

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาคผนวก	ญ
สารบัญภาพ	ฉ
อักษรย่อ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
จุลินทรีย์และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน	3
คาร์โบไฮเดรตและการเกิดกรดในกระเพาะรูเมน	6
ความสำคัญของส่วนประกอบอาหารต่อกระบวนการหมักและการให้ผลผลิตของโคนม	10
แอสีโดสิส	12
สาเหตุของการเกิดแอสีโดสิส	13
อาการ โดยทั่วไปของโคเมื่อเกิดภาวะแอสีโดสิส	16
ผลสืบเนื่องจากการเกิดแอสีโดสิส	17
- กีบอัส	17
- ฟีในตับ	21
- Polioencephalomalacia (PEM)	22
การปรับสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมน	22
บทบาทของสารบัฟเฟอร์ต่อการปรับสภาวะในกระเพาะรูเมนและการให้ผลผลิต	23
- โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate, NaHCO ₃) กับ	24
คุณสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์	

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium Oxide, MgO) กับการปรับสภาพ pH ในกระเพาะรูเมน	26
กรณีที่ต้องเสริมบัฟเฟอร์และค่าในสูตรอาหาร	27
การใช้ด่างหรือเบส (Alkalizing agent or base) ร่วมกับบัฟเฟอร์เพื่อปรับ สภาพในกระเพาะรูเมนและเพิ่มผลผลิต	28
บทบาทของพืชแห้ง (Hay) ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของโคนม	34
อาหารผสมครบถ้วน (Total Mixed Ration, TMR) กับการลดปัญหาแอสติโคซิส	37
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	40
การทดลองที่ 1 คุณสมบัติของ โซเดียมไบคาร์บอเนตและแมกนีเซียมออกไซด์	40
1.1 การหาค่า buffering capacity (BC) ของ โซเดียมไบคาร์บอเนต	40
1.2 การหาค่า total acid consuming capacity (TACC) ของ โซเดียมไบคาร์บอเนต และแมกนีเซียมออกไซด์	40
1.3 การหาขนาดอนุภาคและพื้นที่ผิวจำเพาะของแมกนีเซียมออกไซด์	41
1.4 การหาค่า pH ของ โซเดียมไบคาร์บอเนตและแมกนีเซียมออกไซด์	41
การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการเสริม โซเดียมไบคาร์บอเนตร่วมกับแมกนีเซียมออกไซด์ และหญ้าแห้งในสูตรอาหาร โคนมต่อปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ในระดับห้องปฏิบัติการ (<i>in vitro</i>)	41
การทดลองที่ 3 ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของโคนมที่ได้รับอาหารที่มีหญ้าแห้งหมัก เป็นอาหารขยายหลักเสริมด้วยบัฟเฟอร์และหญ้าแห้งและที่มีหญ้าแห้ง แห้งเป็นอาหารขยายหลัก	42
สัตว์ทดลองและคอกทดลอง	42
อาหารทดลอง	43
แผนการทดลอง	44
การประเมินคุณภาพทางกายภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	46
การวิเคราะห์ทางสถิติ	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	48
การทดลองที่ 1 คุณสมบัติของโซเดียมไบคาร์บอเนตและแมกนีเซียมออกไซด์	48
การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนตร่วมกับแมกนีเซียมออกไซด์และหญ้าแห้งในสูตรอาหารโคนมต่อปริมาณกรดไขมันระเหยได้โดยวิธีวัดในห้องปฏิบัติการ (<i>in vitro</i>)	49
การทดลองที่ 3 ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีหญ้ารูซี่หมักเป็นอาหารหยาบหลักเสริมด้วยบัพเฟอร์และหญ้าแห้งและที่มีหญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลัก	55
คุณภาพของหญ้ารูซี่หมักและองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร	55
ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหาร	60
ผลสืบเนื่องของแอลกอฮอล์ต่อโคภายหลังการทดลอง	67
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	68
เอกสารอ้างอิง	70
ภาคผนวก	78
ภาคผนวก 1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ (organic acid) โดยวิธีการกลั่น	78
ภาคผนวก 2 ผลการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคและพื้นที่ผิวจำเพาะของ MgO	79
ภาคผนวก 3 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ VFA ของสารละลายมาตรฐานโดยใช้ Gas chromatography	81
ประวัติผู้เขียน	114

