

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ฒ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ณ
สารบัญตารางภาคผนวก	ต
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.2 ประโยชน์ที่จะได้จากการศึกษา	2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
2.1 กระบวนการผลิตเบียร์	3
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์	5
2.3 การใช้กากข้าวมอลต์แห้งเป็นอาหารสัตว์	8
2.4 การย่อยอาหารในโคนม	13
2.4.1 การย่อยอาหารในกระเพาะหมัก	14
2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยแป้งในกระเพาะหมัก	15
2.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมัก	16
2.4.4 การย่อยและดูดซึมในลำไส้	17
2.5 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในโคนม	18
2.5.1 การศึกษาการสลายตัวของโภชนะภายในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน	19
2.5.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของโภชนะในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน	21
2.5.1.2 การทำนายปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ ปริมาณวัตถุดิบที่ย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และดัชนีบ่งชี้คุณภาพ	23

	หน้า
2.5.2 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	24
2.5.3 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์โดยวิธีการแบบดั้งเดิม	26
2.5.4 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้	27
2.5.4.1 คุณสมบัติของสารบ่งชี้	27
2.5.4.2 ประเภทของสารบ่งชี้	27
2.6 การเปิดทางเดินอาหารโคทดลองสำหรับใช้ในการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะ	29
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์	31
3.1.1 สารเคมี	31
3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	32
3.2 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี	33
3.3 การศึกษาการสลายตัวของโภชนะโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน	34
3.3.1 วิธีการทดลอง	34
3.3.2 สัตว์ทดลอง	37
3.3.3 การวิเคราะห์สถิติ	37
3.4 การประเมินค่าพลังงานและวิธีการย่อยได้โดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส	37
3.4.1 วิธีการทดลอง	37
3.4.2 สัตว์ทดลอง	39
3.4.3 การวิเคราะห์สถิติ	39
3.5 การศึกษาการย่อยได้ในสัตว์	40
3.5.1 การหาค่าการย่อยได้วิธีดั้งเดิม	40
3.5.2 การหาค่าการย่อยได้วิธีการใช้สารบ่งชี้	41
3.5.3 การศึกษาสภาพภายในกระเพาะหมัก	42
3.5.4 สัตว์ทดลอง	42
3.5.5 การวิเคราะห์สถิติ	43
3.6 สถานที่ทำการทดลอง	44
3.7 ระยะเวลาในการทดลอง	44

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	45
4.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนา	45
4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์แห้ง	45
4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง ทั้ง 4 ระดับ	45
4.2 การสลายตัวของโภชนาภายในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงในลอน	47
4.2.1 การสลายตัวของกากข้าวมอลต์แห้งในกระเพาะหมัก	47
4.2.2 การสลายตัวของวัตถุแห้งในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง ทั้ง 4 ระดับ	48
4.2.3 การสลายตัวของโปรตีนหยาบในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง ทั้ง 4 ระดับ	51
4.2.4 ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลองที่คำนวณจากวิธีการใช้ถุงในลอน	53
4.3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	55
4.3.1 การย่อยได้และพลังงานของกากข้าวมอลต์แห้งโดยวิธีวัดปริมาณ แก๊สที่เกิดขึ้น	55
4.3.2 การย่อยได้และพลังงานของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	56
4.3.3 ค่าทำนายการย่อยได้อินทรีย์วัตถุ พลังงานใช้ประโยชน์และพลังงานสุทธิ เพื่อการให้นมของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	58
4.3.4 ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญ เติบโตและค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	59
4.3.5 การเปรียบเทียบค่าทำนายปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ ได้รับ อัตราการเจริญเติบโตและค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลอง	60
4.4 การย่อยได้ในตัวสัตว์	61
4.4.1 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิมของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหาร ทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	61

	หน้า
4.4.2 โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานรวม พลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	63
4.4.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	64
4.4.4 ปริมาณโปรตีนหยาบที่ตำแหน่งต่างๆของทางเดินอาหาร	65
4.4.5 สภาพภายในกระเพาะหมักของโคทดลองของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	66
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	69
5.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนา	69
5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์แห้ง	69
5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	70
5.2 การสลายตัวของโภชนาภายในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงไนลอน	70
5.2.1 การสลายตัวของกากข้าวมอลต์แห้งในกระเพาะหมัก	70
5.2.2 การสลายตัวของวัตถุแห้งและโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง	71
5.2.3 ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโตและค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลองที่คำนวณจากวิธีการใช้ถุงไนลอน	71
5.3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	72
5.3.1 การย่อยได้และพลังงานของกากข้าวมอลต์แห้งโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	72
5.3.2 การย่อยได้และพลังงานของอาหารทดลองโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	72
5.3.3 ค่าทำนายการย่อยได้อินทรีย์วัตถุ พลังงานใช้ประโยชน์และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	73
5.3.4 ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และค่าดัชนีบ่งชี้ ของอาหารทดลองจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	73
5.4 การย่อยได้ในตัวสัตว์	74
5.4.1 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิมของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	74

