รหัสโครงการ SUT 3-303-42-24-08

รายงานการวิจัย

ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมโคนม

(Effects of monensin supplementation on dairy cow performance)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีลักษณ์ รอดทอง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2542-2543

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

ตุลาคม 2544

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนทุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณฟาร์มมหาวิทยาลัยที่สนับสนุนสัตว์ทดลองและสถานที่ทำการทดลอง ขอขอบพระคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์ต่างๆ

ขอขอบคุณ นายดรุ สระงาม นางสาวชุติมา อิ่มสันเทียะ นายเกียรติศักดิ์ ศรีพันธบุตร และนางสาวรัชนีกร มูลปา นักศึกษาระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ที่ช่วยดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ทั้งในส่วนของฟาร์มมหาวิทยาลัยและในส่วนของการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอขอบคุณ นายสุวิทย์ เพียสังกะ นางสมยง พิมพ์พรหม และนางสาวนวลปรางค์ อุทัยดา บุคคลากรศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้คำแนะนำการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิเคราะห์แก่นักศึกษาดังกล่าวข้างต้น

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อทำการวัดผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตของโครีดนมในช่วงต้นระยะให้นมที่ได้รับอาหารหยาบต่างชนิดกัน นอกจากนี้ยังทำการวัดการย่อยสลายของโภชนะในอาหารและทำการศึกษา metabolism ของกระเพาะหมักโดยใช้โคเจาะกระเพาะ

การทดลองแรกได้ดำเนินการเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมในช่วงต้นระยะให้นมที่ได้รับต้นข้าวโพดตัดสดเป็นอาหารหยาบหลัก โดยกลุ่มการทดลองแรกหรือกลุ่มควบคุมไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินและกลุ่มการทดลองที่สองได้รับสารเสริมโมเนนซินในรูปของ control released capsule ที่ให้สารโมเนนซินวันละ 330 มิลลิกรัม ผลการทดลองพบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนมและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มการทดลองทั้งสอง ระดับความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้ก็เช่นเดียวกัน ยกเว้นการเสริมโมเนนซินสามารถเพิ่มระดับกรดโพรพิโอนิคได้ในช่วงวันที่ 56 ของการทดลอง การย่อยสลายของโภชนะจากถุงไนล่อนส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นสารโมเนนซินเพิ่มการย่อยสลายของวัตถุแห้ง โปรตีน และเยื่อใยในช่วงวันที่ 56 ของการทดลอง ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักส่วนใหญ่ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ มีเพียงในช่วงวันที่ 56 ของการทดลองที่สารเสริมโมเนนซินสามารถลดปริมาณของ ycast, mold และ Clostridia นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของระดับเบต้าไฮดรอกซี่บิวทีเรทในกระแสเลือดระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม

การทดลองที่สองได้ดำเนินการเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมในช่วงต้นระยะให้นมที่ได้รับต้นข้าวโพดหมักหรือฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก โดยกลุ่มการทดลองแรกหรือกลุ่มควบคุมไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินและกลุ่มการทดลองที่สองได้รับสารเสริมโมเนนซินในรูปของ control relcased capsulc ที่ให้สารโมเนนซินวันละ 330 มิลลิกรัม ผลการทดลองพบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนมและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มการทดลองทั้งสอง ระดับความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้ก็เช่นเดียวกัน การย่อยสลายของโภชนะจากถุงไนล่อนส่วนใหญ่ไม่มีความอตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นสารโมเนนซินเพิ่มการย่อยสลายของวัตถุแห้ง และโปรตีน ในช่วงวันที่ 56 ของการทดลอง ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิจัยครั้งนี้พอที่จะสรุปได้ว่าการให้โคทั้งสองกลุ่มได้รับพลังงานใช้ประโยชน์มากเกินไปเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลผลิตโคนมที่ทำการศึกษา ดังนั้นก่อนที่จะสรุปผลให้แน่ชัด จำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมโดยเฉพาะเมื่อโคได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำและได้รับอาหารข้นในระดับที่น้อยกว่าที่ให้ในการทดลองครั้งนี้

Abstract

The objectives of the present study were to measure the effects of monensin supplementation on the performance of lactating cows in early lactation fed different basal diets. The degradabilities of feed composition was also measured and rumen metabolism was studies in fistulated cows.

The first experiment was conducted to determine the effect of monensin supplementation on the performance of lactating cow in early lactation fed fresh cut maize. The control treatment was unsupplemented group and another treatment was 330 mg/d monensin control released capsule. The yields of milk, milk composition and liveweight gain were similar. There were also no significant difference in pH, rumen ammonia nitrogen (NH_3-N) and volatile fatty acids VFAs levels in rumen fluid between the two groups except for an increasing in propionate level due to monensin supplementation at day 56 of the trial. Nutrient degradability values were also similar except for an increasing in dry matter (DM), crude protein (CP) and crude fibre (CF) degradability at day 56 of the experiment due to monensin supplementation. Types and population of rumen microorganisms were the same except for a reduction in yeast, mold and Clostridia at day 56 of the trial due to monensin supplementation. There were no significant difference in β - hydroxybutyrate level in the blood between the unsupplemented group and the monensin supplemented group.

The second experiment was carried out to investigate the performamnce of lactating cow in early lactation fed maize silage or rice straw. The control treatment was unsupplemented group and another treatment was 330 mg/d monensin control released capsule. No significant differences in yields of milk, milk composition and liveweight gain were observed. pH and NH_3-N levels in rumen fluid between the two groups were similar. Nutrient degradability values were also similar except for an increasing in DM and CP degradation due to monensin supplementation at day 56 of the trial. There were no significant difference in types and population of rumen microorganisms between the treatment groups.

It can be concluded that the over feeding of metabolisable energy particularly supplied by concentrate meal contributed to the nonsignificant differences in performances measured between the treatment groups. Therefore, before the conclusion will be made further researches are extremely needed particularly under the situations where the dairy cows are fed on low quality roughage and less concentrate is supplemented.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ช
บทที่ 1	บทนำ	
	ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2	การตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 ไอออโนฟอร์	4
	2.2 โมเนนซินโซเดียม	5
	2.3 ผลของสารเสริมโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก	6
	2.4 ผลของโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก	7
	2.5 ผลของโมเนนซินต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแก๊สมีเธนในกระเพาะหมัก	8
	2.6 ผลของโมเนนซินต่อการย่อยได้พลังงานและโปรตีน	9
	2.7 ผลของโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม	9
	2.8 ผลของโมเนนซินต่อระดับคีโตนในกระแสเลือด	10
	2.9 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกินได้อาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	12
	2.10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้อาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	15
	2.11 การสังเคราะห์น้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม	19
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	21
บทที่ 4	ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชอาหารสัตว์สด	22
	4.1 คำนำ	22
	4.2 วัตถุประสงค์	22
	4.3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	22
	4.3.1 สัตว์ทดลองและการจัดการ	22
	4.3.2 อาหารและการให้อาหาร	23
	4.3.3 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง	23

4.3.3.1 น้ำนม..... 23
4.3.3.2 การกินได้..... 24
4.3.3.3 น้ำหนักตัว..... 24
4.3.3.4 น้ำย่อยในกระเพาะหมัก..... 24
4.3.3.5 จุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก..... 25
4.3.3.6 เลือดโค..... 25
4.3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ..... 25
4.4 ผลการวิจัย..... 26
4.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง..... 26
4.4.2 การกินได้โภชนะ..... 26
4.4.3 ผลต่อผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม..... 26
4.4.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม..... 29
4.4.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว..... 29
4.4.6 ผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก..... 29
4.4.7 ผลต่อ pH แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้..... 29
4.4.8 ผลต่อระดับคีโตนในกระแสเลือด..... 30
4.4.9 ผลต่อการย่อยได้โภชนะในถุงไนล่อน..... 30
4.5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 41
4.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง..... 41
4.5.2 การกินได้โภชนะ..... 41
4.5.3 ผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม..... 42
4.5.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม..... 44
4.5.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว..... 45
4.5.6 ผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก..... 45
4.5.7 ผลต่อระดับ pH แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้..... 45
4.5.8 ผลต่อระดับคีโตนในกระแสเลือด..... 47
4.5.9 ผลต่อการย่อยได้โภชนะในถุงไนล่อน..... 47
4.6 สรุป..... 47
บทที่ 5 ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชหมักหรือฟางข้าว..... 48
5.1 คำนำ..... 48
5.2 วัตถุประสงค์..... 48
5.3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย..... 48

5.3.1 สัตว์ทดลองและการจัดการ..... 48
5.3.2 อาหารและการให้อาหาร..... 49
5.3.3 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง..... 49
5.3.3.1 น้ำนม..... 49
5.3.3.2 การกินได้..... 50
5.3.3.3 น้ำหนักตัว..... 50
5.3.3.4 น้ำย่อยในกระเพาะหมัก..... 50
5.3.3.5 จุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก..... 51
5.3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ..... 51
5.4 ผลการวิจัย..... 51
5.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง..... 51
5.4.2 การกินได้โภชนะ..... 52
5.4.3 ผลต่อผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม..... 52
5.4.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม..... 52
5.4.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว..... 56
5.4.6 ผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก..... 56
5.4.7 ผลต่อ pH และแอมโมเนียไนโตรเจน..... 57
5.4.8 ผลต่อการย่อยได้โภชนะในถุงไนล่อน..... 57
5.5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 69
5.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง..... 69
5.5.2 การกินได้โภชนะ..... 69
5.5.3 ผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม..... 70
5.5.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม..... 71
5.5.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว..... 72
5.5.6 ผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก..... 72
5.5.7 ผลต่อระดับ pH และแอมโมเนียไนโตรเจน..... 76
5.5.8 ผลต่อการย่อยได้โภชนะในถุงไนล่อน..... 76
5.6 สรุป..... 77
บทที่ 6 บทสรุป..... 78
บรรณานุกรม..... 79
ภาคผนวก..... 84

สารบัญตาราง

		หน้า
Table 2.1	Ionophores commonly used in dairy cattle.....	4
Table 2.2	Monensin sensitive and monensin insensitive bacteria.....	6
Table 2.3	Effect of monensin on type and population of bacteria.....	7
Table 2.4	Effect of monensin on type and concentration of volatile fatty acids in the...	8
Table 2.5	Effect of monensin on change in methane in the rumen.....	9
Table 2.6	Effect of monensin on energy and protein digestibility.....	9
Table 2.7	Effect of monensin on milk yield and composition.....	11
Table 2.8	Effect of monensin supplementation on ketone concentration in the blood...	12
Table 4.1	Nutrient composition of feeds used in the trial.....	26
Table 4.2	Effect of monensin supplementation on intakes of dry matter, crude protein	27
Table 4.3	Effect of monensin supplementation on yields of milk, milk fat, milk.....	31
Table 4.4	Effect of monensin supplementation on concentration of fat, potein, ...	33
Table 4.5	Effect of monensin supplementation on final liveweight and liveweight	34
Table 4.6	Effect of monensin supplementation on microbial population in the rumen..	34
Table 4.7	Effect of monensin supplementation on pH, ammonia concentration and....	35
Table 4.8	Effect of monensin supplementation on betahydroxybutyrate level in the ...	36
Table 4.9	Dry matter degradaed from nylon bag suspended in the rumen for various...	36
Table 4.10	Crude protein degraded from nylon bag suspended in the rumen for various	37
Table 4.11	Crude fibre degraded from nylon bag suspended in the rumen for various..	38
Table 4.12	Neutral detergent fibre degraded from nylon bag suspended in the rumen...	39
Table 4.13	Acid detergent fibre degraded from nylon bag suspended in the rumen.....	40
Table 4.14	Estimation of ME intake.....	43
Table 4.15	The estimated supply of rumen degradable protein, undegradable protein...	43
Table 4.16	The estimated supply of RDP and UDP to the tissue of the dairy cows.....	44
Table 5.1	Nutrient composition of feeds used in the trial.....	52
Table 5.2	Effect of monensin supplementation on intakes of dry matter, crude protein	53
Table 5.3	Effect of monensin supplementation on yields of milk, milk fat, milk.....	58
Table 5.4	Effect of monensin supplementation on concentration of fat, potein, ...	60
Table 5.5	Effect of monensin supplementation on final liveweight and liveweight...	61
Table 5.6	Effect of monensin supplementation on microbial population in the rumen..	62

Table 5.7	Effect of monensin supplementation on pH and ammonia concentration....	63
Table 5.8	Dry matter degraded from nylon bag suspended in the rumen for various...	64
Table 5.9	Crude protein degraded from nylon bag suspended in the rumen for various	65
Table 5.10	Crude fibre degraded from nylon bag suspended in the rumen for various..	66
Table 5.11	Neutral detergent fibre degraded from nylon bag suspended in the rumen...	67
Table 5.12	Acid detergent fibre degraded from nylon bag suspended in the rumen.....	68
Table 5.13	Estimation of ME intake.....	73
Table 5.14	The estimated supply of rumen degradable protein, undegradable protein...	74
Table 5.15	The estimated supply of RDP and UDP to the tissue of the dairy cows.....	75

บทที่ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ถึงแม้การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยได้ดำเนินการมามากกว่า 35 ปีแล้ว แต่การพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมเป็นไปอย่างล่าช้า จะเห็นได้จากปัจจุบันเกษตรกรทั่วประเทศเลี้ยงโคนมรวมกันถึง 315,600 ตัว ในจำนวนนี้เป็นโคที่กำลังรีดนม 160,700 ตัว ผลิตน้ำนมดิบรวมกันได้ปีละ 403,000 ตัน หรือคิดเป็น 1,100 ตันต่อวัน ปริมาณการผลิตน้ำนมดิบนี้เทียบได้เพียงร้อยละ 35 ของความต้องการบริโภคภายในประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2541) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการให้น้ำนมเฉลี่ยของโคนมตัวหนึ่งๆนั้นเท่ากับ 9 กิโลกรัมต่อวันเท่านั้น ซึ่งค่าเฉลี่ยการให้นมของโคนมนี้เท่าๆกับเมื่อ 20 ปีก่อน

การพัฒนาการเลี้ยงโคนมที่ผ่านมาเป็นการพัฒนาในเชิงปริมาณ (Quantitative development) มากกว่าการพัฒนาในเชิงคุณภาพ (Qualitative development) อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบันว่าพันธุกรรมของโคนมในประเทศไทยนั้นน่าจะมีศักยภาพเพียงพอสำหรับการให้น้ำนมเฉลี่ยวันละกว่า 15 กิโลกรัมต่อตัว แต่ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันขึ้นอยู่กับสาเหตุและปัจจัยหลายๆประการ กล่าวคือ การจัดการด้านอาหารยังไม่ถูกต้อง ปริมาณอาหารที่ให้กับโคไม่เพียงพอกับความต้องการ ขาดแคลนอาหารโดยเฉพาะอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้ง การจัดการด้านการสุขาภิบาลยังไม่ดีพอ เป็นต้น

การนำใช้ประโยชน์เทคโนโลยีแนวใหม่ อาทิ การใช้ probiotics เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมของโคนมได้รับการพัฒนามานานพอสมควรแล้วในต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารเสริมโมเนนซินนั้นได้นำมาใช้ในโคเนื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื้อมานานกว่า 20 ปี สำหรับในโคนมมีการทดลองใช้ในหลายๆประเทศ อาทิในทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ซึ่งการใช้สารเสริมโมเนนซินนี้ได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวาง วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ก็เพื่อจะทดสอบการนำสารเสริมโมเนนซินมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านต่างๆในโครีดนมว่าจะเหมาะสมกับสภาพเมืองไทยหรือไม่อย่างไร

โมเนนซิน โซเดียม (Monensin sodium) เป็นสารประกอบทางชีววิทยาที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ *Streptomyces cinnamonensis* ในขบวนการหมัก (Fermentation process) สารประกอบโมเนนซินมีน้ำหนักโมเลกุล 692 และมีสูตรทางเคมีคือ $C_{36}H_{61}O_{11}Na$ โมเนนซินนี้จัดว่าเป็นสารปฏิชีวนะชนิดหนึ่ง แต่ไม่ใช่สารปฏิชีวนะที่ใช้ในการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย สารโมเนนซินเป็นที่ยอมรับและนิยมใช้อย่างกว้างขวางในอาหารโคขุนมานานกว่าทศวรรษ เพื่อเป็นตัวเร่งการเจริญเติบโต (Growth promoter) อีกทั้งยังให้การรับรองว่าไม่มีผลกระทบถึงผู้บริโภคเนื้อโคขุนที่ใช้สารโมเนนซิน อย่างไรก็ตามสารเสริมโมเนนซินนี้เพิ่งได้รับการยอมรับในการใช้เพื่อป้องกันโรคท้องอืด (Bloat) ในโคนมในประเทศนิวซีแลนด์และออสเตรเลีย (Cameron and Malmo, 1992)

คุณสมบัติต่างๆของโมเนนซินที่ได้มีการรวบรวมไว้ (Spears, 1990) คือสามารถเพิ่มผลผลิตของ propionate ในกระเพาะ rumen ระหว่างการหมักย่อยทำให้ propionate สามารถถูกใช้ในการสังเคราะห์ glucose ได้มากขึ้น ซึ่งย่อมเป็นผลให้โคสามารถให้นมได้เพิ่มขึ้น เพิ่มการย่อยได้ของพลังงานและโปรตีน ลดการผลิต lactate ทำให้ลดการเกิดอาการ acidosis ลดการเคลื่อนย้ายไขมันสะสมในร่างกาย (Fat mobilisation) ในช่วงต้นระยะให้นม ลดการเกิดโรคท้องอืด (Bloat) ลดผลผลิตแก๊สมีเธน (Methane) ซึ่งมีผลต่อสภาพแวดล้อม สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมัก เช่น Protozoa, Gram positive bacteria และ จุลินทรีย์ที่ผลิต acetate, lactate และ butyrate

การศึกษาเมื่อไม่นานมานี้ยังพบว่าสารโมเนนซินยังมีคุณสมบัติอื่นๆอีกมาก อาทิ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของโปรโตซัว (Protozoa) เชื้อรา (Fungi) และ แบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ซึ่งไม่เป็นที่พึงประสงค์ในกระเพาะหมักของโค สามารถเพิ่มสัดส่วนของกรดโพรพิโอนิค (Propionic acid) ในกระเพาะหมักของโคในระหว่างเกิดขบวนการหมักย่อยคาร์โบไฮเดรท และลดสัดส่วนของกรดอเซติค (Acetic acid) และบิวทีริค (Butyric acid) [Zinn and Borques, 1993] สามารถเพิ่มการย่อยได้ของอาหารในกระเพาะหมัก เพิ่มปริมาณน้ำนม และโปรตีนในน้ำนม (Lynch *et al.*, 1990; Lowe *et al.*, 1991; Stevenson and Lowe, 1992; Wilson *et al.*, 1992) ลดปัญหาการเกิด acidosis (Parker *et al.*, 1986) และ ketosis (Sauer *et al.*, 1989) เพิ่มการดูดซึมธาตุแมกนีเซียมและการสะสมธาตุทองแดง (Wilson *et al.*, 1992) และลดการผลิตแก๊สมีเธนในกระเพาะหมักซึ่งเป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ (Zinn and Borques, 1993)

ถึงแม้ว่าการวิจัยในต่างประเทศจะพบว่าโมเนนซินมีคุณสมบัติหลายประการ โดยเฉพาะที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำนมของโคนม แต่มีการทดลองวิจัยด้านนี้ในประเทศไทยน้อยมาก เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิจัยจากต่างประเทศในสภาพแวดล้อมของเมืองไทย โครงงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนม ส่วนประกอบของน้ำนม ชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ ชนิดและปริมาณ volatile fatty acids ในกระเพาะหมักของโคนม ต่อ ketone ในกระแสเลือด และต่อการย่อยได้อาหารใน nylon bag

การวิจัยครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบผลผลิตน้ำนม ส่วนประกอบของน้ำนม ระหว่างโครีดนมที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินและไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน และการเปรียบเทียบชนิดและจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ ชนิด และปริมาณ volatile fatty acids ในกระเพาะหมักของโคนม ปริมาณ ketones ในกระแสเลือด และการย่อยได้อาหารใน nylon bag โดยใช้โคนมเพศเมียเจาะกระเพาะ (Fistulated cows) ในการศึกษา

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้โมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้โมเนนซินต่อชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้โมเนนซินต่อชนิดและปริมาณของ volatile fatty acids ใน rumen
4. เพื่อศึกษาผลของการใช้โมเนนซินต่อ ketones ในเลือด
5. เพื่อศึกษาผลของการใช้โมเนนซินต่อการย่อยได้อาหารใน nylon bag

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นถึงการศึกษาผลของการใช้โมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม ต่อ rumen metabolism และต่อปริมาณ ketones ในกระแสเลือดเพื่อตรวจสอบการเกิด ketosis รวมทั้งต่อการย่อยได้ของอาหารใน nylon bag

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบผลของโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม
2. ทราบผลของโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก
3. ทราบผลของโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณของ volatile fatty acids ในกระเพาะหมัก
4. ทราบผลของโมเนนซินต่อปริมาณ ketones ในกระแสเลือด
5. ทราบผลของโมเนนซินต่อการย่อยได้ของโภชนะ
6. ได้ทราบถึงวิธีการใช้โมเนนซินซึ่งเป็นสารประกอบ ionophores ที่ถูกต้อง

บทที่ 2

การตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไอออโนฟอร์ (Ionophores) เป็นชื่อเรียกสารประกอบกลุ่มหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่ไม่ถึงกับทำลายจุลินทรีย์ (Nagaraja *et.al.*, 1982) Ionophores มีอยู่ด้วยกันมากมายหลายชนิด และมีกลไกในการทำงานคล้ายคลึงกัน อาทิ monensin, lasalocid, lysocellin, salinomycin, nigericin และ tetronasin เป็นต้น สาร ionophores เป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มของ Carboxylic ซึ่งมีทั้งที่อยู่ในรูป monovalent หรือ divalent cations (Richardson *et al.*, 1976) สาร ionophores ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป monovalent cations มีพียงสาร lasalocid, lysocellin และ tetronasin ที่อยู่ในรูป divalent cations (Table 2.1)

Table 2.1 Ionophores commonly used in dairy cattle.

Ionophores	Molecular wt.	Cation	Producing organism
Monensin	692	mono	*Streptomyces cinnamonensis*
Lasalocid	591	di	*Streptomyces lasaliensis*
Salinomycin	751	mono	*Streptomyces albans*
Tetronasin	628	di	*Streptomyces longisporoflavus*
Lysocellin	660	di	*Streptomyces longwooddensis*
Narasin	765	mono	*Streptomyces aureofaciens*
Laidlomycin	721	mono	*Stretoverticillum eurocidum*

Pressman (1976) และ Westley (1983)

สารประกอบ ionophores ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในโคขุนตั้งแต่ช่วงปี 1975 แต่ในขณะนั้นยังไม่สามารถอธิบายกลไกที่แน่ชัด ว่าทำไมสารประกอบ ionophores จึงสามารถเพิ่มผลผลิตสัตว์ได้ ปัจจุบันได้มีการนำสารประกอบ ionophores มาทดลองใช้มากกว่า 70 ชนิด แต่ที่นิยมนำมาใช้ในทางปฏิบัติมีไม่กี่ชนิด (ตารางที่ 2.1) ในระยะหลังได้มีการนำสารประกอบ ionophores มาทดลองใช้ในโครีดนม เพื่อศึกษาถึงผลของสารนั้นๆ ต่อผลผลิตน้ำนม ต่อองค์ประกอบของ end products ในกระเพาะรูเมน ต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก และอื่นๆ อย่างไรก็ตาม สารประกอบ ionophores ที่มีการนำมาทำการศึกษาวิจัยและมีรายงานผลการทดลองในด้านบวก (positive effect) มากที่สุด คือ โมเนนซิน และลาซาโลซิด

คุณสมบัติต่างๆของโมเนนซิน คือสามารถเพิ่มผลผลิตของกรดโพรพิโอนิคในกระเพาะหมัก ระหว่างการหมักย่อย ทำให้กรดโพรพิโอนิค สามารถถูกใช้ในการสังเคราะห์ glucose ได้มากขึ้น ซึ่งย่อมเป็นผลให้โคสามารถให้ผลผลิตน้ำนมได้เพิ่มขึ้น เพิ่มการย่อยได้ของพลังงานและโปรตีน ลดการผลิต

lactate ทำให้ลดการเกิดอาการ acidosis ลดการเคลื่อนย้ายไขมันสะสมในร่างกาย (Fat mobilisation) ในช่วงต้นระยะให้นม ลดการเกิดโรคท้องอืด (Bloat) ลดผลผลิตแก๊สมีเธน (Methane) ซึ่งมีผลต่อสภาพแวดล้อม สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมัก เช่น protozoa, bacteria gram positive และ จุลินทรีย์ที่ผลิต acetate, lactate และ butyrate (Spears, 1990)

การศึกษาเมื่อไม่นานมานี้ยังพบว่าสารโมเนนซินยังมีคุณสมบัติอื่นๆอีกมาก อาทิ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของโปรโตซัว (Protozoa) เชื้อรา (Fungi) และ แบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ซึ่งไม่เป็นที่พึงประสงค์ในกระเพาะหมักของโค สามารถเพิ่มสัดส่วนของกรดโพรพิโอนิคในกระเพาะหมักของโคในระหว่างเกิดขบวนการหมักย่อยคาร์โบไฮเดรท และลดสัดส่วนของกรดอะเซติคและบิวทีริค (Zinn and Borques, 1993) สามารถเพิ่มการย่อยได้ของอาหารในกระเพาะหมัก เพิ่มปริมาณน้ำนม และโปรตีนในน้ำนม (Lynch *et al.*, 1990; Lowe *et al.*, 1991; Stevenson and Lowe, 1992; Wilson *et al.*, 1992) ลดปัญหาการเกิด acidosis (Parker *et al.*, 1986) และ ketosis (Sauer *et al.*, 1989) เพิ่มการดูดซึมธาตุแมกนีเซียมและการสะสมธาตุทองแดง (Wilson *et al.*, 1992) และลดการผลิตแก๊สมีเธนในกระเพาะหมักซึ่งเป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ (Zinn and Borques, 1993)

2.2 โมเนนซินโซเดียม (Monensin sodium)

คุณสมบัติของโมเนนซิน

โมเนนซินโซเดียม เป็นสารประกอบทางชีวภาพที่ได้จากกระบวนการหมัก (Fermentation process) ซึ่งผลิตโดยแบคทีเรีย *Streptomyces cinnamonensis* สารโมเนนซินโซเดียมมีน้ำหนักโมเลกุล 692 และมีสูตรทางเคมี คือ $C_{36}H_{16}O_{11}Na$ สารโมเนนซินโซเดียมมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก เชื้อรา และโปรโตซัว ที่ไม่พึงประสงค์ในกระเพาะหมัก (Zinn and Borques, 1993) สารโมเนนซินจัดเป็นสารที่อยู่ในกลุ่ม Ionophores และมีคุณสมบัติในการขนย้าย cation เข้าสู่ภายในเซลล์จุลินทรีย์ โดยสารโมเนนซินเมื่อแตกตัวจะให้ Na^+ (Delfino *et al.*, 1998) และ Na^+ นี้จะถูกขนถ่ายผ่านผนังเซลล์ของจุลินทรีย์เข้าไปภายในเซลล์

แบคทีเรียชนิดแกรมบวกและชนิดแกรมลบมีผนังเซลล์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ แบคทีเรียชนิดแกรมลบมีผนังเซลล์บางกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (10 vs 20-80 nm) และมีจำนวนชั้นของผนังเซลล์มากกว่า (2 vs 1 ชั้น) นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของผนังเซลล์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมลบมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่ส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนทั่วๆไป ในขณะที่ผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมบวกมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนเฉพาะ alanine, lysine และ glutamic acid นอกจากนี้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบยังมีส่วนประกอบของ lipid มากกว่า (10-20% vs 0.2%) ด้วย คุณสมบัติที่แตกต่างกันนี้ทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีความสามารถในการต่อต้านการขนถ่าย Na^+ เข้าสู่ภายในเซลล์ได้ดีกว่าแบคทีเรียชนิดแกรมบวก จึงทำให้แบคทีเรียแกรมบวกถูกยับยั้งการเจริญโดยสารโมเนนซินเมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรียชนิดแกรมลบ

