 g
Sodium thioglycollate	2 g
Sodium formaldehyde sulfoxylate	1 g
Methylene Blue	2 mg

2.4.2 ชั่ง Anaerobic agar ตามน้ำหนักที่ต้องการ

2.4.3 ละลายส่วนประกอบต่างๆ ในน้ำกลั่น คนด้วยแท่งแก้ว ให้ส่วนประกอบของอาหารละลาย ใช้ความร้อนช่วย ต้มจนวุ้นละลายหมด ปรับปริมาตรให้ครบตามสูตร

2.4.4 วัดความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช เมื่ออาหารเป็นกรด หรือด่างมากเกินไปให้ปรับด้วย 1 N NaOH หรือ 1 N HCl จนได้พีเอช 7.2 $\pm$ 0.2 ที่ 25 องศาเซลเซียส ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่นฉีดน้ำ เพื่อล้าง electrode ของเครื่องวัดพีเอช ทุกครั้ง ภายหลังการใช้เครื่อง

2.4.5 บรรจุลงในขวด และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 30 นาที

2.4.6 เทอาหารลงจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

2.5 E-Medium for Anaerobes ใช้ศึกษาจุลินทรีย์กลุ่มที่อยู่ในกระเพาะหมัก ได้แก่ *Butyrivibrio fibrisolvens, Enbacterium ruminantium, Methanobacterium formicum, Clostridium methylpentosum, Prevotella ruminicola, Selemonas ruminantium, Bacteroides ruminicora, Bacteroides succinogenes, Lachnospira multipara, Propionibacterium acidipropionici, Treponema bryantii* and *Treponema succinifaciens*

2.5.1 สูตรอาหาร E-Medium for Anaerobes (ปริมาตร 1 ลิตร) (Atlas, 1995)ประกอบด้วย

Glucose	0.5 g
L – cysteine HCl H_2O	0.5 g
Cellulose	0.1 g
$(NH_4)_2SO_4$	0.5 g
agar	15 g
peptone	0.5 g

soluble starch	0.5 g
yeast extract	0.5 g
salts solution	500 ml
rumen fluid	300 ml
resazurin solution	4 ml

2.5.2 ชั่งส่วนประกอบของ E-Medium for Anaerobes ตามน้ำหนักที่ต้องการเตรียม

2.5.3 ละลายส่วนประกอบต่างๆ ในน้ำกลั่น ยกเว้น L – cysteine HCl H_2O คนด้วยแท่งแก้ว ให้ส่วนประกอบของอาหารละลาย ใช้ความร้อนช่วย ต้มจนวุ้นละลายหมด ลดอุณหภูมิลง แล้วใส่ L – cysteine HCl H_2O ปรับปริมาตรให้ครบตามสูตร

2.5.4 วัดความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช เมื่ออาหารเป็นกรด หรือด่างมากเกินไปให้ปรับด้วย 8 N NaOH หรือ 5 N HCl จนได้พีเอช 7.0 $\pm$ 0.2 ที่ 25 องศาเซลเซียส ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่นฉีดน้ำ เพื่อล้าง electrode ของเครื่องวัดพีเอช ทุกครั้ง ภายหลังการใช้เครื่อง

2.5.5 บรรจุลงในขวด และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 30 นาที

2.5.6 เทอาหารลงจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

3. การบรรจุอาหาร

3.1 บรรจุอาหารที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว กรอกใส่ขวดอาหาร เพียงครึ่ง (1/2) ระวังอย่างให้มีการปนเปื้อนปากขวด อาหารที่เติมวุ้นต้องรีบกรอกก่อนที่วุ้นจะแข็งตัว

3.2 ปิดขวดด้วยฝาเกลียวให้สนิท แล้วคลายเกลียวออกครึ่งรอบ (ภายหลังจากการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วจึงปิดเกลียวให้แน่น)

3.3 ทำความสะอาดภาชนะ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมอาหารให้เรียบร้อย

4. การกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร

4.1 รวบรวมขวดและหลอดอาหารใส่ตะกร้า

4.2 บรรจุตะกร้าลงในหม้อนึ่งความดันไอ โดยฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 – 30 นาที

