

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาคผนวก	ฎ
สารบัญตารางผนวก	ฐ
สารบัญภาพ	ฒ
สารบัญภาพผนวก	ณ
อักษรย่อ	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
1. การปรับปรุงฟางข้าวโดยใช้ยูเรียและการใช้เป็นอาหารโคนม	3
1.1 คุณค่าทางอาหารของฟางข้าวและแนวทางการปรับปรุงคุณภาพ	3
1.2 วิธีการและปัจจัยที่มีผลต่อการทำฟางหมัก	4
1.3 การทำฟางหมักฟ่อนและการตรึงไนโตรเจนในฟางหมัก	6
1.3.1 การตรึงไนโตรเจนในฟางหมัก	7
1.4 คุณค่าทางโภชนาของฟางหมัก	8
1.5 ผลการใช้ฟางหมักยูเรียเลี้ยงโค	10
2. การใช้ข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ	11
2.1 การผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพดหมัก	11
2.2 การเลี้ยงโคนมโดยใช้ข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลัก	12
3. การประเมินคุณค่าทางอาหารของอาหารหยาบและอาหารข้นสำหรับโคนม	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1 การหาการย่อยได้กับสัตว์โดยตรง (<i>in vivo</i> digestibility)	14
3.2 การหาการย่อยสลายและค่าพลังงานของอาหารในห้องปฏิบัติการ	15
4. บทบาทของเชื้อยีสต่อโคนม	15
5. โปรตีนและสารประกอบในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน	17
5.1 ยูเรียและข้อจำกัดในการใช้ยูเรียในอาหาร โคนม	17
5.2 การเป็นพิษจากยูเรียและวิธีการแก้ไข	18
6. การผลิตและใช้อาหารหยาบผสมเสริมด้วยโปรตีนและพลังงานเลี้ยงโคนม	18
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	21
การทดลองที่ 1 อัตราส่วนฟางอัดฟ่อน : น้ำ ที่เหมาะสมเมื่อใช้ยูเรีย 6% ของน้ำหนักฟาง	21
ก. การหมักฟางอัดฟ่อน	21
ข. ระยะเวลาและวิธีการตากที่เหมาะสม	22
การทดลองที่ 2 การย่อยสลายของอาหารหยาบผสมในกระเพาะรูเมนหาโดยวิธีใช้ถุงไนลอน	22
การทดลองที่ 3 การใช้ฟางอัดฟ่อนหมักยูเรียเสริมด้วยโปรตีนและพลังงานเป็นอาหารหยาบผสมเพื่อเลี้ยงโครีดนม	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	27
การทดลองที่ 1 อัตราส่วนฟางอัดฟ่อนที่เหมาะสม: น้ำที่เหมาะสมเมื่อใช้ยูเรีย ร้อยละ 6 ของน้ำหนักฟาง	27
การทดลองที่ 2 การย่อยสลายของอาหารหยาบผสมในกระเพาะรูเมนโดยวิธีใช้ถุงไนลอน	30
การทดลองที่ 3 การใช้อาหารหยาบผสมเลี้ยงโครีดนม	35
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	47
ประวัติผู้เขียน	87