Table 2.2 Monensin sensitive and monensin insensitive bacteria

Monensin sensitive bacteria	Gram type	Product of fermentation
Butyrivibrio fibrisolven	+	Acetate, Butyrate
Enbacterium cellusovens	+	Butyrate
Ruminococcus ruminis	+	Acetate
Streptococcus bovis	+	Lactate
Methanobacterium formicum	+	Methane
Clostridium aminophilum	+	Ammonia
Peptostreptococcus anaerobus	+	Ammonia
Clostridium sticklandii	+	Ammonia
Monensin insensitive bacteria	Gram type	Product of fermentation
Anaerobvobrio liplytica	-	Propionate
Megaspheara elsdenii	-	Propionate
Prevotella minicola	-	Propionate
Ruminobacter amylophillus	-	Propionate
Selenomonas ruminantium	-	Propionate
Fibrobater succinogenes	-	Propionate

Henderson *et. al.*, (1981)

2.3 ผลของสารโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

ภายในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่จุลินทรีย์ที่มีมากที่สุดได้แก่แบคทีเรีย โปรโตซัว และรา จุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียดูจะมีบทบาทมากในการหมักย่อยอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไป ผลของการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์จะได้กรดไขมันระเหยได้ เช่น กรดโพรพิโอนิค กรดอะเซติคและกรดบิวทีริคเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้สัตว์จะใช้เป็นแหล่งพลังงานซึ่งประมาณว่าคิดเป็นร้อยละ 50-80 ของความต้องการพลังงานทั้งหมดของสัตว์ อย่างไรก็ตาม ในแง่ของการจัดการด้านอาหาร มีความต้องการที่จะให้ได้ผลของการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ เป็นกรดโพรพิโอนิคมากที่สุด เพราะกรดโพรพิโอนิคนี้จะถูกนำไปสังเคราะห์เป็นกลูโคส ซึ่งจะถูกนำไปสังเคราะห์น้ำตาลแล็คโต๊สในน้ำนมต่อไป เมื่อศึกษาจุลินทรีย์ให้ลึกลงไปจะพบว่ามีแบคทีเรียหลายชนิดสามารถผลิตกรดโพรพิโอนิค ในขณะที่ยังมีแบคทีเรียอีกหลายชนิดผลิตกรดอะเซติค กรดบิวทีริค กรดแล็คติค แก๊สมีเธน และแอมโมเนีย แบคทีเรียกลุ่มแรกส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรียจำพวกแกรมบวก ในขณะที่แบคทีเรียกลุ่มหลังจะเป็นแบคทีเรียจำพวกแกรมลบ และจากงานวิจัยหลายงานวิจัยพบว่าแบคทีเรียชนิดแกรมบวกจะถูกยับยั้งการเจริญด้วยสารโมเนนซิน ในขณะที่แบคทีเรียแกรมลบจะไม่ถูก

ยับยั้งโดยสารประกอบโมเนนซิน ตารางที่ 2.2 แสดงชนิดของแบคทีเรียแกรมบวกที่สามารถถูกยับยั้งการเจริญด้วยสารโมเนนซิน และชนิดแกรมลบที่ไม่ถูกยับยั้งการเจริญด้วยสารโมเนนซิน พร้อมทั้งผลผลิตชนิดต่างๆที่แบคทีเรียแต่ละชนิดผลิตจากการหมักย่อยในกระเพาะหมัก จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ชนิดแกรมลบ ซึ่งส่วนใหญ่จะให้ผลผลิตสุดท้ายเป็นกรดโพรพิโอนิคที่เราต้องการ จะไม่ถูกยับยั้งโดยสารโมเนนซิน

ตารางที่ 2.3 แสดงผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อปริมาณแบคทีเรียแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเสริมสารโมเนนซินลงในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องแล้วปริมาณของแบคทีเรียชนิดแกรมบวก เช่น *Butyrivibrio fibrisolven.* และ *Ruminococcus albus* จะลดลง ซึ่งในขณะใดขณะหนึ่งประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะค่อนข้างคงที่ แต่เมื่อแบคทีเรียแกรมบวกลดจำนวนลงเนื่องจากผลของการใช้โมเนนซิน แบคทีเรียแกรมลบซึ่งไม่ตอบสนองต่อการยับยั้งโดยสารโมเนนซินจึงเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้ส่งผลดีถึงการเพิ่มกรดโพรพิโอนิคเนื่องจากการหมักย่อย

Henderson และคณะ (1981) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้สารโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก และพบว่าการใช้สารเสริมโมเนนซินสามารถลดจำนวนแบคทีเรียทั้ง *Butyrivibrio fibrisolven.* และ *Ruminococcus albus* (ตารางที่ 2.3) ทำนองเดียวกัน Nagaraja และคณะ (1982) ก็พบว่า *Streptococcus bovis* เพิ่มจำนวนขึ้นเมื่อใช้สารโมเนนซิน งานวิจัยที่พบผลเช่นเดียวกันคือ Stewart และคณะ (1981)

Table 2.3 Effect of monensin on type and population of bacteria in the rumen

Bacterial type	Control (/ml)	Monensin (/ml)	References
Butyrivibrio fibrisolvens			
Strain 13835	7.30×10^8	1.54×10^8	Henderson *et.al.*, 1981
Strain NOR 37	10.50×10^8	6.80×10^4	
Streptococcus bovis	1.50×10^9	3.70×10^8	Nagaraja *et.al.*, 1982
Streptococcus bovis	1.55×10^9	9.25×10^7	Stewart *et.al.*, 1981
Ruminococcus albus			
Strain 4263 L	9.32×10^8	3.21×10^8	Henderson *et.al.*, 1981

2.4 ผลของโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณของกรดระเหยได้ในกระเพาะหมัก

ดังที่กล่าวมาข้างต้นว่าสารเสริมโมเนนซินสามารถลดปริมาณแบคทีเรียแกรมบวกในกระเพาะหมัก แต่ไม่มีผลหรืออาจเพิ่มจำนวนแบคทีเรียแกรมลบซึ่งส่วนใหญ่ผลิตกรดโพรพิโอนิค ฉะนั้นเมื่อเก็บตัวอย่างน้ำย่อยในกระเพาะหมักมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันระเหยได้ต่างๆ ผลการวิเคราะห์ได้รวบรวมแสดงไว้ในตารางที่ 2.4 ทุกงานวิจัยที่แสดงในตารางที่ 2.4 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเสริมสาร

โมเนนซินให้กับโคแล้ว การผลิตกรดโพรพิโอนิคในกระเพาะหมักจะเพิ่มขึ้นหรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่การผลิตกรดอะเซติคและกรดบิมีริคในกระเพาะหมักจะลดลงหรือมีแนวโน้มลดลง ซึ่งเป็นผลให้สัดส่วนของกรดอะเซติคต่อกรดโพรพิโอนิคลดลงด้วยเมื่อใช้สารโมเนนซิน สารโมเนนซินสามารถเพิ่มกรดโพรพิโอนิคได้ระหว่าง 8.9-74.5% สามารถลดกรดอะเซติคได้ระหว่าง 0.6-20.6% และลดอัตราส่วนของกรดอะเซติคต่อกรดโพรพิโอนิคได้ระหว่าง 9.8-52.2% (ตารางที่ 2.4) ดังที่กล่าวมาแล้ว เมื่อเสริมสารโมเนนซินแล้วทำให้กรดโพรพิโอนิคเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้มีการสังเคราะห์กลูโคสเพิ่มขึ้น และต่อมสร้างน้ำนมจะดูดซึมเอากลูโคสไปสังเคราะห์แล็คโต๊สได้เพิ่มขึ้น ทำให้โคให้นมได้มากขึ้น

Table 2.4 Effect of monensin on type and concentration of volatile fatty acids in the rumen

Monensin	A:P		P (mol/100 mol)		A (mol/100 mol)		B (mol/100 mol)		References
	C	M	C	M	C	M	C	M	
300 mg/d	4.1[a]	3.7[b]	16.8[b]	18.3[a]	68.1[a]	67.7[b]	11.5[a]	10.6[b]	Ramanzin *et.al.*, (1997)
200 mg/d	2.3[a]	1.3[b]	25.9[b]	39.8[a]	60.8[a]	52.9[b]	13.4[a]	7.3[b]	Richardson *et.al.*, (1976)
500 mg/d	2.3[a]	1.1[b]	25.9[b]	45.2[a]	60.8[a]	48.3[b]	13.4[a]	6.5[b]	
330 mg/d	3.7[a]	2.7[b]	19.0[b]	23.0[a]	70.0[a]	61.0[b]	10.0[a]	8.0[b]	Prange *et.al.*, (1978)
330 mg/d	1.6[a]	1.3[b]	33.4[b]	38.4[a]	53.5[a]	51.3[b]	11.0[a]	8.3[b]	Rogers and Davis (1982)
300 mg/d	1.5[a]	1.1[b]	31.1[b]	39.2[a]	47.6[a]	44.1[b]	15.9[a]	10.7[b]	Horton *et.al.*, (1980)
200 mg/d	2.5[a]	1.8[b]	24.9[b]	30.0[a]	57.7[a]	52.9[b]	12.8[a]	11.2[b]	Sauer *et.al.*, (1989)
400 mg/d	2.5[a]	1.5[b]	24.9[b]	34.4[a]	57.7[a]	49.4[b]	12.8[a]	10.8[b]	

2.5 ผลของโมเนนซินต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแก๊สมีเธนในกระเพาะหมัก

ผลของการใช้สารโมเนนซินต่อการเปลี่ยนแปลงแก๊สมีเธนในกระเพาะหมักแสดงไว้ในตารางที่ 2.5 เมื่อใช้สารโมเนนซินจะทำให้การผลิตแก๊สมีเธนในกระเพาะหมักเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ลดลง ระหว่าง ร้อยละ 4 (Bartley *et. al.*, 1979) ถึงร้อยละ 31 (Chalupa *et. al.*, 1980) การลดลงของการผลิตแก๊สมีเธนจะเป็นการลดอาการของท้องอืดในโคได้ นอกจากนี้เมื่อมีการผลิตแก๊สมีเธนลดลงจะส่งผลดีต่อสภาวะแวดล้อมในอากาศ กล่าวคือ จะมีปริมาณแก๊สมีเธนในบรรยากาศลดลง ซึ่งแก๊สมีเธนนี้จะส่งผลให้บรรยากาศชั้นโอโซนเบาบางลง เป็นเหตุให้รังสีของดวงอาทิตย์แผ่มายังพื้นโลกได้มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิบนพื้นโลกเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนพื้นโลกก่อให้เกิดการละลายของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นเรื่อยๆ อาจส่งผลให้น้ำทะเลหนุนสู่แผ่นดิน ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมตามมา และในบางท้องที่น้ำทะเลจะทำความเสียหายแก่พืชผลต่างๆที่ปลูกใกล้ชายฝั่งทะเลหรือปากแม่น้ำต่างๆ

Table 2.5 Effect of monensin on change in methane in the rumen

References	% Change	Method
Bartley *et.al.* (1979)	-21	*In vitro*
Joyner *et.al.* (1979)	-13	*In vitro*
Chalupa *et.al.* (1980)	-31	*In vitro*
Thornton and Owens (1981)	-16 to -24	*In vitro*
Benz and Johnson (1982)	-4	*In vitro*
Fellner *et.al.* (1997)	-29	*In vitro*

2.6 ผลของโมเนนซินต่อการย่อยได้พลังงานและโปรตีน

ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อการย่อยได้พลังงานและการย่อยได้ในโตรเจนแสดงไว้ในตารางที่ 2.6 การใช้สารเสริมโมเนนซินสามารถเพิ่มการย่อยได้พลังงานระหว่าง 0.14% (Horton *et.al.*, 1980) ถึง 2.99% (Muntifering *et.al.*, 1981) ในขณะที่สามารถเพิ่มการย่อยได้ในโตรเจนได้ระหว่าง 0.8% (Horton *et.al.*, 1980) ถึง 6.5% (Spear *et.al.*, 1990) การเพิ่มขึ้นของการย่อยได้พลังงานและโปรตีนนี้จะทำให้โคได้รับโภชนะทั้งสองส่วนนี้เพิ่มขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการให้ผลผลิตได้เพิ่มขึ้น

Table 2.6 Effect of monensin on energy and protein digestibility

% Digestibility	Animal type	Control	Monensin	References
Energy	Cattle	71.0	71.1	Horton *et.al.* (1980)
Energy	Cattle	70.3	72.4	Muntifering *et.al.* (1981)
Nitrogen	Cattle	62.0	66.0	Spear *et.al.* (1990)
Nitrogen	Cattle	62.2	65.7	Ilan *et.al.* (1981)
Nitrogen	Cattle	71.5	72.1	Horton *et.al.* (1980)

2.7 ผลของโมเนนซินต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม

ตารางที่ 2.7 ได้รวบรวมผลการวิจัยต่างๆที่ใช้สารเสริมโมเนนซินในโครีดนม มีงานวิจัยหลายงานที่พบว่าการเสริมสารโมเนนซินให้กับโครีดนมแล้ว โคนมสามารถให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น (Lowe *et al.*, 1991; Van der Werf *et al.*, 1997; Hayes *et al.*, 1996) การเพิ่มขึ้นของผลผลิตน้ำนมอยู่ในช่วง 4.4-11.9 % ในขณะเดียวกันอีกหลายๆการทดลองพบว่าการเสริมสารโมเนนซินไม่มีผลต่อเพิ่มผลผลิตน้ำนม (Thomas *et al.*, 1991; Sauer *et al.*, 1989; Van der Werf *et al.*, 1997; Suksombat and Srangarm, 1998; Hayes *et al.*, 1996; Ramanzin *et al.*, 1997) เป็นที่น่าสังเกตประการหนึ่งว่าจากเอกสารที่รวบรวมมา ในกรณีที่โคให้นมมากๆ เช่น ตั้งแต่วันละ 30 กิโลกรัมต่อตัวขึ้นไป การเสริมสารโมเนนซิน

จะไม่ส่งผลให้โคนมให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น (Thomas *et al.*, 1991; Sauer *et al.*, 1989; Van der Werf *et al.*, 1997) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า การจัดการด้านอาหารสำหรับโคนมที่ให้น้ำนมมากๆนั้น อยู่ในระดับที่ดีอยู่แล้ว กล่าวคือ ได้รับอาหารที่มีคุณภาพดี และในปริมาณที่มากเพียงพอ ประกอบกับงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นกระทำในเขตอบอุ่น (temperate) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพืชอาหารสัตว์สด พืชแห้ง หรือพืชหมัก มีคุณค่าทางอาหารสูง (มีโปรตีนและการย่อยได้สูง) สารเสริมโมเนนซินจึงอาจไม่ส่งผลต่อผลผลิตน้ำนมโดยตรง เพราะการสังเคราะห์น้ำนมอาจได้รับสารอาหารจากการย่อยอาหารเพียงพอแล้ว ตรงกันข้ามกับงานวิจัยที่ใช้โคนมที่ให้น้ำนมปานกลาง และส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยในเขตร้อนหรือเขตกึ่งร้อน เช่นในประเทศออสเตรเลีย ซึ่งพบว่าการเสริมสารโมเนนซินสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมได้ ประกอบกับพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าพืชอาหารสัตว์ในเขตอบอุ่น (Minson, 1980) การเสริมสารโมเนนซินเพื่อปรับเปลี่ยนชนิดและประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักให้เอื้อต่อการเพิ่มการย่อยได้อาหารโดยเฉพาะอาหารจำพวกเยื่อใย ทำให้สัตว์ได้รับสารอาหารทั้งจากการย่อยเยื่อใย และจากจำนวนประชากรจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้เพิ่มปริมาณการผลิตน้ำนมในที่สุด

2.8 ผลของโมเนนซินต่อระดับ ketones ในกระแสเลือด

การที่ในกระแสเลือด ปัสสาวะ และน้ำนมของโคนมมีการสะสมระดับของคีโตน (ketone) สูงเกินกว่าระดับปกติ จะทำให้สัตว์แสดงอาการของโรคคีโตซีส (ketosis) อาการโดยทั่วไปของโรคคีโตซีส คือ โคนมจะหายใจมีกลิ่นของ acetone นอกจากนี้ยังอาจมีกลิ่นของ acetone ในปัสสาวะและในน้ำนม โคนมจะเบื่ออาหาร การบีบตัวของกระเพาะช้าลง เคี้ยวเอื้องไม่ปกติ ผลผลิตน้ำนมลดลง โดยปกติแล้วอาการของโรคคีโตซีสมักจะเกิดขึ้นในช่วง 10 วัน ถึง 6 สัปดาห์หลังคลอด และมักเกิดกับโคนมที่อยู่ในช่วงระยะให้นมที่ 3 ซึ่งเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตน้ำนมมาก

การเกิดของโรคคีโตซีสสามารถอธิบายในเชิงชีวเคมีได้ กล่าวคือ เมื่อโคนมให้ผลผลิตน้ำนมสูงประกอบกับกินอาหารพลังงานสูงเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ จะเกิดเมตะโบลิซึมของไขมันและโปรตีนภายในร่างกายอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการสะสมของ acetyl CoA มากกว่าปกติ และ acetyl CoA ส่วนเกินนี้จะถูกเปลี่ยนโดยตับ ผนังกระเพาะหมัก และเนื้อเยื่อในต่อมน้ำนมให้เป็นคีโตน ซึ่งจะสะสมอยู่ในกระแสเลือด

สารประกอบจำพวกคีโตนที่มีอยู่ในกระแสเลือดของโคนม และมักได้รับการตรวจเพื่อวินิจฉัยสภาวะการเกิดโรคคีโตซีส คือ acetone, β-hydroxy butyrate (BHBA) และ acetoacetate ตารางที่ 2.8 แสดงผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อระดับความเข้มข้นของ BHBA และ acetoacetate ในกระแสเลือดของโคนม งนวิจัยพบว่าสารเสริมโมเนนซินสามารถลดระดับความเข้มข้นของ BHBA และ aqcetoacetate ในกระแสเลือดของโคนมได้ อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยเพียง 2 งานวิจัยที่รายงานในเรื่องนี้ ควรที่จะมีการศึกษาวิจัยเพิ่มให้มากกว่านี้ ก่อนที่จะสรุปผลของการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อระดับความเข้มข้นของคีโตนในกระแสเลือดดังกล่าว

Table 2.7 Effect of monensin on milk yield and milk composition

Monensin (mg/d)	Milk yield (kg/d)		Fat (%)		Protein (%)		References
	C	M	C	M	C	M	
150	33.4	31.2	3.38	3.49	-	-	Thomas *et.al.* (1991)
300	33.4	34.1	3.38	3.20	-	-	
450	33.4	32.6	3.38	3.34	-	-	
640	33.4	30.2	-	-	-	-	
200	29.9	32.8	4.12[a]	3.58[b]	3.49	3.25	Sauer *et.al.* (1989)
400	29.9	31.4	4.12	3.71	3.49	3.34	
300	13.2[b]	14.0[a]	4.92	4.78	3.50	3.57	Lowe *et.al.* (1991) Exp. 1
300	23.6	24.5	3.98	3.84	2.97	2.94	Exp. 2
300	20.1[b]	22.5[a]	4.33	4.00	2.99	2.93	Exp. 3
300	15.8[b]	16.5[a]	4.18	4.06	3.10	3.09	Exp. 4
300	16.0[b]	16.7[a]	4.38	4.19	3.13	3.11	Exp. 5
300	17.4[b]	18.4[a]	4.31	4.08	3.10	3.10	Exp. 6
150	35.3	36.7	4.56	4.55	3.25	3.25	Van der Werf *et.al.* (1997) Exp. 1
300	35.3	36.5	4.56[a]	4.37[b]	3.25	3.24	
450	35.3	37.2	4.56[a]	4.15[b]	3.25	3.21	
300	27.2[b]	29.1[a]	4.95	4.81	3.69	3.39	Van der Werf *et.al.* (1997) Exp 2
300	28.3	29.5	4.91	4.98	3.80	3.77	Van der Werf *et.al.* (1997) Exp. 3
300	13.9	15.1	3.90[b]	4.37[a]	2.81[b]	2.97[a]	Suksombat and Sra-ngarm (1998)
320	17.4	17.2	4.42	4.40	3.27	3.30	Hayes *et.al.* (1996) Day 0
320	17.7[b]	19.1[a]	4.35[a]	4.14[b]	3.45[a]	3.35[b]	Day 56
320	15.7	16.1	4.65	4.57	3.50	3.42	Day 112
300	23.8	24.1	4.22	4.02	3.16	3.15	Ramazin *et.al.* (1997) Exp. 1
300	27.2	29.1	3.86	3.72	3.24	3.17	Ramazin *et.al.* (1997) Exp. 2

Table 2.8 Effect of monensin supplementation on ketone concentration in the blood of cow

		Control	Monensin	References
BHBA (mmol/litre)	d 28	0.57	0.51	Van der Werf *et al.* (1998)
	d 56	0.61[a]	0.48[b]	
		0.72[a]	0.39[b]	Sauer *et al.* (1989)
Acetoacetate (μmol/litre)	d 28	86	86	Van der Werf *et al.* (1998)
	d 56	54[a]	38[b]	
		90	70	Sauer *et al.* (1989)

2.9 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การกินอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) โดยมีสมองส่วนไฮโปธารามัส (Hypothalamus) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการกินอาหาร ในส่วนของไฮโปธารามัสยังแบ่งออกเป็นสองส่วนย่อยๆ คือ ส่วนของ ventro-media area ทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับความอิ่ม (satiety) และส่วนของ lateral area ทำหน้าที่ควบคุมความอยากกินอาหารหรือความหิว (hunger, feeding, appetite)

การกินได้อาหารอย่างอิสระ (voluntary food intake) ของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลักๆ 2 ประการ คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการโภชนะของสัตว์ประกอบกับความสามารถของสัตว์ในการใช้ประโยชน์จากโภชนะที่ถูกดูดซึม (metabolic factors) และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของสัตว์ที่จะกินอาหาร ความจุของกระเพาะอาหาร ประกอบกับความสามารถในการย่อยอาหารในระบบทางเดินอาหาร (physical factors)

การควบคุมการกินอาหารสามารถพิจารณาได้จากการที่สัตว์พยายามที่จะปรับความสมดุลย์ของพลังงานภายในร่างกายให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม หรืออาจกล่าวโดยทั่วไปได้ว่าสัตว์พยายามที่จะรักษาความสมดุลย์ของพลังงานภายในร่างกายโดยการปรับเปลี่ยนปริมาณการกินอาหารในรูปพลังงานเป็นสัดส่วนกับความต้องการพลังงานของตัวสัตว์เอง รวมทั้งพยายามปรับให้เข้ากับสภาพทางสรีรวิทยาของตัวสัตว์ในระยะนั้น เช่น อายุ ขนาด น้ำหนัก การตั้งท้อง การให้ผลผลิตของสัตว์ และพยายามปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น

สรีรวิทยาการควบคุมการกินอาหารเริ่มจาก End Products ของการย่อยและ Metabolism จะเป็นตัวกระตุ้นระบบประสาทรับความรู้สึกที่อยู่ใน Gastrointestinal Tract, Hepatic Portal System, Adipose Tissue และ/หรือ Peripheral และ Cerebrospinal Fluid เมื่อส่วนต่างๆเหล่านี้รับรู้สภาพทางโภชนะ ก็จะส่งสัญญาณกลับไปยังระบบประสาทรับรู้ที่สมอง สมองจะสั่งการการควบคุมการกินอาหาร คือ ให้สัตว์กินอาหารหรือหยุดกินอาหาร

ในสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารหยาบ (Roughages) เป็นอาหาร การกินได้อาหารจะถูกจำกัดโดยความจุของกระเพาะ (Rumen Capacity) ทั้งนี้สังเกตได้จากสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารที่มี Fibre อยู่สูง จะหยุดกินอาหารก่อนที่จะได้รับพลังงานเพียงพอตามความต้องการ ปัจจัยทางกายภาพนี้จะเกี่ยวข้องกับ ความสามารถในการขยายตัว (Distention) ของ Reticulo-rumen และการไหลผ่านของ Digesta ออกจาก Reticulo-rumen

สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารหยาบ (Roughages) เป็นอาหารหลัก จะกินอาหารได้จำนวนหนึ่งซึ่งค่อนข้างคงที่ตามความจุของกระเพาะ กล่าวคือเมื่อสัตว์กินอาหารหยาบเข้าไประดับหนึ่งจนกระเพาะไม่สามารถที่จะขยายตัวรับอาหารเข้าไปได้อีก สัตว์จะหยุดกินอาหาร ซึ่งการขยายตัวของกระเพาะจะถูกกำหนดโดยความจุของช่องท้อง (Abdominal Cavity) อีกทีหนึ่ง นอกจากนี้ถ้าแม่โคตั้งท้อง การเจริญเติบโตของตัวอ่อน (Foetus) จะกินเนื้อที่ภายในช่องท้อง ทำให้ความจุของช่องท้องลดลง เป็นเหตุให้จำกัดการกินอาหารเพราะกระเพาะขยายตัวได้น้อยกว่าปกติ การสะสมไขมันในช่องท้องก็เช่นเดียวกัน คือ จะลดขนาดความจุของช่องท้องลง

สรีรวิทยาการควบคุมให้สัตว์หยุดกินอาหารเมื่อกระเพาะขยายตัวเต็มที่ เกิดจากที่ผนังกระเพาะมีประสาทรับความรู้สึกถึงการขยายตัวของ Rumen แต่กลไกการส่งสัญญาณความรู้สึกยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด กลไกที่เกี่ยวข้องอาจเป็นเพราะสัตว์เกิดความอึดอัด ทำให้ไปกระตุ้นให้เกิดการควบคุมให้สัตว์หยุดกินอาหาร

การจำกัดทางด้านกายภาพของช่องว่างภายใน Gastrointestinal Tract สามารถอธิบายได้ว่าเกิดจากปริมาตรความจุมากกว่าน้ำหนักของ Digesta ปัจจัยควบคุมทางกายภาพจะเกี่ยวข้องถึงความสัมพันธุ์ระหว่างความจุของระบบทางเดินอาหาร, ส่วนประกอบที่เป็น Fibre ในอาหาร, อัตราการย่อยสลายของอาหารดังกล่าว และการไหลผ่านของอาหาร ฉะนั้นส่วนประกอบของอาหารที่ไม่ถูกย่อยจะเป็นปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญทำให้จำกัดการกินได้ของอาหารของสัตว์

นอกจากคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารจะเป็นตัวกำหนดปริมาณการกินได้ของอาหารแต่ละมื้อแล้วยังเป็นตัวกำหนดรูปแบบ (Pattern) การกินอาหารของสัตว์อีกด้วย กล่าวคือถ้าสัตว์ได้รับอาหารข้นหรือเมล็ดธัญพืชเป็นอาหารสัตว์จะกินอาหารในมื้อนั้นๆในปริมาณมาก แต่กินไม่บ่อย แต่ถ้าให้กินอาหารหยาบจำนวนมาก สัตว์จะกินอาหารหยาบนั้นครั้งละน้อยๆแต่บ่อยครั้งต่อวัน

อย่างไรก็ตามบทบาทที่แน่ชัดของ Gut Fill ในฐานะที่เป็นตัวควบคุมการกินอาหารยังคงเป็นที่ถกเถียงและยังไม่เป็นที่สรุปแน่ชัด เพราะมีปัจจัยอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้องโดยเฉพาะชนิดของอาหาร (Type of Feed) ที่สัตว์กิน