4.3 ปิดฝาหม้อให้สนิท โดยให้รอยบากที่อยู่บนฝากับขอบของตัวหม้ออยู่ตรงกัน เปิด ejector ใช้ความร้อนจากเตาต้มน้ำจนเดือดเป็นไอ และให้ไอน้ำเดือดไล่อากาศออกให้หมดทาง ejector ที่เปิดไว้ ปิด ejector จะทำให้ความดันไอค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากนั้นปรับไฟแก๊ส ควบคุมให้ความดันคงที่ตลอดระยะเวลาที่กำหนด (15 – 30 นาที)

4.4 เมื่อครบเวลาปิดไฟ และรอจนกระทั่งขีดบอกความดันลดลงถึง 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงคลาย ejector เพื่อให้ไอน้ำออกหมด แล้วจึงเปิดฝาหม้อ นำอาหารออกจากหม้อ ปิดเกลียวขวดอาหารให้สนิท

4.5 อาหารที่บรรจุในขวดภายหลังจากการฆ่าเชื้อแล้ว ให้เทลงในจานเลี้ยงเชื้อ (petri dish) ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว

5. การตรวจนับโคโลนีของจุลินทรีย์

การตรวจนับโคโลนีของจุลินทรีย์บนผิวหน้าและที่ฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ ถือหลักว่าเซลล์หนึ่งเซลล์ หรือกลุ่มเซลล์ที่อยู่ใกล้กันจะเพิ่มจำนวนทับถมกันเป็น 1 โคโลนี จำนวนโคโลนีที่นับได้เท่ากับจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์ นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งสองจาน หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ โดยเลือกเฉพาะความเจือจางที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 – 300 โคโลนีต่อจานเลี้ยงเชื้อ (Harold, 1998) นำจำนวนจุลินทรีย์ที่ได้มาคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร

ในตัวอย่าง rumen ingesta 1 มิลลิลิตร จะมีจุลินทรีย์ = $(X)(10^{A})$ เซลล์

X คือ เฉลี่ยจำนวนเซลล์ที่นับได้ ที่ความเจือจาง $1 : 10^{A}$

6. การคำนวณพลังงานในอาหาร (Net Energy Intake, NEint)

โดยใช้สมการที่เสนอโดย Moe and Tyrrell, (1976)

$$NEint = [(0.0245 \times \%TDN) - 0.125] \times DM\ intake$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี NEint (Mcal/d) = $[(0.0245 \times 67.31) - 0.125] \times 14.32 = 21.83$

กลุ่ม Monensin มี NEint (Mcal/d) = $[(0.0245 \times 67.35) - 0.125] \times 14.25 = 21.73$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี NEint = [(0.0245×62.72) - 0.12] ×13.80 = 19.48 Mcal/d

กลุ่ม Monensin มี NEint = [(0.0245×63.61) - 0.12] ×13.02 = 18.66 Mcal/d

เมื่อ $\%TDN = E_{CP} + E_{FA} + E_{NDF} + E_{NFC} - 7$

$E_{CP} = TD_{CP} \times CP$

$E_{CP\text{-อาหารข้น}} = 1 \times 19.21 = 19.21$

$E_{CP\text{-ข้าวโพดหมัก}} = 1 \times 6.97 = 6.97$

$E_{CP\text{-ฟางข้าว}} = 1 \times 2.80 = 2.80$

Concentrate : $TD_{CP\text{-}C} = 1 - (0.004 \times ADIN)$ (Nakamura et al., 1994)

$TD_{CP\text{-}C} = 1 - (0.004 \times 0.98) = 1$

Roughage : $TD_{CP\text{-}F} = e^{-0.012ADIN}$ (Weiss et al., 1983)

$TD_{CP\text{-ข้าวโพดหมัก}} = e^{-0.012 \times 4..23} = 1$

$TD_{CP\text{-ฟางข้าว}} = e^{-0.012 \times 2.06} = 1$

$FA = EE - 1.5$

FA- อาหารข้น = 5.62-1.5 = 4.12

FA-ข้าวโพดหมัก = 3.42-1.5 = 1.92

FA-ฟางข้าว = 1.69-1.5 = 0.19

$E_{FA} = [1.03 - (0.03FA)] \times 2.25FA$

$E_{FA\text{-อาหารข้น}} = [1.03 - (0.03 \times 4.12)] \times 2.25 \times 4.12 = 8.40$

