

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาคผนวก	ฏ
สารบัญภาพ	ณ
อักษรย่อ	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ข้อมูลทั่วไปของกระถิน	3
คุณค่าทางอาหารของกระถิน	5
ข้อจำกัดของการใช้ใบกระถินเลี้ยงสัตว์	9
พิษของมิโมซิน	11
จุลินทรีย์ในรูเมนของสัตว์ในแต่ละพื้นที่ที่มีผลต่อมิโมซิน และ DHP	13
ผลการใช้ใบกระถินในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	16
กรรมวิธีลดปริมาณมิโมซิน	18
ผลของ pH และอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของมิโมซิน และ DHP	20
สภาพการเก็บรักษาตัวอย่างที่มีผลต่อปริมาณมิโมซินและ DHP	26
ผลของการหมักที่มีต่อปริมาณมิโมซิน	27
เบต้าแคโรทีน (β -carotene)	30
ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเบต้าแคโรทีนในพืช	32
บทบาทของเบต้าแคโรทีนในโคนม	33
ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของวิตามินเอในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	33
ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียเบต้าแคโรทีนในพืช	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แทนนิน (Tannin)	36
บทบาทของสารแทนนินในอาหารสัตว์	38
วิธีลดปริมาณสารแทนนิน	41
การทำพืชหมัก	42
การหมักพืชตระกูลถั่ว	45
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	49
การทดลองที่ 1 ประเมินคุณภาพของกระถินหมักที่อายุการหมักต่าง ๆ	49
ประเมินคุณภาพของใบกระถินหมัก	49
การทดลองที่ 2 ประเมินค่าพลังงาน และการย่อยได้ของกระถินหมัก	50
ทดลองในตัวสัตว์ (<i>in vivo</i>)	50
ทดลองหาค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง โดยวิธี ใช้ถุงไนลอน (<i>in sacco</i>)	52
ทดลองในห้องปฏิบัติการ (<i>in vitro</i>) โดยวิธีวัดปริมาตรแก๊ส	52
การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการใช้กระถินหมักทดแทนอาหารชั้นเพื่อเลี้ยงโคนม	53
สัตว์ทดลอง แผนการทดลอง และสูตรอาหารชั้น	53
สถานที่ คอกทดลอง และการจัดการ	55
วิธีการทดลอง	56
การวิเคราะห์ทางสถิติ	57
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	58
การทดลองที่ 1 ประเมินคุณภาพของกระถินหมักที่อายุการหมักต่าง ๆ	58
องค์ประกอบทางเคมีของกระถิน รำละเอียด และกระถินผสมรำละเอียดก่อนหมัก	58
ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกระถินหมักที่เวลาต่างกัน	59
ปริมาณเบต้าแคโรทีน และมีโมซินที่เปลี่ยนไปในกระถินหมัก	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การทดลองที่ 2 ประเมินค่าพลังงาน และการย่อยได้ของกระถินหมัก	65
ค่าการย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานของใบกระถินหมัก โดยวิธี <i>In vivo</i>	65
ประเมินการย่อยได้โดยวิธีถุงในลอน (<i>in sacco</i>)	68
ประเมินค่าพลังงานโดยวิธีวัดปริมาตรแก๊ส (Gas production technique)	69
ทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของกระเพาะรูเมน	71
การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการใช้กระถินหมักทดแทนอาหารชั้นเพื่อเลี้ยงโคนม	72
คุณภาพพืชหมักและองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร	72
ปริมาณอาหารที่กินได้ และโภชนะที่โคได้รับ	74
ผลผลิต และต้นทุนค่าอาหาร	77
เบต้าแคโรทีนในชีร์รุ่ม	80
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	82
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	97
ประวัติผู้เขียน	127

