

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ฒ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.2 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของเห็บวัว	3
2.2 คุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ของเห็บวัว	4
2.3 พืชหมัก	6
2.3.1 จุลินทรีย์วิทยาของพืชหมัก	6
2.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของขบวนการหมัก	7
2.3.3 การสูญเสียโภชนาในระหว่างการหมัก	9
2.3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของพืชหมัก	11
2.3.5 ประโยชน์ของการทำพืชหมัก	13
2.3.6 การปรับปรุงคุณภาพพืชหมักในเขตร้อน	14
2.4 การย่อยอาหารที่ตำแหน่งต่างๆ ของระบบทางเดินอาหารในโค	21
2.4.1 การย่อยอาหารในกระเพาะหมัก	21
2.4.1.1 การย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมัก	22
2.4.1.2 การย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมัก	24
2.4.1.3 การย่อยและการดูดซึมในลำไส้	25
2.4.1.4 ประโยชน์จากการทราบตำแหน่งของการย่อยอาหาร	26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 การศึกษาการย่อยได้ในโค	27
2.5.1 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	27
2.5.2 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในตัวสัตว์โดยวิธีการแบบดั้งเดิม	28
2.5.3 การศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	29
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31
การทดลองที่ 1 การประเมินคุณภาพของหญ้าที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	31
1.1 ฟืชที่ใช้ในการหมัก	31
1.2 การวางแผนการทดลอง	31
1.3 วิธีการหมัก	31
1.4 การสุ่มและการวิเคราะห์ตัวอย่าง	31
1.4.1 การประเมินคุณภาพพืชหมักในสภาพสด	32
1.4.2 การประเมินคุณภาพพืชหมักในสภาพไร้ความชื้น	32
1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	32
การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของ โภชนะและค่าพลังงานของหญ้าที่หมักโดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	33
2.1 อุปกรณ์และสารเคมี	33
2.2 วิธีการทดลอง	34
2.3 สัตว์ทดลอง	36
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	36
การทดลองที่ 3 การศึกษาปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าในส่วน ของทางเดินอาหารในตัวสัตว์	37
3.1 การหาค่าการย่อยได้โดยวิธีการแบบดั้งเดิม	37
3.2 การหาค่าการย่อยได้โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	38
3.2.1 วิธีการทดลอง	38
3.2.2 การศึกษาสภาพภายในกระเพาะหมัก	39
3.2.3 สัตว์ทดลอง	40
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย	40
3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาวิจัย	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง	41
การทดลองที่ 1 การประเมินคุณภาพของหญ้ารัฐที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	41
1.1 ผลของสารช่วยหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ารัฐที่หมัก	41
1.2 ผลของสารช่วยหมักต่อการสูญเสียวัตถุแห้ง ลักษณะทางกายภาพ ความเป็นกรด-ด่าง และการผลิตกรดอินทรีย์ในหญ้ารัฐที่หมัก	44
การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานของหญ้ารัฐที่หมัก โดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	47
2.1 ผลของสารช่วยหมักต่อปริมาณแก๊สของหญ้ารัฐที่หมักทั้ง 4 Treatment	47
2.2 การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและพลังงานของหญ้ารัฐที่หมักทั้ง 4 Treatment	48
การทดลองที่ 3 การศึกษาปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้ารัฐในแต่ละส่วน ของทางเดินอาหารในตัวสัตว์	50
3.1 การย่อยได้ของหญ้ารัฐที่หมักทั้ง 4 Treatment ที่ศึกษาโดยวิธีการแบบดั้งเดิม	50
3.1.1 โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิ เพื่อการให้นมเมื่อได้รับหญ้ารัฐที่หมักทั้ง 4 Treatment	51
3.2 การย่อยได้ของหญ้ารัฐที่หมักทั้ง 4 Treatment ที่ศึกษาโดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	53
3.2.1 ปริมาณวัตถุแห้งที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	54
3.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	56
3.2.3 ปริมาณโปรตีนรวมที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	57
3.3 สภาพภายในกระเพาะหมักเมื่อสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้ารัฐที่หมักทั้ง 4 Treatment	59
3.3.1 ความเป็นกรด - ด่างในกระเพาะหมัก	59
3.3.2 ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมัก	61
3.3.3 กรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก	62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5	วิจารณ์ผลการทดลอง	65
5.1	องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ารัฐหมัก	65
5.2	การสูญเสียวัตถุแห้งและลักษณะทางกายภาพของหญ้ารัฐหมัก	65
5.3	ความเป็นกรด-ด่าง และการผลิตกรดอินทรีย์ในหญ้ารัฐหมัก	66
5.4	ปริมาณแก๊ส การย่อยได้ และพลังงานของหญ้ารัฐหมัก	68
5.5	การย่อยได้ในตัวสัตว์ที่ศึกษาโดยวิธีการแบบดั้งเดิม	69
5.5.1	โภชนะรวมที่ย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม	70
5.6	การย่อยได้ในตัวสัตว์ที่ศึกษาโดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	71
5.6.1	ปริมาณวัตถุแห้งที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	72
5.6.2	ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	73
5.6.3	ปริมาณโปรตีนรวมที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	73
5.7	สภาพภายในกระเพาะหมักเมื่อสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้ารัฐหมักทั้ง 4 Treatment	74
5.7.1	ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก	74
5.7.2	ปริมาณแอมโมเนียในโคโรเจนในกระเพาะหมัก	75
5.7.3	ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก	75
บทที่ 6	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	77
6.1	สรุปผลการทดลอง	77
6.2	ข้อเสนอแนะ	80
	เอกสารอ้างอิง	81
	ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ	88
	ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	100
	ประวัติผู้เขียน	120