$E_{FA\text{-ข้าวโพดหมัก}} = [1.03 - (0.03 \times 1.92)] \times 2.25 \times 1.92 = 4.19$

$E_{FA\text{-ฟางข้าว}} = [1.03 - (0.03 \times 0.19)] \times 2.25 \times 0.19 = 0.44$

$E_{NDF} = 0.75 \times (NDF - Lignin)[1-Lignin/NDF)^{0.667}]$

$E_{NDF\text{-อาหารข้น}} = 0.75 \times (48.92 - 5.89)[1 - (5.89/48.92)^{0.667}] = 24.41$

$E_{NDF\text{-ข้าวโพดหมัก}} = 0.75 \times (62.28 - 12.50)[1 - (12.50/62.26)^{0.667}] = 24.54$

$E_{NDF\text{-ฟางข้าว}} = 0.75 \times (66.53 - 15.20)[1 - (15.20/66.53)^{0.667}] = 24.12$

$NDF_N = NDF - (NDIN \times 6.25)$

$NDF_{N\text{-อาหารข้น}} = 48.92-(1.54 \times 6.25) = 39.30$

$NDF_{N\text{-ข้าวโพดหมัก}} = 62.28-(3.21 \times 6.25) = 42.22$

$NDF_{N\text{-ฟางข้าว}} = 66.53-(2.09 \times 6.25) = 53.47$

ค่าทุกตัวมีหน่วยเป็น % และ NDICP เท่ากับ NDIN $\times$ 6.25

พลังงานจาก NDF คำนวณโดยคูณค่า pdNDF ด้วยสัมประสิทธิ์การย่อยได้ ประมาณว่าการย่อยได้ของ pdNDf ในสัตว์ที่ได้รับอาหารในระดับ maintenance มีค่าเท่ากับ 0.75

$pdNDF = (NDF - Lignin)[1 - (Lignin/NDF)^{0.667}]$

pdNDF อาหารข้น $= (48.92 - 5.89)[1 - (5.89/48.92)^{0.667}] = 32.55$

pdNDF ข้าวโพดหมัก $= (62.28 - 12.50)[1 - (12.50/62.26)^{0.667}] = 32.72$

pdNDF ฟางข้าว $= (66.53 - 15.20)[1 - (15.20/66.53)^{0.667}] = 32.16$

$E_{NFC} = 0.98 \times [100 - NDF_N - CP - ASH - (FA+1.5)]$

$E_{NFC\text{-อาหารข้น}} = 0.98 \times [100 - 39.30 - 19.21 - 8.01 - (4.12+1.5)] = 27.31$

$E_{NFC\text{-ข้าวโพดหมัก}} = 0.98 \times [100 - 42.22 - 6.97 - 15.73 - (1.92+1.5)] = 31.03$

$E_{NFC\text{-ฟางข้าว}} = 0.98 \times [100 - 53.47 - 2.80 - 14.97 - (0.19+1.5)] = 26.53$

เมื่อ $\%TDN = E_{CP} + E_{FA} + E_{NDF} + E_{NFC} - 7$

อาหารข้นมี %TDN = 19.21+8.40+24.41+27.31-7 = 72.33

ข้าวโพดหมักมี %TDN = 6.97+4.19+24.54+31.03-7 = 59.74

ฟางข้าวมี %TDN = 2.8+0.44+24.12+26.53-7 = 46.89

7. การคำนวณความต้องการโภชนะพลังงานในโคนม (Net Energy Requirement, NE_R)

พลังงานที่โคนมต้องการนำไปใช้คือ เพื่อการดำรงชีพ (Net Energy for Maintenance, NE_M) เพื่อการเจริญเติบโต (Net Energy for Gain, NE_G) เพื่อการให้น้ำนม (Net Energy for Lactation, NE_L) นั่นคือ

$$NE_R = NE_M + NE_G + NE_L$$

เมื่อ

NE_M (Mcal) = $0.08 \times (\text{Live Weigh})^{0.75}$

NE_G (Mcal/Kg of Change) = 5.12 For Gain or 4.92 For Loss

NE_L (Mcal/Kg Milk) = $0.3512 + (0.0962 \times \%\text{Fat})$

$$NE_M \text{ (Mcal)} = 0.08 \times (\text{Live Weigh})^{0.75}$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี NE_M (Mcal) = $0.08 \times (502.5)^{0.75} = 8.49$

