



ภาคผนวก ก  
การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved



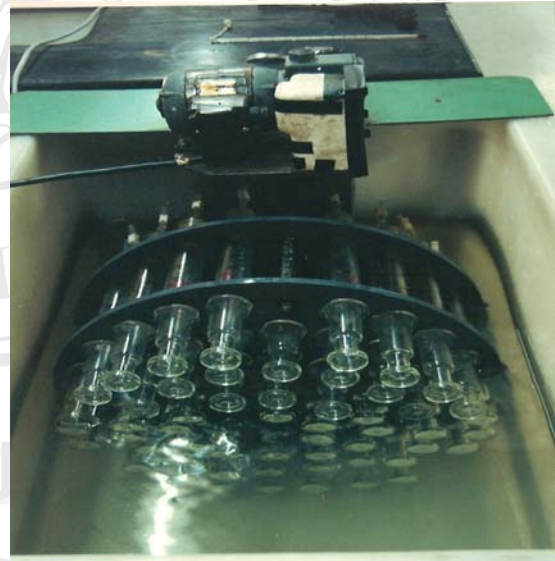
ภาพผนวก 1 การวิเคราะห์โปรตีน



ภาพผนวก 2 การวิเคราะห์เชื้อยีส



ภาพผนวก 3 การวิเคราะห์ไขมัน



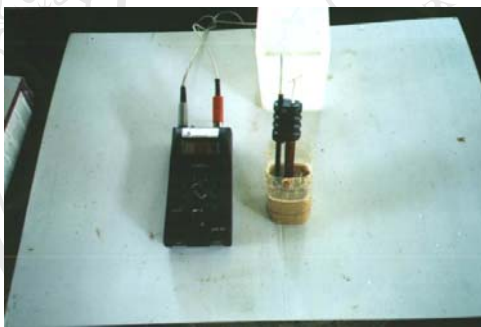
ภาพผนวก 4 การหาค่าพลังงานในอาหาร  
โดยวิธี gas production technique



ภาพผนวก 5 ขวดรูปชมพู่มีฝาปิดพร้อมแกน  
ที่มีกระเปาะแก้วที่ปลายแกน



ภาพผนวก 6 การวัดแอมโมเนียไนโตรเจน  
ด้วยวิธี Conway method



ภาพผนวก 7 การวัด pH ใน rumen fluid



ภาพผนวก 8 ตัวอย่างอาหารที่เก็บจาก  
duodenum และ ileum



ภาพผนวก 9 ตู้เก็บตัวอย่าง



ภาพผนวก 10 ตัวอย่างที่นำมาอบในตู้อบ



ภาพผนวก 11 โคทดลองที่ได้รับการเจาะ  
กระเพาะฝิ่ง rumen fistula



ภาพผนวก 12 โคทดลองที่ได้รับการสอดฝิ่ง  
ท่อที่บริเวณ duodenum และ ileum



ภาพผนวก 13 รางอาหารที่ใช้ในการทดลอง



ภาพผนวก 14 สภาพของโคทดลองภายใน  
คอกสัตว์ทดลอง

ภาคผนวก 1 การวิเคราะห์แอมโมเนียไนโตรเจน ( $\text{NH}_3 - \text{N}$ ) โดยวิธี Conway Method  
(Voigt und Steger, 1967)

อุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่สั่งทำเป็นพิเศษ มีฝาปิดพร้อมแกนที่มีกระเปาะแก้วที่ปลายแกน
2. burette
3. pipette และ pipette tip

สารเคมี

1. Boric acid
 

- $\text{H}_3\text{BO}_4$	5	กรัม
- Ethanol	200	มิลลิลิตร
- Indicator	10	มิลลิลิตร
2. Indicator
 

- Bromcresol green	0.033	กรัม
- Methylred	0.066	กรัม
- Ethanol	100	กรัม
3. sat.  $\text{K}_2\text{CO}_3$
4. 0.01 N HCl