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. ผลผลิตต่อไร่ของหญ้ารัฐ	3
2. องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของวัตถุแห้ง) ของหญ้ารัฐหมักที่อายุต่างกัน	5
3. การย่อยได้ของหญ้ารัฐ หญ้าแพงโกล่า และหญ้าสตาร์	5
4. ชนิดของแบคทีเรียที่ผลิต Lactic acid ที่พบตามผิวของพืชอาหารสด	7
5. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักพืช	8
6. อิทธิพลของการอัดแน่นของหญ้าต่อคุณภาพของหญ้าหมัก	11
7. ผลของพันธุ์หญ้า การเสริมกากน้ำตาล และอายุของพืชต่อองค์ประกอบทางเคมี และจำนวน Lactic acid bacteria ในหญ้าที่หมักแล้ว 100 วัน	16
8. องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพของหญ้าขนที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	17
9. คุณภาพของหญ้าแฝกที่อายุตัด 30 วัน ที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	18
10. องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีและหญ้า NB-21 หมักที่มีการใช้และไม่ใช้สารเสริม	19
11. องค์ประกอบทางเคมีของสารดูดซับความชื้นในพืชหมัก	20
12. สัดส่วนของอาหารขึ้นต่ออาหารหยาบต่อการผลิตกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก	23
13. ส่วนประกอบของ rumen buffer medium ที่ใช้ในการศึกษาด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	34
14. ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็กของการทดลองหาค่าการย่อยได้โดยอาศัยสารบ่งชี้	38
15. ผลของสารช่วยหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ารัฐหมัก	43
16. ผลของสารช่วยหมักต่อการสูญเสียวัตถุแห้ง ลักษณะทางการยภาพ ความเป็นกรด-ด่างและการผลิตกรดอินทรีย์ในหญ้ารัฐหมัก	46
17. ผลของสารช่วยหมักต่อปริมาณแก๊ส (ml.) ของหญ้ารัฐหมักที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	48
18. การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ พลังงาน (ME, NE _L) ของหญ้ารัฐหมักที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	49
19. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโภชนะของหญ้ารัฐหมักที่เสริมสารช่วยหมักทั้ง 4 Treatment	51
20. โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของสัตว์ทดลองที่ได้รับหญ้ารัฐหมักทั้ง 4 Treatment	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
21. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ในลำไส้เล็กของสัตว์ทดลอง ที่ได้รับหยูร์ซูชี้หมัก ทั้ง 4 Treatment คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง	54
22. ปริมาณวัตถุแห้งที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารของสัตว์ทดลองที่ ได้รับหยูร์ซูชี้หมักทั้ง 4 Treatment	55
23. ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารของสัตว์ทดลองที่ ได้รับหยูร์ซูชี้หมักทั้ง 4 Treatment	57
24. ปริมาณโปรตีนรวมที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารของสัตว์ทดลองที่ ได้รับหยูร์ซูชี้หมักทั้ง 4 Treatment	59
25. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ ได้รับหยูร์ซูชี้หมักทั้ง 4 Treatment	60
26. ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ ได้รับหยูร์ซูชี้หมักทั้ง 4 Treatment	62
27. กรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ ได้รับหยูร์ซูชี้หมักทั้ง 4 Treatment	63