อัตราการไหลผ่านของ Digesta จาก Reticulo-rumen ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ อาทิ ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร, อัตราการย่อยสลายทางกายภาพ (การเคี้ยวและการเคี้ยวเอื้อง) และทางเคมี (Microbial and Enzymatic Digestion) ความสามารถในการบีบรัดกล้ามเนื้อของกระเพาะและขนาดของ Reticulo-omasal Orifice

ถ้าส่วนประกอบทางเคมีของอาหารประกอบด้วยส่วนที่ย่อยได้ง่าย เช่น Soluble Carbohydrate ในปริมาณมาก Digesta ก็จะไหลผ่านได้เร็ว ในทางตรงกันข้ามถ้าอาหารประกอบด้วย Structural Carbohydrate ที่ย่อยได้ยากหรือประกอบด้วย Fibre ที่ย่อยได้ยากในปริมาณมาก อาหารจะถูกย่อยได้ช้า Digesta ก็จะไหลผ่าน Reticulo-rumen ได้ช้าด้วย

อัตราการย่อยสลายทางกายภาพและทางเคมี ก็เป็นเช่นเดียวกันคือถ้าย่อยได้ช้า Digesta ก็จะไหลผ่านได้ช้า ถ้าย่อยสลายได้เร็วก็ไหลผ่านได้เร็ว ความสามารถในการบีบรัดกล้ามเนื้อของกระเพาะ ถ้ามีการบีบรัดที่รุนแรงและบ่อยครั้ง Digesta ก็จะถูกผลักดันให้ผ่าน Reticulo-omasal Orifice ได้มาก ขนาดของ Reticulo-omasal Orifice ถ้ามีขนาดใหญ่ Digesta ก็จะไหลผ่านได้สะดวก

การที่อาหารถูกเก็บกักอยู่ใน Reticulo-rumen เรียกว่า Retention of Feed ซึ่งจะทำให้โอกาสในการหมักของอาหารโดยจุลินทรีย์มีมากขึ้น โดยทั่วๆไปร้อยละ 60 ของอินทรียวัตถุ (Organic Matter) จะถูกย่อยภายใน Reticulo-rumen ระยะเวลาที่อาหารถูกเก็บกัก (Retention time) ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่กิน (ถ้าสัตว์กินอาหารได้มาก Retention time จะลดลง), ลักษณะทางกายภาพของอาหารหยาบ (ถ้าอาหารหยาบเป็นเส้นยาว Retention time จะเพิ่มขึ้น), สัดส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้น (ถ้าสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นมาก Retention time เพิ่มขึ้น), ส่วนประกอบของ Fibre และลักษณะทางกายภาพของ Fibre (ถ้าอาหารมี Fibre มาก และเป็น Fibre ที่ย่อยได้ยาก Retention Time จะเพิ่มขึ้น)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนไหลของอนุภาคอาหาร (Feed particles) จาก Reticulo-rumen ประกอบด้วยขนาดของ Feed Particles (ถ้ามีขนาดเล็กจะไหลผ่านได้เร็ว), ความหนาแน่นของ Feed Particles (ถ้ามี Density สูง จะไหลผ่านได้เร็ว), อัตราการลดขนาดของ Feed Particles (ถ้าลดได้ช้าก็ไหลผ่านได้ช้า), ส่วนประกอบของ Cell Wall ในอาหาร (ถ้ามีมากจะไหลผ่านได้ช้า), Hydration Time (ถ้าเร็วจะทำให้ไหลผ่านได้เร็ว), pH (ถ้า pH ต่ำ จะไหลผ่านได้ช้าเนื่องจากย่อยได้ช้า) ความแรงและความถี่ของการบีบตัวของ Rumen และ Abomasum (ถ้าแรงและถี่จะไหลผ่านได้เร็ว)

อาหารที่ไม่ถูกย่อย (Undigested feed) จะไหลผ่าน Reticulo-omasal Orifice ได้ เมื่อถูกย่อยจนมีขนาดเล็กกว่า 2.0 mm. แต่อัตราการไหลผ่านจะขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่ไหลผ่าน กับการบีบตัวของกระเพาะแต่ละครั้งมากกว่าขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคของอาหาร (Feed Particle Size)

End Products จากการย่อยพลังงานในอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่จะเป็น VFAs ซึ่ง VFAs เหล่านี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการควบคุมการกินอาหาร VFAs ที่มีบทบาทสำคัญได้แก่ Propionate และ Acetate ซึ่งถ้าอาหารถูกย่อยได้ VFAs ทั้งสองนี้มาก จะทำให้สัตว์หยุดกินอาหารเพราะ VFAs ทั้งสองเป็นตัวที่ทำให้เกิดการส่งสัญญาณความอิ่ม (Satiety) ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วน VFA อีกชนิดหนึ่งคือ Butyrate มีบทบาทน้อย สำหรับ Lactate เข้าใจว่าอาจทำให้เกิดการลดการเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหาร ไม่ใช่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการหยุดกินอาหารเพราะความอิ่ม

สภาพความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะ Reticulo-rumen ก็มีส่วนในการส่งสัญญาณการควบคุมการกินอาหารเช่นเดียวกับ VFAs กล่าวคือ ถ้า pH ใน Reticulo-rumen ลดลง จะมีส่วนทำให้สัตว์หยุด

กินอาหาร แต่ระดับ pH ในกระเพาะจะเป็นตัวกำหนดการกินอาหารเฉพาะในระยะสั้นๆเท่านั้นเพราะระดับ pH มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ขนาดของตัวสัตว์เป็นตัวกำหนดปริมาตรของช่องท้อง (Abdominal cavity) ซึ่งจะมีส่วนสัมพันธ์กับความจุกระเพาะ (Rumen capacity) สัตว์ที่มีขนาดใหญ่ย่อมกินอาหารได้มากกว่าสัตว์ที่มีขนาดเล็ก นอกจากนี้ขนาดตัวสัตว์ยังมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของตัวสัตว์ ซึ่งโดยปกติสัตว์ที่มีน้ำหนักมากจะกินอาหารได้มากกว่าสัตว์ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า แต่ไม่แน่เสมอไปเพราะน้ำหนักตัวสัตว์อาจขึ้นอยู่กับ ขนาดโครงร่างและการสะสมไขมัน (ความอ้วน) ยกตัวอย่างเช่นสัตว์ที่มีขนาดเท่ากัน ตัวที่อ้วนกว่าจะมีน้ำหนักมากกว่า แต่กลับกินอาหารได้น้อยกว่าเพราะมีไขมันสะสมอยู่มาก และในสัตว์ที่มีน้ำหนักเท่ากัน ตัวที่ผอมกว่ามักกินอาหารได้มากกว่าตัวที่อ้วน

อายุของสัตว์ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการกินได้ กล่าวคือการกินได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อสัตว์เจริญเติบโตจากอายุน้อยไปถึงอายุมากขึ้น พันธุกรรมของสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับการกินได้จะขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของตัวสัตว์ในแต่ละพันธุ์ เช่นพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่จะกินอาหารได้มากกว่าพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก

ระหว่างการตั้งท้อง ขนาดของตัวอ่อนจะเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ และมีความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ฮอร์โมนในร่างกายของแม่สัตว์ก็มีการเปลี่ยนแปลงด้วย ในช่วงต้นและช่วงกลางของการตั้งท้อง สัตว์จะกินอาหารเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีอัตราการเกิด metabolism เพิ่มขึ้น สัตว์มีความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อน และอาจเกิดจากการเพิ่มปริมาณ Progesterone ในกระแสเลือดเหนี่ยวนำให้กินอาหารมากขึ้นด้วย

เมื่อถึงระยะใกล้คลอดสัตว์จะกินอาหารลดลง โดยเฉลี่ยสัตว์จะกินอาหารลดลงประมาณ 0.2 kgDM/สัปดาห์ในช่วง 6 สัปดาห์ก่อนคลอด การกินอาหารลดลงนี้เกิดจากการลดลงของปริมาณของช่องท้องเพราะการเติบโตของตัวอ่อนและการสะสมของไขมันกินเนื้อที่ของช่องท้อง และอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนภายในร่างกาย

ในโคนม โคที่กำลังรีดนมจะกินอาหารมากกว่าโคที่ไม่ได้รีดนมหรือโคหยุดรีดนม ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว โครีดนมจะกินอาหารมากกว่าโคหยุดรีดประมาณร้อยละ 42

2.10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้อาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

อาหารที่สัตว์กินเข้าไปจะถูกทำให้มีขนาดเล็กลงโดยเริ่มจากการบดเคี้ยว อาหารที่ถูกเคี้ยวจะถูกผสมคลุกเคล้ากับน้ำลายภายในช่องปาก แล้วผ่านเข้าสู่ Reticulo-rumen ในรูปของ Bolus

ภายใน Reticulo-rumen ซึ่งเป็นส่วนของกระเพาะที่มีขนาดใหญ่ จะประกอบไปด้วยอาหารที่สัตว์กิน ของเหลวที่อยู่ภายใน Rumen (Rumen Fluid) จุลินทรีย์เป็นจำนวนมหาศาล ซึ่งมีส่วนในการย่อยอาหาร การย่อยอาหารภายใน Reticulo-rumen นี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และอาหารจะถูกย่อยภายใน Reticulo-rumen ถึงร้อยละ 60 ของอาหารที่สัตว์กินเข้าไป

การย่อยที่เกิดขึ้นภายใน Reticulo-rumen เกิดจากการหมักของอาหารโดยจุลินทรีย์ ฉะนั้น อาหารที่กินเข้าไปจะย่อยได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับจำนวนของจุลินทรีย์ในกระเพาะ และความสามารถของจุลินทรีย์ที่จะย่อย Carbohydrates, Cellulose ซึ่งมีโครงสร้างซับซ้อนที่อยู่ในผนังเซลล์ (Cell Wall) ของพืชอาหารสัตว์

สภาพแวดล้อมของ Reticulo-rumen จะถูกควบคุมโดยชนิดและปริมาณของอาหารที่กิน การขับน้ำลาย (Salivation) การเคี้ยวเอื้อง (Rumination) การขับน้ำย่อยต่างๆ (Secretion) ในกระเพาะ การดูดซึม (Absorption) ของโภชนะผ่านผนัง Reticulo-rumen และการไหลผ่านของอาหารไปตามระบบทางเดินอาหาร การรักษาสภาพความเป็นกลางภายใน Reticulo-rumen โดยการปรับ pH ของ Rumen Fluid ตามขบวนการดังกล่าวข้างต้น จะทำให้เกิดการหมักในกระเพาะอย่างต่อเนื่อง การดำรงอยู่ของจุลินทรีย์ในระดับที่สมดุลย์คงที่เกิดจากการขยายปริมาณของจุลินทรีย์ ในขณะเดียวกันจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งจะไหลผ่าน Reticulo-rumen ไปตามทางเดินอาหาร ส่วนหนึ่งตายและเกิดขบวนการ Lysis ของจุลินทรีย์ภายใน Reticulo-rumen

ระบบนิเวศน์วิทยาของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะ Rumen ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนและขึ้นอยู่กับอาหารที่สัตว์กิน ภายใน Rumen โครงสร้าง molecule ของ cell wall ของอาหารจะถูกย่อยสลายลงโดย Anaerobic Bacteria , Protozoa และ Fungi อัตราการย่อยสลายของอาหารภายใน Reticulo-rumen ขึ้นอยู่กับ ส่วนประกอบทางกายภาพและทางเคมีของอาหาร อาหารที่มีส่วนประกอบของ Soluble Fractions อยู่สูงจะถูกย่อยสลายได้เร็วกว่าอาหารที่มีส่วนประกอบของ Insoluble Structural Fractions อยู่สูง

โดยทั่วไปแล้วเมื่อระดับ pH ใน Rumen ลดต่ำลง อัตราการย่อยได้ของอาหารประเภท Fibre จะลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจำนวนและการทำงานของจุลินทรีย์ประเภท Cellulolytic Species ลดลง การปรับระดับ Rumen pH ให้สูงขึ้น อาจทำได้โดยให้สัตว์กิน Buffers เช่น $NaHCO_3$ จะทำให้การย่อยได้ของ Fibre ใน Rumen เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการให้ Buffers จะทำให้การย่อยได้ของอาหารจำพวกแป้งใน Rumen และในระบบย่อยอาหารอื่นๆ ลดลง

ปกติแล้ว Rumen pH จะอยู่ระหว่าง 5.5-7.0 แต่ระดับ pH ที่เหมาะสมสำหรับการแตกตัวของโปรตีน และการเกิด Ammonia ใน Rumen จะอยู่ระหว่าง 6.0-7.0 ซึ่งระดับ pH นี้จะทำให้เกิดการทำงานของจุลินทรีย์สูงสุด ภายใต้การจัดการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยทั่วๆ ไป ที่ปฏิบัติกันอยู่ ระดับ pH ใน Rumen จะอยู่ในช่วงนี้ซึ่งเหมาะกับการย่อยสลายของโปรตีนในอาหาร แต่ถ้าให้สัตว์ได้รับอาหารข้นในปริมาณมากระดับ pH ใน Rumen จะลดลง เป็นผลให้การย่อยได้ของอาหารหยาบลดลงด้วย

ระดับการกินได้ของอาหารจะมีผลต่ออัตราการไหลผ่านของอาหารออกจาก Reticulo-rumen กล่าวคือ เมื่อระดับการกินได้เพิ่มขึ้น ปริมาตรของของเหลวใน Rumen (Rumen Fluid Volume), เปอร์เซนต์ DM ใน Digesta และอัตราการไหลผ่าน (Rate of Passage) จะเพิ่มขึ้น การตั้งท้อง การออกกำลังกาย อุณหภูมิ ความถี่ในการกินอาหาร (Frequency of Feeding) และช่วงเวลาในแต่ละวัน จะเปลี่ยน

แปลงปริมาตรของ Rumen และการเคลื่อนบีบตัวของ Rumen ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลผ่าน Digesta ด้วย

อิทธิพลของอัตราการไหลผ่านที่มีต่อการย่อยได้ของอาหารใน Rumen ก็คือ ถ้าอัตราการไหลผ่านเพิ่มขึ้นจะทำให้การย่อยได้ของอาหารใน Rumen ลดลง ทั้งนี้เพราะ Digesta มีระยะเวลาอยู่ใน Rumen น้อย จุลินทรีย์มีระยะเวลาในการเข้าย่อยสลายอาหารน้อยลง แต่การไหลผ่านที่เร็วจะทำให้สัตว์กินอาหารได้เพิ่มขึ้น

เมื่อระดับการกินได้เพิ่มขึ้น จะทำให้อาหารถูกย่อยได้น้อยลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากระดับการกินได้ที่เพิ่มขึ้นไปเพิ่มอัตราการไหลผ่านให้เร็วขึ้น ทำให้อาหารมีระยะเวลาอยู่ใน Rumen สั้นลง จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายอาหารได้น้อยลง

โดยทั่วไปการย่อยได้ของอาหารจะลดลง เมื่อเปอร์เซนต์เยื่อใย (Fibre) ในอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลิกนิน (Lignin) นั้นมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปริมาณ Fibre ในอาหาร จึงเป็นการยากที่จะแยกอิทธิพลของ Fibre ออกจากอิทธิพลของ Lignin โดยตรง การที่อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) จะถูกย่อยได้มากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับการจัดตัวระหว่าง Hemicellulose หรือ Cellulose กับ Lignin

โคสามารถที่จะย่อยอาหารหยาบได้ดีกว่าแกะ ในขณะที่แกะสามารถย่อยอาหารข้นได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม บางรายงานพบว่าการย่อยได้ของ DM, CP หรือ DE ไม่แตกต่างระหว่างโคและแกะ แต่พบว่าโคอินเดียสามารถย่อยสลายอาหารใน Rumen ได้ดีกว่าโคยุโรป และกระบือย่อย Cellulose ได้ดีกว่าโคอินเดีย

การขาดโปรตีนในอาหารจะมีผลทำให้การย่อยได้ของพลังงานลดลงและทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง ถ้าทำการเสริมอาหารที่มีโปรตีนสูง หรือ Non-Protein Nitrogen เช่น Urea ให้กับสัตว์ที่กินฟางเป็นอาหารหลัก การย่อยได้ของฟางข้าวจะเพิ่มขึ้น การขาดแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น Mg, P และ S และแร่ธาตุรอง เช่น Fe, Co, Mn และ Zn จะทำให้การย่อยได้ของอาหารใน Rumen ลดลง

จุลินทรีย์ในกระเพาะ Rumen มีความต้องการ Nitrogen ในปริมาณมากเพื่อการสังเคราะห์ Protein Nitrogen ที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ประโยชน์ได้จะอยู่ในรูป NH_3-N ที่รวมตัวกันอยู่ใน Rumen เรียก Rumen Ammonia Pool ปริมาณความต้องการ NH_3-N จะกล่าวเป็นปริมาณความเข้มข้นของ NH_3-N ใน Rumen ที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตมากที่สุด หรือทำหน้าที่ได้มากที่สุด ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จุลินทรีย์จะสามารถทำงานสังเคราะห์โปรตีนได้เต็มที่อยู่ระหว่าง 6 ถึง 90 mgNH_3-N/Litre ของ Rumen Fluid

อย่างไรก็ตามยังมีรายงานถึงระดับความเข้มข้นของ Rumen Ammonia ที่สูงกว่านี้ที่จะทำให้ได้ผลิตผล โปรตีนจากจุลินทรีย์สูงสุด หรือมีการไหลผ่านของ Non-Amino Acid-N ที่ Duodenum อยู่ในช่วง 90-240 mgNH_3-N/Litre of rumen fluid (Allen and Miller, 1976; Satter and Styter, 1974; Hume *et al.*, 1970) Hume *et al.*, 1970) รายงานว่าจุลินทรีย์โปรตีน (Microbial protein) จะถูกผลิตใน rumen ได้สูงสุด เมื่อความเข้มข้นของ NH_3-N เท่ากับ 90 mgNH_3-N/Litre แต่ที่สำคัญคือ อัตราการไหลผ่านของ

microbial protein จาก Rumen จะสูงที่สุด เมื่อความเข้มข้นของ Rumen Ammonia เป็น 130 mgNH_3-N/Litre Allen และ Miller (1976) พบว่าอัตราการไหลผ่านของ microbial protein จาก Reticulo-rumen ไปยัง Abomasum สูงสุดเมื่อความเข้มข้นของ Rumen Ammonia อยู่ระหว่าง 160-220 mgNH_3-N/Litre ปัจจุบันยังค้นพบว่าในโคที่ได้รับอาหารหยาบที่มีไนโตรเจนและการย่อยได้ต่ำ ปริมาณความเข้มข้นของ Rumen Ammonia ขั้นต่ำที่ทำให้โคกินอาหารได้เพียงพอควรอยู่ที่ระดับ 200 mgNH_3-N/Litre (Krebs and Leng, 1984; Boniface *et al.*, 1986; Perdok *et al.*, 1988) ส่วน Mehrez *et al.*, (1977) ชี้ให้เห็นว่าอัตราการย่อยได้ของ DM ในถุงไนลอนที่ถูกใส่ไว้ใน Rumen มีค่าสูงสุดเมื่อความเข้มข้นของ Ammonia เท่ากับ 230 mgNH_3-N/Litre

การเสริม Urea ในสัตว์ที่กินอาหารที่มีคุณภาพต่ำ (โปรตีนและการย่อยได้ต่ำ) จะเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ Rumen ammonia เพิ่มการย่อยได้ของอาหารหยาบและเพิ่มการกินได้ (Krebs and Leng, 1984; Boniface *et al.*, 1986; Perdok *et al.*, 1988) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการเพิ่มความเข้มข้นของ Ammonia ใน Rumen

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีความพยายามที่จะรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ (ประมาณ 37°C) เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น สัตว์เคี้ยวเอื้องพยายามที่จะลดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายโดยการลดการกินอาหารโดยเฉพาะอาหารพลังงาน เมื่อการกินอาหารลดลงการเคลื่อนบีบตัวของกระเพาะก็ลดลงด้วย เมื่อสัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อน Metabolism ภายในร่างกายสัตว์จะลดลง จะเกิดขึ้นร่วมกับการขับฮอร์โมน Thyroid ลดลง และความจุของกระเพาะเพิ่มขึ้น

Miller et al., (1974) พบว่าการลดลงของการเคลื่อนบีบตัวของกระเพาะเป็นผลมาจากการลดลงของ Thyroid ทำให้เกิดการสะสมอาหารในกระเพาะ Lippke (1975) เสนอว่า การทำงานของ Thyroid โดยผ่านทางอิทธิพลของอัตราการไหลผ่านมีความสำคัญในฐานะเป็นตัวกลางของอิทธิพลของความร้อน ต่อ VFI และการย่อยได้

เมื่อสัตว์อยู่ในสภาวะอากาศร้อน สัตว์จะพยายามเพิ่มอัตราการคายความร้อนและจะทำให้สัตว์มีความต้องการน้ำมากขึ้น การเพิ่มของการกินน้ำจะไม่มีผลต่อ metabolism ภายในกระเพาะ Rumen Graham *et al.*, 1959 ได้รายงานไว้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อมกับการย่อยได้ของพลังงานในแกะเป็นไปในทางบวก (Positive Relation) Blaxter และ Wainman (1961) ก็พบความสัมพันธ์เช่นเดียวกับในโค กล่าวคือเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้นการย่อยได้พลังงานก็จะสูงขึ้นด้วย ในโคที่ได้รับอาหารหยาบเป็นอาหารหลักพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจาก 20°C เป็น 33°C และ40°C จะทำให้การย่อยได้ของอาหารเพิ่มขึ้น (Colditz and Kellaway, 1972; McDowell *et al.*, 1969) อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยหลายคนพบว่า ถ้าสัตว์ได้รับอาหารในรูปอัดเม็ด หรืออาหารที่มีอัตราการหมักเร็วเช่น อาหารข้นอุณหภูมิจะไม่มีผลต่อการย่อยได้ของอาหารใน Reticulo-rumen

การเพิ่มความถี่ของการให้อาหารโดยการให้อาหารมื้อละน้อย ๆ แต่จำนวนหลายมื้อในแต่ละวัน จะทำให้การย่อยได้ของอาหารเพิ่มขึ้น

การบด การอัดแผ่นของเมล็ดธัญพืชจะช่วยให้การย่อยได้เพิ่มขึ้น การอัดเม็ด (Pelletting) เมล็ดธัญพืช มีผลน้อยมากต่อการย่อยได้ของเมล็ดธัญพืชที่อัดเม็ด แต่จะทำให้การย่อยได้ของอาหารหยาบลดลง

การเปลี่ยนอาหารใหม่จำเป็นต้องให้เวลากับจุลินทรีย์ใน Rumen ได้มีโอกาสปรับตัวระยะหนึ่ง เพื่อจะใช้ประโยชน์จากอาหารใหม่ได้ดียิ่งขึ้น ในการเปลี่ยนอาหารใหม่ในระยะแรก การย่อยได้อาจลดลง แต่เมื่อจุลินทรีย์ได้ปรับตัวระยะหนึ่ง การย่อยได้ก็ค่อยๆเพิ่มขึ้น

2.11 การสังเคราะห์น้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม

ส่วนประกอบหลักของน้ำนมได้แก่ น้ำและปริมาณน้ำที่มีอยู่ในน้ำนมจะมีความสัมพันธ์ในทางบวก (positive relations) กับปริมาณแลคโต๊สที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นและประจุ (ions) ต่างๆ ซึ่งได้แก่ ประจุโปแตสเซี่ยม โซเดียม และคลอรีน ที่หลั่งออกมาทางน้ำนม

น้ำตาลแลคโต๊สในน้ำนมสังเคราะห์มาจากกลูโคสซึ่งไหลเวียนอยู่ในกระแสโลหิตที่ไหลผ่านต่อมสร้างน้ำนม กลไกการดูดซึม (uptake) กลูโคสโดยเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมยังไม่มีรายงานที่แน่ชัด อย่างไรก็ตามระดับของอินซูลิน (insulin) ในกระแสโลหิตจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับของกลูโคสในกระแสโลหิต สมการการสังเคราะห์กลูโคสสามารถแสดงได้ดังนี้

Glucose + ATP —— hexoginase ⟶ Glucose-6-phosphate + ADP

Glucose-6-phosphate —— phosphoglucomutase ⟶ Glucose-1-phosphate

Glucose-1-phosphate + UTP — UDP-glucose pyrophosphorylase ⟶ UDP-glucose + pyrophosphate

UDP-glucose —— UDP-galactose-4-epimerase ⟶ UDP-galactose

UDP-galactose + Glucose —— lactose synthetase ⟶ Lactose

สมการขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นขั้นตอนที่จำกัด (limiting step) การสังเคราะห์แลคโต๊ส ซึ่งเกิดขึ้นในลูเมน (lumen) ของโกลไจ แอพพาราตัส (Golgi apparatus)

ปริมาณของน้ำนมที่โคผลิตจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการสังเคราะห์แลคโต๊ส และปริมาณน้ำนมจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการกินอาหาร แลคโต๊สส่วนใหญ่จะถูกสังเคราะห์มาจากกลูโคส ซึ่งสังเคราะห์มาจากกรดโพรพิโอนิคและกรดอะมิโนที่ดูดซึมมาจากระบบอาหารอีกทีหนึ่ง (Holmes and Wilson, 1984)

โปรตีนในน้ำนมที่ถูกสังเคราะห์และขับออกมาโดยเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมประกอบไปด้วย เคซีน (Casein) แอลฟ่า-แลคตาลบูมิน (α-lactalbumin) เบต้า-แลคโตโกลบูลิน (β-lactoglobulin) และโปรตีนชนิดอื่นๆ อีกเล็กน้อย เช่นเอนไซม์ต่างๆ สารตั้งต้น (precursors) ในการสังเคราะห์โปรตีนคือกรดอะมิโนที่ถูกส่งมายังต่อมสร้างน้ำนมทางกระแสโลหิต ต่อมสร้างน้ำนมจะดูดซึมกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acids) อย่างเพียงพอต่อการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็นในน้ำนม แต่ในบางครั้ง

อาจดูดซึมกรดอะมิโนที่จำเป็นเกินกว่าความต้อง ส่วนที่เกินจะถูกนำไปสังเคราะห์กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (non-essential amino acids) และเป็นแหล่งพลังงานสำหรับการสังเคราะห์น้ำนม กรดอะมิโนที่จำเป็น โดยเฉพาะกรดอะมิโนที่มีกำมะถัน (sulphur) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย มากกว่าร้อยละ 60 จะถูกดูดซึมโดยต่อมสร้างน้ำนมในขณะที่ไหลผ่านมาตามกระแสโลหิต ถ้ากรดอะมิโนเหล่านี้มีไม่เพียงพอจะมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์โปรตีนในน้ำนม หรือแม้กระทั่งมีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนม สำหรับการดูดซึมกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นโดยต่อมสร้างน้ำนมนั้นไม่ค่อยแน่นอน ในบางขณะจะดูดซึมมากกว่าความต้องการในการสังเคราะห์น้ำนม แต่ในบางโอกาสอาจขาดอย่างมาก (Holmes and Wilson, 1984)

กรดอะมิโนจะถูกดูดซึมจากกระแสโลหิตเข้าสู่ต่อมสร้างน้ำนมโดยผ่านกลไกที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ แอลฟ่า-กลูตานิล ทรานเปปติเดส (α-glutanyl tranpeptidae) และโปรตีนในน้ำนมจะถูกสังเคราะห์โดยไรโบโซม (ribosomes) ที่อยู่บนเอนโดพลาสมิคเรติคูลัม (endoplasmic reticulum) (Holmes and Wilson, 1984)