กลุ่ม Monensin มี NE_M (Mcal) = $0.08 \times (487.4)^{0.75} = 8.30$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี NE_M (Mcal) = $0.08 \times (500.6)^{0.75} = 8.47$

กลุ่ม Monensin มี NE_M (Mcal) = $0.08 \times (424.6)^{0.75} = 7.48$

$$NE_G \text{ (Mcal/Kg of Change)} = 5.12 \text{ For Gain or } 4.92 \text{ For Loss}$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี NE_G (Mcal/Kg of Change) = $(-0.0089) \times 4.92$ For Loss = -0.04

กลุ่ม Monensin มี NE_G (Mcal/Kg of Change) = $(-0.0434) \times 4.92$ For Loss = -0.21

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี NE_G (Mcal/Kg of Change) = $(-0.0603) \times 4.92$ For Loss = -0.30

กลุ่ม Monensin มี NE_G (Mcal/Kg of Change) = $(-0.0306) \times 4.92$ For Loss = -0.15

$$NE_L \text{ (Mcal/day)} = [0.3512 + (0.0962 \times \%Fat)] \times \text{Kg Milk}$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี NE_L (Mcal/day) = [0.3512 + (0.0962 × 3.77)] × 18.57 = 13.26

กลุ่ม Monensin มี NE_L (Mcal/day) = [0.3512 + (0.0962 ×3.82)] × 16.85 = 12.11

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี NE_L (Mcal/day) = [0.3512 + (0.0962 × 3.64)] × 14.46 = 10.14

กลุ่ม Monensin มี NE_L (Mcal/day) = [0.3512 + (0.0962 × 3.60)] × 12.58 = 8.78

$$NE_R = NE_M + NE_G + NE_L$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี NE_R (Mcal/d) = 8.49 + (-0.04) + 13.26 = 21.71

กลุ่ม Monensin มี NE_R (Mcal/d) = 8.30 + (-0.21) + 12.11 = 20.20

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี NE_R (Mcal/d) = 8.47 + (-0.30) + 10.14 = 18.31

กลุ่ม Monensin มี NE_R (Mcal/d) = 7.48 + (-0.15) + 8.78 = 16.11

8. ความต้องการโภชนะของโปรตีนในตัวสัตว์ (Protein Requirement)

การคำนวณตามสมการของ NRC (1988) นั้นจะนำเสนอความต้องการโปรตีนในรูปของ Absorbed Protein Requirement (AP_R) เช่นเดียวกับการคำนวณความต้องการพลังงานในโคนม ที่ต้องการโปรตีน เพื่อการดำรงชีพ (Absorbed Protein for Maintenance, AP_M) เพื่อการเจริญเติบโต (Absorbed Protein for growth, AP_G)และเพื่อการให้น้ำนม (Absorbed Protein for Lactation, AP_L) โดยมีสมการคำนวณดังนี้

$$AP_R = AP_M + AP_G + AP_L$$

เมื่อ

$$AP_M \text{ (g)} = \frac{(EUP + DPL)}{0.67} + MFP$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $AP_M\ (g) = \frac{(61.65 + 8.35)}{0.67} + 429.60$

$= 534.08$

กลุ่ม Monensin มี $AP_M\ (g) = \frac{(60.71+8.20)}{0.67} + 427.50$

$= 530.35$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $AP_M\ (g) = \frac{(61.52 + 8.33)}{0.67} + 414.00$

$= 518.25$

กลุ่ม Monensin มี $AP_M\ (g) = \frac{(56.67 + 7.55)}{0.67} + 390.60$

$= 486.45$

เมื่อ EUP คือ Endogenous Urinary Protein มีค่าเท่ากับ

$$EUP\ (g/day) = 2.75 \times (Live\ Weigh)^{0.5}$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $EUP\ (g/day) = 2.75 \times (502.5)^{0.5} = 61.65$