	หน้า
5.4.2 โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานรวม พลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม	75
5.4.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	76
5.4.4 ปริมาณโปรตีนหยาบที่ตำแหน่งต่างๆของทางเดินอาหาร	77
5.4.5 สภาพภายในกระเพาะหมักของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	77
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	80
6.1 สรุปผลการทดลอง	80
6.2 ข้อเสนอแนะ	82
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	91
ประวัติผู้เขียน	115

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณเบียร์ที่ผลิตได้ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540-2542	4
2 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์แห้ง (ร้อยละของวัตถุแห้ง)	6
3 ปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นในกากข้าวมอลต์ (ร้อยละของโปรตีนรวม)	7
4 สัดส่วนของอาหารชั้นต่ออาหารหยาบที่มีผลต่อกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมักโคนม	15
5 ส่วนประกอบของวัตถุดิบ ต้นทุนต่อกิโลกรัม ร้อยละของโปรตีนหยาบ และโภชนะย่อยได้รวม จากการคำนวณของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	34
6 ส่วนประกอบของ Rumen medium buffer ที่ใช้ในการศึกษาด้วยวิธีการวัดแก๊ส	38
7 ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างจากลำไส้เล็กของการทดลองหาค่าการย่อยได้โดยวิธีใช้สารบ่งชี้	42
8 องค์ประกอบทางเคมีอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	46
9 วัตถุแห้งที่สลายตัวของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับที่ชั่วโมงบ่มต่างกัน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	49
10 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของวัตถุแห้งที่คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	50
11 โปรตีนหยาบที่สลายตัวของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับที่ชั่วโมงบ่มต่างกัน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	51
12 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของโปรตีนหยาบที่คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	53
13 วัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับที่คำนวณจากวิธีการใช้ถุงไนลอน	54
14 ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น ณ ชั่วโมงต่างๆของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ (มิลลิลิตร)	56
15 ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY โดยใช้ข้อมูลการวัดปริมาณแก๊สของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	58
16 ปริมาณแก๊สที่เกิดใน 24 ชั่วโมง โปรตีนหยาบ ถ้า ทำนายอินทรีย์วัตถุย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับที่คำนวณจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	59

ตาราง	หน้า
17 ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	60
18 เปรียบเทียบค่าทำนายปริมาณวัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการทั้ง 2 วิธี	61
19 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และโภชนะของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	62
20 โภชนะรวมย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	63
21 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และโภชนะในลำไส้เล็กของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ (คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง)	65
22 ปริมาณโปรตีนหยาบที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหารในตัวสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	66
23 ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจน และกรดไขมันระเหยได้ภายในกระเพาะหมักของโคนมที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ	68

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กระบวนการผลิตเบียร์และที่มาของผลพลอยได้จากการผลิตเบียร์	3
2 กากข้าวมอลต์แห่งที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	5
3 แผนภาพแสดงทางเดินอาหารของโคนม	13
4 แผนภาพแสดงการย่อยและการดูดซึมอาหารที่ตำแหน่งต่างๆของทางเดินอาหาร	14
5 การสลายตัวของโภชนะของอาหารชั้นในกระเพาะหมัก	20
6 โคทดลองที่ได้เปิดทางเดินอาหารบริเวณกระเพาะหมัก	30
7 โคทดลองที่ได้ใส่ท่อเก็บตัวอย่างอาหารบริเวณลำไส้เล็ก	30
8 การเตรียมถุงในล่อนสำหรับวัดการสลายตัวของโภชนะในกระเพาะหมักโคนม	36
9 วิธีการหย่อนถุงในล่อนเพื่อป่มในกระเพาะหมักโคนม	36
10 อุปกรณ์สำหรับฉีดสารละลาย Rumen medium buffer เข้าหลอดวัดปริมาณแก๊ส	39
11 หลอดวัดปริมาณแก๊สขณะทำงานในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ	40
12 การวัดปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนด้วยวิธีการ Conway method	43
13 ปริมาณวัตถุแห้งที่สลายตัวที่ชั่วโมงป่มต่างกันของกากข้าวมอลต์แห่ง	47
14 ปริมาณโปรตีนหยาบที่สลายตัวที่ชั่วโมงป่มต่างกันของกากข้าวมอลต์แห่ง	48
15 ปริมาณวัตถุแห้งที่สลายตัวที่ชั่วโมงป่มต่างกันของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห่งทั้ง 4 ระดับ	49
16 ปริมาณโปรตีนหยาบที่สลายตัวที่ชั่วโมงป่มต่างกันของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห่งทั้ง 4 ระดับ	52
17 ปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้น ณ ชั่วโมงต่างๆของกากข้าวมอลต์แห่ง	55
18 ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น ณ ชั่วโมงต่างๆของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห่งทั้ง 4 ระดับ	57