การสังเคราะห์น้ำนมอาจถูกจำกัดด้วยปริมาณของกรดอะมิโนบางชนิด โดยเฉพาะเมไธโอนีน (methionine) อย่างไรก็ตาม ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) ฮิสติดีน (histidine) ไลซีน (lysine) และทรีโอนีน (threonine) อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์น้ำนมด้วย ทั้งนี้มีรายงานว่าการเสริมกรดอะมิโนให้ไหลผ่านกระเพาะหมัก และให้ไปย่อยในลำไส้เล็ก สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมได้ (Clarke, 1975) กลไกการทำงานของกรดอะมิโนต่อผลผลิตน้ำนมยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด อาจเป็นไปได้ว่าเป็นการเพิ่มปริมาณของกรดอะมิโนให้กับต่อมสร้างน้ำนม หรือกรดอะมิโนที่เพิ่มขึ้นนี้อาจไปกระตุ้นการปลดปล่อยฮอร์โมนที่มีหน้าที่กระตุ้นการกลั้นสร้างน้ำนม (Holmes and Wilson, 1984)

ไขมันในน้ำนมร้อยละกว่า 98 จะอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ส (triglycerides) ที่มีเส้นผ่าศูนย์ของของอนุภาคไขมันระหว่าง 1- 7 ไมโครมิลลิเมตร (μm) (Holmes and Wilson, 1984)

โคนมจะได้รับสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไขมันโดยตรงจากอาหารและจากไขมันที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อไขมันภายในร่างกาย กรดไขมันในน้ำนมจำพวก short และ medium chain (C_4-C_{16}) จะถูกสังเคราะห์มาจากอะซีเตท (acetate) และเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท (β-hydroxybutyrate) ซึ่งอะซีเตทจะถูกดูดซึมจากกระเพาะหมัก และเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทจะถูกเปลี่ยนรูปมาจากบิวทีเรท (butyrate) ในขณะที่ถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมัก

ร้อยละ 40-60 ของสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไขมันจะอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ส (triglycerides) ซึ่งจะถูกสังเคราะห์ในลำไส้เล็กจากกรดไขมันที่ได้จากอาหาร หรือถูกสังเคราะห์ที่ตับจากกรดไขมันที่ได้จากเนื้อเยื่อไขมัน (Holmes and Wilson, 1984)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยการทดลอง 2 ชุดการทดลอง กล่าวคือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชอาหารสัตว์สดเป็นอาหารหยาบ และการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชหมักและฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ ซึ่งในแต่ละการทดลองมีวิธีดำเนินการวิจัยบางส่วนเหมือนกัน แต่บางส่วนแตกต่างกัน รายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยจะระบุไว้ในแต่ละการทดลอง (บทที่ 4 และบทที่ 5) อย่างไรก็ตามขั้นตอนการวิจัยอย่างกว้างๆ พอจะสรุปได้ดังนี้

3.1 การศึกษาผลของโมเนนซินต่อการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนม

3.1.1 ทดสอบการใช้โมเนนซินในโครีดนม

3.1.2 บันทึกข้อมูลด้านผลผลิต การกินได้อาหาร น้ำหนักโค

3.1.3 วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนม

3.1.4 เปรียบเทียบกับโครีดนมที่ไม่ได้รับโมเนนซิน

3.2 การศึกษาผลของโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

3.2.1 ทดสอบการใช้โมเนนซินในโคเจาะกระเพาะ

3.2.2 ตรวจนับชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะ rumen

3.2.3 เปรียบเทียบกับโคเจาะกระเพาะที่ไม่ได้รับโมเนนซิน

3.3 การศึกษาผลของโมเนนซินต่อชนิดและปริมาณ VFAs ในกระเพาะหมัก

3.3.1 ทดสอบการใช้โมเนนซินในโคเจาะกระเพาะ

3.3.2 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณ VFAs ในกระเพาะ rumen

3.3.3 เปรียบเทียบกับโคเจาะกระเพาะที่ไม่ได้รับโมเนเซิน

3.4 การศึกษาผลของโมเนนซินต่อปริมาณ ketones ในกระแสเลือด

3.4.1 ทดสอบการใช้โมเนนซินในโคเจาะกระเพาะ

3.4.2 ตรวจวัดปริมาณ ketones ในกระแสเลือด

3.4.3 เปรียบเทียบกับโคเจาะกระเพาะที่ไม่ได้รับโมเนเซิน

3.5 การศึกษาผลของโมเนนซินต่อการย่อยได้โภชนะต่างๆในถุงไนล่อน

3.5.1 ทดสอบการใช้โมเนนซินในโคเจาะกระเพาะ

3.5.2 ทดสอบการย่อยได้โภชนะต่างๆโดย nylon bag technique

3.5.3 เปรียบเทียบกับโคเจาะกระเพาะที่ไม่ได้รับโมเนนซิน

บทที่ 4

ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชอาหารสัตว์สดเป็นอาหารหยาบ

4.1 คำนำ

ถึงแม้ในปัจจุบันจะสามารถเลี้ยงดูโคนมให้ได้ผลผลิตน้ำนมมาก โดยการปรับปรุงพันธุกรรมของโคนม การจัดการทางด้านอาหารให้ถูกต้องและให้โคได้รับอาหารอย่างเพียงพอกับความต้องการ การจัดการด้านสุขาภิบาลที่ดี อย่างไรก็ตาม ในสภาพแวดล้อมในเขตร้อน (tropics) ซึ่งพืชอาหารสัตว์จะเจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอาหารสัตว์ในเขตอบอุ่น (temperate) ทั้งนี้เนื่องเพราะระดับความชื้นในอากาศประกอบด้วยความยาวของแสงแดด (day length) เอื้อต่อการเจริญเติบโต การที่พืชอาหารสัตว์เขตร้อนมีการเจริญเติบโตเร็ว ย่อมส่งผลให้มีการสะสมเยื่อใยเร็วขึ้นด้วย ซึ่งมักพบว่าพืชอาหารสัตว์เขตร้อนมีคุณค่าทางอาหารต่ำ (มีโปรตีนและการย่อยได้ต่ำ) การปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะชนิดและประชากรของจุลินทรีย์ไปในทางที่สามารถส่งเสริมการย่อยได้เยื่อใยในอาหาร จะทำให้ได้สารอาหารเพิ่มขึ้น และสัตว์สามารถนำสารอาหารนี้ไปใช้เพื่อการผลิตผลผลิตต่างๆได้ สารเสริมโมเนนซินมีคุณสมบัติในการปรับเปลี่ยนชนิดและประชากรของจุลินทรีย์ไปในทางดังกล่าว งานวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการทดสอบคุณสมบัติของสารเสริมโมเนนซินต่อผลผลิตด้านต่างๆของโคนมในช่วงต้นระยะให้นมที่ได้รับต้นข้าวโพดตัดสดเป็นอาหารหยาบหลัก

4.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชอาหารสัตว์สดเป็นอาหารหยาบ

4.3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

4.3.1 สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (> 87.5% โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน) ในช่วงต้นระยะให้นม จำนวน 18 ตัว ซึ่งให้น้ำนมเฉลี่ย 16.1$\pm$0.8 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 457$\pm$4 กิโลกรัม อายุ 59$\pm$3 เดือน ระยะให้นม 34$\pm$4 วัน ก่อนเริ่มการทดลองโครีดนมทุกตัวจะถูกเลี้ยงกับโครีดนมฝูงใหญ่และได้รับอาหารข้นตามปริมาณน้ำนม กล่าวคือให้อาหารข้น 1 กิโลกรัมต่อปริมาณน้ำนมทุกๆ 2 กิโลกรัม รวมทั้งให้พืชอาหารสัตว์สด (หญ้าสดหรือต้นข้าวโพดสด) กินเต็มที่ ในระหว่างนี้ทำการบันทึกปริมาณน้ำนมติดต่อกัน 4 วัน เพื่อทำการแบ่งกลุ่มโคออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 9 ตัว ตามปริมาณน้ำนม อายุ และระยะให้นม โดยกลุ่มที่1 จะไม่ได้รับการเสริมสารโมเนนซิน ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการเสริมสารโมเนนซิน ชนิดแคปซูล โดยทำการสอดใส่ทางปาก ผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะหมัก ด้วยเครื่องมือเฉพาะ (Applicator) สารเสริมโมเนนซินชนิดแคปซูลนี้จะค่อยๆปลดปล่อยสารโมเนนซิน (slow release) ออกมาเฉลี่ยวันละ 300 มิลลิกรัม (Elanco, 1997)

โครีดนมทั้ง 18 ตัว จะได้รับการรีดนมวันละ 2 ครั้ง (05.00 และ 15.00 น.) ด้วยระบบเครื่องรีดนมอัตโนมัติ ชนิด pipeline ซึ่งมีมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณน้ำนม เมื่อทำการรีดนมแต่ละตัวเสร็จภายในแต่ละมื้อ ข้อมูลจากมิเตอร์จะถูกส่งผ่านไปเก็บบันทึกไว้ที่ PC card ก่อนที่จะถูกนำเข้าเก็บบันทึกไว้ใน Harddisk ของเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป

ในขณะเดียวกันกับที่ทำการทดลองในโครีดนม ได้ทำการทดลองในโคนมเจาะกระเพาะ โดยใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่ได้รับการเจาะกระเพาะแล้ว จำนวน 6 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง ตามน้ำหนักตัวและอายุ โดยให้โคกลุ่มแรกไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ส่วนโคอีกกลุ่มได้รับสารเสริมโมเนนซินชนิดเดียวกับที่โครีดนมได้รับ โคนมเจาะกระเพาะทั้ง 6 ตัวจะถูกเลี้ยงขังเดี่ยวในคอกกักโค

4.3.2 อาหารและการให้อาหาร

โครีดนมแต่ละกลุ่มจะเลี้ยงขังคอกไว้รวมกัน คอกละ 9 ตัว ให้ปรับตัวเข้ากับอาหารใหม่เป็นระยะเวลา 10 วัน ก่อนทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ การให้อาหาร ทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบจะให้เป็นกลุ่ม (Group feeding) โดยให้อาหารข้น 21% โปรตีน เฉลี่ยวันละ 9 กิโลกรัมต่อตัว โดยแบ่งให้เป็น 2 มื้อเท่าๆกัน (07.00 และ 16.00 น.) หลังรีดนม เมื่อโคกินอาหารข้นหมดแล้ว ให้อาหารหยาบซึ่งเป็นต้นข้าวโพดตัดสดเฉลี่ยวันละ 40 กิโลกรัมต่อตัว โดยแบ่งให้ 2 มื้อเท่าๆกัน (07.30 และ 16.30 น.)

สำหรับโคนมเจาะกระเพาะแต่ละตัวจะได้รับอาหารรายตัว (individual feed) โดยได้รับอาหารในสัดส่วนเดียวกับโครีดนม แต่ปริมาณน้อยกว่า กล่าวคือถ้าโครีดนมได้รับอาหารข้นวันละ 8.1 กิโลกรัมวัตถุแห้ง และได้รับอาหารหยาบวันละ 8.7 กิโลกรัมวัตถุแห้ง หรือคิดเป็นสัดส่วน 48:52 ถ้าให้โคเจาะกระเพาะได้รับอาหารรวมเท่ากับวันละ 10 กิโลกรัมวัตถุแห้ง ก็จะได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบวันละ 4.8 และ 5.2 กิโลกรัมวัตถุแห้งตามลำดับ

4.3.3 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

4.3.3.1 น้ำนม

ปริมาณน้ำนมจะถูกบันทึกไว้ใน Harddisk ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ในขณะที่ทำการรีดนมทุกมื้อ และทุกวัน นำผลของการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำนมโดยคอมพิวเตอร์มารวมกันเพื่อบันทึกเป็นปริมาณน้ำนมต่อวัน โดยใช้ปริมาณน้ำนมมื้อเย็นรวมกับมื้อเช้า คิดเป็นปริมาณน้ำนมที่โคให้ต่อวัน

สำหรับตัวอย่างน้ำนมที่นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีนั้นจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 2 วันติดต่อกัน (เย็นวันพฤหัสบดี-เช้าวันศุกร์ และเย็นวันศุกร์-เช้าวันเสาร์) โดยในการเก็บตัวอย่างแต่ละวันจะเก็บตัวอย่างแต่ละมื้อตามสัดส่วนปริมาณน้ำนมที่โคแต่ละตัวให้ เก็บไว้ในตู้เย็น และนำตัวอย่างน้ำนมมื้อเย็นและมื้อเช้ามารวมกันตามสัดส่วนดังกล่าวเพื่อเป็นตัวแทนตัวอย่างน้ำนมโคแต่ละตัวในแต่ละวันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

4.3.3.2 การกินได้

ทำการบันทึกการกินได้อาหารเฉพาะของโครีดนม 2 สัปดาห์ต่อครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการบันทึกการกินได้ 2 วันติดต่อกัน ในขณะที่ทำการบันทึกการกินได้อาหารแต่ละวัน จะทำการเก็บตัวอย่างอาหารก่อนและหลังกินในแต่ละวัน นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซนต์วัตถุแห้ง และเก็บตัวอย่างอาหารในแต่ละวันไว้ในถุงพลาสติกปิดปากสนิท เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลองแล้ว นำตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดทุกตัวอย่างที่เก็บไว้มารวมกันและสุ่มตัวอย่างอีกครั้งเพื่อเป็นตัวแทนตัวอย่างนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี และหาการย่อยสลายในกระเพาะหมักด้วยวิธีการใช้ถุงไนล่อนต่อไป

4.3.3.3 น้ำหนักตัว

โครีดนมทุกตัวจะได้รับการชั่งน้ำหนักก่อนการทดลอง และทุกๆ 4 สัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4.3.3.4 น้ำย่อยในกระเพาะหมัก

ในวันก่อนเริ่มการทดลอง และทุกๆ 4 สัปดาห์ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลองทำการเก็บตัวอย่างน้ำย่อยในกระเพาะหมัก ของโคเจาะกระเพาะทั้ง 6 ตัว หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมงโดยใช้ท่อทองเหลืองที่มีรูพรุนหุ้มด้วยถุงไนล่อน แล้วต่อกับท่อสายเบรค จุ่มแช่ในกระเพาะหมักสักระยะเวลาหนึ่ง ก่อนที่จะใช้กระบอกแก้วสำหรับฉีดยาทำการดูดเอาน้ำย่อยในกระเพาะหมักออกมาประมาณ 50 มิลลิลิตร บรรจุลงในบีกเกอร์ขาด 100 มิลลิลิตร

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง จะทำการวัดระดับความเป็นกรดเป็นด่างของของเหลวในกระเพาะหมักทันทีหลังจากเก็บตัวอย่าง โดยการใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) อย่างไรก็ตามก่อนการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เครื่องวัดจะต้องได้รับการปรับ (calibrate) ด้วยการใช้ buffers ที่ pH 7.0 และ pH 4.0 เสียก่อน

การเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียในของเหลวในกระเพาะหมัก (rumen ammonia; mgNH_3-N/litre) ใช้หลอดทดลองชนิดมีฝาจุก (test tube with cap) ขนาด 25 ml บรรจุด้วย deproteinising reagent (1 M H_2SO_4 ทำให้อิ่มตัวด้วย $MgSO_4$) ปริมาตร 5 ml หลังจากเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักแล้ว ใช้ไปเปตอัตโนมัติดูดของเหลวในกระเพาะหมักปริมาตร 20 ml เติมใส่ลงในหลอดทดลองที่มี deproteinising reagent อยู่ นำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ 1895 g เป็นเวลา 15 นาที เทเอาเฉพาะส่วนของเหลวใสๆ (supernatant) ลงในขวดขนาด 25 ml ปิดด้วยฝาจุกเกลียว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20°C จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl ต่อไป

การเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ (Volatile fatty acids) ใช้หลอดทดลองชนิดมีฝาจุก (test tube with cap) ขนาด 25 ml บรรจุด้วย protein precipitant (metaphosphoric acid/formic acid 18.75% w/v /25% v/v) ปริมาตร 1 ml การเก็บตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง ต้องทำ 2 ซ้ำ ซ้ำที่

หนึ่งเติม internal standard (isocaproic acid 0.52% v/v) ปริมาตร 1 ml พร้อมกับของเหลวในกระเพาะหมักปริมาตร 5ml (internal standard sample) อีกซ้ำหนึ่งเติมน้ำกลั่นปริมาตร 1 ml พร้อมด้วยของเหลวในกระเพาะหมักปริมาตร 5 ml (control sample) นำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ 1895 g เป็นเวลา 15 นาที เทเอาเฉพาะส่วนของเหลวใสๆ (supernatant) ลงในขวดขนาด 25 ml ปิดด้วยฝาจุกเกลียว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20°C จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ volatile fatty acids ชนิดต่างๆ ด้วยเครื่อง Gas Chromatoghraphy ต่อไป

4.3.3.5 จุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

ในวันก่อนเริ่มการทดลอง และทุกๆ 4 สัปดาห์ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลองทำการเก็บตัวอย่างอาหารที่กำลังหมักย่อยในกระเพาะหมัก (rumen digesta) และน้ำย่อยในกระเพาะหมัก (rumen fluid) จากโคเจาะกระเพาะทั้ง 6 ตัว หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง

โดยทำการเก็บตัวอย่าง digesta ตัวละประมาณณ 50 กรัม บรรจุลงใน anaerobic jar ใส่แผ่น anaeropack 1 แผ่นลงใน anaerobic jar (Harrold, 1998) แล้วปิดฝาให้สนิท แผ่น anaeropack จะดูดอ๊อกซิเจนภายใน anaerobic jar พร้อมกับสร้างคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ทำให้สภาพภายใน anaerobic jar เป็นสภาพไร้อ๊อกซิเจน แล้วรีบนำ digesta ที่บรรจุใน anaerobic jar ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

สำหรับ rumen fluid ทำการเก็บตัวอย่างหลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน โดยใช้ท่อทองเหลืองที่มีรูพรุนหุ้มด้วยถุงไนล่อน แล้วต่อกับท่อสายเบรค จุ่มแช่ในกระเพาะหมักสักระยะเวลาหนึ่ง ก่อนที่จะใช้กระบอกแก้วสำหรับฉีดยาทำการดูดเอาน้ำย่อยในกระเพาะหมักออกมาประมาณ 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแล้วปิดฝาเกลียวให้แน่น ใสลงใน anaerobic jar ใส่แผ่น anaeropack 1 แผ่นลงใน anaerobic jar (Harrold, 1998) แล้วปิดฝาให้สนิท นำไปศึกษาด้านจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักในห้องปฏิบัติการต่อไป

4.3.3.6 เลือดโค

ในวันก่อนเริ่มการทดลอง และทุกๆ 4 สัปดาห์ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลองทำการเก็บตัวอย่างเลือดจากโคเจาะกระเพาะทั้ง 6 ตัว หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง โดยการเจาะเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่ข้างลำคอ (Jugular vein) ตัวละประมาณ 20 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง ขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดฝาเกลียว บรรจุลงในกระติกน้ำแข็งระหว่างนำมายังห้องปฏิบัติการ นำมาปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกของเหลวใส (supernatant) หรือพลาสมา (plasma) เพื่อนำไปวิเคราะห์หา β-hydroxybutyrate และ acetoacetate โดยใช้เครื่อง HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

4.3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ ปริมาณน้ำนม ส่วนประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำย่อย

ปริมาณดีโตนในเลือด และค่าการย่อยสลายโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน ทำการวิเคราะห์วาเรียนซ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis Sestem, SAS, 1988)

4.4 ผลการวิจัย

4.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 อาหารข้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นอาหารข้นที่มีโปรตีนค่อนข้างสูงกว่าอาหารข้นทั่วไปที่นิยมใช้สำหรับโคที่ให้นมปานกลาง ส่วนต้นข้าวโพดตัดสดมีคุณค่าทางโภชนะอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

Table 4.1 Nutrient composition of feeds used in the trial

Feeds	DM	CP	EE	Ash	CF	ADF	NDF	ME
	----------			%----------				MJ/kgDM
Concentrate	90.3	21.1	2.87	7.7	9.1	17.7	43.8	11.8
Fresh cut maize	32.8	8.8	1.21	9.2	24.6	26.6	59.0	8.8

4.4.2 การกินได้โภชนะ

การกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ในแต่ละช่วงระยะเวลาการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ ระหว่างโคในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินในทุกช่วงระยะเวลาการทดลอง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการกินได้ในแต่ละช่วงเวลาปรากฏว่าในช่วงวันที่ 1 - 28 ของการทดลอง การกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ของโคทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกันมาก แต่ในช่วงวันที่ 29 - 56 และ 57 - 84 ของการทดลอง โคที่ได้รับสารโมเนนซินมีแนวโน้มการกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์มากกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน เมื่อพิจารณาการกินได้ตลอดช่วงระยะเวลาการทดลอง 84 วัน พบว่าโคที่ได้รับสารโมเนนซินมีแนวโน้มการกินได้โภชนะสูงกว่าเล็กน้อย

4.4.3 ผลต่อผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม

ปริมาณน้ำนม ปริมาณไขมัน โปรตีน แลคโต๊ส ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนมแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 โคนมทั้งสองกลุ่มให้ผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนมไม่แตกต่างกันในทุกระยะเวลาการทดลอง ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาตลอดช่วงการทดลอง 84 วัน โคในกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำนม ผลผลิตไขมันนม ผลผลิตแลคโต๊ส และผลผลิตของแข็งรวมในน้ำนมมากกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

Table 4.2 Effect of monensin supplementation on intakes of dry matter, crude protein and metabolisable energy

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Day 1-28				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.1	8.1	-	-
Cut maize	8.6	8.4	0.32	NS
Total	16.7	16.5	0.33	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1709	1709	-	-
Cut maize	757	739	25	NS
Total	2466	2448	26	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	96	96	-	-
Cut maize	76	74	2.8	NS
Total	172	170	2.5	NS
Day 29-56				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.1	8.1	-	-
Cut maize	8.2	9.4	0.75	NS
Total	16.3	17.5	0.75	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1709	1709	-	-
Cut maize	722	827	51	NS
Total	2431	2536	51	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	96	96	-	-
Cut maize	72	83	6.4	NS
Total	168	179	6.4	NS

SEM = Standard error of the mean

Table 4.2 -Continue

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Day 57-84				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.1	8.1	-	-
Cut maize	8.2	9.5	1.1	NS
Total	16.3	17.6	1.1	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1709	1709	-	-
Cut maize	722	836	58	NS
Total	2431	2545	58	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	96	96	-	-
Cut maize	72	84	9	NS
Total	168	180	9	NS
Day 1-84				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.1	8.1	-	-
Cut maize	8.3	9.1	0.4	NS
Total	16.4	17.2	0.4	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1709	1709	-	-
Cut maize	730	801	43	NS
Total	2439	2510	44	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	96	96	-	-
Cut maize	73	80	4	NS
Total	169	176	4	NS

4.4.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม

เปอร์เซนต์ไขมัน โปรตีน แล็คโต๊ส ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนมแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 ตลอดทุกๆช่วงการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ขององค์ประกอบของน้ำนมระหว่างโคในกลุ่มควบคุมและโคในกลุ่มที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีแนวโน้มให้น้ำนมที่มีเปอร์เซนต์โปรตีนสูงกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

4.4.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว

ตารางที่ 4.5 แสดงน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวระหว่างการทดลองของโคทั้งสองกลุ่ม ผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวระหว่างการทดลองของโคทั้งสองกลุ่ม

4.4.6 ผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

ผลของสารเสริมโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักแสดงไว้ในตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ทางสถิติส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างของจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักระหว่างโคที่ได้รับและไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินตลอดระยะการทดลอง มีเพียงกรณีของ Clostridia ที่สารเสริมโมเนนซินสามารถลดจำนวน Clostridia ลงได้ โดยเฉพาะในช่วงวันที่ 56-84 ของการทดลอง และสารเสริมโมเนนซินมีแนวโน้มเพิ่มจุลินทรีย์จำพวก Lactobacilli แต่มีแนวโน้มลดจำนวน Streptococci ในช่วงวันที่ 28 และ 84 ของการทดลอง

4.4.7 ผลต่อ pH, แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้

ตารางที่ 4.7 แสดงระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ($mgNH_3$-N/litre) และความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (mol/100mol) ในน้ำย่อยในกระเพาะหมักของโคนม ผลการทดลองสรุปได้ว่าความเป็นกรดเป็นด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน และความเข้มข้นของกรดอะเซติคในน้ำย่อยในกระเพาะหมักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโคทั้งสองกลุ่มในทุกช่วงการทดลอง อย่างไรก็ตามในช่วงวันที่ 56 ของการทดลอง ความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิคในน้ำย่อยของโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินจะมีระดับที่สูงกว่า ($p<0.05$) ในน้ำย่อยของโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ส่วนระดับความเข้มข้นของกรดบิวทีริคในน้ำย่อยของโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินสูงกว่าของโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินในวันที่ 28 ของการทดลอง อัตราส่วนระหว่างกรดอะเซติคและกรดโพรพิโอนิคไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคทั้งสองกลุ่มในทุกช่วงการทดลอง

4.4.8 ผลต่อระดับคีโตนในเลือด

การวิจัยครั้งนี้ทำการตรวจหาระดับคีโตนในกระแสเลือด โดยใช้ระดับความเข้มข้นของเบต้าไฮดรอกซีบิวทีเรทเป็นตัวชี้วัดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการคีโตซีส ตารางที่ 4.8 แสดงระดับความเข้มข้นของเบต้าไฮดรอกซีบิวทีเรทในกระแสเลือดของโคทั้งสองกลุ่ม ซึ่งในทุกช่วงการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม

4.4.9 ผลต่อการย่อยได้โภชนะในถุงไนล่อน

ตารางที่ 4.9 ถึง 4.13 แสดงการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย ADF และ NDF ในอาหารข้นและต้นข้าวโพดที่บรรจุในถุงไนล่อนจุ่มแช่ในกระเพาะหมักของโคเจาะกระเพาะเปรียบเทียบระหว่างโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินและโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ผลการทดลองพบว่าการย่อยสลายของโภชนะในถุงไนล่อนส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการย่อยสลายได้วัตถุแห้ง โปรตีน และเยื่อใย ของต้นข้าวโพด ในช่วงวันที่ 56 ของการทดลอง ในโคเจาะกระเพาะที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินนั้นสูงกว่าในโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

Table 4.3 Effect of monensin supplementation on yields of milk, milk fat, milk protein, milk lactose, solid not fat and total solid

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Milk yield (kg/day)				
day 0	17.0	17.0	1.5	NS
day 1-28	15.6	14.9	1.5	NS
day 29-56	15.7	15.0	1.5	NS
day 57-84	14.2	13.7	1.4	NS
day 1-84	15.2	14.5	1.4	NS
Fat yield (g/day)				
day 0	469	619	133	NS
day 1-28	476	498	125	NS
day 29-56	573	467	55	NS
day 57-84	521	497	62	NS
day 1-84	524	486	52	NS
Protein yield (g/day)				
day 0	435	444	38	NS
day 1-28	406	417	34	NS
day 29-56	422	414	34	NS
day 57-84	398	389	39	NS
day 1-84	409	406	31	NS
Lactose yield (g/day)				
day 0	894	847	123	NS
day 1-28	805	758	81	NS
day 29-56	758	752	76	NS
day 57-84	683	645	68	NS
day 1-84	769	726	63	NS
Solid not fat yield (g/day)				
day 0	1455	1447	146	NS
day 1-28	1317	1298	113	NS
day 29-56	1291	1289	117	NS
day 57-84	1183	1144	112	NS

Table 4.3 Continue

Total solid yield (g/day)				
day 0	1919	2020	274	NS
day 1-28	1847	1831	203	NS
day 29-56	1859	1754	155	NS
day 57-84	1703	1639	133	NS
day 1-84	1809	1739	142	NS

Table 4.4 Effect of monensin supplementation on concentration of fat, protein, lactose, solid not fat and total solid