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของใบกระถินเทียบกับใบถั่วอัลพัลฟา	6
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของใบกระถิน	6
2.3 ปริมาณกรดอะมิโนของ ใบกระถิน ถั่วอัลพัลฟา กากถั่วเหลือง และปลาป่น	7
2.4 ปริมาณแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุปลีกย่อยในกระถินเทียบกับความต้องการของโครีดนม	8
2.5 การย่อยได้ของใบกระถิน และถั่วอัลพัลฟา ในสัตว์ชนิดต่าง ๆ	8
2.6 การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (%) ในพืชตระกูลถั่ว วัดโดยวิธี Two stages และ <i>in sacco</i>	9
2.7 การกระจายของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสาร DHP	15
2.8 กรรมวิธีลดปริมาณมิโมซินในใบกระถิน	19
2.9 ผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ ต่อการสลายตัวของมิโมซิน	20
2.10 ความเสถียรของมิโมซิน และ DHP ในสารละลายต่าง เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ กัน	21
2.11 ผลของการทรีตใบกระถินสดในสภาพต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณมิโมซิน และ DHP	26
2.12 ปริมาณสารมิโมซินที่ลดลงหลังการหมักกระถินป่น ร่วมกับน้ำรูเมน	28
2.13 ผลของชนิดพืช และอายุการเจริญเติบโตที่มีต่อปริมาณเบต้าแคโรทีน (มก./กก.DM)	32
2.14 ปริมาณวิตามินที่สัตว์เคี้ยวเอื้องควรได้รับ	33
2.15 ปริมาณเบต้าแคโรทีนที่สูญหายในกระเพาะรูเมน	34
2.16 ปริมาณวิตามินเอที่สลายตัวไปในกระเพาะรูเมน	35
2.17 องค์ประกอบทางเคมีในระยะการหมักต่าง ๆ ของกระถินที่หมักโดยไม่เสริมและเสริมกากน้ำตาล	46
2.18 การสูญเสียวัตถุดิบแห้ง และคุณภาพของกระถินที่หมักกับสารเสริมชนิดต่าง ๆ	47
3.1 ส่วนประกอบของอาหารข้น (ร้อยละของน้ำหนักสด) ราคา และส่วนผสมของแร่ธาตุ	54
3.2 ส่วนประกอบของอาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 สูตร (กิโลกรัมสด/วัน)	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของใบกระถินสด รำละเอียด และใบกระถินผสมรำก่อนหมัก	58
4.2 ลักษณะทางกายภาพของกระถินหมักที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาต่างกัน	59
4.3 ปริมาณกรดอินทรีย์ และค่า pH ของใบกระถินที่หมักที่ระยะเวลาต่างกัน	60
4.4 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของวัตถุแห้ง) และปริมาณวัตถุแห้งที่สูญเสียของใบกระถินที่หมักในระยะเวลาต่างกัน	61
4.5 เบต้าแคโรทีนและมิโมซินที่เปลี่ยนแปลงไปในใบกระถินที่หมักระยะเวลาต่างกัน	63
4.6 ปริมาณสารมิโมซินในใบกระถินที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ	64
4.7 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของวัตถุแห้ง) ของใบกระถินหมัก	65
4.8 ปริมาณวัตถุแห้งของใบกระถินหมักที่โคนมแห้งไม่อุ่มท้องกินได้	65
4.9 ค่าการย่อยได้ พลังงาน และสมดุลไนโตรเจนของโคที่กินใบกระถินหมักเป็นอาหารเดียว	66
4.10 พลังงานย่อยได้ (DE) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NEL) ที่คำนวณจาก TDN เทียบกับที่คำนวณจากค่าพลังงานย่อยได้จากตัวสัตว์	68
4.11 ค่าการย่อยสลายวัตถุแห้งของใบกระถินหมัก ที่วัดโดยวิธี Nylon bag	69
4.12 ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิของใบกระถินหมักที่ทำนายจากค่าแก๊สที่ 24 ชั่วโมง	70
4.13 ยอดโภชนะย่อยได้ พลังงานย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิของใบกระถินหมักที่ทำนายโดยวิธีต่าง ๆ	71
4.14 ค่า pH ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันในกระเพาะรูเมนของโคที่กินใบกระถินหมักเป็นอาหารเดียว	72
4.15 ปริมาณกรดอินทรีย์ และค่า pH ของใบกระถินหมัก และหญ้ารูลูซี่หมัก	73
4.16 องค์ประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง) ของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ในการทดลอง	73
4.17 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารชั้น	74
4.18 ส่วนประกอบ และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 สูตร	75
4.19 ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานที่โคได้รับในแต่ละวัน	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.20 ปริมาณ และองค์ประกอบน้ำนม ของโคที่กินอาหารสูตรต่าง ๆ	77
4.21 ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม (บาท/กก.น้ำนม)	80
4.22 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในซีรัมก่อนและหลังการทดลองของโคที่กินอาหารสูตรต่างกัน	80