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1	ผลของอัตราส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นต่อสัดส่วนกรดไขมันระเหยได้ในโครีดนม 4
2.2	ปริมาณกรดอะซิติกและ โพรพิโอนิกที่เกิดขึ้นในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับอาหารที่มีขนาดชิ้นต่างกัน 4
2.3	บัฟเฟอร์ที่นิยมใช้ บริเวณที่ออกฤทธิ์ และปริมาณที่แนะนำให้ใช้ในอาหารโครีดนม 29
2.4	เปอร์เซ็นต์ไขมัน ในน้ำมันของโคแต่ละกลุ่ม 30
2.5	ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งและปริมาณผลผลิตน้ำนมในแต่ละพีทเมนต์ 31
2.6	ผลของชนิดอาหารต่ออัตราการกินและปริมาณน้ำลาย 34
2.7	ผลของขนาดชิ้นของพืชอาหารสัตว์ต่อเวลาที่ใช้ในการเคี้ยว 36
3.1	ปริมาณอาหารผสมครบส่วน (TMR) ที่ให้โคกินในแต่ละวันและองค์ประกอบของอาหารข้นที่ใช้ 44
3.2	การจัดกลุ่มการทดลอง 45
4.1	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของ โซเดียม ไบคาร์บอเนตและแมกนีเซียมออกไซด์ 48
4.2	ค่า TACC ค่าการละลายและคุณสมบัติอื่นๆของแมกนีเซียมออกไซด์แต่ละชนิด 49
4.3	ปริมาณกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงต่างๆ (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) 50
4.4	ปริมาณกรดโพรพิโอนิกที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงต่างๆ (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) 50
4.5	ปริมาณกรดบิวทริกที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงต่างๆ (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) 50
4.6	ผลการวิเคราะห์การถดถอยของแบบ quadratic ของปริมาณกรดไขมันระเหยได้ที่เกิดจากการหมักตัวอย่างอาหารในหลอดแก้วที่ชั่วโมงต่างๆ 52
4.7	ปริมาณแก๊ส (มิลลิลิตร) ที่เกิดจากการหมักตัวอย่างอาหารที่ชั่วโมงต่างๆ 54
4.8	ผลการวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณแก๊สที่เกิดจากการหมักที่ชั่วโมงต่างๆ 54
4.9	ปริมาณกรดอินทรีย์ ค่า pH และคะแนนคุณภาพของหญ้าที่หมัก 55
4.10	องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าที่หมัก หญ้าที่แห้งและอาหารข้นแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลอง (ร้อยละของวัตถุแห้ง) 56
4.11	ค่าความเป็นกรด – ด่าง และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้ง 4 สูตร 57
4.12	ค่าความเป็นกรด – ด่าง และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วน (ร้อยละของวัตถุแห้ง) 58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.13 ยอดโภชนะย่อยได้ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานย่อยได้ของอาหารผสมครบส่วนทั้ง 4 สูตร	59
4.14 ปริมาณอาหารที่กินได้และโภชนะที่โคได้รับ	59
4.15 ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมของโคที่กินอาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 กลุ่ม	61
4.16 ต้นทุนในการให้ผลผลิตน้ำนม (บาท/กก.น้ำนม)	62
4.17 อัตราการหายใจ อัตราการเคี้ยวเอื้อง และคุณสมบัติของสิ่งขับถ่าย	63
4.18 ผลของการใช้อาหารสูตร 3 เทียบกับอาหารสูตร 4	64
4.19 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม (บาท/กก.น้ำนม) ของโคที่ได้รับอาหารสูตร 3 และ 4	66

สารบัญภาคผนวก

ตารางผนวก	หน้า
1 ANOVA : ปริมาณกรดอะซิติก (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ในการทดลองที่ 2	82
2 ANOVA : ปริมาณกรดโพรพิโอนิก (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ในการทดลองที่ 2	82
3 ANOVA : ปริมาณกรดบิวทีริก (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ในการทดลองที่ 2	83
4 ANOVA : ปริมาณการกิน ได้ของวัตถุแห้ง (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	84
5 ANOVA : ปริมาณการกิน ได้ของวัตถุแห้ง (ร้อยละของน้ำหนักตัว) ในการทดลองที่ 3 trial 1	85
6 ANOVA : ปริมาณผลผลิตน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	86
7 ANOVA : ปริมาณผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันที่ระดับ 4% (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	87
8 ANOVA : ปริมาณไขมันในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 1	88
9 ANOVA : ปริมาณโปรตีนในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 1	89
10 ANOVA : ปริมาณแลคโตสในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 1	90
11 ANOVA : ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 1	91
12 ANOVA : ปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 1	92
13 ANOVA : ปริมาณไขมันในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	93
14 ANOVA : ปริมาณโปรตีนในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	94
15 ANOVA : ปริมาณแลคโตสในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	95
16 ANOVA : ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	96
17 ANOVA : ปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	97
18 ANOVA : อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที) ในการทดลองที่ 3 trial 1	98
19 ANOVA : อัตราการเคี้ยวเอื้อง (ครั้ง/นาที) ในการทดลองที่ 3 trial 1	99
20 ANOVA : ปริมาณวัตถุแห้งในมูล (%) ในการทดลองที่ 3 trial 1	100
21 ANOVA : ความคงตัวของมูล (คะแนน) ในการทดลองที่ 3 trial 1	101
22 ANOVA : ค่า pH ในมูลของโค ในการทดลองที่ 3 trial 1	102
23 ANOVA : ค่า pH ในปัสสาวะของโค ในการทดลองที่ 3 trial 1	103

