

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อ	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ฒ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการศึกษา	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	
2.1 ลักษณะทั่วไปของหญ้าเนเปียร์	3
2.2 คุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ของหญ้าเนเปียร์	3
2.3 พืชหมัก	6
2.3.1 จุลินทรีย์วิทยาของพืชอาหารหมัก	7
2.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของกระบวนการหมัก	8
2.3.3 การสูญเสียโภชนาในระหว่างการหมัก	10
2.3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพพืชหมัก	11
2.3.5 ประโยชน์ของการทำพืชหมัก	14
2.3.6 การปรับปรุงคุณภาพพืชหมักในเขตร้อน	15
2.4 การย่อยอาหารที่ตำแหน่งต่างๆของระบบทางเดินอาหารในโค	20
2.4.1 การย่อยอาหารในกระเพาะหมัก	20
2.4.1.1 การย่อยคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมัก	21
2.4.1.2 การย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมัก	23
2.4.1.3 การย่อยและการดูดซึมในลำไส้	24
2.4.1.4 ประโยชน์จากการทราบตำแหน่งของการย่อยอาหาร	25
2.5 การศึกษาการย่อยได้ในโค	26
2.5.1 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงาน โดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.2 การศึกษาการย่อยได้ของ โภชนะในตัวสัตว์โดยวิธีการแบบดั้งเดิม	27
2.5.3 การศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	28
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	30
การทดลองที่ 1 การประเมินคุณภาพของหญ้าเนเปียร์ที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	30
1.1 ฟืชที่ใช้ในการหมัก	30
1.2 การวางแผนการทดลอง	30
1.3 วิธีการหมัก	30
1.4 การสุ่มและการวิเคราะห์ตัวอย่าง	30
1.4.1 การประเมินคุณภาพพืชหมักในสภาพสด	31
1.4.2 การประเมินคุณภาพพืชหมักในสภาพไร้ความชื้น	31
1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	31
การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของ โภชนะและค่าพลังงานของหญ้าเนเปียร์หมักโดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	32
2.1 อุปกรณ์และสารเคมี	32
2.2 วิธีการทดลอง	33
2.3 สัตว์ทดลอง	35
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	35
การทดลองที่ 3 การศึกษาปริมาณ โภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าเนเปียร์ในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารในตัวสัตว์	36
3.1 การหาค่าการย่อยได้โดยวิธีการแบบดั้งเดิม	36
3.2 การหาค่าการย่อยได้โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	37
3.2.1 วิธีการทดลอง	37
3.2.2 การศึกษาสภาพภายในกระเพาะหมัก	38
3.2.3 สัตว์ทดลอง	39
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	39
3.4 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย	39
3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาวิจัย	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	40
การทดลองที่ 1 การประเมินคุณภาพของหญ้าเนเปียร์หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	40
1.1 ผลของสารช่วยหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก	40
1.2 ผลของสารช่วยหมักต่อการสูญเสียวัตถุแห้ง ลักษณะทางกายภาพ ความเป็นกรด-ด่าง และการผลิตกรดอินทรีย์ในหญ้าเนเปียร์หมัก	42
การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานของหญ้าเนเปียร์หมัก โดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	45
2.1 ผลของสารช่วยหมักต่อปริมาณแก๊สของหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	45
2.2 การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและพลังงานของหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง ร่วมกับสารเสริมชนิดต่างๆ	46
การทดลองที่ 3 การศึกษาปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 4 Treatments ในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารในตัวสัตว์	47
3.1 ศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิมของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับ หญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	47
3.1.1 โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิ เพื่อการให้นมของโคที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	48
3.2 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ ของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับ หญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	50
3.2.1 ปริมาณวัตถุแห้งที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	51
3.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	53
3.2.3 ปริมาณโปรตีนรวมที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	54
3.3 สภาพภายในกระเพาะหมักเมื่อสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้า เนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	56
3.3.1 ความเป็นกรด - ด่าง ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลอง	56
3.3.2 ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลอง	58
3.3.3 กรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลอง	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิจัยผลกระทดลอง	61
5.1 ผลของสารช่วยหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก	61
5.2 ผลของสารช่วยหมักต่อการสูญเสียวัตถุแห้งและลักษณะทางกายภาพ ของหญ้าเนเปียร์หมัก	61
5.3 ผลของสารช่วยหมักต่อความเป็นกรด-ด่าง และการผลิตกรดอินทรีย์ ในหญ้าเนเปียร์หมัก	62
5.4 ผลของสารช่วยหมักต่อปริมาณแก๊ส การย่อยได้ และพลังงาน ของหญ้าเนเปียร์หมัก	64
5.5 การย่อยได้ในตัวสัตว์ที่ศึกษาโดยวิธีการแบบดั้งเดิม ของโคทดลอง เมื่อได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	64
5.5.1 โภชนะรวมที่ย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม	65
5.6 การย่อยได้ในตัวสัตว์ที่ศึกษาโดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ของสัตว์ทดลอง เมื่อได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	66
5.6.1 ปริมาณวัตถุแห้งที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	67
5.6.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	67
5.6.3 ปริมาณโปรตีนรวมที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	68
5.7 สภาพภายในกระเพาะหมักเมื่อสัตว์ทดลองเมื่อได้รับ หญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 Treatments	68
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	71
6.1 สรุปผลการทดลอง	71
6.2 ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ	81
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	93
ประวัติผู้เขียน	112