กลุ่ม Monensin มี $EUP\ (g/day) = 2.75 \times (487.4)^{0.5} = 60.71$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $EUP\ (g/day) = 2.75 \times (500.5)^{0.5} = 61.52$

กลุ่ม Monensin มี $EUP\ (g/day) = 2.75 \times (424.6)^{0.5} = 56.67$

DPL คือ Dermal Protein Loss มีค่าเท่ากับ

$$DPL\ (g/day) = 0.2 \times (Live\ Weigh)^{0.6}$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $DPL\ (g/day) = 0.2 \times (502.5)^{0.6} = 8.35$

กลุ่ม Monensin มี $DPL\ (g/day) = 0.2 \times (487.4)^{0.6} = 8.20$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $DPL\ (g/day) = 0.2 \times (500.5)^{0.6} = 8.33$

กลุ่ม Monensin มี $DPL\ (g/day) = 0.2 \times (424.6)^{0.6} = 7.55$

MFP คือ Metabolic Fecal Protein มีค่าเท่ากับ

$$MFP\ (g/day) = 0.03 \times 1000 \times Dry\ Matter\ Intake$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $MFP\ (g/day) = 0.03 \times 1000 \times 14.32 = 429.60$

กลุ่ม Monensin มี $MFP\ (g/day) = 0.03 \times 1000 \times 14.25 = 427.50$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $MFP\ (g/day) = 0.03 \times 1000 \times 13.80 = 414.00$

กลุ่ม Monensin มี $MFP\ (g/day) = 0.03 \times 1000 \times 13.02 = 390.60$

AP_G (g/kg change) = 175-188g or 181 g/kg change (For Gain)

160 g/ kg change (For Loss)

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $AP_G\ (g/kg\ change) = (-0.0089) \times 160$ g/ kg change (For Loss)

$= -1.42$

กลุ่ม Monensin มี $AP_G\ (g/kg\ change) = (-0.0434) \times 160$ g/ kg change (For Loss)

$= -6.94$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี AP_G (g/kg change) =(-0.0603) ×160 g/ kg change (For Loss)

= -9.65

กลุ่ม Monensin มี AP_G (g/kg change) =(-0.0306) ×160 g/ kg change (For Loss)

= -4.90

$$AP_L \text{ (g/kg Milk)} = \frac{\text{Milk Protein (g/kg Milk)}}{0.65}$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $AP_L \text{ (g/kg Milk)} = \frac{28.00 \times 18.57}{0.65} = 800.00$

กลุ่ม Monensin มี $AP_L \text{ (g/kg Milk)} = \frac{27.60 \times 16.85}{0.65} = 715.48$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $AP_L \text{ (g/kg Milk)} = \frac{27.30 \times 14.47}{0.65} = 607.74$

กลุ่ม Monensin มี $AP_L \text{ (g/kg Milk)} = \frac{28.10 \times 12.58}{0.65} = 543.84$

$$AP_R = AP_M + AP_G + AP_L$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $AP_R \text{ (g/d)} = 534.08 + (-1.42) + 800.00 = 1332.66$

กลุ่ม Monensin มี $AP_R \text{ (g/d)} = 530.35 + (-6.94) + 715.48 = 1238.89$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $AP_R \text{ (g/d)} = 518.25 + (-9.65) + 607.74 = 1116.34$

กลุ่ม Monensin มี $AP_R \text{ (g/d)} = 486.45 + (-4.90) + 543.84 = 1025.39$

อย่างไรก็ตามการคำนวณความต้องการโปรตีนในรูปของ Absorbed Protein (AP) นั้นไม่สะดวกในการจัดการด้านอาหารที่จะแสดงในรูปของ Crude Protein (CP) ฉะนั้นจึงต้องคำนวณจาก AP_R เป็น CP_R

AP_R นั้นจะได้จากโปรตีนที่โคนมได้รับ ซึ่งโปรตีนที่ได้รับนั้นประกอบด้วย โปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (Rumen degradable protein, RDP) และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (Undagradable, UDP) นั่นคือ $AP_R = AP_{RDP} + AP_{UDP}$

