

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	๗
อักษรย่อและสัญลักษณ์	๘
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.2 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	3
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	4
2.1 กระบวนการผลิตเบียร์และอุตสาหกรรมเบียร์ในประเทศไทย	4
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์	6
2.3 การใช้กากข้าวมอลต์เป็นอาหารสัตว์	9
2.4 การย่อยอาหารในโคนม	17
2.4.1 การย่อยอาหารในกระเพาะหมัก	17
2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมัก	19
2.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมัก	20
2.4.4 การย่อยและการดูดซึมในลำไส้เล็ก	21
2.4.5 ประโยชน์จากการทราบตำแหน่งการย่อยของอาหาร	22
2.4.6 ความเป็นกรด – ด่าง ในกระเพาะรูเมน	22
2.4.7 แอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะรูเมน	23
2.4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด – ด่างและแอมโมเนียในโตรเจน ในกระเพาะรูเมน	24

	หน้า
2.5 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในโคนม	24
2.5.1 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์โดยวิธีการแบบดั้งเดิม	25
2.5.2 การศึกษาการย่อยได้ในสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	26
2.5.2.1 คุณสมบัติของสารบ่งชี้	26
2.5.2.2 ประเภทของสารบ่งชี้	26
2.5.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้ของอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	27
2.6 การเปิดทางเดินอาหารโคทดลองสำหรับใช้ในการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะ	29
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31
การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	31
การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ในสัตว์ของ โภชนะ	32
2.1 การหาค่าการย่อยได้วิธีดั้งเดิม	32
2.2 การหาค่าการย่อยได้โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	34
2.2.1 วิธีการทดลอง	34
2.2.2 การศึกษาสภาพภายในกระเพาะหมัก	35
2.2.3 สัตว์ทดลอง	36
2.3 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ	36
การทดลองที่ 3 ศึกษาหาผลผลิตน้ำนมและวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	36
3.1 สัตว์ทดลอง	36
3.2 วิธีการทดลอง	36
3.3 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	38
3.4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ	38
3.5 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล	38
3.6 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	38
บทที่ 4 ผลการทดลอง	39
4.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ	39
4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์สด	39

	หน้า
4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	39
4.2 การย่อยได้ในตัวสัตว์	42
4.2.1 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิม	42
4.2.2 โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานรวม พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	43
4.2.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	44
4.2.3.1 ปริมาณโปรตีนหยาบที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	46
4.2.4 สภาพภายในกระเพาะหมักของของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	47
4.2.4.1 ค่าความเป็นกรด - ด่าง ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	47
4.2.4.2 ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักของโคทดลอง	48
4.2.4.3 กรดไขมันระเหยได้ ในกระเพาะหมักของโคทดลอง	49
4.3 การศึกษาหาผลผลิตน้ำนมและวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	51
4.3.1 ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองทั้ง 2 สูตร	51
4.3.2 ปริมาณอาหารที่กิน	52
4.3.3 ปริมาณน้ำนม	52
4.3.4 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	53
4.3.5 ต้นทุนค่าอาหารและผลตอบแทน	53
บทที่ 5 วิจัยผลการศึกษาทดลอง	55
5.1 องค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภชนะ	55
5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์สด	55
5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	56
5.2 การย่อยได้ในตัวสัตว์	56
5.2.1 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิม	56

5.2.2 โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานรวม พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม ของโคทดลองเมื่อได้รับ อาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	หน้า 58
5.2.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	60
5.2.4 ปริมาณโปรตีนหยาบที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร	60
5.2.5 สภาพภายในกระเพาะหมักของโคทดลองเมื่อได้รับอาหาร ทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	62
5.2.5.1 ค่าความเป็นกรด - ด่าง ในกระเพาะหมัก	62
5.2.5.2 ปริมาณของแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมัก	63
5.2.5.3 ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก	64
5.3 การศึกษาหาผลผลิตน้ำนมและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	65
5.3.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง ทั้ง 2 สูตร	65
5.3.2 ปริมาณอาหารที่กิน	65
5.3.3 ปริมาณน้ำนม	66
5.3.4 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	66
5.3.5 ต้นทุนค่าอาหารและผลตอบแทน	67
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	68
6.1 สรุปผลการทดลอง	68
6.2 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ	80
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	90
ประวัติผู้เขียน	106

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. ปริมาณเบียร์ที่ผลิตได้ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2544 – 2547	6
2. องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์ (ร้อยละของวัตถุแห้ง)	7
3. ปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นในกากข้าวมอลต์ (ร้อยละของโปรตีนรวม)	8
4. สัดส่วนของอาหารชั้นต่ออาหารหยาบต่อการเกิดกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก	19
5. ส่วนประกอบของวัตถุดิบ ราคาอาหารต่อกิโลกรัม ร้อยละของโปรตีนหยาบและ โภชนะย่อยได้รวม จากการคำนวณของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	32
6. ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็กของการทดลองหาค่าการย่อยได้โดยวิธีใช้สารบ่งชี้	34
7. ส่วนประกอบของวัตถุดิบ ราคาอาหารต่อกิโลกรัม ร้อยละของโปรตีนหยาบ และ โภชนะย่อยได้รวม จากการคำนวณของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 2 สูตร (โภชนะทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง)	37
8. องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์สด	39
9. องค์ประกอบทางเคมีอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ (โภชนะคิดร้อยละของวัตถุแห้ง)	41
10. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏของ โภชนะใน โคนมที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	43
11. โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานรวม พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	44
12. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และ โภชนะในลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ (คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง)	45
13. ปริมาณโปรตีนหยาบที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมด้วยกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	47
14. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	48
15. ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	49

ตาราง	หน้า
16. กรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สดทั้ง 4 ระดับ	50
17. องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองในกลุ่มอาหารที่ไม่ผสมกากข้าวมอลต์สด และกลุ่มที่ผสมกากข้าวมอลต์สด (โภชนะทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง)	51
18. ปริมาณอาหารที่กินได้ และปริมาณน้ำนมที่รีดได้	52
19. องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม	53
20. ต้นทุนค่าอาหาร และกำไรจากการจำหน่ายน้ำนมดิบของโคทดลอง	54

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1. กระบวนการผลิตเบียร์	5
2. กากข้าวมอลต์สดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	8
3. แผนภาพแสดงทางเดินอาหารของโคนม	18
4. โศทคลองที่ได้เปิดทางเดินอาหารบริเวณกระเพาะหมัก	30
5. โศทคลองที่ได้ใส่ท่อเก็บตัวอย่างอาหารบริเวณลำไส้เล็ก	30

ภาพ	หน้า
1. สภาพของโศทคลองภายในคอกสัตว์ทดลอง	81
2. สภาพกากข้าวมอลต์สดที่บรรจุถุงพลาสติก	81
3. อาหารหยาบของโศทคลอง	81
4. การเก็บตัวอย่างจากลำไส้ของโศทคลอง	81
5. การวัดแอมโมเนียในโตรเจนด้วย Conway method	82
6. การวัด pH ใน rumen fluid	82
7. อาหารทดลองที่ไม่ผสมกากข้าวมอลต์สด	82
8. อาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สด	82

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

อักษรย่อและสัญลักษณ์

ADF	=	Acid detergent fiber
ADFD	=	Acid detergent fiber digestibility
ADL	=	Acid detergent lignin
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
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
FCM	=	Fat collected milk
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

NDF	=	Neutral detergent fiber
NDFD	=	Neutral detergent fiber digestibility
NE	=	Net energy
NE _L	=	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
TDN	=	Total digestible nutrient
VFA	=	Volatile fatty acid
TMR	=	Total Mixed Ration