

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาคผนวก	ท
สารบัญภาพ	ต
อักษรย่อ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
การย่อยสลายโปรตีนในรูเมนและการนำไปใช้ประโยชน์ในโคนม	4
ข้อดีข้อเสียของการย่อยโปรตีนโดยจุลินทรีย์ในรูเมน	6
โปรตีนไหลผ่าน (by pass protein)	7
โปรตีนของกากถั่วเหลืองเทียบกับปลาป่น	11
วิธีเพิ่มโปรตีนไหลผ่านหรือเพิ่มกรดอะมิโนเพื่อใช้ประโยชน์ในตัวสัตว์	13
การใช้ความร้อน (heat treatment)	13
การใช้สารเคมี (chemical treatment) หรือใช้สารบางอย่างช่วยในการเคลือบโปรตีน	20
การป้องกันกรดอะมิโนไม่ให้ถูกย่อยสลายในรูเมน	28
วิธีประเมินค่าการย่อยสลายในรูเมน กระเพาะแท้ และลำไส้เล็ก	31
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	35
การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ความร้อนแห้งป้องกันการย่อยสลาย	
ของกากถั่วเหลืองในรูเมน	35
การวิเคราะห์ทางสถิติ	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การทดลองที่ 2 ศึกษาหาระดับฟอर्मัลดีไฮด์ที่เหมาะสมในการป้องกันการย่อยสลาย ของกากถั่วเหลืองในรูเมน	35
2.1 การเตรียมตัวอย่าง	35
2.2 วิธีการทดลอง	36
2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ	36
การทดลองที่ 3 ประเมินค่าการย่อยได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลืองด้วยวิธีใช้ เอนไซม์ในหลอดทดลอง (<i>in vitro</i> enzymatic technique)	36
การวิเคราะห์ทางสถิติ	37
การทดลองที่ 4 ศึกษาวิธีไล่ฟอर्मัลดีไฮด์ส่วนเกินและผลที่มีต่อจุลินทรีย์ในรูเมน	37
4.1 การเตรียมตัวอย่าง	37
4.2 การไล่ฟอर्मัลดีไฮด์ส่วนเกิน	37
4.3 การวัดปริมาณฟอर्मัลดีไฮด์	38
4.4 ศึกษาผลของฟอर्मัลดีไฮด์ตกค้างที่มีต่อจุลินทรีย์ในรูเมน โดยวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (gas production method)	38
การทดลองที่ 5 ทดสอบประสิทธิภาพการผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม ในโคที่ให้นมสูง	38
5.1 สัตว์ทดลอง	38
5.2 คอกทดลอง	38
5.3 อาหารทดลอง	39
5.4 แผนการทดลอง	40
5.5 วิธีการศึกษา	41
5.6 การวิเคราะห์ทางเคมี	41
5.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	45
การทดลองที่ 1 ผลการใช้ความร้อนแห้งป้องกันการย่อยสลายของกากถั่วเหลือง ในรูเมน	45
การทดลองที่ 2 ผลของระดับฟอร์มิลดีไฮด์ที่มีต่อค่าการย่อยสลายของกากถั่วเหลือง ในรูเมน	48
การทดลองที่ 3 ผลของการประเมินค่าการย่อยได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลือง ด้วยเอนไซม์ในหลอดทดลอง (<i>in vitro enzymatic technique</i>)	53
การทดลองที่ 4 ผลการไล่ฟอร์มิลดีไฮด์ออกจากกากถั่วเหลืองและผลที่มีต่อจุลินทรีย์ ในรูเมน	55
การทดลองที่ 5 ผลต่อประสิทธิภาพการผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมในโคให้นมสูง	58
5.1 องค์ประกอบทางเคมีของของกากถั่วเหลืองและอาหารที่โคได้รับ	58
5.2 ปริมาณอาหารที่กินได้ และโภชนาที่โคได้รับ	60
5.3 ผลผลิต และต้นทุนค่าอาหาร	61
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	64
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวกที่	77
ประวัติผู้เขียน	124