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Fat concentration (%)				
day 0	2.76	3.64	0.64	NS
day 1-28	3.05	3.34	0.58	NS
day 29-56	3.65	3.11	0.33	NS
day 57-84	3.67	3.63	0.49	NS
day 1-84	3.45	3.35	0.22	NS
Protein concentration (%)				
day 0	2.56	2.61	0.10	NS
day 1-28	2.60	2.80	0.11	NS
day 29-56	2.69	2.76	0.10	NS
day 57-84	2.80	2.84	0.08	NS
day 1-84	2.69	2.80	0.09	NS
Lactose concentration (%)				
day 0	5.26	4.98	0.25	NS
day 1-28	5.16	5.09	0.17	NS
day 29-56	4.83	5.01	0.19	NS
day 57-84	4.81	4.71	0.15	NS
day 1-84	5.06	5.01	0.17	NS
Solid not fat concentration (%)				
day 0	8.56	8.51	0.26	NS
day 1-28	8.44	8.71	0.15	NS
day 29-56	8.22	8.59	0.23	NS
day 57-84	8.33	8.35	0.19	NS
day 1-84	8.46	8.51	0.17	NS
Total solid concentration (%)				
day 0	11.29	11.88	0.48	NS
day 1-28	11.84	12.29	0.50	NS
day 29-56	11.84	11.69	0.44	NS
day 57-84	11.99	11.96	0.47	NS
day 1-84	11.90	11.99	0.29	NS

Table 4.5 Effect of monensin supplementation on final liveweight and live weight change

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Initial weight (kg)	428	424	3.6	NS
Final weight (kg)	446	438	4.8	NS
Liveweight change (g/day)	+214	+167	32	NS

Table 4.6 Effect of monensin supplementation on microbial population (CFU/ml) in the rumen

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Yeast and mold				
Day 0	1.8×10^6	2.3×10^6	1.1×10^6	NS
Day 28	2.3×10^6	1.8×10^6	0.6×10^6	NS
Day 56	4.6×10^6	2.7×10^6	0.8×10^6	$p<0.05$
Day 84	4.3×10^6	2.7×10^6	1.1×10^6	NS
Lactobacilli				
Day 0	2.5×10^6	6.3×10^6	0.7×10^6	$p<0.05$
Day 28	8.5×10^6	9.7×10^6	4.5×10^6	NS
Day 56	1.3×10^7	1.1×10^7	0.4×10^7	NS
Day 84	8.9×10^6	10.3×10^6	5.1×10^6	NS
Clostridia				
Day 0	2.5×10^7	2.4×10^7	1.2×10^7	NS
Day 28	2.2×10^7	1.9×10^7	0.3×10^7	NS
Day 56	2.6×10^7	1.5×10^7	0.2×10^7	$p<0.01$
Day 84	2.2×10^7	1.3×10^7	0.4×10^7	$p<0.05$
Protozoa				
Day 0	1.4×10^6	1.4×10^6	0.7×10^6	NS
Day 28	1.2×10^6	1.4×10^6	0.3×10^6	NS
Day 56	1.3×10^6	1.0×10^6	0.7×10^6	NS
Day 84	1.2×10^6	1.1×10^6	0.7×10^6	NS
Streptococci				
Day 0	1.3×10^7	2.1×10^7	0.3×10^7	$p<0.05$
Day 28	1.3×10^7	1.2×10^7	0.3×10^7	NS
Day 56	5.1×10^6	6.7×10^6	1.3×10^6	NS
Day 84	1.7×10^7	1.5×10^7	0.2×10^7	NS

Table 4.7 Effect of monensin supplementation on pH, ammonia concentration and on VFAs in rumen fluid

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
pH of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	6.1	6.1	0.2	NS
Day 28	8.1	8.1	0.2	NS
Day 56	6.3	5.9	0.4	NS
Day 84	6.4	6.5	0.4	NS
Ammonia concentration (mg NH_3N/litre) of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	223	440	136	NS
Day 28	190	127	66	NS
Day 56	173	290	84	NS
Day 84	287	257	36	NS
Acetate level (mol/100mol) of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	24.0	21.0	1.7	NS
Day 28	18.6	19.0	2.3	NS
Day 56	22.3	23.3	2.2	NS
Day 84	25.7	23.3	2.6	NS
Propionate level (mol/100mol) of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	11.2	9.7	1.2	NS
Day 28	8.4	10.9	1.3	NS
Day 56	10.6	16.2	2.6	$p<0.05$
Day 84	8.7	9.1	0.8	NS
Butyrate level (mol/100mol) of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	9.7	6.5	3.9	NS
Day 28	4.8	12.4	1.7	$p<0.05$
Day 56	19.0	19.0	4.3	NS
Day 84	21.3	15.3	11.3	NS
Ratio of acetate to propionate of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	2.2	2.2	0.1	NS
Day 28	2.2	1.8	0.2	NS
Day 56	2.1	1.5	0.3	NS
Day 84	3.0	2.6	0.3	NS

Table 4.8 Effect of monensin supplementation on betahydroxybutyrate level in the blood

Betahydroxybutyrate level (mol/100mol) in the blood sampling at various period				
Day 0	3.22	3.18	0.46	NS
Day 28	3.95	3.53	1.44	NS
Day 56	2.80	2.59	0.62	NS
Day 84	8.65	8.42	1.06	NS

Table 4.9 Dry matter degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	76.8	74.7	2.0	NS
Day 56	72.9	72.6	2.7	NS
Day 84	73.9	72.7	1.8	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	80.4	82.9	3.0	NS
Day 56	81.9	79.2	2.2	NS
Day 84	82.2	82.3	1.0	NS
Cut maize 48 h incubation				
Day 28	60.6	63.1	3.5	NS
Day 56	54.7	55.3	1.9	NS
Day 84	61.6	62.9	4.9	NS
Cut maize 72 h incubation				
Day 28	68.1	69.3	1.4	NS
Day 56	71.7	77.3	1.9	$p<0.05$
Day 84	70.1	69.7	2.1	NS
Cut maize 96 h incubation				
Day 28	74.9	73.1	1.8	NS
Day 56	74.6	75.5	1.5	NS
Day 84	72.7	73.2	0.8	NS

Table 4.10 Crude protein degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	80.3	78.7	1.4	NS
Day 56	77.0	76.7	2.0	NS
Day 84	77.7	77.0	1.4	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	83.3	85.3	2.6	NS
Day 56	84.7	82.3	1.7	NS
Day 84	85.0	85.0	1.0	NS
Cut maize 48 h incubation				
Day 28	68.7	70.7	2.8	NS
Day 56	64.0	64.7	1.4	NS
Day 84	69.3	70.7	3.9	NS
Cut maize 72 h incubation				
Day 28	74.3	75.7	0.9	NS
Day 56	77.7	82.0	1.3	$p<0.05$
Day 84	76.3	76.0	1.6	NS
Cut maize 96 h incubation				
Day 28	80.1	78.7	1.4	NS
Day 56	79.9	80.6	1.2	NS
Day 84	78.3	90.5	11.9	NS

Table 4.11 Crude fibre degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	57.0	54.7	3.8	NS
Day 56	53.7	53.3	3.9	NS
Day 84	50.3	50.0	3.5	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	61.3	65.0	6.0	NS
Day 56	60.3	59.3	5.2	NS
Day 84	65.0	65.7	1.9	NS
Cut maize 48 h incubation				
Day 28	37.3	42.3	6.5	NS
Day 56	37.7	36.7	3.3	NS
Day 84	38.7	40.0	7.9	NS
Cut maize 72 h incubation				
Day 28	50.4	53.0	2.6	NS
Day 56	63.1	69.8	2.3	$p<0.05$
Day 84	53.1	52.7	3.3	NS
Cut maize 96 h incubation				
Day 28	63.0	61.3	3.1	NS
Day 56	65.3	66.5	1.2	NS
Day 84	60.0	64.3	2.3	NS

Table 4.12 Neutral detergent fibre degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	76.7	75.0	1.8	NS
Day 56	76.3	72.7	2.4	NS
Day 84	76.7	74.3	1.5	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	78.7	84.3	3.0	NS
Day 56	82.3	78.0	2.2	NS
Day 84	85.0	84.7	0.9	NS
Cut maize 48 h incubation				
Day 28	55.3	61.7	3.7	NS
Day 56	49.7	50.3	1.9	NS
Day 84	57.3	59.7	5.4	NS
Cut maize 72 h incubation				
Day 28	69.7	70.0	1.3	NS
Day 56	69.3	71.3	2.3	NS
Day 84	67.5	67.9	2.3	NS
Cut maize 96 h incubation				
Day 28	74.4	73.8	1.8	NS
Day 56	73.5	68.6	2.0	NS
Day 84	72.4	71.3	0.8	NS

Table 4.13 Acid detergent fibre degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	76.7	74.7	1.9	NS
Day 56	61.7	62.3	3.5	NS
Day 84	74.3	73.0	1.8	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	82.3	81.3	2.7	NS
Day 56	78.0	75.7	2.7	NS
Day 84	84.0	85.0	1.0	NS
Cut maize 48 h incubation				
Day 28	40.3	41.7	5.3	NS
Day 56	24.3	25.3	3.2	NS
Day 84	33.0	35.0	8.5	NS
Cut maize 72 h incubation				
Day 28	63.0	64.3	1.7	NS
Day 56	57.0	63.7	3.0	NS
Day 84	49.0	49.0	3.7	NS
Cut maize 96 h incubation				
Day 28	81.0	80.3	1.5	NS
Day 56	77.0	77.3	1.5	NS
Day 84	74.9	74.1	0.7	NS

4.5 วิจารณ์ผลการวิจัย

4.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงจัดว่าเป็นคุณภาพอาหารที่ปกติเกษตรกรใช้เลี้ยงโคนมโดยทั่วไป แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเปอร์เซนต์ไขมันในอาหารข้นและในต้นข้าวโพดตัดสดนั้นค่อนข้างต่ำ (2.87 และ 1.21 ตามลำดับ) โดยปกติแล้วในอาหารข้นสำหรับโคนมนั้นควรต้องมีเปอร์เซนต์ไขมันไม่ต่ำกว่า 3.0 (NRC, 1988) สำหรับองค์ประกอบอื่นๆถือว่าใช้ได้ มีเพียงเปอร์เซนต์ความชื้นในข้าวโพดตัดสดนั้นค่อนข้างสูง (67.2) อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบผลการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อผลผลิตโคนม อาหารที่ใช้จึงใช้อาหารที่มีใช้ในฟาร์มทดลองเป็นหลัก

4.5.2 การกินได้โภชนะ

การกินได้โภชนะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่าง อาทิ ความจุกระเพาะของโคนม ชนิดของอาหาร ปริมาณอาหารที่ให้โคกิน สัดส่วนของอาหาร อัตราการย่อยได้ของโภชนะ อัตราการไหลผ่านของอาหารออกจากกระเพาะหมัก (Forbes, 1986) ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตาม การทดลองครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างการกินได้โภชนะต่างๆของโคทั้งสองกลุ่ม แต่มีแนวโน้มว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์มากกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน โดยเฉพาะในช่วงวันที่ 29-56 และ 57-84 ของการทดลอง รวมทั้งตลอดช่วงการทดลอง 84 วัน เหตุผลที่โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีแนวโน้มการกินได้อาหารมากกว่าอาจเป็นเพราะว่าโคดังกล่าวมีแนวโน้มได้รับ RDP และ UDP มากกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน มีรายงานว่าถ้าโคได้รับ RDP จากอาหารเพิ่มขึ้น การย่อยได้อาหารจำพวกเยื่อใยในกระเพาะหมักจะเพิ่มขึ้น และเพิ่มการกินได้ในที่สุด (Hannah *et al.*, 1991) อีกเหตุผลหนึ่งคือการเพิ่มขึ้นของการกิน UDP สามารถทำให้โคได้รับกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น หรือทำให้เกิดความสมดุลย์ของกดรอะมิโนที่โคกินเข้าไป และทำให้มีผลต่อกลไกการควบคุมการกินอาหารในโคเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับที่พบในแกะ (Egan and Moir, 1965)

การขาดกรดอะมิโน หรือการดูดซึมกรดอะมิโนไม่สมดุลย์สามารถจำกัดเมธาโบลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการกินได้อาหารในตัวสัตว์ ลดอัตราการใช้ประโยชน์สารอาหาร ซึ่งจะเป็นผลต่อการจำกัดการกินได้อาหาร (Forbes, 1986) Egan และ Moir (1965) พบว่าการให้เคซีนที่ลำไส้เล็กของแกะที่ได้รับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบจะช่วยเพิ่มการกินได้อย่างมากในขณะที่การย่อยได้ในกระเพาะหมักลดลง ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่กระทำเช่นเดียวกันแต่ให้เคซีนที่กระเพาะหมัก จะเป็นผลให้มีการเพิ่มขึ้นของการกินได้น้อย แต่การย่อยได้ในกระเพาะหมักเพิ่มขึ้นอย่างมาก

เมื่อพิจารณาถึงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก การย่อยสลายวัตถุแห้ง เยื่อใยหยาบ ADF และ NDF ในถุงไนล่อน จะเห็นได้ว่าไม่พบความแตกต่างระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม ถึงแม้จะมีแนวโน้มว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีการย่อยสลายของวัตถุแห้ง เยื่อใยหยาบ ADF และ NDF ใน

ต้นข้าวโพดตัดสด สูงกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินก็ตาม ซึ่งที่กล่าวมาล้วนเป็นเหตุผลที่สนับสนุนความไม่แตกต่างในด้านการกินได้โภชนะที่พบจากการวิจัยครั้งนี้

4.5.3 ผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม

จากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองสารเสริมโมเนนซินที่รวบรวมมา (บทที่ 2 ตารางที่ 2.7) มีเพียงงานวิจัยของ Lowe *et al.* (1991) Hayes *et al.* (1996) และ Van der Werf *et al.* (1997) ที่พบว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ส่วนงานวิจัยอื่นๆ ไม่พบความแตกต่าง อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวนั้นกระทำในต่างสถานที่ ใช้อาหารที่แตกต่างกัน โคนมที่นำมาทดลองให้ผลผลิตน้ำนมเมื่อเริ่มการทดลองแตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ว่าถ้ามีการจัดการด้านอาหารข้นและอาหารหยาบดี การใช้สารเสริมโมเนนซินอาจไม่ส่งผลที่ชัดเจน ผลการวิจัยจึงออกมาแตกต่างกัน สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ใช้โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมปานกลาง (17.0 ก.ก./วัน) ให้โคทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารข้นค่อนข้างมาก (9 ก.ก./วัน) และให้ต้นข้าวโพดตัดสดกินเต็มที่ ลำพังอาหารที่โคทั้งสองกลุ่มได้รับแต่ละวันนั้นเพียงพอสำหรับการให้ผลผลิตน้ำนมระดับนี้ การเสริมสารโมเนนซินจึงไม่ส่งผลต่อผลผลิตน้ำนม และผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม

ถึงแม้ข้อมูลการกินได้พลังงานใช้ประโยชน์ของโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินจะมีแนวโน้มมากกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน แต่การกินได้พลังงานใช้ประโยชน์นี้ไม่ส่งผลถึงการผลิตน้ำนม เมื่อพิจารณาถึงการจำแนกพลังงานใช้ประโยชน์ที่โคทั้งสองกลุ่มกินเข้าไปดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.14 โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีแนวโน้มกินได้พลังงานสูงกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน พลังงานที่โคทั้งสองกลุ่มใช้เพื่อการดำรงชีพเท่ากัน ใช้เพื่อการผลิตน้ำนมและเพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัวเท่ากัน จะเห็นได้ว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินใช้พลังงานมีประสิทธิภาพสูงกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

โคทั้งสองกลุ่มได้รับพลังงานใช้ประโยชน์มากกว่าที่คาดการณ์จากการให้ผลผลิต การได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ระดับนี้โคทั้งสองกลุ่มน่าจะให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่า 20 กิโลกรัมต่อวัน และ ARC (1980) แนะนำว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตน้ำนมควรจะอยู่ที่ประมาณ 0.60 งานวิจัยครั้งนี้โคทั้งสองกลุ่มให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยประมาณ 15 กิโลกรัม ฉะนั้นจึงแสดงถึงการใช้พลังงานใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตน้ำนมที่ประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ (0.38-0.43)

ถ้าใช้ค่าการย่อยสลายโปรตีนของอาหารข้นและของต้นข้าวโพดตัดสดเท่ากับ 0.70 และ 0.52 (Nylon bag technique) ตามลำดับ จะสามารถประมาณการได้รับ RDP และ UDP ของโคทั้งสองกลุ่ม และยังสามารถคำนวณค่าสัดส่วนของ RDP/ME ที่โคทั้งสองกลุ่มได้รับ (ตารางที่ 4.15) โคทั้งสองกลุ่มได้รับ RDP และ UDP ใกล้เคียงกัน รวมทั้งสัดส่วนของ RDP/ME ใกล้เคียงกันเช่นกัน ฉะนั้นการให้ผลผลิตน้ำนมจึงใกล้เคียงกันด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อทำการคำนวณการได้รับ RDP และ UDP เปรียบเทียบกับความต้องการ RDP และ UDP โดยคำนวณจากการให้ผลผลิตด้านต่างๆของโคทั้งสองกลุ่ม ผลสรุป

แสดงไว้ในตารางที่ 4.16 ซึ่งโคทั้งสองกลุ่มจะได้รับ RDP เกินกว่าความต้องการ ส่วนในกรณีของ UDP นั้นจะเห็นว่าโคทั้งสองกลุ่มได้รับ UDP เกินกว่าความต้องการมาก

Table 4.14 Estimation of ME intake (MJ/day)

Details	*Control*	*Monensin*
Total ME intake (MEI)	169	176
Metabolisable energy for maintenance (ME_m)	57	57
Net energy for lactation (NE_l)	44	42
Net enrgy for weight gain (NE_g)	4	3
Net energy retention (NE_R)	48	45
MEI - ME_m	112	119
Efficiency	0.43	0.38

$ME_m = [0.53 (LW/1.08)^{0.67} + 0.0095LW]/k_m$ (ARC, 1980; 1984)

$NE_l = [(0.0406 \times gFat/kg\ milk + 1.509)] \times kg\ milk$ (Tyrrel and Reid, 1965)

$NE_g = 19$ MJ/kg Gain (ARC, 1980; 1984)

$NE_R = NE_l + NE_g$

Efficiency = $NE_R/(MEI - ME_m)$

Table 4.15 The estimated supply of rumen degradable protein (RDP; g/cow/day), undegradable protein (UDP; g/cow/day) and the ratio of RDP/total metabolisable energy intake (g/MJ) in the feed consumed

Details	**Control**	**Monensin**
RDP supply		
Concentrate	1,196	1,196
Fresh cut maize	380	417
Total	1,576	1,613
UDP supply		
Concentrate	513	513
Fresh cut maize	350	384
Total	863	897
Total ME intake (MJ/day)	169	176
RDP/ME (g/MJ)	9.3	9.2

dg Concentrate = 0.70; dg Fresh cut maize = 0.52 (Nylon bag technique; Orskov and Mehrez, 1977)

Table 4.16 The estimated supply of RDP (g/cow/day) and UDP (g/cow/day) to the tissue of the dairy cows

Details	Control	Monensin
RDP requirement (RDP_R)	1,416	1,475
RDP supply	1,576	1,613
Deficit/surplus	+160	+138
Tissue protein supply by microbial protein (TP_{MCP})	770	802
Total tissue protein requirement (TP_R)	661	649
Tissue protein required from dietary (TP_{UDP})	-	-
Equivalent to dietary UDP [$TP_{UDP}/(0.8)$]	0	0
UDP supply	863	897
Deficit/surplus	+863	+897

RDP requirement = 8.38 ME intake (ARC,1984)

TP_{MCP} = 8.38 ME intake *0.80*0.85*0.80 (ARC, 1984)

$TP_R = 2.3LW^{0.75}$ + [(gCP/kg milk) x kg milk] + (150 g/kg Gain) [ARC 1980; 1984]

$TP_{UDP} = TP_R - TP_{MCP}$

Assuming 80% of the dietary UDP was digested

4.5.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม

องค์ประกอบของน้ำนมระหว่างโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทุกช่วงการทดลอง อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของไขมัน โปรตีน และของแข็งรวมในน้ำนมของโคทั้งสองกลุ่มค่อนข้างต่ำ (3.4% 2.7% และ 11.9% ตามลำดับ) ส่วนองค์ประกอบของแล็คโตส และ ของแข็งพร่องไขมันอยู่ในระดับปกติ จากรายงานการรับซื้อน้ำนมดิบในประเทศไทย วิเชียร (2543) รายงานว่าค่าเฉลี่ย 4 ปี (พ.ศ. 2536-2539) ขององค์ประกอบของไขมัน ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนม รวบรวมจากแหล่งรับซื้อน้ำนมแหล่งใหญ่ 4 แห่ง ได้แก่ อ.ส.ค. บริษัทโฟร์โมสต์ จำกัด บริษัทอุตสาหกรรมนมไทย จำกัด และบริษัทเนสเล่ย์ จำกัด เท่ากับ 4.37 8.44 และ 12.81 เปอร์เซนต์ตามลำดับ และถ้าใช้ข้อมูลเฉพาะปี พ.ศ. 2539 เท่ากับ 4.32 8.36 และ 12.68 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

สาเหตุที่งานวิจัยครั้งนี้พบว่าองค์ประกอบของไขมันในน้ำนมค่อนข้างต่ำ อาจเป็นเพราะงานวิจัยครั้งนี้ให้อาหารข้นกับโคนมค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับที่เกษตรกรให้ กล่าวคืองานวิจัยครั้งนี้ให้อาหารข้นเฉลี่ยวันละ 8.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัว ซึ่งในระดับการให้อาหารข้นนี้มักจะให้กับโคนมที่สามารถให้น้ำนมได้วันละ 18-20 กิโลกรัม ในขณะที่โคนมของงานวิจัยสามารถให้น้ำนมเฉลี่ยเพียง 14-15 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนองค์ประกอบของโปรตีนในน้ำนมที่ค่อนข้างต่ำอาจเป็นเพราะโคทั้งสองกลุ่มได้

รับ RDP อย่างเพียงพอ และได้รับ UDP มากเกินไป ซึ่งยังส่งผลต่อให้โคทั้งสองกลุ่มมีองค์ประกอบของของแข็งพร่องไขมันต่ำด้วย

4.5.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว

น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มการทดลอง น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามโคทั้งสองกลุ่มมีการเพิ่มน้ำหนักตัวระหว่างการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของโคนม ที่เมื่อมีการผลิตน้ำนมลดลงตามระยะเวลาการให้นม ในขณะที่โคกินอาหารได้ระดับเดิม น้ำหนักตัวมักจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโภชนะที่โคกินเข้าไปเมื่อนำไปใช้เพื่อการดำรงชีพแล้ว โภชนะที่เหลือจะนำไปสร้างผลผลิตน้ำนมและสะสมน้ำหนักตัว

4.5.6 ผลต่อชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่าง อาทิ ชนิดของอาหารที่โคกิน สภาพแวดล้อมภายในกระเพาะหมัก ชนิดและอายุของโค สารอาหารในกระเพาะหมัก อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แต่ละชนิดในกระเพาะหมัก เป็นต้น งานวิจัยครั้งนี้ให้โคทั้งสองกลุ่มกินอาหารเหมือนกัน ต่างกันเพียงกลุ่มแรกไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน กลุ่มหลังได้รับสารเสริมโมเนนซิน ผลการทดลองแสดงถึงว่าสารเสริมโมเนนซินมีคุณสมบัติในการลดจำนวนของจุลินทรีย์จำพวกแกรมบวก เช่น Clostridia และมีแนวโน้มยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์จำพวก Yeast และ Mold สำหรับจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อจำนวนในกระเพาะหมัก Henderson *et al.* (1981) รายงานว่าการใช้สารเสริมโมเนนซินสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดแกรมบวก รา และโปรโตซัว โดยเฉพาะสารเสริมโมเนนซินนั้นสามารถลดจำนวนของ *Butyrivibrio fibrisolvens* และ *Ruminococcus albus* ในขณะที่ Nagaraja *et al.* (1982) และ Stewart *et al.* (1981) พบว่าสารเสริมโมเนนซินนั้นไม่มีผลต่อ *Streptococcus bovis* และกลับทำให้จำนวนของจุลินทรีย์ชนิดนี้เพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้วิเคราะห์เจาะจงที่จะหาจำนวนของจุลินทรีย์ในแต่ละชนิดและแต่ละ species เนื่องจากมีข้อจำกัดในหลายๆด้าน จึงทำการวิเคราะห์เป็นลักษณะของกลุ่มจุลินทรีย์ ซึ่งผลที่ได้ก็เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าสารเสริมโมเนนซินนั้นมีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ในบางกลุ่มแต่ไม่มีผลต่อจุลินทรีย์อีกบางกลุ่ม ซึ่งน่าจะสอดคล้องกับผลของรายงานที่ได้นำเสนอข้างต้น

4.5.7 ผลต่อความเข้มข้นของ pH, แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้

จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะทำการหมักย่อยอาหารที่โคกินเข้าไปโดยอาศัยกลไกของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักในการขับ extracellular enzymes ออกมาเพื่อทำการหมักย่อยอาหาร ในขณะเดียวกันก็มีการผลิตสารอาหารหลายๆชนิดขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการหมักย่อยนั้นๆ สารอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่เป็นกรดไขมันระเหยได้ และแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งเมื่อมีการผลิตสารเหล่านี้มากขึ้นจะทำให้

ระดับ pH เปลี่ยนไป อย่างไรก็ตามงานทดลองครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับ pH ในกระเพาะหมักระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักเก็บที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวระดับ pH อาจปรับตัวขึ้นมาอยู่ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างแล้ว Hogan (1961) รายงานว่าหลังจากการให้อาหารโคแล้วและเกิดการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ระดับ pH ในกระเพาะหมักจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากโคกินอาหารไปได้ 1-2 ชั่วโมง และจะต่ำที่สุดระหว่างชั่วโมงที่ 2- 3 หลังจากนั้นจะค่อยๆปรับตัวขึ้นจนกระทั่งถึงระดับปกติประมาณ 5- 6 ชั่วโมง

งานวิจัยครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักระหว่างโคทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการวัดระดับแอมโมเนียไนโตรเจนกระทำหลังจากที่โคกินอาหารไปแล้วถึง 3 ชั่วโมง ในระหว่างนั้นระดับแอมโมเนียไนโตรเจนอาจขึ้นสูงในชั่วโมงแรกๆ หลังการกินอาหาร แล้วค่อยๆ ลดต่ำลงถึงระดับที่วัดได้หลังกินอาหารไปแล้ว 3 ชั่วโมง Falvey (1982) พบว่าระดับแอมโมเนียไนโตรเจนขึ้นสูงสุด (320 mgNH_3-N/litre of rumen fluid) หลังจากโคกินอาหารไปแล้วน้อยกว่า 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะลดต่ำลงจนถึงระดับปกติ (30 mgNH_3-N/litre of rumen fluid) หลังจากให้อาหารผ่านไปแล้ว 4-5 ชั่วโมง

Leng and Nolan (1984) พบว่าระดับ pH มีความสัมพันธ์ในทางลบ (negative relation) กับระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก ถ้าเป็นเช่นนี้ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนน่าจะขึ้นสูงสุดในช่วงชั่วโมงที่ 1 ถึง 2 มากกว่าชั่วโมงที่ 3 หลังการกินอาหาร และระดับ pH น่าจะลดลงต่ำสุดในช่วงชั่วโมงที่ 1 และ 2 มากกว่าชั่วโมงที่ 3 ด้วย

มีงานวิจัยหลายงานที่พบว่าการใช้สารเสริมโมเนนซินสามารถเพิ่มปริมาณ propionate ในขณะที่สามารถลดปริมาณ acetate และ butyrate ในกระเพาะหมัก รวมทั้งลดสัดส่วนระหว่าง acetate:propionate (Richardson *et al.*, 1976; Prange *et al.*, 1978; Horton *et al.*, 1980; Rogers and Davis, 1982; Sauer *et al.*, 1989; Ramanzin *et al.*, 1997) อย่างไรก็ตามการทดลองในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับ VFAs ที่ทำการตรวจหา รวมทั้งสัดส่วนของ acetate:propionate ระหว่างโคทั้ง 2 กลุ่ม มีเพียงในช่วงวันที่ 56 ของการทดลองที่พบว่าระดับของ propionate ในน้ำย่อยของโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินนั้นสูงกว่าในน้ำย่อยของโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน อย่างไรก็ตามระดับ propionate ในน้ำย่อยของโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินส่วนใหญ่มีแนวโน้มมีปริมาณมากกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ในขณะที่ปริมาณ butyrate นั้นมีแนวโน้มลดลงในโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินเมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