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว(%วัตถุแห้ง)	4
2.2 โปรตีนของฟางปรุงแต่งแห้งที่ใช้กากน้ำตาล 5 % และกรดกำมะถัน 2 % ตริงแอม โมเนีย (%DM)	8
2.3 ส่วนประกอบทางเคมีและยอดโภชนะย่อยได้ของฟางหมักยูเรียเปรียบเทียบกับอาหารหยาบชนิดอื่น ๆ (% DM)	9
2.4 คุณค่าทางอาหารของฟางปรุงแต่งเทียบกับข้าวโพดหมักและอาหารหยาบชนิดอื่น (%วัตถุแห้ง)	10
2.5 ผลผลิตของแม่โคที่ได้รับฟางหมักยูเรียเปรียบเทียบกับที่ได้รับหญ้าและเสริมด้วยอาหารข้น	
3.1 ส่วนประกอบของอาหารหยาบผสมและปริมาณอาหารที่โคได้รับในแต่ละวัน	26
3.2 การจัดกลุ่มโคทดลอง	27
4.1 การดูดซับสารละลายยูเรียเมื่อนำในอัตราส่วนร้อยละ 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักฟาง (N=7)	28
4.2 ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีนรวม แอม โมเนียและยูเรียของฟางหมักยูเรียสภาพสด (% DM) (N=7)	29
4.3 วัตถุแห้ง โปรตีนรวม แอม โมเนียและยูเรียตกค้างของฟางหมักยูเรีย ที่ใช้ละลายยูเรียสภาพการผึ่งและระยะเวลาที่ต่างกัน	30
4.4 เปอร์เซ็นต์การสลายตัวของวัตถุแห้งที่ปรับแล้วของอาหารหยาบผสมที่ระยะเวลาต่างกัน	31
4.5 รูปแบบการสลายตัวของอาหารหยาบผสมในกระเพาะรูเมนวัดโดยวิธีใช้ถุงไนลอน	32
4.6 การสลายตัวได้ของอาหารหยาบผสมที่อัตราการไหลออกต่างๆกัน	35
4.7 องค์ประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง) ฟางหมักยูเรีย (UTS) หญ้ารูชีแห้ง (RH) ข้าวโพดหมัก(CS) ข้าวโพด (GC) กากถั่วเหลือง (SBM) รำละเอียด (RB)กากน้ำตาล (ML) และอาหารข้น (Conc) ที่ใช้ทดลอง	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.8 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบผสม ทั้ง 3 สูตร จากการคำนวณ (% ของวัตถุแห้ง)	37
4.9 ปริมาณอาหารหยาบผสมและอาหารข้นที่โคได้รับในแต่ละวัน	38
4.10 ปริมาณ และองค์ประกอบน้ำมันของโคที่กินอาหารทั้ง 3 สูตร	40
4.11 ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตน้ำนม 1 กก. การเปลี่ยนอาหาร ต้นทุนค่าอาหารและรายได้หักค่าอาหารของโคที่ได้รับอาหารหยาบต่างกัน 3 สูตร	41

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวก

หน้า

1 การประเมินคุณค่าอาหารโดยใช้ธงไนลอน

48



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก	หน้า
1 การดูดซับสารละลายยูเรียเมื่อใช้น้ำในอัตราส่วนร้อยละ 50, 75 และ 100 ของนน.ฟาง	55
2 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีนรวม แอมโมเนียและยูเรียเมื่อใช้น้ำร้อยละ 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักฟาง ในฟางหมักสภาพสด (การทดลองที่ 1)	56
3 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีนรวม แอมโมเนียและยูเรียเมื่อใช้น้ำร้อยละ 50 ของน้ำหนักฟาง (T1) ในการผึ่งรุ่มและผึ่งแดดที่ระยะเวลาต่างๆ ในการทดลองที่ 1	57
4 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีนรวม แอมโมเนียและยูเรียเมื่อใช้น้ำร้อยละ 75 ของน้ำหนักฟาง (T2) ในการผึ่งรุ่มและผึ่งแดดที่ระยะเวลาต่างๆ ในการทดลองที่ 1	58
5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีนรวม แอมโมเนียและยูเรียเมื่อใช้น้ำร้อยละ 100 ของน้ำหนักฟาง (T3) ในการผึ่งรุ่มและผึ่งแดดที่ระยะเวลาต่างๆ ในการทดลองที่ 1	59
6 ANOVA: เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีน ยูเรียและแอมโมเนียของฟางหมักที่ใช้น้ำร้อยละ 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักฟาง ในการทดลองที่ 1	60
7 Univariate Tests: เปอร์เซ็นต์น้ำ วิธีการตากและเวลาที่ใช้ในการตากฟางหมักยูเรีย ในการทดลองที่ 1	61
8 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของอาหารผสม (T1) ที่ชั่วโมงต่างๆ ในการทดลองที่ 2	63
9 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของอาหารผสม (T2) ที่ชั่วโมงต่างๆ ในการทดลองที่ 2	65
10 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของอาหารผสม (T3) ที่ชั่วโมงต่างๆ ในการทดลองที่ 2	67
11 ANOVA: ปริมาณผลผลิตนํ้านม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3	69
12 ANOVA: ปริมาณผลผลิตนํ้านมที่ปรับให้มีไขมัน 4 % (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3	70
13 ANOVA: ไขมันในนํ้านม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3	71
14 ANOVA: โปรตีนในนํ้านม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3	72
15 ANOVA: แลคโตสในนํ้านม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3	73
16 ANOVA: ของแข็งทั้งหมดในนํ้านม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3	74
17 ANOVA: ของแข็งไม่รวมไขมันในนํ้านม (กิโลกรัม/วัน) ในการทดลองที่ 3	75
18 ANOVA: เปอร์เซ็นต์ไขมันในนํ้านม ในการทดลองที่ 3	76
19 ANOVA: เปอร์เซ็นต์โปรตีนในนํ้านม ในการทดลองที่ 3	77
20 ANOVA: เปอร์เซ็นต์แลคโตสในนํ้านม ในการทดลองที่ 3	78