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ผลของอาหารที่มีโปรตีนไหลผ่านสูง (HUP) เปรียบเทียบกับโปรตีนไหลผ่านต่ำ (LUP) ที่มีต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนม	9
2.2 Soybean meal used by livestock	11
2.3 Comparative composition (%) of various oilseed meal	12
2.4 Comparative amino acid composition of oilseed meal	12
2.5 Nutrient composition and variability of some feedstuffs commonly fed to dairy cattle (all values on a dry basis)	13
2.6 Proportions of dry matter and crude protein remaining in polyester bags after 12 hours of rumen incubation	16
2.7 Results of laboratory analyses of roasted soybeans	17
2.8 Average daily gain (ADG) and least squares means of BW gain	17
2.9 สัตว์ส่วนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของโปรตีนบางชนิด และกรรมวิธีที่ใช้ในการลดการย่อยสลาย	17
2.10 Rumen degradation characteristics (g kg ⁻¹) of feed protein	18
2.11 Effect of temperature and duration of heat treatment on nitrogen solubility and detergent insoluble nitrogen of whole cottonseed nitrogen	20
2.12 Apparent digestion coefficients from weathers receiving untreated and formaldehyde treated sunflower meal and soybean meal supplemented diets	24
2.13 Proportions of dry matter and crude protein remaining in polyester bags after 12 hours of rumen incubation	25
2.14 The effect of formaldehyde treatment and two levels of protein on certain reproductive parameters	26
2.15 Effect of protected methionine on the milk yield and the milk composition	30
2.16 Results of feeding trials using protected methionine for the growth of cattle	30

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
2.17 The in vitro digestibility of undegradable protein from soybean, fish and cottonseed incubated in the rumen for different intervals	32
2.18 Degradation rates in the rumen for dry matter and crude protein from untreated, acetic acid, and formaldehyde treated soybean meals	33
2.19 Nitrogen content and nitrogen fractions in untreated, acetic acid, and formaldehyde treated soybean meals	33
3.1 ส่วนประกอบของแร่ธาตุในแร่ธาตุผสม 1 กิโลกรัม	39
3.2 ตัวอย่างส่วนประกอบของสูตรอาหารชั้น	40
3.3 การจัดกลุ่มการทดลอง	40
4.1 การย่อยสลายวัตถุแห้งของกากถั่วเหลืองที่คั่วเวลาต่าง ๆ โดยวิธีใช้ถุงไนลอน	45
4.2 ค่าลักษณะการย่อยสลายของกากถั่วเหลืองที่คั่วเวลาต่าง ๆ โดยวิธีใช้ถุงไนลอน	57
4.3 การย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์	49
4.4 ค่าลักษณะการย่อยสลายของกากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์	50
4.5 การย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์	51
4.6 การย่อยได้ของโปรตีนในกระเพาะแท้และลำไส้เล็กของกากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ โดยวิธีการใช้เอนไซม์	54
4.7 ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ที่เหลือหลังจากทรีตกากถั่วเหลือง แล้วทำการเป่าหรือตากแดด	56
4.8 ปริมาตรแก๊ส (ml/200mgDM) ที่ชั่วโมงต่าง ๆ	57
4.9 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง	58
4.10 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหูก และอาหารชั้นทั้ง 3 สูตร	59
4.11 ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานที่โคได้รับในแต่ละวัน	60
4.12 ปริมาณ และองค์ประกอบน้ำนม ของโคที่กินอาหารสูตรต่าง ๆ	62
4.13 ต้นทุน และกำไรจากผลผลิตน้ำนม	63

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่	หน้า
1. ศึกษากรรมวิธีใช้ความร้อนแห้งกับกากถั่วเหลืองต่อค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งในรูเมนโดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique) (การทดลองที่ 1)	78
2. การวัดปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ (การทดลองที่ 4.3)	79
3. วิธีวิเคราะห์หาปริมาณยูเรียในนม (การทดลองที่ 5)	81
4. ตัวอย่างสูตรอาหารทดลองในแต่ละคาบของการทดลอง (การทดลองที่ 5)	84
ตารางผนวก	
1. ANOVA : ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่เหลือตกค้างอยู่กับกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 4.3)	102
2. ค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงต่าง ๆ (การทดลองที่ 4.4)	102
3. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 1)	104
4. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 10 นาที (การทดลองที่ 1)	104
5. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 20 นาที (การทดลองที่ 1)	104
6. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 10 นาที และใส่น้ำมัน 5% (การทดลองที่ 1)	105
7. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 20 นาที และใส่น้ำมัน 5% (การทดลองที่ 1)	105
8. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 10 นาที และใส่น้ำมัน 8% (การทดลองที่ 1)	105
9. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 20 นาที และใส่น้ำมัน 8% (การทดลองที่ 1)	106
10. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 10 นาที และใส่น้ำมัน 10% (การทดลองที่ 1)	106