ส่วนของ RDP โดยประมาณว่าจะถูกนำไปใช้ เพื่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Microbial crude protein, MCP) 90% ของ RDP และ MCP ที่จะใช้ได้จริง (Microbial true protein, MTP) 80% ของ MCP และจะสามารถย่อยและดูดซึมได้ (Digestible microbial true protein, DMTP) 80% ของ MTP

$MCP = 0.9 \times RDP$

$MTP = 0.8 \times MCP$

DMTP หรือ $AP_{RDP} = 0.8 \times MTP$

การคำนวณหาความต้องการ RDP ในโคนมสามารถหาได้จาก สมการในการหาความต้องการ MCP ที่นำเสนอโดย NRC (1988)

โดยที่ $MCP = 6.25 \times [(11.45 \times NE\ int) - 30.93]$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $MCP = 6.25 \times [(11.45 \times 21.83) - 30.93] = 1368.90$

กลุ่ม Monensin มี $MCP = 6.25 \times [(11.45 \times 21.73) - 30.93] = 1361.74$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $MCP = 6.25 \times [(11.45 \times 19.48) - 30.93] = 1200.73$

กลุ่ม Monensin มี $MCP = 6.25 \times [(11.45 \times 18.66) - 30.93] = 1142.04$

$RDP = \frac{MCP}{0.9}$ ซึ่งสามารถคำนวณหา AP_{RDP} ได้

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี RDP (g/d) = 1368.90/0.9 = 1521.00

กลุ่ม Monensin มี RDP (g/d) = 1361.74/0.9 = 1513.04

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี RDP (g/d) = 1200.73/0.9 = 1334.14

กลุ่ม Monensin มี RDP (g/d) = 1142.04/0.9 = 1268.93

$AP_{RDP} = MCP \times 0.64$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $AP_{RDP} = 1368.90 \times 0.64 = 876.09$

กลุ่ม Monensin มี $AP_{RDP} = 1361.74 \times 0.64 = 871.51$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $AP_{RDP} = 1200.73 \times 0.64 = 768.46$

กลุ่ม Monensin มี $AP_{RDP} = 1142.04 \times 0.64 = 730.91$

จากสมการ $AP_R = AP_{RDP} + AP_{UDP}$

หรือ $AP_{UDP} = AP_R - AP_{RDP}$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี $AP_{UDP} = 1332.66 - 876.09 = 456.56$

กลุ่ม Monensin มี $AP_{UDP} = 1238.89 - 871.51 = 367.38$

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี $AP_{UDP} = 1116.34 - 768.46 = 347.88$

กลุ่ม Monensin มี $AP_{UDP} = 1025.39 - 730.91 = 294.48$

UDP จะถูกย่อยสลาย (Digestible undegradable protein, DUDP) ประมาณ 80% ของ UDP และมีประสิทธิภาพในการดูดซึม เพื่อการดำรงชีพ และเพื่อการให้น้ำนมเท่ากับ 66%

นั่นคือ $DUDP = \frac{AP_{UDP}}{0.66}$

$$UDP = \frac{DUDP}{0.8}$$

$$UDP = \frac{AP_{UDP}}{(0.66 \times 0.8)}$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี UDP (g/d) = 456.56 / (0.66×0.8) = 864.70

กลุ่ม Monensin มี UDP (g/d) = 367.38 / (0.66×0.8) = 695.80

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี UDP (g/d) = 347.88 / (0.66×0.8) = 658.86

กลุ่ม Monensin มี UDP (g/d) = 294.48 / (0.66×0.8) = 557.72

ดังนั้นจะสามารถคำนวณ CP requirement จาก RDP และ UDP จากสมการ

$$CP_{REQ} = RDP + UDP$$

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในโคนมนั้นสามารถที่จะใช้ Nitrogen ในตัวสัตว์เอง (Nitrogen recycling) 15% ดังนั้น โคนมจะต้องการโปรตีน

$$CP_{REQ} = (RDP + UDP) \times 1.15$$

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก ที่ได้รับอาหารข้นและข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี CP_{REQ} (g/d) = (1521.00 + 864.70) × 1.15 = 2743.56

กลุ่ม Monensin มี CP_{REQ} (g/d) = (1513.04 + 695.80) × 1.15 = 2540.17

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง ที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าว