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
24 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	104
25 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (ร้อยละของน้ำหนักตัว) ในการทดลองที่ 3 trial	104
26 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณผลผลิตน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	105
27 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันที่ระดับ 4% (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	105
28 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณไขมันในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 2	106
29 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณ โปรตีนในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 2	106
30 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณแลคโตสในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 2	107
31 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 2	107
32 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันในน้ำนม (%) ในการทดลองที่ 3 trial 2	108
33 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณไขมันในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	108
34 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณ โปรตีนในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	109
35 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณแลคโตสในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	109
36 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	110

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
37 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันในน้ำมัน (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	110
38 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของอัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที) ในการทดลองที่ 3 trial 2	111
39 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของอัตราการเคี้ยวเคี้ยว (ครั้ง/นาที) ในการทดลองที่ 3 trial 2	111
40 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของปริมาณวัตถุแห้งในมูล (%) ในการทดลองที่ 3 trial 2	112
41 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของความคงตัวของมูล (คะแนน) ในการทดลองที่ 3 trial 2	112
42 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของค่า pH ในมูลของ โค ในการทดลองที่ 3 trial 2	113
43 การวิเคราะห์สถิติแบบ t-test ของค่า pH ในปัสสาวะของโค ในการทดลองที่ 3 trial 2	113

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 การหมักย่อยคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน	7
2.2 อิทธิพลของระดับอาหารหยาบและอาหารข้นต่อปริมาณ VFA ในกระเพาะรูเมน และการให้ผลผลิตน้ำนม	8
2.3 คาร์โบไฮเดรตชนิดที่เป็น โครงสร้างและไม่ใช่โครงสร้างต่อการปรับสภาพ pH ในกระเพาะรูเมน	9
2.4 ลำดับเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการชักนำให้เกิดความเป็นกรดในกระเพาะรูเมน	14
2.5 กลไกและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อสัตว์เกิดภาวะแอสิดิซิส	16
2.6 ความสัมพันธ์ของอาหาร โรต และสิ่งแวดล้อมต่อการเกิดก๊อแกส	19
2.7 ลำดับขั้นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการเกิดแอสิดิซิส ที่สัมพันธ์กับการเกิดก๊อแกส	20
2.8 การเกิดฝีที่ตับในโคที่ได้รับอาหารข้นปริมาณมาก	21
2.9 กระบวนการผลิต โซเดียมไบคาร์บอเนตและ โซเดียมคาร์บอเนต	24
2.10 กลไกการรักษาสภาพ pH จากกรดแลคติกโดย NaHCO_3	26
2.11 การเปลี่ยนแปลงค่า pH เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกลงในอาหารหยาบแต่ละชนิด	35
4.1 ปริมาณกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิกและกรดบิวทีริกที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงต่างๆ	53

อักษรย่อ

ADF	=	acid detergent fiber	RB	=	rice bran
ADL	=	acid detergent lignin	RDP	=	ruminal degradable protein
BC	=	buffering capacity	RH	=	ruzi hay
BW	=	body weight	RS	=	ruzi silage
CHO	=	carbohydrate	SBM	=	soybean meal
CP	=	crude protein	TACC	=	total acid consuming capacity
DCAD	=	dietary cation-anion difference	TDN	=	total digestible nutrient
DE	=	digestible energy	TMR	=	total mixed ration
DM	=	dry matter	TS	=	total solid
DMI	=	dry matter intake	TTP	=	thiamin diphosphate
EE	=	ether extract	VFA	=	volatile fatty acid
4% FCM	=	4% fat corrected milk			
FCR	=	feed conversion ratio			
FCS	=	fecal consistency score			
FFA	=	free fatty acid			
FM	=	fish meal			
GC	=	ground corn			
LW	=	live weight			
ME	=	metabolizable energy			
NDF	=	neutral detergent fiber			
NFC	=	non fiber carbohydrate			
NFE	=	nitrogen free extract			
NPN	=	non protein nitrogen			
NSC	=	non structural carbohydrate			
OM	=	organic matter			
Osm	=	osmotic pressure			
PEM	=	polioencephalomalacia			
RAC	=	readily available carbohydrate			