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
11. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่ว 20 นาที และใส่น้ำมัน 10% (การทดลองที่ 1)	106
12. ANOVA : วัตถุแห้งที่หายไปของกากถั่วเหลืองที่คั่วระยะเวลาต่าง ๆ กัน ในรูเมน ที่ชั่วโมงต่าง ๆ (การทดลองที่ 1)	107
13. ANOVA : วัตถุแห้งที่หายไปของกากถั่วเหลืองที่คั่วของระดับการใช้น้ำมันต่าง ๆ กัน ในรูเมน ที่ชั่วโมงต่าง ๆ (การทดลองที่ 1)	107
14. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 2)	108
15. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ผ่านการทรีตด้วยฟอร์มีลดีไฮด์ระดับ 0.3% ของน้ำหนักกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 2)	108
16. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ผ่านการทรีตด้วยฟอร์มีลดีไฮด์ระดับ 0.6% ของน้ำหนักกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 2)	108
17. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ผ่านการทรีตด้วยฟอร์มีลดีไฮด์ระดับ 0.9% ของน้ำหนักกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 2)	109
18. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ผ่านการทรีตด้วยฟอร์มีลดีไฮด์ระดับ 1.2% ของน้ำหนักกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 2)	109
19. ค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ผ่านการทรีตด้วยฟอร์มีลดีไฮด์ระดับ 1.5% ของน้ำหนักกากถั่วเหลือง (การทดลองที่ 2)	109
20. ANOVA : วัตถุแห้งที่หายไปของกากถั่วเหลืองในกระเพาะรูเมน ที่ชั่วโมงต่าง ๆ (การทดลองที่ 2)	110
21. ANOVA : การย่อยได้ของโปรตีนกากถั่วเหลืองในกระเพาะรูเมน ที่ชั่วโมงต่าง ๆ (การทดลองที่ 2)	110
22. ข้อมูลการย่อยได้ในการทดลองที่ 3 และการคำนวณในตารางที่ 4.6	111
23. ANOVA : การย่อยได้ของโปรตีนทั้งหมด (Total) ของกากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มีลดีไฮด์แต่ละระดับ โดยวิธีการใช้เอนไซม์ในหลอดทดลอง (การทดลองที่ 3)	112
24. ANOVA : การย่อยได้ของโปรตีนในกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก (postruminal) ของกากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มีลดีไฮด์แต่ละระดับ โดยวิธีการใช้เอนไซม์ในหลอดทดลอง (การทดลองที่ 3)	112

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
25. ANOVA : สัดส่วนของโปรตีนที่ย่อยได้ในรูเมนของกากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มิลดีไฮด์แต่ละระดับ โดยวิธีการใช้เอนไซม์ในหลอดทดลอง	113
26. ANOVA : สัดส่วนของโปรตีนที่ย่อยได้ในกระเพาะแท้และลำไส้เล็กของกากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มิลดีไฮด์แต่ละระดับ โดยวิธีการใช้เอนไซม์ในหลอดทดลอง	113
27. ANOVA : โปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลาย ด้วยวิธีการใช้เอนไซม์ในหลอดทดลอง	114
28. ANOVA : ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัม/วัน) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นมอายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	114
29. ANOVA : ปริมาณน้ำนม 4% FCM (กิโลกรัม/วัน) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	115
30. ANOVA : ความเข้มข้นของไขมันในน้ำนม (%) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	115
31. ANOVA : ความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำนม (%) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	116
32. ANOVA : ความเข้มข้นของแลคโตสในน้ำนม (%) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	116
33. ANOVA : ความเข้มข้นของของแข็งรวมในน้ำนม (%) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	117
34. ANOVA : ความเข้มข้นของของแข็งที่ไม่รวมไขมันในน้ำนม (%) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	117
35. ANOVA : ปริมาณไขมันนม (กิโลกรัม/วัน) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	118
36. ANOVA : ปริมาณโปรตีนในนม (กิโลกรัม/วัน) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	118
37. ANOVA : ปริมาณแลคโตสในนม (กิโลกรัม/วัน) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	119

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
38. ANOVA : ปริมาณของแข็งรวมในนม (กิโลกรัม/วัน) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	119
39. ANOVA : ปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันในนม (กิโลกรัม/วัน) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	120
40. ANOVA : ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (Milk Urea Nitrogen: mg/dl) (การทดลองที่ 5)	120
41. ANOVA : ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำนม (FCR: feed DM/kg milk) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	121
42. ANOVA : ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำนมที่ปรับให้ไขมันในนม 4% (FCR: feed DM/4% FCM) เมื่อปรับค่าด้วยจำนวนวันที่ให้นม อายุ และน้ำหนักตัว (การทดลองที่ 5)	121