เหตุที่ส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างของระดับ VFAs ในน้ำย่อยของโคทั้ง 2 กลุ่มนั้น อาจเป็นเพราะว่าจำนวนโคในแต่ละกลุ่มการทดลองนั้นมีน้อย (3 ตัว/กลุ่มการทดลอง) ประกอบกับค่าปริมาณ VFAs ที่วัดได้มีความผันแปรสูงทำให้เมื่อนำค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกันแล้ว จึงเกิดความไม่แตกต่างทางสถิติ

4.5.8 ผลต่อระดับคีโตนในกระแสเลือด

งานวิจัยในครั้งนี้ทำการตรวจหาระดับของเบต้าไฮดรอกซี่บิวทีเรทแทนระดับของคีโตนในกระแสเลือดของโค ผลปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติของระดับเบต้าไฮดรอกซี่บิวทีเรทระหว่างโคทั้ง 2 กลุ่ม อย่างไรก็ตามโคที่ได้รับสารสเริมโมเนนซินมีแนวโน้มมีระดับ BHBA ในกระแสเลือดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน Van der Werf *et al.* (1998) ไม่พบความแตกต่างของระดับ BHBA ระหว่างโคทั้ง 2 กลุ่มในช่วงวันที่ 28 ของการทดลอง แต่พบว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินแสดงค่าปริมาณ BHBA ต่ำกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน เมื่อโคกลุ่มแรกได้รับสารเสริมโมเนนซินเป็นระยะเวลา 56 วัน

4.5.9 ผลต่อการย่อยสลายโภชนะในถุงไนล่อน

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการย่อยสลายโภชนะต่างๆในถุงไนล่อนที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักในระยะเวลาต่างๆกัน แต่ส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างของการย่อยสลายโภชนะระหว่างโคทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีเพียงการย่อยสลายวัตถุแห้ง โปรตีน และเยื่อใยหยาบของต้นข้าวโพดตัดสดในช่วงวันที่ 56 ของการทดลองที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง ของโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินสูงกว่าในโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน อย่างไรก็ตามผลของการย่อยสลายโภชนะต่างๆ ในระยะเวลาที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักในเวลาต่างๆกัน มีความผันแปรค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้สัตว์ทดลองในแต่ละกลุ่มทดลองนั้นน้อยเกินไป (กลุ่มละ 3 ตัว) ซึ่งการที่จะเพิ่มจำนวนสัตว์ทดลองในแต่ละกลุ่มให้มากขึ้นนั้นเป็นไปได้ยาก เพราะต้องใช้โคที่ผ่านการผ่าตัดติดตั้ง cannulae ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก อย่างไรก็ตามผลการทดลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มว่าสารเสริมโมเนนซินสามารถเพิ่มการย่อยสลายได้ของโภชนะในถุงไนล่อนที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมัก

4.6 สรุป

จากการศึกษาผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตของโคนมในช่วงต้นระยะให้นมที่ได้รับต้นข้าวโพดตัดสดเป็นอาหารหยาบ ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อการกินได้โภชนะต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนม ปริมาณส่วนประกอบในน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลอง
2. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก
3. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อระดับ pH ระดับ NH_3-N และระดับ VFAs ใน rumen fluid
4. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อระดับ BHBA ในกระแสเลือด
5. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อการย่อยสลายของ DM, CP, CF, NDF และ ADF ในถุงไนล่อนที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักในระยะเวลาต่างๆ

บทที่ 5

ผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชหมักและฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ

5.1 คำนำ

งานวิจัยที่ผ่านมาดังรายงานในบทที่ 4 ได้ทำการศึกษาการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชอาหารสัตว์สด (ต้นข้าวโพดตัดสด) เป็นอาหารหยาบหลัก ผลการทดลองสรุปได้ว่าสารเสริมโมเนนซินไม่สามารถเพิ่มผลผลิตโคนมได้เหมือนกับการวิจัยในต่างประเทศ อย่างไรก็ตามอาหารหยาบที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในประเทศไทยใช้อยู่เป็นประจำคือพืชหมักและฟางข้าว โดยทั่วไปแล้วอาหารหยาบทั้งสองชนิดนี้นิยมใช้ในช่วงที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์สด เช่นในฤดูแล้งของทุกๆปี ดังนั้นจึงควรที่จะทำการศึกษาวิจัยผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชหมักหรือฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก

5.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมที่ได้รับพืชอาหารสัตว์หมักหรือฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ

5.3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

5.3.1 สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (> 87.5% โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน) ในช่วงต้นระยะให้นม จำนวน 16 ตัว ซึ่งให้น้ำนมเฉลี่ย 19.6±1.1 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 496±13 กิโลกรัม อายุ 72±6 เดือน ระยะให้นม 43±4 วัน ก่อนเริ่มการทดลองโครีดนมทุกตัวจะถูกเลี้ยงกับโครีดนมฝูงใหญ่และได้รับอาหารข้นตามปริมาณน้ำนม กล่าวคือให้อาหารข้น 1 กิโลกรัมต่อปริมาณน้ำนมทุกๆ 2 กิโลกรัม รวมทั้งให้พืชอาหารสัตว์หมัก (หญ้าหมักหรือต้นข้าวโพดหมัก) กินเต็มที่ ในระหว่างนี้ทำการบันทึกปริมาณน้ำนมติดต่อกัน 4 วัน ทำการแบ่งกลุ่มโคออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ตัว ตามปริมาณน้ำนม อายุและระยะให้นม โดยกลุ่มที่ 1 จะไม่ได้รับการเสริมสารโมเนนซิน ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการเสริมสารโมเนนซิน ชนิดแคปซูล โดยทำการสอดใส่ทางปาก ผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะหมัก ด้วยเครื่องมือเฉพาะ (Applicator) สารเสริมโมเนนซินชนิดแคปซูลนี้จะค่อยๆปลดปล่อยสารโมเนนซิน (slow release) ออกมาเฉลี่ยวันละ 300 มิลลิกรัม (Elanco, 1997)

โครีดนมทั้ง 16 ตัว จะได้รับการรีดนมวันละ 2 ครั้ง (05.00 และ 15.00 น.) ด้วยระบบเครื่องรีดนมอัตโนมัติ ชนิด pipelinc ซึ่งมีมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณน้ำนม เมื่อทำการรีดนมแต่ละตัวเสร็จภายในแต่ละมื้อ ข้อมูลจากมิเตอร์จะถูกส่งผ่านไปเก็บบันทึกไว้ที่ PC card ก่อนที่จะถูกนำเข้าเก็บบันทึกไว้ใน Harddisk ของเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป

ในขณะเดียวกันกับที่ทำการทดลองในโครีดนม ได้ทำการทดลองในโคนมเจาะกระเพาะ โดยใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่ได้รับการเจาะกระเพาะแล้ว จำนวน 6 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง ตามน้ำหนักตัวและอายุ โดยให้โคกลุ่มแรกไม่ได้รับสารโมเนนซิน ส่วนโคอีกกลุ่มได้รับสารโมเนนซินชนิดเดียวกับที่โครีดนมได้รับ โคนมเจาะกระเพาะทั้ง 6 ตัวจะถูกเลี้ยงขังเดี่ยวในคอกกัก

5.3.2 อาหารและการให้อาหาร

การทดลองครั้งนี้แบ่งช่วงการให้อาหารเป็น 2 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงวันที่ 1 – 56 ของการทดลอง อาหารหยาบที่ให้กับโครีดนมจะใช้ต้นข้าวโพดหมัก ส่วนในช่วงวันที่ 57 - 112 ของการทดลองจะใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบสำหรับโครีดนม

โครีดนมแต่ละกลุ่มจะถูกเลี้ยงขังคอกไว้รวมกัน คอกละ 8 ตัว และให้ปรับตัวเข้ากับอาหารใหม่เป็นระยะเวลา 10 วัน ก่อนทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ การให้อาหาร ทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบจะให้เป็นกลุ่ม (Group feeding) โดยให้อาหารข้น 17% โปรตีน เฉลี่ยวันละ 9.3 กิโลกรัมต่อตัว โดยแบ่งให้เป็น 2 มื้อเท่าๆกัน (07.00 และ 16.00 น.) หลังรีดนม เมื่อโคกินอาหารข้นหมดแล้ว ในช่วงวันที่ 1 – 56 ของการทดลอง ให้อาหารหยาบซึ่งเป็นต้นข้าวโพดหมักเฉลี่ยวันละ 30 กิโลกรัมต่อตัว โดยแบ่งให้ 2 มื้อเท่าๆกัน (07.30 และ 16.30 น.) ส่วนในช่วงวันที่ 57 – 112 ของการทดลอง อาหารข้นยังคงให้เท่าเดิม แต่อาหารหยาบเปลี่ยนเป็นใช้ฟางข้าวแทนต้นข้าวโพดหมัก เนื่องจากปริมาณต้นข้าวโพดหมักมีไม่เพียงพอที่จะใช้ในช่วงดังกล่าว การให้ฟางข้าวนั้นจะให้เฉลี่ยวันละ 10 กิโลกรัมต่อตัว โดยแบ่งให้ 2 มื้อเท่าๆกัน (07.30 และ 16.30 น.)

ทุกๆ 2 สัปดาห์จะทำการนำโครีดนมมาผูกยืนโรงเป็นรายตัว (individual tie stall) และให้อาหารเป็นรายตัว เพื่อทำการบันทึกข้อมูลการกินได้อาหาร โดยกระทำติดต่อกัน 2 วัน

สำหรับโคนมเจาะกระเพาะแต่ละตัวจะได้รับอาหารรายตัว (individual feed) โดยได้รับอาหารในสัดส่วนเดียวกับโครีดนม แต่ปริมาณน้อยกว่า กล่าวคือถ้าโครีดนมได้รับอาหารข้นวันละ 8.5 กิโลกรัมวัตถุแห้ง และได้รับอาหารหยาบวันละ 8.7 กิโลกรัมวัตถุแห้ง หรือคิดเป็นสัดส่วน 49:51 ถ้าให้โคเจาะกระเพาะได้รับอาหารรวมเท่ากับวันละ 10 กิโลกรัมวัตถุแห้ง ก็จะได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบวันละ 4.9 และ 5.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งตามลำดับ

5.3.3 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

5.3.3.1 น้ำนม

ปริมาณน้ำนมจะถูกบันทึกไว้ใน Harddisk ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ในขณะที่ทำการรีดนมทุกมื้อและทุกวัน นำผลของการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำนมโดยคอมพิวเตอร์มารวมกันเพื่อบันทึกเป็นปริมาณน้ำนมต่อวัน โดยใช้ปริมาณน้ำนมมื้อเย็นรวมกับมื้อเช้า คิดเป็นปริมาณน้ำนมที่โคให้ต่อวัน

สำหรับตัวอย่างน้ำนมที่นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีนั้นจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 2 วันติดต่อกัน (เย็นวันพฤหัส-เช้าวันศุกร์ และเย็นวันศุกร์-เช้าวันเสาร์) โดยในการเก็บตัว

อย่างแต่ละวันจะเก็บตัวอย่างแต่ละมื้อตามสัดส่วนปริมาณน้ำนมที่โคแต่ละตัวให้ เก็บไว้ในตู้เย็น และนำตัวอย่างน้ำนมมื้อเย็นและมื้อเช้ามารวมกันตามสัดส่วนดังกล่าวเพื่อเป็นตัวแทนตัวอย่างน้ำนมโคแต่ละตัวในแต่ละวันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

5.3.3.2 การกินได้

ทำการบันทึกการกินได้อาหารเฉพาะของโครีดนม 2 สัปดาห์ต่อครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการบันทึกการกินได้ 2 วันติดต่อกัน ในขณะที่ทำการบันทึกการกินได้อาหารแต่ละวัน จะทำการเก็บตัวอย่างอาหารก่อนและหลังกินในแต่ละวัน นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซนต์วัตถุแห้ง และเก็บตัวอย่างอาหารในแต่ละวันไว้ในถุงพลาสติกปิดปากสนิท เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลองแล้ว นำตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดทุกตัวอย่างที่เก็บไว้มารวมกัน และสุ่มตัวอย่างอีกครั้งเพื่อเป็นตัวแทนตัวอย่างนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี และหาการย่อยสลายในกระเพาะหมักด้วยวิธีการใช้ถุงไนล่อนต่อไป

5.3.3.3 น้ำหนักตัว

โครีดนมทุกตัวจะได้รับการชั่งน้ำหนักก่อนการทดลอง และทุกๆ 4 สัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

5.3.3.4 น้ำย่อยในกระเพาะหมัก

ในวันก่อนเริ่มการทดลอง และทุกๆ 4 สัปดาห์ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลองทำการเก็บตัวอย่างน้ำย่อยในกระเพาะหมัก ของโคเจาะกระเพาะทั้ง 6 ตัว หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมงโดยใช้ท่อทองเหลืองที่มีรูพรุนหุ้มด้วยถุงไนล่อน แล้วต่อกับท่อสายเบรค จุ่มแช่ในกระเพาะหมักสักระยะเวลาหนึ่ง ก่อนที่จะใช้กระบอกแก้วสำหรับฉีดยาทำการดูดเอาน้ำย่อยในกระเพาะหมักออกมาประมาณ 50 มิลลิลิตร บรรจุลงในบีกเกอร์ขาด 100 มิลลิลิตร

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง จะทำการวัดระดับความเป็นกรดเป็นด่างของของเหลวในกระเพาะหมักทันทีหลังจากเก็บตัวอย่าง โดยการใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) อย่างไรก็ตามก่อนการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เครื่องวัดจะต้องได้รับการปรับ (calibrate) ด้วยการใช้ buffers ที่ pH 7.0 และ pH 4.0 เสียก่อน

การเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียในของเหลวในกระเพาะหมัก (rumen ammonia; mgNH_3-N/litre) ใช้หลอดทดลองชนิดมีฝาจุก (test tube with cap) ขนาด 25 ml บรรจุด้วย deproteinising reagent (1 M H_2SO_4 ทำให้อิ่มตัวด้วย $MgSO_4$) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร หลังจากเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักแล้ว ใช้ไปเปตอัตโนมัติดูดของเหลวในกระเพาะหมักปริมาตร 20 มิลลิลิตรเติมใส่ลงในหลอดทดลองที่มี deproteinising reagent อยู่ นำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ 1895 g เป็นเวลา 15 นาที เทเอาเฉพาะส่วนของเหลวใสๆ (supernatant) ลงในขวดขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจุกเกลียว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20°C จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl ต่อไป

5.3.3.5 จุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

ในวันก่อนเริ่มการทดลอง และทุกๆ 4 สัปดาห์ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลองทำการเก็บตัวอย่างอาหารที่กำลังหมักย่อยในกระเพาะหมัก (rumen digesta) และน้ำย่อยในกระเพาะหมัก (rumen fluid) จากโคเจาะกระเพาะทั้ง 6 ตัว หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง

โดยทำการเก็บตัวอย่าง digesta ตัวละประมาณ 50 กรัม บรรจุลงใน anaerobic jar ใส่แผ่น anaeropack 1 แผ่นลงใน anaerobic jar (Harrold, 1998) แล้วปิดฝาให้สนิท แผ่น anaeropack จะดูดอ๊อกซิเจนภายใน anaerobic jar พร้อมกับสร้างคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ทำให้สภาพภายใน anaerobic jar เป็นสภาพไร้อ๊อกซิเจน แล้วรีบนำ digesta ที่บรรจุใน anaerobic jar ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาด้านจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักต่อไป

สำหรับ rumen fluid ทำการเก็บตัวอย่างหลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน โดยใช้ท่อทองเหลืองที่มีรูพรุนหุ้มด้วยถุงไนล่อน แล้วต่อกับท่อสายเบรด จุ่มแช่ในกระเพาะหมักสักระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะใช้กระบอกแก้วสำหรับฉีดยาทำการดูดเอาน้ำย่อยในกระเพาะหมักออกมาประมาณ 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแล้วปิดฝาเกลียวให้แน่น ใสลงใน anaerobic jar ใส่แผ่น anaeropack 1 แผ่นลงใน anaerobic jar (Harrold, 1998) แล้วปิดฝาให้สนิท นำไปศึกษาด้านจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักในห้องปฏิบัติการต่อไป

5.3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ ปริมาณน้ำนม ส่วนประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำย่อยในกระเพาะหมัก ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ในน้ำย่อย ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำย่อย ปริมาณคีโตนในเลือด และค่าการย่อยสลายโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน ทำการวิเคราะห์วาเรียนซ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis Sestem, SAS, 1988)

5.4 ผลการวิจัย

5.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 อาหารข้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นอาหารข้นที่มีโปรตีนเท่าๆกับอาหารข้นทั่วไปที่นิยมใช้สำหรับโคที่ให้นมปานกลาง ส่วนต้นข้าวโพดหมักมีคุณค่าทางโภชนะอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่ฟางข้าวที่ใช้มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามคุณภาพของอาหารที่ใช้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน

Table 5.1 Nutrient composition of feeds used in the trial

Feeds	DM	CP	EE	Ash	CF	ADF	NDF	ME
	----------%----------							MJ/kgDM
Concentrate	92.1	19.2	5.62	8.1	11.5	16.0	39.0	11.8
Maize silage	21.7	7.0	3.42	15.7	30.2	36.2	62.3	8.8
Rice straw	83.8	2.8	1.64	15.0	29.3	39.3	66.5	7.6

5.4.2 การกินได้โภชนะ

การกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ในแต่ละช่วงระยะเวลาการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 5.2 การกินได้โภชนะในช่วงวันที่ 29-56 และ 57-84 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามสำหรับในช่วงวันที่ 1-28 ของการทดลอง การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการกินได้วัตถุแห้ง และพลังงานใช้ประโยชน์ ของต้นข้าวโพดหมัก และอาหารรวมของโคในกลุ่มควบคุมสูงกว่า ($p<0.05$) โคในกลุ่มที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ส่วนในช่วงวันที่ 85-112 ของการทดลองโคในกลุ่มควบคุมกินได้โปรตีนในฟางข้าวและอาหารรวมมากกว่า ($p<0.05$) โคในกลุ่มที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์ตามช่วงที่ได้รับอาหารหยาบที่แตกต่างกัน พบว่าในช่วงที่โคได้รับต้นข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบ (วันที่ 1-56 ของการทดลอง) การกินได้โภชนะไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ในช่วงที่โคได้รับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ (วันที่ 85-112 ของการทดลอง) โคในกลุ่มควบคุมกินได้โปรตีนในฟางข้าวและอาหารรวมมากกว่าโคที่ได้รับสารสเริมโมเนนซิน เมื่อพิจารณาการกินได้ตลอดช่วงการทดลอง (วันที่ 1-112 ของการทดลอง) พบว่าโคในกลุ่มควบคุมกินวัตถุแห้ง โปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ในอาหารหยาบและในอาหารรวมได้มากกว่า ($p<0.05$) โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

5.4.3 ผลต่อผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม

ปริมาณน้ำนม ปริมาณไขมัน โปรตีน แลคโต๊ส ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนมแสดงไว้ในตารางที่ 5.3 โคนมทั้งสองกลุ่มให้ผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนมไม่แตกต่างกันในทุกระยะเวลาการทดลอง ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาตลอดช่วงการทดลอง 112 วัน โคในกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำนม ผลผลิตไขมันนม ผลผลิตโปรตีน ผลผลิตแลคโต๊ส ผลผลิตของแข็งพร่องไขมัน และผลผลิตของแข็งรวมในน้ำนมมากกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

5.4.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม

องค์ประกอบของไขมัน โปรตีน แล็คโต๊ส ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนมแสดงไว้ในตารางที่ 5.4 ตลอดทุกๆช่วงการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ขององค์ประกอบของน้ำนมระหว่างโคในกลุ่มควบคุมและโคในกลุ่มที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

Table 5.2 Effects of monensin supplementation on intakes of dry matter, crude protein and metabolisable energy

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Day 1-28				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.6	8.6	-	-
Maize silage	6.2	5.6	0.2	p<0.05
Total	14.8	14.2	0.2	p<0.05
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1787	1787	-	-
Maize silage	422	390	16	NS
Total	2209	2177	16	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	101	101	-	-
Maize silage	55	50	2.1	p<0.05
Total	156	151	2.1	p<0.05
Day 29-56				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.7	8.7	-	-
Maize silage	5.1	4.6	0.3	NS
Total	13.8	13.3	0.3	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1808	1808	-	-
Maize silage	346	325	20	NS
Total	2154	2133	20	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	103	103	-	-
Maize silage	45	40	2.5	NS
Total	148	143	2.5	NS

Table 5.2 -Continue

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Day 57-84				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.5	8.5	-	-
Rice straw	4.5	4.2	0.2	NS
Total	13.0	12.7	0.2	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1781	1781	-	-
Rice straw	127	118	7	NS
Total	1908	1899	7	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	100	100	-	-
Rice straw	34	32	2.1	NS
Total	134	132	2.1	NS
Day 85-112				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.5	8.5	-	-
Rice straw	5.5	4.6	0.4	NS
Total	14.0	13.1	0.4	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1775	1775	-	-
Rice straw	172	145	12	$p<0.05$
Total	1947	1920	12	$p<0.05$
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	100	100	-	-
Rice straw	42	35	3.0	NS
Total	142	135	3.0	NS

Table 5.2 -Continue

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Day 1-56				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.6	8.6	-	-
Maize silage	5.6	5.1	0.2	NS
Total	14.2	13.7	0.2	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1798	1798	-	-
Maize silage	384	357	17	NS
Total	2182	2155	17	NS
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	102	102	-	-
Maize silage	49	45	2.1	NS
Total	151	147	2.1	NS
Day 57-112				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.5	8.5	-	-
Rice straw	5.0	4.4	0.3	NS
Total	13.5	12.9	0.3	NS
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1778	1778	-	-
Rice straw	150	131	8	$p<0.05$
Total	1928	1909	8	$p<0.05$
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	100	100	-	-
Rice straw	38	33	2.2	NS
Total	138	133	2.2	NS

Table 5.2 -Continue

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Day 1-112				
Dry matter intake (kg/day)				
Concentrate	8.6	8.6	-	-
Roughage	5.3	4.8	0.2	$p<0.05$
Total	13.9	13.4	0.2	$p<0.05$
Crude protein intake (g/day)				
Concentrate	1788	1788	-	-
Roughage	267	244	10	$p<0.05$
Total	2055	2032	10	$p<0.05$
ME intake (MJ/day)				
Concentrate	101	101	-	-
Roughage	44	39	1.6	$p<0.05$
Total	145	140	1.6	$p<0.05$

5.4.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว

ตารางที่ 5.5 แสดงน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวระหว่างการทดลองของโคทั้งสองกลุ่ม ผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในขณะที่น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในช่วง 56 วันแรกของการทดลองนั้นโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นแต่โคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวลดลง ส่วนในช่วงของการทดลองระหว่างวันที่ 57 – 112 โคทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักตัวลดลง แต่โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวลดลงมากกว่า ($p<0.05$) โคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลตลอดการทดลอง 112 วัน โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นแต่โคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวลดลง ($p<0.05$)

5.4.6 ผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

ผลของสารเสริมโมเนนซินต่อชนิดและจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักแสดงไว้ในตารางที่ 5.6 การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างของจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักระหว่างโคที่ได้รับและไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินตลอดระยะการทดลอง

5.4.7 ผลต่อ pH และ แอมโมเนียไนโตรเจน

ตารางที่ 5.7 แสดงระดับความเป็นกรดเป็นด่าง และความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ($mgNH_3$-N/litre) ในน้ำย่อยในกระเพาะหมัก ของโคนม ผลการทดลองสรุปได้ว่าความเป็นกรดเป็นด่าง และความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำย่อยในกระเพาะหมักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโคทั้งสองกลุ่มในทุกช่วงการทดลอง

5.4.8 ผลต่อการย่อยได้โภชนะในถุงไนล่อน

ตารางที่ 5.8 ถึง 5.12 แสดงการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย ADF และ NDF ในอาหารข้น ต้นข้าวโพดหมัก และฟางข้าวที่บรรจุในถุงไนล่อนจุ่มแช่ในกระเพาะหมักของโคเจาะกระเพาะเปรียบเทียบระหว่างโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินและโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ผลการทดลองพบว่าการย่อยสลายของโภชนะในถุงไนล่อนส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการย่อยสลายได้วัตถุแห้ง โปรตีน NDF และ ADF ของอาหารข้น ที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักที่เวลา 48 ชั่วโมง ในช่วงวันที่ 28 ของการทดลอง ในโคเจาะกระเพาะที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินนั้นต่ำกว่าในโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน และการย่อยสลายได้วัตถุแห้ง และโปรตีน ของต้นข้าวโพดหมักที่เวลาการจุ่มแช่ 72 ชั่วโมง ในช่วงวันที่ 56 ของการทดลอง ในโคเจาะกระเพาะที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินนั้นสูงกว่าในโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

Table 5.3 Effects of monensin supplementation on yields of milk, milk fat, milk protein, milk lactose, solid not fat and total solid

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Milk yield (kg/day)				
day 0	19.8	18.4	2.0	NS
day 1-28	19.1	17.4	1.4	NS
day 29-56	18.0	16.3	1.6	NS
day 57-84	15.4	13.4	1.7	NS
day 85-112	13.5	11.7	1.4	NS
day 1-112	16.5	14.7	1.4	NS
Fat yield (g/day)				
day 0	553	440	83	NS
day 1-28	801	842	107	NS
day 29-56	639	524	68	NS
day 57-84	582	526	100	NS
day 85-112	472	443	82	NS
day 1-112	623	584	75	NS
Protein yield (g/day)				
day 0	510	464	57	NS
day 1-28	701	668	50	NS
day 29-56	453	397	43	NS
day 57-84	417	370	37	NS
day 85-112	361	338	32	NS
day 1-112	483	443	36	NS
Lactose yield (g/day)				
day 0	950	849	116	NS
day 1-28	693	630	96	NS
day 29-56	829	791	78	NS
day 57-84	750	632	88	NS
day 85-112	628	546	83	NS
day 1-112	725	650	71	NS

Table 5.3 Continue

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Solid not fat yield (g/day)				
day 0	1618	1460	178	NS
day 1-28	1547	1438	137	NS
day 29-56	1426	1318	118	NS
day 57-84	1172	1109	134	NS
day 85-112	1097	978	119	NS
day 1-112	1310	1211	104	NS
Total solid yield (g/day)				
day 0	2171	1906	238	NS
day 1-28	2347	2246	237	NS
day 29-56	2065	1842	166	NS
day 57-84	1843	1635	207	NS
day 85-112	1568	1420	182	NS
day 1-112	1956	1786	177	NS

Table 5.4 Effects of monensin supplementation on concentration of fat, protein, lactose, solid not fat and total solid

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Fat concentration (%)				
day 0	2.85	2.44	0.41	NS
day 1-28	4.17	4.83	0.48	NS
day 29-56	3.69	3.25	0.38	NS
day 57-84	3.80	3.84	0.56	NS
day 85-112	3.48	3.77	0.43	NS
day 1-112	3.78	3.92	0.32	NS
Protein concentration (%)				
day 0	2.58	2.54	0.16	NS
day 1-28	3.68	3.82	0.12	NS
day 29-56	2.58	2.41	0.20	NS
day 57-84	2.77	2.75	0.09	NS
day 85-112	2.71	2.90	0.10	NS
day 1-112	2.93	2.97	0.11	NS
Lactose concentration (%)				
day 0	4.84	4.73	0.54	NS
day 1-28	3.61	3.60	0.39	NS
day 29-56	4.56	4.90	0.24	NS
day 57-84	4.83	4.71	0.20	NS
day 85-112	4.63	4.67	0.38	NS
day 1-112	4.40	4.47	0.22	NS
Solid not fat concentration (%)				
day 0	8.21	8.07	0.68	NS
day 1-28	8.09	8.23	0.38	NS
day 29-56	7.94	8.11	0.16	NS
day 57-84	8.24	8.26	0.23	NS
day 85-112	8.14	8.37	0.34	NS
day 1-112	8.10	8.24	0.21	NS

Table 5.4 Continue

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
		Total solid concentration (%)		
day 0	11.06	10.51	0.98	NS
day 1-28	12.26	12.84	0.78	NS
day 29-56	11.62	11.36	0.46	NS
day 57-84	12.04	12.10	0.67	NS
day 85-112	11.61	12.14	0.32	NS
day 1-112	11.88	12.11	0.45	NS

Table 5.5 Effects of monensin supplementation on final liveweight and liveweight change.