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนในหญ้าเขตหนาวและเขตร้อน	4
2. การย่อยได้ในส่วนต่างๆของหญ้าที่อายุ 5 สัปดาห์	5
3. องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ที่ระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกัน	5
4. ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก	6
5. ชนิดของแบคทีเรียที่ผลิต Lactic acid ที่พบตามผิวของพืชอาหารสด	8
6. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักพืช	9
7. อิทธิพลของการอัดแน่นของหญ้าต่อคุณภาพของหญ้าหมัก	12
8. ผลของพันธุ์หญ้า การเสริมกากน้ำตาลและอายุของพืชต่อองค์ประกอบทางเคมี และจำนวน lactic acid bacteria ในหญ้าที่หมักแล้ว 100 วัน	17
9. องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพของหญ้าขนที่หมักร่วมกับสารช่วยหมัก ชนิดต่างๆ	18
10. คุณภาพของหญ้าแฝกที่อายุตัด 30 วัน ที่หมักร่วมกับสารช่วยหมักชนิดต่างๆ	19
11. สัดส่วนของอาหารขึ้นต่ออาหารหยาบต่อการเกิดกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก	22
12. ส่วนประกอบของ rumen buffer medium ที่ใช้ในการศึกษาด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	33
13. ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็กของการทดลองหาค่าการย่อยได้ โดยอาศัยสารบ่งชี้	37
14. ผลของสารช่วยหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก	42
15. ผลของสารช่วยหมักต่อการสูญเสียวัตถุแห้ง ลักษณะทางกายภาพ ความเป็นกรดค้าง และ การผลิตกรดอินทรีย์ในหญ้าเนเปียร์หมัก	44
16. ของสารช่วยหมักต่อปริมาณแก๊ส (ml) ของหญ้าเนเปียร์ที่หมักร่วมกับ สารช่วยหมักชนิดต่างๆ	45
17. การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิ เพื่อการให้นม (NE _L) ของหญ้าเนเปียร์หมักที่หมักร่วมกับสารเสริมชนิดต่างๆ	46
18. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโภชนาของหญ้าเนเปียร์หมัก ที่เสริมด้วยสารช่วยหมักทั้ง 4 treatments	48

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
19. โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของสัตว์ทดลองที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments	49
20. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ ในลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง	51
21. ปริมาณวัตถุแห้งที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารในสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้าเนเปียร์ ทั้ง 4 treatments	52
22. ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารในสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments	54
23. ปริมาณโปรตีนรวมที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารในสัตว์ทดลองเมื่อได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments	56
24. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatment	57
25. ปริมาณแอม โมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments	59
26. กรดไขมันระเหยได้ ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments	60

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1. เปลือกเมล็ดถั่วเหลือง (Soybean hulls)	19
2. การย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมัก	21
3. ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองจากการย่อยสลายที่ชั่วโมงต่างๆ	46
4. ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับ หญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments	57
5. กรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับ หญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 treatments	60

ภาพผนวก

ภาพ	หน้า
1. โคนทดลองและรางอาหารในคอกทดลอง	82
2. โคนทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมัก	82
3. หญ้าเนเปียร์ก่อนการนำไปหมัก	82
4. ถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร พร้อมฝาปิดและเข็มขัดล็อกที่ใช้ในการหมักหญ้าเนเปียร์	82
5. หญ้าเนเปียร์ภายหลังการหมัก	83
6. ขวดแก้วทดลองในการวัดแอมโมเนีย	83
7. การวัดแอมโมเนียในโคจรเจนด้วยวิธี Conway method	83
8. เครื่องวัด pH ใน rumen fluid	83

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