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การย่อยสลายสารประกอบไนโตรเจนในรูเมน การเปลี่ยนแปลงในร่างกายและขับออก	4
2.2 Protein metabolism in dairy cows	5
2.3 กระบวนการย่อยสลายโปรตีนในอาหารของโคนม	7
2.4 Flow diagram to represent the broad relationships linking dietary (crude) protein intake to metabolizable protein yield and its partition between various animal functions (Oldham, 1994)	8
2.5 ผลของการใช้ความร้อนกับโปรตีนในกากถั่วเหลืองต่อการปลดปล่อยแอมโมเนียเมื่อบ่มกับ rumen fluid	14
2.6 ผลของการใช้ autoclave กับโปรตีนในกากถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 130°C ต่อการย่อยได้ในลำไส้เล็ก	15
2.7 ผลของการใช้ autoclave กับแหล่งโปรตีนจากวัตถุดิบต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 130°C ต่อการปลดปล่อยแอมโมเนียเมื่อบ่มกับ rumen fluid (<i>in vitro</i>)	15
2.8 Relative proportion of rumen degradation crude protein (RDP), rumen undegradable crude protein (UDP) disappearing in the intestine (D-UDP) and residual UDP (R-UDP) for canola meal (CM), extruded CM (ECM), whole canola seed (WCS), extruded WCS (EWCS), Jet-Sploded WCS (JWCS), Protec [®] , soybean meal (SBM), and extruded SBM samples incubated in the rumen for 8 h	19
2.9 ผลของการใช้ pressure toasting กับ whole horse beans ต่อการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมน	19
2.10 Rumen protection	21
2.11 After the rumen	22
2.12 ผลของฟอร์มัลดีไฮด์ต่อการละลายได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลือง เมื่อบ่มกับ phosphate buffer	23
2.13 ผลของฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้กับกากถั่วเหลืองต่อการปลดปล่อยแอมโมเนีย เมื่อบ่มกับ rumen fluid	23

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.14 ผลของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้กับกากถั่วเหลืองต่อการย่อยได้ในลำไส้เล็ก	24
2.15 ผลของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้กับกากถั่วเหลือง ต่อสัดส่วนของโปรตีนในกากถั่วเหลืองที่ผ่านไปถึงลำไส้เล็ก	24
2.16 Changes in enzyme soluble crude protein with increasing levels of formaldehyde treatment	25
2.17 Changes in microbial NH ₃ release with increasing level of formaldehyde treatment	25
2.18 ผลของ protected methionine ที่มีต่อการให้นม	29
3.1 การคลุกกากถั่วเหลืองกับฟอร์มาลินแล้วนำผ่านตะแกรง	43
3.2 ถูกลงในล่อนที่เอาออกจากกระเพาะรูเมน	43
3.3 การหาการย่อยได้ของโปรตีนที่กระเพาะแท้ และลำไส้เล็ก ด้วยวิธี <i>in vitro</i> enzymatic technique	43
3.4 การตัดหญ้าที่เปลี่ยนแปลงด้วยเครื่องตัดแบบสะพาย และการขนหญ้ามาให้โคกิน	43
3.5 การรีดนมด้วยเครื่อง และการสูมตัวอย่างน้ำนม	44
3.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมด้วยเครื่อง Milkoscan 133 V 3.9 GB	44
3.7 การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (Milk Urea Nitrogen, MUN)	44
4.1 การย่อยสลายวัตถุแห้งในรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่คั่วเวลาต่างกัน	46
4.2 ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มาลดีไฮด์	49
4.3 การย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ ของกากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มาลดีไฮด์	52
4.4 การย่อยได้ของโปรตีนในรูเมน (บ่ม 12 ชั่วโมง) และที่ย่อยด้วยเอนไซม์ในหลอดทดลองของกากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มาลดีไฮด์	55
4.5 ปริมาตรแก๊ส (ml/200mgDM) ที่ชั่วโมงต่าง ๆ	58

อักษรย่อ

ADF	= Acid detergent fiber	mg	= Milligram
ADIN	= Acid detergent insoluble nitrogen	min	= Minute
Avg	= Average	ml	= Milliliter
BW	= Body weight	Mn	= Manganese
BW ^{0.75}	= Metabolic body weight	MP	= Metabolizable protein
Ca	= Calcium	MUN	= Milk urea nitrogen
CF	= Crude fiber	N	= Nitrogen
Cl	= Chlorine	Na	= Sodium
Co	= Cobalt	NDF	= Neutral detergent fiber
CP	= Crude protein	NEL	= Net energy for lactation
Cu	= Copper	NFC	= Non fiber carbohydrate
d	= day	NFE	= Nitrogen free extract
DE	= Digestible energy	NH ₃	= Ammonia
DM	= Dry matter	OM	= Organic matter
DMD	= Dry matter degradation	P	= Phosphorus
EE	= Ether extract	ppm	= part per million
FCR	= Feed conversion ratio	RDP	= Ruminant degradable protein
FCM	= Fat corrected milk	RUP	= Ruminant undegradable protein
F	= Formaldehyde	S	= Sulfur
I	= Iodine	SBM	= Soybean meal
K	= Potassium	SD	= Standard deviation
Lys	= Lysine	TSBM	= Treated soybean meal
Mcal	= Megacalory	w/w	= weight by weight
ME	= Metabolizable energy	Zn	= Zinc
Met	= Methionine	μm	= Micrometre
Mg	= Magnesium		