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1. การย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมัก	22
2. ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองจากการย่อยสลายที่ชั่วโมงต่างๆ	48
3. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้ารัฐหมักทั้ง 4 Treatment	60
4. ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้ารัฐหมักทั้ง 4 Treatment	62
5. กรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้ารัฐหมักทั้ง 4 Treatment	64

ภาพผนวก

ภาพ	หน้า
1. การวัด pH ใน rumen fluid	89
2. การวัดแอมโมเนียไนโตรเจนโดยวิธี Conway method	89
3. การกลั่นหาคาร์บอนทริยในหญ้ารัฐหมัก	89
4. การหาค่าพลังงานในหญ้ารัฐหมักโดยวิธี <i>in vitro</i> gas production technique	89
5. หญ้ารัฐหมักหลังจากการหมักครบ 30 วัน	90
6. โศททดลองที่ได้รับหญ้ารัฐหมักภายในรางอาหารแยกเฉพาะตัว	90
7. ถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร มีฝาปิดพร้อมเข็มขัดล๊อคที่ใช้ในการหมักหญ้ารัฐหมัก	90
8. สภาพของโศททดลองภายในคอกสัตว์ทดลอง	90

อักษรย่อและสัญลักษณ์

ADF	=	Acid detergent fiber
ADFD	=	Acid detergent fiber digestibility
ADL	=	Acid detergent lignin
ADP	=	Adenosine diphosphate
ATP	=	Adenosine triphosphate
C ₂	=	Acetic acid
C ₃	=	Propionic acid
C ₄	=	Butyric acid
CF	=	Crude fiber
CH ₄	=	Methane
CP	=	Crude protein
CPD	=	Crude protein digestibility
CRD	=	Completely randomized design
C.V.	=	Coefficient of variation
DE	=	Digestible energy
df	=	Degree of freedom
DM	=	Dry matter
DMD	=	Dry matter digestibility
DMI	=	Dry matter intake
EE	=	Ether extract
EED	=	Ether extract digestibility
GE	=	Gross energy
g/kgDM	=	Gram per kilogram dry matter
LSD	=	Latin square design
MJ/kgDM	=	Megajoule per kilogram dry matter
ME	=	Metabolizable energy
MS	=	Mean square
N	=	Nitrogen

อักษรย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

NDF	=	Neutral detergent fiber
NDFD	=	Neutral detergent fiber digestibility
NE	=	Net energy
NEL	=	Net energy for lactation
NFC	=	Non fiber carbohydrate
NFCD	=	Non fiber carbohydrate digestibility
NFE	=	Nitrogen free extract
NH ₃ - N	=	Ammonia nitrogen
OM	=	Organic matter
OMD	=	Organic matter digestibility
SE	=	Standard error of a means
TDN	=	Total digestible nutrient
VFA	=	Volatile fatty acid
WSC	=	Water soluble carbohydrate