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Day 1-56				
Initial weight (kg)	503	489	26	NS
Final weight (kg)	502	500	27	NS
Liveweight change (g/day)	-18	+196	54	$p<0.01$
Day 57-112				
Initial weight (kg)	502	500	27	NS
Final weight (kg)	499	494	27	NS
Liveweight change (g/day)	-54	-107	18	$p<0.05$
Day 1-112				
Initial weight (kg)	503	489	26	NS
Final weight (kg)	499	494	27	NS
Liveweight change (g/day)	-36	+45	36	$p<0.05$

Table 5.6 Effects of monensin supplementation on microbial population (CFU/ml) in the rumen

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Yeast and mold				
Day 0	7.3×10^5	9.3×10^5	4.1×10^5	NS
Day 28	1.5×10^5	1.0×10^5	0.7×10^5	NS
Day 56	1.2×10^6	1.3×10^6	0.3×10^6	NS
Day 84	5.1×10^5	5.1×10^5	1.3×10^5	NS
Lactobacilli				
Day 0	1.4×10^4	1.8×10^4	1.1×10^4	NS
Day 28	6.6×10^4	3.3×10^4	1.3×10^4	$P<0.05$
Day 56	1.9×10^5	2.3×10^5	1.1×10^5	NS
Day 84	5.0×10^4	3.2×10^4	0.9×10^4	NS
Clostridia				
Day 0	7.1×10^5	11.8×10^5	4.7×10^5	NS
Day 28	9.9×10^5	11.3×10^5	1.8×10^5	NS
Day 56	1.7×10^6	1.9×10^6	0.1×10^6	$P<0.05$
Day 84	1.8×10^6	2.2×10^6	1.1×10^6	NS
Protozoa				
Day 0	1.5×10^5	1.6×10^5	0.7×10^5	NS
Day 28	8.3×10^4	7.9×10^4	3.1×10^4	NS
Day 56	13.1×10^5	7.3×10^5	3.4×10^5	NS
Day 84	1.5×10^5	1.5×10^5	0.3×10^5	NS
Streptococci				
Day 0	6.5×10^4	12.5×10^4	3.7×10^4	NS
Day 28	3.6×10^4	6.5×10^4	1.6×10^4	NS
Day 56	14.6×10^4	8.4×10^4	2.2×10^4	$p<0.05$
Day 84	8.8×10^4	6.9×10^4	1.7×10^4	NS

Table 5.7 Effects of monensin supplementation on pH and ammonia concentration in the rumen

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
pH of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	6.6	6.3	0.3	NS
Day 28	6.7	6.7	0.2	NS
Day 56	7.0	6.9	0.2	NS
Day 84	6.4	6.7	0.2	NS
Ammonia concentration (mg NH_3N/litre) of the rumen liqour at various sampling period				
Day 0	109	112	14.8	NS
Day 28	269	98	158.4	NS
Day 56	79	98	18.1	NS
Day 84	111	103	29.5	NS

Table 5.8 Dry matter degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	63.2	60.7	3.4	NS
Day 56	60.9	58.3	2.3	NS
Day 84	64.6	67.5	3.5	NS
Day 112	55.2	56.0	3.6	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	75.0	73.2	0.4	P<0.05
Day 56	77.5	80.4	1.7	NS
Day 84	74.3	70.0	7.6	NS
Day 112	65.8	66.6	5.0	NS
Maize silage 48 h incubation				
Day 28	56.3	54.9	4.1	NS
Day 56	53.7	51.6	5.2	NS
Rice straw 48 h incubation				
Day 84	29.1	26.5	2.9	NS
Day 112	34.6	38.0	2.5	NS
Maize silage 72 h incubation				
Day 28	60.9	57.9	7.1	NS
Day 56	61.5	63.8	1.7	p<0.05
Rice straw 72 h incubation				
Day 84	39.4	42.9	6.2	NS
Day 112	42.5	43.5	2.9	NS
Maize silage 96 h incubation				
Day 28	63.6	64.9	2.4	NS
Day 56	70.0	64.4	5.5	NS
Rice straw 96 h incubation				
Day 84	59.5	60.9	4.4	NS
Day 112	48.0	48.7	3.9	NS

Table 5.9 Crude protein degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	64.7	57.6	3.3	NS
Day 56	67.4	62.8	2.0	NS
Day 84	54.2	60.2	4.3	NS
Day 112	63.7	62.9	2.9	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	80.6	77.8	0.3	P<0.01
Day 56	84.8	85.8	1.3	NS
Day 84	65.8	61.2	9.9	NS
Day 112	74.8	73.2	3.9	NS
Maize silage 48 h incubation				
Day 28	63.4	71.2	3.2	NS
Day 56	53.1	48.9	5.3	NS
Maize silage 72 h incubation				
Day 28	60.9	69.9	7.0	NS
Day 56	60.5	67.0	1.7	p<0.05
Maize silage 96 h incubation				
Day 28	64.0	68.6	1.8	NS
Day 56	70.8	66.8	5.4	NS

Table 5.10 Crude fibre degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	47.0	48.0	6.4	NS
Day 56	51.4	49.2	3.5	NS
Day 84	51.2	52.8	6.1	NS
Day 112	47.4	46.1	4.2	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	53.8	53.7	0.9	NS
Day 56	88.5	58.6	4.4	NS
Day 84	59.7	52.3	8.2	NS
Day 112	54.5	54.6	4.3	NS
Maize silage 48 h incubation				
Day 28	54.0	55.6	6.4	NS
Day 56	53.0	58.4	5.4	NS
Rice straw 48 h incubation				
Day 84	24.3	23.0	1.1	NS
Day 112	30.6	30.5	2.1	NS
Maize silage 72 h incubation				
Day 28	54.7	62.3	4.3	NS
Day 56	62.3	66.9	5.7	NS
Rice straw 72 h incubation				
Day 84	47.4	35.3	7.7	NS
Day 112	45.9	41.2	3.0	NS

Table 5.11 Neutral detergent fibre degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	72.7	70.7	6.2	NS
Day 56	73.2	65.8	4.1	NS
Day 84	78.5	81.5	6.3	NS
Day 112	67.7	72.9	5.7	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	78.0	74.5	0.8	P<0.05
Day 56	82.6	88.9	3.3	NS
Day 84	80.4	70.7	13.8	NS
Day 112	66.2	70.6	8.4	NS
Maize silage 48 h incubation				
Day 28	54.5	55.9	4.2	NS
Day 56	45.5	52.4	7.4	NS
Rice straw 48 h incubation				
Day 84	28.7	21.7	5.6	NS
Day 112	34.3	36.9	1.0	NS
Maize silage 72 h incubation				
Day 28	50.3	57.2	6.0	NS
Day 56	54.5	63.1	4.8	NS
Rice straw 72 h incubation				
Day 84	41.1	40.9	7.4	NS
Day 112	39.9	41.8	3.1	NS

Table 5.12 Acid detergent fibre degraded (%) from nylon bag suspended in the rumen for various time

Details	Control	Monensin	SEM	Sig.
Concentrate 24 h incubation				
Day 28	68.8	68.9	7.5	NS
Day 56	69.6	72.1	4.6	NS
Day 84	74.5	80.1	7.5	NS
Day 112	70.6	75.8	6.3	NS
Concentrate 48 h incubation				
Day 28	82.5	75.0	1.0	P<0.01
Day 56	81.7	95.9	4.1	P<0.05
Day 84	77.0	72.2	17.8	NS
Day 112	80.3	86.7	8.2	NS
Maize silage 48 h incubation				
Day 28	49.5	51.8	4.7	NS
Day 56	44.9	61.9	7.5	NS
Rice straw 48 h incubation				
Day 84	27.8	27.6	5.3	NS
Day 112	34.3	34.8	1.0	NS
Maize silage 72 h incubation				
Day 28	47.3	54.8	6.4	NS
Day 56	54.9	61.9	4.9	NS
Rice straw 72 h incubation				
Day 84	48.2	39.6	7.3	NS
Day 112	48.0	43.2	3.3	NS

5.5 วิจารณ์ผลการวิจัย

5.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ส่วนใหญ่ อยู่ในช่วงที่จัดว่าเป็นคุณภาพอาหารที่ปกติเกษตรกรใช้เลี้ยงโคนมโดยทั่วไป แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเปอร์เซนต์ไขมันในอาหารข้นและในต้นข้าวโพดหมักนั้นค่อนข้างสูง (5.62 และ 3.42 ตามลำดับ) โดยปกติแล้วในอาหารข้นสำหรับโคนมนั้นควรต้องมีเปอร์เซนต์ไขมันไม่ต่ำกว่า 3.0 (NRC, 1988) สำหรับองค์ประกอบอื่นๆถือว่าใช้ได้ มีเพียงเปอร์เซนต์ความชื้นในต้นข้าวโพดหมักนั้นค่อนข้างสูง (78.3) ประกอบกับเปอร์เซนต์เถ้าในต้นข้าวโพดหมักค่อนข้างสูง (15.7) ต้นข้าวโพดหมักนั้นน่าจะมีดินปนเปื้อนมา เนื่องจากในขณะที่รถตัดต้นข้าวโพดมาทำข้าวโพดหมักใบมีดตัดอาจตัดต่ำถึงหน้าดิน ทำให้อาจมีดินปนมากับต้นข้าวโพด ในส่วนของฟางข้าวนั้นรายงานส่วนใหญ่ระบุว่ามีเปอร์เซนต์เถ้าอยู่ระหว่าง 13.0 – 18.0 เฉลี่ย 15.9% (Vijdnilata and Sanpote, 1982; Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul, 1984, 1985; Tinnimit, 1985; Wanapat, 1985; Promma *et al.*, 1985; Wanapat *et al.*, 1982, 1985; Cheva-Isarakul *et al.*, 1998) ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้พบว่ามีเปอร์เซนต์เถ้า 15.0 นับว่าอยู่ในช่วงที่มีรายงานไว้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบผลการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อผลผลิตโคนม อาหารที่ใช้จึงใช้อาหารที่มีใช้ในฟาร์มทดลองของมหาวิทยาลัยเป็นหลัก

5.5.2 การกินได้โภชนะ

การกินได้โภชนะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่าง อาทิ ความจุกระเพาะของโคนม ชนิดของอาหาร ปริมาณอาหารที่ให้โคกิน สัดส่วนของอาหาร อัตราการย่อยได้ของโภชนะ อัตราการไหลผ่านของอาหารออกจากกระเพาะหมัก (Forbes, 1986) ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างการกินได้โภชนะต่างๆของโคทั้งสองกลุ่ม แต่พบว่าในช่วงระหว่างการทดลองวันที่ 1-28 นั้นโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินกินได้วัตถุแห้ง และพลังงานใช้ประโยชน์น้อยกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน และ ในช่วงของการทดลองวันที่ 85-112 โคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินกินได้โปรตีนสูงกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน รวมทั้งตลอดช่วงการทดลองวันที่ 57-112 โคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีการกินได้โปรตีนสูงกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน เหตุผลที่โคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีการกินได้อาหารมากกว่าอาจเป็นเพราะว่าโคดังกล่าวได้รับ RDP และ UDP มากกว่าโคที่รับสารเสริมโมเนนซิน มีรายงานว่าถ้าโคได้รับ RDP จากอาหารเพิ่มขึ้น การย่อยได้อาหารจำพวกเยื่อใยในกระเพาะหมักจะเพิ่มขึ้น และเพิ่มการกินได้ในที่สุด (Hannah *et al.*, 1991) อีกเหตุผลหนึ่งคือการเพิ่มขึ้นของการกิน UDP สามารถทำให้โคได้รับกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น หรือทำให้เกิดความสมดุลย์ของกรดอะมิโนที่โคกินเข้าไป และทำให้มีผลต่อกลไกการควบคุมการกินอาหารในโคเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับที่พบในแกะ (Egan and Moir, 1965)

การขาดกรดอะมิโน หรือการดูดซึมกรดอะมิโนไม่สมดุลย์สามารถจำกัดเมตาโบลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการกินได้อาหารในตัวสัตว์ ลดอัตราการใช้ประโยชน์สารอาหาร ซึ่งจะเป็นผลต่อการจำกัดการกินได้อาหาร (Forbes, 1986) Egan และ Moir (1965) พบว่าการให้เคซีนที่ลำไส้เล็กของแกะที่ได้รับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบจะช่วยเพิ่มการกินได้อย่างมากในขณะที่การย่อยได้ในกระเพาะหมักลดลง ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่กระทำเช่นเดียวกันแต่ให้เคซีนที่กระเพาะหมัก จะเป็นผลให้มีการเพิ่มขึ้นของการกินได้น้อย แต่การย่อยได้ในกระเพาะหมักเพิ่มขึ้นอย่างมาก

เมื่อพิจารณาถึงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก การย่อยสลายวัตถุแห้ง เยื่อใยหยาบ ADF และ NDF ในถุงไนล่อน จะเห็นได้ว่าไม่พบความแตกต่างระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม ถึงแม้จะมีแนวโน้มว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีการย่อยสลายของวัตถุแห้ง เยื่อใยหยาบ ADF และ NDF ในข้าวโพดหมัก สูงกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินก็ตาม ซึ่งที่กล่าวมาล้วนเป็นเหตุผลที่สนับสนุนความแตกต่างและไม่แตกต่างในด้านการกินได้โภชนะที่พบจากการวิจัยครั้งนี้

5.5.3 ผลผลิตน้ำนมและผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม

จากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองสารเสริมโมเนนซินที่รวบรวมมา (บทที่ 2 ตารางที่ 2.7) มีเพียงงานวิจัยของ Lowe *et al.* (1991) Hayes *et al.* (1996) และ Van der Werf *et al.* (1997) ที่พบว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน ส่วนงานวิจัยอื่นๆ ไม่พบความแตกต่าง อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวนั้นกระทำในต่างสถานที่ ใช้อาหารที่แตกต่างกัน โคนมที่นำมาทดลองให้ผลผลิตน้ำนมเมื่อเริ่มการทดลองแตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ว่าถ้ามีการจัดการด้านอาหารข้นและอาหารหยาบดี การใช้สารเสริมโมเนนซินอาจไม่ส่งผลที่ชัดเจน ผลการวิจัยจึงออกมาแตกต่างกัน สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ใช้โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมปานกลาง (19.0 ก.ก./วัน) ให้โคทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารข้นค่อนข้างมาก (9 ก.ก./วัน) และให้ต้นข้าวโพดตัดหมักหรือฟางข้าวกินเต็มที่ ลำพังอาหารที่โคทั้งสองกลุ่มได้รับแต่ละวันนั้นเพียงพอสำหรับการให้ผลผลิตน้ำนมระดับนี้ การเสริมสารโมเนนซินจึงไม่ส่งผลต่อผลผลิตน้ำนม และผลผลิตส่วนประกอบของน้ำนม

ถึงแม้ข้อมูลการกินได้พลังงานใช้ประโยชน์ของโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินจะมีแนวโน้มมากกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน แต่การกินได้พลังงานใช้ประโยชน์นี้ไม่ส่งผลถึงการผลิตน้ำนม เมื่อพิจารณาถึงการจำแนกพลังงานใช้ประโยชน์ที่โคทั้งสองกลุ่มกินเข้าไปดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.14 โคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีแนวโน้มกินได้พลังงานสูงกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน พลังงานที่โคทั้งสองกลุ่มใช้เพื่อการดำรงชีพเท่ากัน ใช้เพื่อการผลิตน้ำนมและเพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินใช้พลังงานมีประสิทธิภาพใกล้เคียงโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน

โคทั้งสองกลุ่มได้รับพลังงานใช้ประโยชน์มากกว่าที่คาดการณ์จากการให้ผลผลิต การได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ระดับนี้โคทั้งสองกลุ่มน่าจะให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่า 18-19 กิโลกรัมต่อวัน และ

ARC (1980) แนะนำว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตน้ำนมควรจะอยู่ที่ประมาณ 0.60 งานวิจัยครั้งนี้โคทั้งสองกลุ่มให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยประมาณ 17-18 กิโลกรัมในช่วง 56 วันแรก (ได้รับต้นข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบ) และเฉลี่ยประมาณ 13-15 กิโลกรัมในช่วง 56 วันหลัง (ได้รับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ) ฉะนั้นจึงแสดงถึงการใช้พลังงานใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตน้ำนมที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมในช่วงแรก (0.59-0.62) แต่ใช้พลังงานใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตน้ำนมที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำในช่วงหลัง (0.45-0.50)

ถ้าใช้ค่าการย่อยสลายโปรตีนของอาหารข้น ต้นข้าวโพดหมักและฟางข้าวเท่ากับ 0.70, 0.74 และ 0.53 (Nylon bag technique) ตามลำดับ จะสามารถประมาณการได้รับ RDP และ UDP ของโคทั้งสองกลุ่ม.ในทั้ง 2 ช่วงการทดลอง และยังสามารถคำนวณค่าสัดส่วนของ RDP/ME ที่โคทั้งสองกลุ่มได้รับ (ตารางที่ 5.15) โคทั้งสองกลุ่มได้รับ RDP และ UDP ใกล้เคียงกัน รวมทั้งสัดส่วนของ RDP/ME ใกล้เคียงกันเช่นกัน ฉะนั้นการให้ผลผลิตน้ำนมจึงใกล้เคียงกันด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อทำการคำนวณการได้รับ RDP และ UDP เปรียบเทียบกับความต้องการ RDP และ UDP โดยคำนวณจากการให้ผลผลิตด้านต่างๆของโคทั้งสองกลุ่ม ผลสรุปแสดงไว้ในตารางที่ 5.16 ซึ่งโคทั้งสองกลุ่มจะได้รับ RDP และ UDP เกินกว่าความต้องการมาก

5.5.4 ผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม

องค์ประกอบของน้ำนมระหว่างโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทุกช่วงการทดลอง อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของไขมัน โปรตีน และแลคโต๊สในน้ำนมของโคทั้งสองกลุ่มค่อนข้างต่ำ (3.8% 2.9% และ 4.4% ตามลำดับ) ส่วนองค์ประกอบของของแข็งพร่องไขมันและของแข็งรวมในน้ำนมอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (8.1 และ 12.0% ตามลำดับ) จากรายงานการรับซื้อน้ำนมดิบในประเทศไทย วิเชียร (2543) รายงานว่าค่าเฉลี่ย 4 ปี (พ.ศ. 2536-2539) ขององค์ประกอบของไขมัน ของแข็งพร่องไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนม รวบรวมจากแหล่งรับซื้อน้ำนมแหล่งใหญ่ 4 แห่ง ได้แก่ อ.ส.ค. บริษัทโฟร์โมสต์ จำกัด บริษัทอุตสาหกรรมนมไทย จำกัด และบริษัทเนสเล่ย์ จำกัด เท่ากับ 4.37 8.44 และ 12.81 เปอร์เซนต์ตามลำดับ และถ้าใช้ข้อมูลเฉพาะปี พ.ศ. 2539 เท่ากับ 4.32 8.36 และ 12.68 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

สาเหตุที่งานวิจัยครั้งนี้พบว่าองค์ประกอบของไขมันในน้ำนมค่อนข้างต่ำ อาจเป็นเพราะงานวิจัยครั้งนี้ให้อาหารข้นกับโคนมค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับที่เกษตรกรให้ กล่าวคืองานวิจัยครั้งนี้ให้อาหารข้นเฉลี่ยวันละ 8.5 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัว ซึ่งในระดับการให้อาหารข้นนี้มักจะให้กับโคนมที่สามารถให้น้ำนมได้วันละ 18.0-20.0 กิโลกรัม ในขณะที่โคนมของงานวิจัยสามารถให้น้ำนมเฉลี่ย 18.0 กิโลกรัมต่อวันในช่วงแรก (วันที่ 1-56 ของการทดลอง) และให้น้ำนมเฉลี่ย 14.0-15.0 กิโลกรัมต่อวันในช่วงหลัง (วันที่ 57-112 ของการทดลอง) ส่วนองค์ประกอบของโปรตีนในน้ำนมที่ค่อนข้างต่ำอาจเป็นเพราะโคทั้งสองกลุ่มได้รับ RDP อย่างเพียงพอ และได้รับ UDP มากเกินไป ซึ่งยังส่งผลต่อให้โคทั้งสองกลุ่มมีองค์ประกอบของของแข็งพร่องไขมันต่ำด้วย

5.5.5 ผลต่อน้ำหนักตัวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว

งานวิจัยครั้งนี้พบว่า น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มการทดลอง และน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามโคในกลุ่มที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวลดลงระหว่างการทดลอง ในขณะที่โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีการเพิ่มน้ำหนักตัวในช่วงแรกของการทดลอง แต่ในช่วงที่ 2 ของการทดลองมีน้ำหนักตัวลดลง และตลอดการทดลองโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น โดยปกติแล้วหลังจากคลอด เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายในร่างกาย โคนมจะกินอาหารได้น้อยและไม่เพียงพอกับการนำไปใช้ในการสร้างผลผลิต น้ำหนักตัวของโคจะค่อยๆลดลง ทั้งนี้เพราะมีการนำพลังงานที่สะสมไว้ในร่างกายในช่วงก่อนคลอดไปสร้างเป็นผลผลิตโดยเฉพาะน้ำนม หลังจากโคคลอดไปแล้วประมาณ 8 สัปดาห์จึงจะกินอาหารได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่การผลิตน้ำนมเริ่มลดลง น้ำหนักตัวในช่วงนี้ยังน่าจะต่ำกว่าน้ำหนักตัวเมื่อคลอดค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้สามารถที่จะอธิบายถึงกรณีที่โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน อาจเป็นเพราะว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซินมีแนวโน้มให้น้ำนมมากกว่าโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน เมื่อพิจารณาถึงการกินได้พลังงาน รวมทั้ง RDP และ UDP โคทั้ง 2 กลุ่มกินได้โภชนะดังกล่าวใกล้เคียงกัน แสดงว่าโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน นำพลังงานและโปรตีนที่ได้รับไปสร้างเป็นผลผลิตน้ำนมมากกว่าการไปเพิ่มน้ำหนักตัว ในทางกลับกัน โคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินนำพลังงานและโปรตีนที่ได้รับไปสร้างเป็นผลผลิตน้ำนมเพียงบางส่วน และนำพลังงานที่เหลือนอกจากการผลิตน้ำนมไปเพิ่มน้ำหนักตัว

5.5.6 ผลต่อชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่าง อาทิ ชนิดของอาหารที่โคกิน สภาพแวดล้อมภายในกระเพาะหมัก ชนิดและอายุของโค สารอาหารในกระเพาะหมัก อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แต่ละชนิดในกระเพาะหมัก เป็นต้น งานวิจัยครั้งนี้ให้โคทั้งสองกลุ่มกินอาหารเหมือนกัน ต่างกันเพียงกลุ่มแรกไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน กลุ่มหลังได้รับสารเสริมโมเนนซิน ผลการทดลองแสดงถึงว่าสารเสริมโมเนนซินไม่มีผลในการลดจำนวนของจุลินทรีย์จำพวกแกรมบวก เช่น Clostridia แต่มีแนวโน้มยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์จำพวก Protozoa สำหรับจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อจำนวนในกระเพาะหมัก Henderson *et al,* (1981) รายงานว่าการใช้สารเสริมโมเนนซินสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดแกรมบวก Mold และ Protozoa โดยเฉพาะสารเสริมโมเนนซินนั้นสามารถลดจำนวนของ *Butyrivibrio fibrisolvens* และ *Ruminococcus albus* ในขณะที่ Nagaraja *et al.* (1982) และ Stewart *et al.* (1981) พบว่าสารเสริมโมเนนซินนั้นไม่มีผลต่อ *Streptococcus bovis* และกลับทำให้จำนวนของจุลินทรีย์ชนิดนี้เพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้วิเคราะห์เจาะจงที่จะหาจำนวนของจุลินทรีย์ในแต่ละชนิดและแต่ละ species เนื่องจากมีข้อจำกัดในหลายๆด้าน จึงทำการวิเคราะห์เป็นลักษณะของกลุ่มจุลินทรีย์

ซึ่งผลที่ได้ก็เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าสารเสริมโมเนนซินนั้นมีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ในบางกลุ่มแต่ไม่มีผลต่อจุลินทรีย์อีกบางกลุ่ม ซึ่งน่าจะสอดคล้องกับผลของรายงานที่ได้นำเสนอข้างต้น

Table 5.13 Estimation of ME intake (MJ/day)

Details	Control	Monensin
Period I (day 1 – day 56)		
Total ME intake (MEI)	151	147
Metabolisable energy for maintenance (ME_m)	53	52
Net energy for lactation (NE_l)	58	53
Net energy for weight gain (NE_g)	-1	10
Net energy retention (NE_R)	57	63
MEI - ME_m	98	95
Efficiency	0.58	0.66
Period II (day 57 – day 112)		
Total ME intake (MEI)	138	133
Metabolisable energy for maintenance (ME_m)	53	53
Net energy for lactation (NE_l)	43	38
Net energy for weight gain (NE_g)	-3	-7
Net energy retention (NE_R)	40	31
MEI - ME_m	85	80
Efficiency	0.47	0.39

$ME_m = [0.53 (LW/1.08)^{0.67} + 0.0095LW]/k_m$ (ARC, 1980; 1984)

$NE_l = [(0.0406 \times gFat/kg\ milk + 1.509)] \times kg\ milk$ (Tyrrel and Reid, 1965)

$NE_g = 19$ MJ/kg Gain (ARC, 1980; 1984)

$NE_R = NE_l + NE_g$

Efficiency = $NE_R/(MEI - ME_m)$

Table 5.14 The estimated supply of rumen degradable protein (RDP; g/cow/day), undegradable protein (UDP; g/cow/day) and the ratio of RDP/total metabolisable energy intake (g/MJ) in the feed consumed

Details	Control	Monensin
Period I (day 1 – day 56)		
RDP supply		
Concentrate	1,259	1,259
Fresh cut maize	284	264
Total	1,543	1,523
UDP supply		
Concentrate	539	539
Fresh cut maize	100	93
Total	639	632
Total ME intake (MJ/day)	151	147
RDP/ME (g/MJ)	10.2	10.4
Period II (day 57 – day 112)		
RDP supply		
Concentrate	1,245	1,245
Rice straw	80	69
Total	1,325	1,314
UDP supply		
Concentrate	533	533
Rice straw	70	62
Total	603	595
Total ME intake (MJ/day)	138	133
RDP/ME (g/MJ)	9.6	9.9

dg Concentrate = 0.70; dg Maize silage = 0.74, dg rice straw = 0.53 (Nylon bag technique; Orskov and Mehrez, 1977)

Table 5.15 The estimated supply of RDP (g/cow/day) and UDP (g/cow/day) to the tissue of the dairy cows