อักษรย่อและสัญลักษณ์

A	=	Solubility, washing loss
ADF	=	Acid detergent fiber
ADFD	=	Acid detergent fiber digestibility
ADL	=	Acid detergent lignin
B	=	Insoluble potentially fermentable nutrient
c	=	Degradation rate
C ₂	=	Acetic acid
C ₃	=	Propionic acid
C ₄	=	Butyric acid
CF	=	Crude fiber
CP	=	Crude protein
CPD	=	Crude protein digestibility
CRD	=	Completely randomized design
DDMI	=	Digestible dry matter intake
DM	=	Dry matter
DMD	=	Digestible dry matter
DMI	=	Dry matter intake
EE	=	Ether extract
EED	=	Ether extract digestibility
GE	=	Gross energy
L	=	Lag time
LSD	=	Latin square design
ME	=	Metabolizable energy
N	=	Nitrogen
NDF	=	Neutral detergent fiber
NDFD	=	Neutral detergent fiber digestibility
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
P	=	Potential degradability
RCBD	=	Randomized complete block design
TDN	=	Total digestible nutrient
UIP	=	Undegradable intake protein
VFA's	=	Volatile fatty acids

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ	96
2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรีย์วัตถุในอาหารทดลอง 4 ระดับ	96
3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ	96
4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันรวมในอาหารทดลอง 4 ระดับ	96
5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ	97
6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกในอาหารทดลอง 4 ระดับ	97
7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยที่ละลายในต่างในอาหารทดลอง 4 ระดับ	97
8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยที่ละลายในกรดในอาหารทดลอง 4 ระดับ	97
9 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเฮมิเซลลูโลสในอาหารทดลอง 4 ระดับ	98
10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเซลลูโลสในอาหารทดลอง 4 ระดับ	98
11 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกนินในอาหารทดลอง 4 ระดับ	98
12 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณส่วนประกอบภายในเซลล์ในอาหารทดลอง 4 ระดับ	98
13 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า A ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	99
14 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า B ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	99
15 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า A+B ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	99
16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า c ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	99
17 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Lag time ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	100
18 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	100
19 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	100

ตารางภาคผนวก	หน้า
20 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า $ED_{0.05}$ ของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	100
21 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า A ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	101
22 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า B ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	101
23 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า A+B ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการ ใช้ถุงไนลอน	101
24 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า c ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	101
25 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Lag time ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการใช้ถุงไนลอน	102
26 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	102
27 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	102
28 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า $ED_{0.05}$ ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการ ใช้ถุงไนลอน	102
29 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายวัตถุแห้งที่สัตว์กินได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการใช้ถุงไนลอน	103
30 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายวัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการใช้ถุงไนลอน	103
31 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายอัตราการเจริญเติบโตของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการใช้ถุงไนลอน	103
32 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลอง 4 ระดับ จากวิธีการใช้ถุงไนลอน	103
33 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดแก๊ส	104
34 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการ วัดปริมาณแก๊ส	104

ตารางภาคผนวก	หน้า
35 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า $a+b$ ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	104
36 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า c ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	104
37 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นใน 24 ชั่วโมงของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	105
38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของอินทรีย์วัตถุย่อยได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	105
39 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	105
40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	105
41 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายวัตถุแห้งที่สัตว์กินได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	106
42 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายวัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	106
43 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายอัตราการเจริญเติบโตของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	106
44 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าทำนายดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส	106
45 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	107
46 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	107
47 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	107
48 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	107

ตารางภาคผนวก	หน้า
49 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในต่างของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	108
50 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในกรดของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	108
51 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตไม่ใช่เยื่อใยของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	108
52 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของโภชนะย่อยได้รวมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	108
53 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานรวมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	109
54 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	109
55 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม	109
56 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก	109
57 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก	110
58 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก	110
59 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก	110
60 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในต่างของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก	110
61 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่สัตว์ทดลองกินได้เมื่อได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	111
62 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	111

ตารางภาคผนวก	หน้า
63 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	111
64 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่หายไปที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	111
65 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่ถูกขับออกมากับมูลของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	112
66 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	112
67 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 1 ชั่วโมงก่อนอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	112
68 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 1 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	112
69 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 2 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	113
70 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 3 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	113
71 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 5 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	113
72 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดไขมันระเหยได้รวมที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	113
73 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดอะซีติกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	114
74 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดไพรูวิกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	114
75 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดบิวทิริกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	114
76 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนกรดอะซีติกต่อกรดไพรูวิกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ	114