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวก	หน้า
1 วิธีการวัดมิโมซินในตัวอย่างพืช	98
2 วิธีวิเคราะห์เบต้าแคโรทีนในซีรัม	100
3 ตัวอย่างอาหารผสมครบส่วนที่คำนวณโดยใช้โปรแกรม Xration	106
ตารางผนวก	
1 ANOVA: ลักษณะ และคะแนนที่ประเมินทางกายภาพของไบกระถินที่หมักระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 1)	110
2 ANOVA: ปริมาณกรดอินทรีย์ (% ของวัตถุแห้ง) ของไบกระถินที่หมักระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 1)	111
3 ANOVA: องค์ประกอบทางเคมีของไบกระถินที่หมักระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 1)	112
4 ANOVA: ปริมาณเยื่อใยต่าง ๆ ของไบกระถินที่หมักระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 1)	113
5 ANOVA: ปริมาณเบต้าแคโรทีน และมิโมซินของไบกระถินที่หมักระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 1)	114
6 ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (การทดลองที่ 2)	115
7 ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (การทดลองที่ 2)	115
8 ค่าการย่อยได้ของโปรตีน (การทดลองที่ 2)	116
9 ค่าการย่อยได้ของไขมัน (การทดลองที่ 2)	116
10 ค่าการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (การทดลองที่ 2)	117
11 ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายดีเทอร์เจนท์ (การทดลองที่ 2)	117
12 ค่าการย่อยได้ของยอดโภชนะรวม (การทดลองที่ 2)	118
13 ค่าการย่อยได้ของพลังงาน (การทดลองที่ 2)	118
14 ค่าไนโตรเจนของโคที่กินไบกระถินหมักร่วมกับ 1%NaHCO ₃ ของน้ำหนักรีดเป็นอาหารเดี่ยว (การทดลองที่ 2)	119

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 ANOVA: ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัม) ก่อนการทดลองของโคทั้ง 3 กลุ่ม (การทดลองที่ 3)	120
16 ANOVA: ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัม) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม (DIM), น้ำหนักตัว (BW), อายุ (age) และลำดับที่ให้นม (Lactation No.) (การทดลองที่ 3)	120
17 ANOVA: ปริมาณน้ำนมที่ปรับให้มีไขมัน 4% (4% FCM, kg) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม, น้ำหนักตัว, อายุ และลำดับที่ให้นม (การทดลองที่ 3)	121
18 ANOVA: ปริมาณไขมันนม (กิโลกรัม) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม, น้ำหนักตัว, อายุ และลำดับที่ให้นม (การทดลองที่ 3)	122
19 ANOVA: ปริมาณโปรตีนในน้ำนม (กิโลกรัม) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม, น้ำหนักตัว, อายุ และลำดับที่ให้นม (การทดลองที่ 3)	123
20 ANOVA: ปริมาณน้ำตาลแลคโตสในน้ำนม (กิโลกรัม) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม, น้ำหนักตัว, อายุ และลำดับที่ให้นม (การทดลองที่ 3)	124
21 ANOVA: ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (กิโลกรัม) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม, น้ำหนักตัว, อายุ และลำดับที่ให้นม (การทดลองที่ 3)	125
22 ANOVA: ปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันในน้ำนม (กิโลกรัม) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม, น้ำหนักตัว, อายุ และลำดับที่ให้นม (การทดลองที่ 3)	126