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
21 ANOVA: เปรู้เซ้นต์ของแ่ง้ท้้งหมคในน้ำน้มในการทคลงที่ 3	79
22. ANOVA: เปรู้เซ้นต์ของแ่ง้ท้้งหมคไม่รวมไขมันในน้ำน้ม ในการทคลงที่ 3	80
23 ANOVA: ปริมาณการกินไค้ของอาหารหยาบเป็นวัตุแ่ง้ (กิโลกรัม/วัน)	81
24 ANOVA: ปริมาณการกินไค้เป็นวัตุแ่ง้(กิโลกรัม/วัน)ในการทคลงที่ 3	82
25 ANOVA: เปรู้เซ้นต์การกินอาหารหยาบผสมต่อน้ำหนักตัวในการทคลงที่ 3	83

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในร่างกายโคนม	16
4.1 การย่อยสลายของอาหารหยาบผสม T1 (UTS+PE) ที่ระยะเวลาต่างๆกัน	32
4.2 การย่อยสลายของอาหารหยาบผสม T2 (RH + PE) ที่ระยะเวลาต่างๆกัน	33
4.3 การย่อยสลายของอาหารหยาบผสม T3 (CS+RH) ที่ระยะเวลาต่างๆกัน	33



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก	หน้า
3.1 ฟางหมักฟางฟอนกับสารละลายยูเรียในการทดลองที่ 1	83
3.2 การฝังฟางหมักยูเรียในร่มที่ชั่วโมงต่างๆ	83
3.3 การฝังฟางหมักยูเรียกลางแจ้งที่ชั่วโมงต่างๆ	84
3.4 การเตรียมหย่อนถุงไนลอนที่ใส่ตัวอย่างอาหารผสมลงในโคที่เจาะกระเพาะ	84
3.5 ฟางหมักยูเรียเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ที่ใช้ในการทดลองที่ 3	85
3.6 การหั่นฟางหมักยูเรียโดยเครื่องหั่น	85
3.7 การเตรียมฟางหมักยูเรียผสมกับอาหารเสริมโปรตีนและพลังงาน	86
3.8 กลุ่มโคที่ใช้ในการทดลองที่ 3	86

อักษรย่อ

ADF	=	acid detergent fiber	NDF	=	neutral detergent fiber
ADL	=	acid detergent lignin	NDFD	=	neutral detergent fiber digestibility
CF	=	crude fiber	NFC	=	non fibrous carbohydrate
Conc	=	concentrate	NFE	=	nitrogen free extract
CP	=	crude protein	NRC	=	National Research Council
CRD	=	completely randomized design	NPN	=	non protein nitrogen
CS	=	corn silage	NSC	=	non structural carbohydrate
4%FCM	=	4% fat corrected milk	NSC	=	non structural carbohydrate
DCP	=	digestible crude protein	OM	=	organic matter
DE	=	digestible energy	Ppm	=	parts per million
DEE	=	digestible ether extract	RB	=	rice bran
DM	=	dry matter	RH	=	ruzi hay
DMD	=	dry matter digestibility	SBM	=	soybean meal
DMD	=	dry matter digestibility	SEM	=	standard error of mean
DMI	=	dry matter intake	SNF	=	solid not fat
DOM	=	digestible organic matter	TDN	=	total digestible nutrient
EE	=	ether extract	TS	=	total solid
H	=	hour	UTS	=	urea- treated rice straw
HF	=	Holstein Friesian	NEL	=	net energy for lactation
IVOMD	=	<i>in vitro</i> dry matter digestibility	VFA	=	volatile fatty acid
Kg	=	kilogram			
Mcal	=	megacalorie			
ME	=	metabolizable energy			
MJ	=	megajoule			
mo	=	molasses			