Details	Control	Monensin
Period I (day 1 – day 56)		
RDP requirement (RDP_R)	1,265	1,232
RDP supply	1,543	1,523
Deficit/surplus	+278	+291
Tissue protein supply by microbial protein (TP_{MCP})	688	670
Total tissue protein requirement (TP_R)	825	811
Tissue protein required from dietary (TP_{UDP})	137	141
Equivalent to dietary UDP [TP_{UDP}/(0.8)]	171	176
UDP supply	639	632
Deficit/surplus	+468	+456
Period II (day 57 – day 112)		
RDP requirement (RDP_R)	1,156	1,115
RDP supply	1,325	1,314
Deficit/surplus	+169	+199
Tissue protein supply by microbial protein (TP_{MCP})	629	606
Total tissue protein requirement (TP_R)	632	583
Tissue protein required from dietary (TP_{UDP})	3	-
Equivalent to dietary UDP [TP_{UDP}/(0.8)]	4	-
UDP supply	603	595
Deficit/surplus	+599	+595

RDP requirement = 8.38 ME intake (ARC,1984)

TP_{MCP} = 8.38 ME intake *0.80*0.85*0.80 (ARC, 1984)

$TP_R = 2.3LW^{0.75}$ + [(gCP/kg milk) x kg milk] + (150 g/kg Gain) [ARC 1980; 1984]

$TP_{UDP} = TP_R - TP_{MCP}$

Assuming 80% of the dietary UDP was digested

5.5.7 ผลต่อความเข้มข้นของ pH และแอมโมเนียไนโตรเจน

จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะทำการหมักย่อยอาหารที่โคกินเข้าไปโดยอาศัยกลไกของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักในการขับ extracellular enzymes ออกมาเพื่อทำการหมักย่อยอาหาร ในขณะเดียวกันก็มีการผลิตสารอาหารหลายๆชนิดขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการหมักย่อยนั้นๆ สารอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่เป็นกรดไขมันระเหยได้ และแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งเมื่อมีการผลิตสารเหล่านี้มากขึ้นจะทำให้ระดับ pH เปลี่ยนไป อย่างไรก็ตามงานทดลองครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับ pH ในกระเพาะหมักระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักเก็บที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวระดับ pH อาจปรับตัวขึ้นมาอยู่ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างแล้ว Hogan (1961) รายงานว่าหลังจากการให้อาหารโคแล้วและเกิดการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ระดับ pH ในกระเพาะหมักจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากโคกินอาหารไปได้ 1-2 ชั่วโมง และจะต่ำที่สุดระหว่างชั่วโมงที่ 2- 3 หลังจากนั้นจะค่อยๆปรับตัวขึ้นจนกระทั่งถึงระดับปกติประมาณ 5- 6 ชั่วโมง

งานวิจัยครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักระหว่างโคทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการวัดระดับแอมโมเนียไนโตรเจนกระทำหลังจากที่โคกินอาหารไปแล้วถึง 3 ชั่วโมง ในระหว่างนั้นระดับแอมโมเนียไนโตรเจนอาจขึ้นสูงในชั่วโมงแรกๆ หลังการกินอาหาร แล้วค่อยๆ ลดต่ำลงถึงระดับที่วัดได้หลังกินอาหารไปแล้ว 3 ชั่วโมง Falvey (1982) พบว่าระดับแอมโมเนียไนโตรเจนขึ้นสูงสุด (320 mgNH_3-N/litre of rumen fluid) หลังจากโคกินอาหารไปแล้วน้อยกว่า 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะลดต่ำลงจนถึงระดับปกติ (30 mgNH_3-N/litre of rumen fluid) หลังจากให้อาหารผ่านไปแล้ว 4-5 ชั่วโมง

Leng and Nolan (1984) พบว่าระดับ pH มีความสัมพันธ์ในทางลบ (negative relation) กับระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก ถ้าเป็นเช่นนี้ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนน่าจะขึ้นสูงสุดในช่วงชั่วโมงที่ 1 ถึง 2 มากกว่าชั่วโมงที่ 3 หลังการกินอาหาร และระดับ pH น่าจะลดลงต่ำสุดในช่วงชั่วโมงที่ 1 และ 2 มากกว่าชั่วโมงที่ 3 ด้วย

5.5.8 ผลต่อการย่อยสลายโภชนะในถุงไนล่อน

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการย่อยสลายโภชนะต่างๆในถุงไนล่อนที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักในระยะเวลาต่างๆกัน แต่ส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างของการย่อยสลายโภชนะระหว่างโคทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีเพียงการย่อยสลายวัตถุแห้ง และโปรตีน ของต้นข้าวโพดหมักในช่วงวันที่ 56 ของการทดลองที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง ของโคที่ได้รับสารเสริมโมเนนซินสูงกว่าในโคที่ไม่ได้รับสารเสริมโมเนนซิน อย่างไรก็ตามผลของการย่อยสลายโภชนะต่างๆ ในระยะเวลาที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักในเวลาต่างๆกัน มีความผันแปรค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้สัตว์ทดลองในแต่ละกลุ่มทดลองนั้นน้อยเกินไป (กลุ่มละ 3 ตัว) ซึ่งการที่จะเพิ่มจำนวนสัตว์ทดลองในแต่ละกลุ่มให้มากขึ้นนั้นเป็นไปได้ยาก เพราะต้องใช้โคที่ผ่านการผ่าตัดติดตั้ง cannulae ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก อย่างไรก็

ตามผลการทดลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มว่าสารเสริมโมเนนซินสามารถเพิ่มการย่อยสลายได้ของโภชนะในถุงไนล่อนที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมัก

5.6 สรุป

จากการศึกษาผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตของโคนมในช่วงต้นระยะให้นมที่ได้รับต้นข้าวโพดตัดสดเป็นอาหารหยาบ ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อการกินได้โภชนะต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนม ปริมาณส่วนประกอบในน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลอง
2. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก
3. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อระดับ pH และระดับ NH_3-N ใน rumen fluid
4. สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อการย่อยสลายของ DM, CP, CF, NDF และ ADF ในถุงไนล่อนที่จุ่มแช่ในกระเพาะหมักในระยะเวลาต่างๆ

บทที่ 6
บทสรุป

การศึกษาถึงผลของการใช้สารเสริมโมเนนซินต่อผลผลิตด้านต่างๆของโคนมในช่วงต้นระยะให้นมที่ได้รับอาหารหยาบต่างๆกัน กล่าวคือ ได้รับต้นข้าวโพดตัดสด ต้นข้าวโพดหมัก และฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ ผลการทดลองส่วนใหญ่สรุปได้ว่าการใช้สารเสริมโมเนนซินไม่มีผลต่อการกินได้ โภชนะไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของน้ำนม ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองและน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลอง นอกจากนี้สารเสริมโมเนนซินยังไม่มีผลต่อระดับความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้ ไม่มีผลต่อการย่อยสลายโภชนะต่างๆในอาหาร ไม่มีผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก และไม่มีผลต่อระดับคีโตนในกระแสเลือด อย่างไรก็ตามสารเสริมโมเนนซินส่งผลที่พอจะชี้ให้เห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่จะส่งผลดีเมื่อนำมาใช้ในโคนม เป็นต้นว่า สามารถเพิ่มระดับกรดโพรพิโอนิคในกระเพาะหมักได้ สามารถเพิ่มการย่อยสลายของวัตถุแห้ง โปรตีน และเยื่อใยในอาหาร ลดปริมาณของยีสต์ mold และ *Clostridia* ได้ โดยเฉพาะเมื่อเสริมสารโมเนนซินไปแล้วเป็นระยะเวลาประมาณ 56 วัน ซึ่งตัวชี้วัดเหล่านี้น่าจะส่งผลถึงการเพิ่มผลผลิตโคนมได้

สาเหตุประการหลักที่สารสเริมโมเนนซินไม่ส่งผลถึงตัวชี้วัดผลผลิตสัตว์ รวมทั้งองค์ประกอบอื่นๆในงานวิจัยครั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่างานวิจัยครั้งนี้ (ทั้งสองการทดลอง) ให้โคได้รับอาหารข้นในปริมาณที่มากเกินไป (9 กิโลกรัม/ตัว/วัน) ซึ่งปริมาณอาหารข้นในระดับนี้สามารถให้สารอาหารเพียงพอที่จะผลิตน้ำนมได้วันละกว่า 20 กิโลกรัม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าโคได้รับอาหารเกินกว่าความต้องการของโค ฉนั้นการเสริมสารโมเนนซินจึงไม่สามารถแสดงออกถึงผลได้เต็มศักยภาพที่ควรจะเป็น หากจะมีการศึกษาวิจัยในเรื่องทำนองเดียวกันนี้ควรจะให้โคนมได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำและได้รับอาหารข้นในระดับที่น้อยกว่างานวิจัยครั้งนี้ เป็นต้นว่าประมาณวันละ 6 กิโลกรัม/ตัว

บรรณานุกรม

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร . 2541. สถิติการเกษตร ปีเพาะปลูก 2539-2540. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Allen, S. and Miller, E.L. 1976. Determination of nitrogen requirements for microbial growth from the effect of urea supplementation of a low N diet on abomasal N flow and N recycling in wethers and lambs. British Journal of Nutrition. 36:353-368.

Agricultural Research Council. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. 2nd Edition. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, U.K. 351 p.

Agricultural Research Council. 1984. Report of the Protein Group of the Agricultural Research Council Working Party on the Nutrient Requirements of Ruminants. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, U.K.

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. Journal of Animal Science. 49:1066-.

Benz, D.A. and Johnson, D.E. 1982. The effect of monensin and partitioning by forage-fed steers. Journal of Animal Science. 55(Suppl. 1):114-.

Blaxter, K.L. and Wainman, F.W. 1961. Environmantal temperature and the energy metabolism and heat emission of steers. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 56:81-90.

Boniface, A.M., Marray, R.M. and Hogan, J.P. 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 16:151-154.

Cameron, A.R. and Malmo, J. 1992. A survey of the efficacy of sustained release monensin capsules in the control of bloat in dairy cattle in Gippsland. Annual Meeting, Epidemiology, Australian College of Veterinary Scientists. Massey University, Palmerston North, New Zealand.

Chalupa, W., Corbett, W. and Brethour, J.R. 1980. Effects of monensin and amicoral on rumen fermentation. Journal of Animal Science. 51:170-.

Colditz, P.J. and Kellaway, R.C. 1972. The effect of diet and heat stress on feed intake, growth and nitrogen metabolism in Friesian, F1 Brahman x Friesian and Brahman heifers. Australian Journal of Agricultural Research. 23:717-725.

Delfino, J., Mathison, G.W. and Smith, M.W. 1988. Effect of monensin and lasalocid on feed intake, performance and energy partitioning in cattle. Journal of Animal Science. 66:136-150.

Egan, A.R. and Moir, R.J. 1965. Nutritional status and intake regulation in sheep. I. Effects of duodenally infused single dose of casein, urea and propionate upon voluntary intake of a low-protein roughage by sheep. Australian Journal of Agricultural Research. 16:437-449.

Elanco, 1991. Monensin dairy trial results. Eli Lily Australia product company. West Ryde, New South Wales.

Falvey, J.L. 1982. The effect of infrequent administration of urea on rumen ammonia and serum level of cattle consuming rice straw. Tropical Animal Production. 7:209-212.

Fellner, V., Sauer, F.D. and Kramer, J.K.G. 1997. Effect of nigericin, monensin and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. Journal of Dairy Science. 80:921-928.

Forbes, J.M. 1986. The Voluntary Food Intake of Farm Animals. Butterworth, London. 206p.

Graham, N.M., Wainman, F.W., Blaxter, K.L. and Armstrong, D.G. 1959. Environmental temperature, energy metabolism and heat regulation in sheep. I. Energy metabolism in closely clipped sheep. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 52:13-24.

Hannah, S.M., Cochran, R.C., Vanzant, E.S. and Harmon, D.L. 1991. Influence of protein supplementation on site and extent of digestion, forage intake and nutrient flow characteristics in steers consuming dormant bluestem-range forage. Journal of Animal Science. 69:2624-2633.

Harrold, J.B. 1998. Microbiological Application Laboratory Manual in General Microbiology. 7th Edition. McGraw-Hill Co.Ltd., New York. 468p.

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. Journal of Dairy Science. 79:1000-1008.

Henderson, C., Stewart, C.S. and Nekrep, F.V. 1981. The effect of monensin on pure and mixed culture of rumen bacteria. Journal of Applied Bacteriology. 51:159.

Hogan, J.P. 1961. The absorption of ammonia through the rumen of sheep. Australian Journal of Biological Sciences. 14:448-460.

Holmes, C.W. and Wilson, G.F. 1987. Milk Production from Pasture. Butterworth, Wellington, New Zealand. 319p.

Horton, G.M.J., and 1980. Digestion and metabolism in lambs and steer fed monensin with different levels of barley. Journal of Animal Science. 50:997-1008.

Hume, I.D., Moir, R.J. and Somers, M. 1970. Synthesis of microbial protein in the rumen. I. Influence of the level of nitrogen intake. Australian Journal of Agricultural Research. 21:283-296.

Ilan, D., Ben-Asher, A., Holzer, Z., Nitsan, Z., Nir, I. And Levy, D. 1981. Effect of monensin supplementation on growth, feed digestibility and utilisation in young calves. Animal Production. 32:125-131.

Joyner, A.E., Brown, L.J.Jr., Fogg, T.J. and Rossi, R.T. 1979. Effect of monensin on growth, feed efficiency and energy metabolism of lambs. Journal of Animal Science. 48:1065-1069.

Krebs, G. and Leng, R.A. 1984. The effect of supplementation with molasses/urea blocks on ruminal digestion. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 15:704. (Abstract).

Leng, R.A. and Nolan, J.V. 1984. Nitrogen metabolism in the rumen. Journal of Dairy Science. 67:1072-1089.

Lippke, H. 1975. Digestibility and volatile fatty acids in steers and wethers at 21 and 32°C ambient temperature. Journal of Dairy Science. 58:1860-1864.

Lowe, L.B., Ball, G.J., Carruthers, V.R., Dobos, R.C., Lynch, G.A., Moate, P.J., Poole, P.R. and Valentine, S.C. 1991. Monensin controlled-release intraruminal capsule for control of bloat in pastured dairy cows. Australian Vaterinary Journal. 68:17-20.

Lynch, G.A., Hunt, M.E. and McCutcheon, S.N. 1990. A note on the effect of monensin sodium administered by intraruminal controled release devices on productivity of dairy cows at pasture. Animal Production. 51:418-421.

McDowell, R.E., Moody, E.G., Van Soest, P.J. Lehmann, R.P. and Ford, G.L. 1969. Effect of heat stress on energy and water utilisation of lactating cows. Journal of Dairy Science. 52:188-194.

Mehrez, A.Z., Ørskov, E.R. and McDonald, I. 1977. Rates of ruminal fermentation in relation to ammonia concentration. British Journal of Nutrition. 38:437-443.

Miller, J.K., Swanson, E.W., Lyke, W.A., Moss, B.R. and Byrne, W.F. 1974. Effect of thyroid status on digestive tract fill and flow rate on undigested residues in cattle. Journal of Dairy Science. 57:193-197.

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. Journal of Animal Science. 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. Journal of Animal Science. 54:649-659.

National Research Council. 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Edition. National Academic Press, Washington D.C. 157p.

Ørskov, E.R. and Mehrez, A.Z. 1977. Estimating of extent of protein degradation from basal feeds in the rumen of sheep. Proceedings of the Nutrition Society. 36:78A.

Parker, R.J. et. al. 1986. Post-weaning coccidiosis in beef calves in the dry tropics: Experimental control with continuous monensin supplementation via intraruminal devices and concurrent epidemiological observations. Tropical Animal Health and Production. 18:198-208.

Perdock, H.B., Leng, R.A., Bird, S.H., Habib, G. and Van Houtert, M. 1988. Improving livestock production from straw-based diets. pp.81-91. In: Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas. Edited by E.F. Thomson and F.S Thomson. Published by ICARDA, Syria.

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 supplementated diet. Journal of Animal Science. 46:1120-1124.

Pressman, B.C. 1976. Biological application of ionophores. Annual Review of Biochemistry. 45:501.530.

Ramanzin, M., Bailoni, L., Schiavon, S. and Bittante, G. 1997. Effect of monensin on milk production and feed efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratios. Journal of Dairy Science. 80:1136-1142.

Richardson, L.F., Raun, A.P., Potter, E.L., Cooley, C.O. and Rathmacher, R.P. 1976. Effect of monensin on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. Journal of Animal Science. 43:657-664.

Rogers, J.A. and Davis, C.L. 1982. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilisation in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. Journal of Dairy Science. 65:944-952.

Satter, L.D. and Slyter, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. British Journal of Nutrition. 32:199-208.

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

Schelling, G.T. 1984. Monensin: Mode of action in the rumen. Journal of Animal Science. 58:1518-1527.

Spears, J.W. 1990. Effect of monensin on apparent digestibility. Journal of Nutrition. 120:632-638.

Spears, J.W., Schircker, B.R. and Burns, J.C. 1990. Influence of lysicellin and monensin on mineral metabolism of steers fed forage-based diets. Journal of Animal Science. 67:2140-2149.

Statistical Analysis System. 1988. SAS Insitute Inc. Carey. NC.27512-8000, USA.

Stevenson, G.T. and Lowe, L.B. 1992. The effect of monensin on production and reproductive function in autumn calving herds. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 19:97.

Stewart, C., Paniagua, S. and Dinsdale, D. 1981. Selective isolation and characteristics of *Bacteroides succinogenes* from the rumen of cows. Apply Environmental Microbiology. 41:504-510.

Suksombat, W. and Sra-ngarm, D. 1998. Effect of intraruminal monensin capsule on dairy cow performance in early lactation. Thai Journal of Agricultural Science. 31(3):402-410.

Thomas, E.E., Poe, E., McGuffy, 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. Journal of Dairy Science. 74(Suppl.1):280.

Thornton, J.H., and Owens, F.N. 1981. Monensin supplementation and *in vivo* methane production by steers. Journal of Animal Science. 52:628-634.

Tyrrel, H.F. and Reid, J.T. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. Journal of Dairy Science. 48:1215-1223.

Van Der Werf, J.H.J., Jonker, L.J. and Oldenbroek, J.K. 1998. Effect of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. Journal of Dairy Science. 81:427-433.

Westly, J.W. 1983. Notation and classification. Journal of Polyether Antibiotics. 1:1-20.

Wilson, G.F., Lynch, G.A. and Van de Well, C. 1992. Effects of rumensin anti-bloat capsules on dairy cow performance and health. Dairy Farming Annual. Massey University, Palmerston North. New Zealand. 44:153.

Zinn, R.A. and Borques, J.L. 1993. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilisation of a fat supplemented, high energy growing finishing diet by feeedlot steers. Journal of Animal Science. 71:18.

ภาคผนวก

การศึกษาจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

คำนำ

ปัจจุบันการศึกษาจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามการที่จะจำแนกชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์นั้นต้องอาศัยความชำนาญเฉพาะด้าน และต้องใช้เทคนิคขั้นสูงในการจำแนกดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการจำแนกจุลินทรีย์เป็นกลุ่มๆเท่านั้น ไม่ได้ทำการศึกษาลึกลงไปถึงขั้นจำแนก species ของจุลินทรีย์แต่ละชนิดในกระเพาะหมัก และการจำแนกกลุ่มจุลินทรีย์ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้องการให้จุลินทรีย์ที่ต้องการจำแนกเจริญได้เท่านั้น

วัตถุประสงค์

เพื่อจำแนกกลุ่มจุลินทรีย์ที่เก็บตัวอย่างจากกระเพาะหมักโคนมโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ

วิธีการศึกษา

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดที่ต้องการจำแนกกลุ่มจุลินทรีย์
2. นำน้ำย่อยในกระเพาะหมัก และอาหารในกระเพาะหมักมาทำการเจือจาง แล้วนำลงเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ
3. นับโคโลนีของกลุ่มจุลินทรีย์ เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มที่มีอยู่ในกระเพาะหมักโคนม

วัสดุอุปกรณ์

1. ส่วนประกอบต่างๆ ของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด Potato dextrose agar (PDA), Rogosa, Streptococcus selective agar, Anaerobic agar, และ E-medium for anaerobes
2. เครื่องชั่ง กระดาษรองชั่ง (wax paper) และช้อนตักสารเคมี
3. ภาชนะเตรียมอาหารชนิดต่างๆ และแท่งแก้วสำหรับคนอาหาร
4. pH meter
5. 1 N NaOH, 1 N HCl, 8 N NaOH และ 5 N HCl
6. Beakers
7. ขวด และหลอดสำหรับบรรจุอาหาร
8. ผ้าขาวบาง
9. Steriled preti dish
10. Steriled pipet ขนาด 1ml และ 10 ml
11. Autoclave
12. Anaerobic jar

13. Anaeropack

14. อุปกรณ์บรรจุตัวอย่าง ถุงพลาสติก ยาง ปากกา และอื่นๆ

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. การเตรียมอาหาร Potato dextrose agar (PDA) สำหรับศึกษาปริมาณเชื้อรา (Fungi)

ใช้อัตราส่วน PDA 30 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยคำนวณความต้องการที่จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด แล้วทำการชั่ง PDA ตามความต้องการ ละลาย PDA ในน้ำกลั่นตามสัดส่วนใน beaker ขนาดตามความต้องการ คนด้วยแท่งแก้วให้ PDA ละลาย โดยใช้ความร้อนช่วย (hot plate) จนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด ปรับปริมาตรตามสัดส่วน ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง เมื่ออาหารเป็นกรด หรือ ด่างมากเกินไป ให้ปรับด้วย 1N NaOH หรือ 1N HCl แล้วแต่กรณี จนได้ค่า pH 5.6±0.2 ที่อุณหภูมิ 25°C นำอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุลงในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15-30 นาที นำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเทลงบน petri dish ก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

2. การเตรียมอาหาร Rogoza สำหรับศึกษาปริมาณจุลินทรีย์กลุ่ม *Lactobaclilli*

ใช้อัตราส่วน Rogoza 82 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยคำนวณความต้องการที่จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด แล้วทำการชั่ง Rogoza ตามความต้องการ ละลาย Rogoza ในน้ำกลั่นตามสัดส่วนใน beaker ขนาดตามความต้องการ คนด้วยแท่งแก้วให้ Rogoza ละลาย โดยใช้ความร้อนช่วย (hot plate) จนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด ปรับปริมาตรตามสัดส่วน ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง เมื่ออาหารเป็นกรด หรือ ด่างมากเกินไป ให้ปรับด้วย 1N NaOH หรือ 1N HCl แล้วแต่กรณี จนได้ค่า pH 5.4±0.2 ที่อุณหภูมิ 25°C นำอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุลงในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15-30 นาที นำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเทลงบน petri dish ก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

3. การเตรียมอาหาร Streptococcus selective broth สำหรับใช้ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์กลุ่ม *Streptococci*

ใช้อัตราส่วน Streptococcus selective broth 30 กรัม และ agar 15 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยคำนวณความต้องการที่จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด แล้วทำการชั่ง Streptococcus selective broth และ agar ตามความต้องการ ละลาย Streptococcus selactive broth และ agar ในน้ำกลั่นตามสัดส่วนใน beaker ขนาดตามความต้องการ คนด้วยแท่งแก้วให้ส่วนประกอบอาหารละลาย โดยใช้ความร้อนช่วย (hot plate) จนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด ปรับปริมาตรตามสัดส่วน ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง เมื่ออาหารเป็นกรด หรือ ด่างมากเกินไป ให้ปรับด้วย 1N NaOH หรือ 1N HCl แล้วแต่กรณี จนได้ค่า pH 7.4±0.1 ที่อุณหภูมิ 25°C นำอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุลงในขวด

ขนาด ..มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15-30 นาที นำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเทลงบน petri dish ก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

4. การเตรียมอาหาร Anaerobic agar สำหรับศึกษาปริมาณจุลินทรีย์กลุ่ม *Clostridium* sp. ซึ่งได้แก่ *C. aminophilum, C. sticklandii* และ *Peptostreptococcus* sp. ได้แก่ *P. anaerobius*

สูตรอาหาร anaerobic agar ปริมาตร 1 ลิตร ประกอบด้วย (Atlas, 1995)

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.

ชั่ง anaerobic agar ตามน้ำหนักที่ต้องการ ละลายส่วนประกอบต่างๆในน้ำกลั่น คนด้วยแท่งแก้ว ให้ส่วนประกอบของอาหารละลาย โดยใช้ความร้อนช่วย (hot plate) จนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด ปรับปริมาตรตามสัดส่วน ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง เมื่ออาหารเป็นกรด หรือ ด่างมากเกินไป ให้ปรับด้วย 1N NaOH หรือ 1N HCl แล้วแต่กรณี จนได้ค่า pH 7.2±0.2 ที่อุณหภูมิ 25°C นำอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุลงในขวดขนาด .250.มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15-30 นาที นำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเทลงบน petri dish ก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

5. การเตรียมอาหาร E-medium สำหรับใช้ศึกษาจุลินทรีย์กลุ่มที่อยู่ในกระเพาะหมัก ได้แก่ *Butyrivibrio fibrisolvens, Eubacterium ruminantium, Methanobacterium formicum, Clostridium methylpentosum, Prevotella ruminicola, Selenomonas ruminantium, Bacteroides ruminicola, Bacteroides succinogenes, Lachnospira multipara, Propionicbacterium acidipropionici, Treponema bryantii* และ *Treponema succinifaciens*

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
Salt solution	500 ml
Rumen fluid	300 ml
Resazurin solution	4 ml

ชั่งส่วนประกอบของ E-medium for anaerobes ตามน้ำหนักที่ต้องการเตรียม ละลายส่วนประกอบต่างๆในน้ำกลั่น ยกเว้น L-cysteine HCL H_2O คนด้วยแท่งแก้ว ให้ส่วนประกอบของอาหารละลาย ใช้ความร้อนช่วย ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อ ละลายหมด ลดอุณหภูมิลง แล้วใส่ L-cysteine HCL H_2O ปรับปริมาตรให้ครบตามสูตร ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง เมื่ออาหารเป็นกรด หรือ ด่างมากเกินไป ให้ปรับด้วย 8N NaOH หรือ 5N HCl แล้วแต่กรณี จนได้ค่า pH 7.0±0.2 ที่อุณหภูมิ 25°C นำอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุลงในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นระยะเวลา 15-30 นาที นำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเทลงบน petri dish ก่อนที่อาหารจะแข็งตัว

6. การบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารที่เตรียมเสร็จแล้ว ถ้าต้องการเก็บรักษาไว้ใช้ต่อไป ให้ทำการกรอกอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ขวดประมาณครึ่งขวด ระวังอย่าให้มีการปนเปื้อนปากขวด สำหรับอาหารที่เติมวุ้นแล้วต้องรีบกรอกก่อนวุ้นจะแข็งตัว ปิดขวดด้วยฝาเกลียวให้สนิท แล้วคลายฝาเกลียวออกครึ่งรอบ ภายหลังจากทำการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วจึงปิดฝาเกลียวให้แน่น ทำความสะอาดภาชนะ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อให้เรียบร้อย

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ

วัน-เดือน-ปีเกิด : 29 พฤศจิกายน 2498 อายุ 46 ปี

ภูมิลำเนา : กรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ปัจจุบัน : 111/127 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทร 044-225876

สถานที่ทำงาน : สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร. 044-224153

ประวัติการศึกษา :

ระดับการศึกษา	วุฒิการศึกษา	สถาบันการศึกษา	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สัตวบาล)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	พ.ศ. 2520
ปริญญาโท	M. Agr. Sc. (Dairy Production)	Massey University New Zealand	พ.ศ. 2531
ปริญญาเอก	Ph.D. (Dairy Production and Nutrition)	Massey University New Zealand	พ.ศ. 2536

ประวัติการทำงาน :

ปี พ.ศ.	**ตำแหน่ง**	**หน่วยงาน**
2521-2537	หลายตำแหน่ง	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย
2537-ปัจจุบัน	อาจารย์	สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติงานวิจัยและผลงานทางวิชาการ :

เอกสารประกอบการสอน เอกสารคำสอนหลายวิชา

บทความทางวิชาการ หลายเรื่อง

ผลงานวิจัย หลายเรื่อง