กลุ่ม Control มี CP_{REQ} (g/d) = (1334.14 + 658.86) × 1.15 = 2291.95

กลุ่ม Monensin มี CP_{REQ} (g/d) = (1268.93 + 557.72) × 1.15 = 2100.65

9. การคำนวณการได้รับโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะหมัก (RDP) และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะหมัก (UDP) ของอาหารโค

การที่จะทราบค่า RDP และ UDP จากอาหารต้องทราบค่าการย่อยสลายจากโปรตีน (dg) ของอาหารชนิดนั้นก่อน แล้วนำมาคำนวณค่า RDP และ UDP ในสมการดังนี้

RDP = (CP×dg)

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก

อาหารข้น

กลุ่ม Control มี RDP (g/d) = (1653.57×0.78) = 1293.09

กลุ่ม Monensin มี RDP (g/d) = (1653.57×0.83) = 1365.85

ข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี RDP (g/d) = (399.10×0.61) = 242.25

กลุ่ม Monensin มี RDP (g/d) = (394.38×0.66) = 258.32

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง

อาหารข้น

กลุ่ม Control มี RDP (g/d) = (1641.60×0.78) = 1283.73

กลุ่ม Monensin มี RDP (g/d) = (1641.60×0.83) = 1355.96

ฟางข้าว

กลุ่ม Control มี RDP (g/d) = (148.51×0.36) = 52.87

กลุ่ม Monensin มี RDP (g/d) = (125.72×0.44) = 54.94

UDP = CP-RDP

ช่วงการทดลอง 56 วันแรก

อาหารข้น

กลุ่ม Control มี UDP (g/d) = 1653.57-1293.09 = 360.48

กลุ่ม Monensin มี UDP (g/d) = 1653.57-1365.85 = 287.72

ข้าวโพดหมัก

กลุ่ม Control มี UDP (g/d) = 399.10-242.25 = 156.85

กลุ่ม Monensin มี UDP (g/d) = 394.38-258.32 = 136.06

ช่วงการทดลอง 56 วันหลัง

อาหารข้น

กลุ่ม Control มี UDP (g/d) = 1641.60-1283.73 = 357.87

กลุ่ม Monensin มี UDP (g/d) = 1641.60-1355.96 = 285.64

ฟางข้าว

กลุ่ม Control มี UDP (g/d) = 148.51-52.87 = 95.64

กลุ่ม Monensin มี UDP (g/d) = 125.72-54.94 = 70.78

ภาคผนวก ข

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การทดลองแบบรวมกลุ่ม (Group comparison)

ในการทดลองการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม ทำโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่ม คือ $X_1 - X_2$ ซึ่งมีการประมาณความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร คือ ระหว่าง $\mu_1 - \mu_2$ การตรวจสอบทำได้โดยใช้ t-test

$$t = \frac{(X_1 - X_2)\ \sqrt{n}}{S\ \sqrt{2}}$$

ในการคำนวณค่า t นี้กำหนดว่าทั้งสองตัวแทนมีวาเรียนซ์เท่ากัน คือ S^2 และ $df = 2(n - 1)$

ภาคผนวก ค

คำย่อ

ADF	acid detergent fiber
AP_R	Absorbed protein requirement
AP_m	Absorbed protein for maintenance
AP_l	Absorbed protein for lactation
AP_g	Absorbed protein for growth
BHBA	beta-hydrocxybutyrate
CF	crude fiber
dg	degradability protein
DM	dry matter
DUDP	digestible undegrable protein
MCP	microbial crude protein
MTP	microbial true protein
NDF	nutrein detergent fiber
NE_R	net enegy requirement
NE_m	net enegy for maintenance
NE_l	net enegy for lactation
NE_g	net enegy for gain
NP_R	total net tissue protein requirement
NP_m	net tissue protein requirement for maintenance
NP_l	net tissue protein requirement for lactation
NP_g	net tissue protein requirement for weight change
RDP	rumen degradable protein
SNF	solid not fat
VFA_s	volatile fatty acids
CFU	colony forming unit
kgLW	kilogram liveweight

ประวัติผู้เขียน

นางสาวชุติมา อิ่มสันเทียะ เกิดเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2518 จังหวัดนครราชสีมา เริ่มเข้าศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2540 และได้ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2541