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 การเปลี่ยนมิโมซินไปเป็นสารอนุพันธ์อื่น ๆ	10
2.2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงมิโมซินในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	12
2.3 ความเสถียรของมิโมซิน และ DHP ในสารละลายที่มี pH ต่างกัน ณ อุณหภูมิ 118°C นาน 2 ชม.	21
2.4 ความเข้มข้นของมิโมซิน และ DHP ที่เปลี่ยนแปลงไป	22
2.5 การลดลงของมิโมซินในใบกระถินรวมกัน ณ อุณหภูมิต่าง ๆ	23
2.6 การลดลงของมิโมซินและการเกิดขึ้นของ DHP เมื่อแช่ใบกระถินที่ pH ต่าง ๆ กัน ที่อุณหภูมิ 15 °C เป็นเวลา 30 นาที	24
2.7 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณการเกิด DHP เมื่อแช่ใบกระถินที่ pH 8.0 เป็นเวลา 10 นาที	24
2.8 ผลของการให้ความร้อนแก่ใบกระถินที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันที่มีต่อปริมาณมิโมซิน	25
2.9 การเปลี่ยนมิโมซินไปเป็น DHP เมื่อต้มในสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 N	27
2.10 การเปลี่ยนแปลงของมิโมซินในใบกระถินที่หมักโดยการเสริมและไม่เสริมสารชนิดต่าง ๆ	29
2.11 การเปลี่ยนเบต้าแคโรทีนเป็นวิตามินเอ	30
2.12 บทบาทของเบต้าแคโรทีนในการกำจัด peroxy radical (ROO^\bullet)	31
2.13 โครงสร้างของ Condensed tannin และ Hydrolyzable tannin	37
2.14 การป้องกันการถูกย่อยของโปรตีนโดย Condensed tannins	39
4.1 การย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ ชั่วโง่งต่าง ๆ ของใบกระถินหมัก	68
4.2 ปริมาตรแก๊ส (มล./200มก.วัตถุแห้ง) ของใบกระถินหมัก	69

อักษรย่อ

ADF	= Acid detergent fiber	L or LL	= <i>Leucaena leucocephala</i> leaf
ADL	= acid detergent lignin	LS	= <i>L. leucocephala</i> silage
Avg	= average	M	= Mimosine
BW	= body weight	Mcal	= Megacalory
Ca	= calcium	ME	= Metabolizable energy
CF	= crude fiber	Mg	= Magnesium
CP	= crude protein	MJ	= Megajoule
CTs	= condensed tannin	Mn	= Manganese
Cu	= copper	N	= Nitrogen
d	= day	Na	= Sodium
DDM	= digestible dry matter	NDF	= Neutral detergent fiber
DDMI	= digestible dry matter intake	NEL	= net energy for lactation
DE	= digestible energy	NFC	= non fiber carbohydrate
DHP	= dihydroxypyridine	NFE	= nitrogen free extract
DIM	= day in milk	OM	= organic matter
DM	= dry matter	OMD	= organic matter digestibility
DMD	= dry matter digestibility	P	= phosphorus
DMI	= dry matter intake	RB	= rice bran
EE	= ether extract	RH	= ruzi hay
FCM	= fat corrected milk	RS	= ruzi silage
FCR	= feed conversion ratio	S	= sulfur
Fe	= iron	SB	= soybean meal
GC	= ground com	SD	= standard deviation
GE	= gross energy	TDN	= total digestible nutrient
GP	= gas production	W ^{0.75}	= metabolic live weight
h	= hour	WCS	= whole cotton seed
HTs	= hydrolyzable tannin	WSC	= water soluble carbohydrate
IVOMD	= <i>in vitro</i> dry matter digestibility	Zn	= zinc
K	= potassium		