วิธีทดลอง

1. ใส่สารละลาย boric acid 4 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่สั่งทำเป็นพิเศษ มีฝาปิดพร้อมแกนที่มีกระเปาะแก้วที่ปลายแกน เติมน้ำที่เก็บมาจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) 1 มิลลิลิตร หยดสารละลาย sat.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง
2. นำตัวอย่างที่บ่มไว้มาไตเตรตกับสารละลาย 0.01N HCL จนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกปริมาตรของสารละลาย HCL
3. คำนวณปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักด้วยสมการ  
ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน = ปริมาตร HCL x 14 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

### วิธีการเตรียมสารเคมี

#### 1. การเตรียมสารละลาย boric acid

- ชั่ง  $H_3BO_3$  5 กรัม ลงในขวด volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตรเติม ethanol 200 มิลลิลิตร แล้วเติม indicator 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน
- เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรประมาณ 900 มิลลิลิตร แล้วค่อยๆ หยดสารละลาย  $K_2CO_3$  จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนๆ
- ทดสอบโดยการใส่สารละลาย 0.01 N HCL 1 หยดลงในสารละลายที่เตรียมไว้
- เติมน้ำจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

#### 2. การเตรียม indicator

- ละลาย bromcresol green 0.033 กรัม และ methyl red 0.066 กรัม ลงใน ethanol 100 มิลลิลิตร ในขวด volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและเก็บไว้ในขวดสีชาเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี

### ภาคผนวก 2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ ( $TiO_2$ ) (Brandt *et al.*, 1983)

#### อุปกรณ์

1. เครื่องย่อยโปรตีน
2. volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร
3. ขวดแก้วใส
4. Test tube
5. เครื่อง Spectrophotometer

#### สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc.  $H_2SO_4$ )
2. สารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ประกอบด้วย  $K_2SO_4$  95% และ  $CuSO_4$  5%
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (medical extra grade 35 %  $H_2O_2$ )

#### วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 2.0 กรัมและสารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในหลอดเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc.  $H_2SO_4$ ) ประมาณ 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ

- 1 ชั่วโมง ให้ตัวอย่างได้สัมผัสกรดได้อย่างทั่วถึง หลังจากนั้นจึงนำไปย่อยด้วยไฟอ่อนๆ ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วจึงค่อยปรับขึ้นเพื่อป้องกันการเดือดพุ่งของตัวอย่าง
2. หลังจากย่อยจนสารละลายในหลอดเป็นสีใส ปิดไฟทิ้งไว้ให้เย็น ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างที่ข้างหลอดเพื่อชะเอาตัวอย่างที่ติดข้างหลอดให้ลงไปรวมกัน แล้วนำไปย่อยต่ออีก ประมาณ 1 ชั่วโมง
3. นำตัวอย่างที่ย่อยใสแล้วทิ้งไว้ให้เย็น เจือจางด้วยน้ำกลั่น เทลงใน volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร
4. เขย่าสารละลายให้เข้ากัน แบ่งสารละลาย 100 มิลลิลิตรไว้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนรวม สารละลายที่เหลือนำไปบรรจุลงในขวดแก้วใส ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 2 – 3 วัน
5. ดูดเอาตัวอย่างน้ำใสๆ ประมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่ test tube แล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (medical extra grade 35 %  $H_2O_2$ ) 0.1 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ค่าดูดกลืนแสง 405 นาโนเมตร

**ภาคผนวก 3 สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาการย่อยได้และค่าพลังงานของอาหารทดลองที่ผสมมันเฮย์ โดยเทคนิคการวัดปริมาณแก๊ส (Gas production technique)**

**สารเคมี**

1. micro mineral solution ประกอบด้วย  
 $13.2 \text{ g CaCl}_2 \cdot 2H_2O + 10.0 \text{ g MnCl}_2 \cdot 4H_2O + 1.0 \text{ g CoCl}_2 \cdot 6H_2O + 8.0 \text{ g FeCl}_3 \cdot 6H_2O$  ละลายทั้งหมดให้เข้ากันด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
2. buffer solution ประกอบด้วย  
 $4 \text{ g NH}_4HCO_3 + 35 \text{ g NaHCO}_3$  ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
3. macro mineral solution ประกอบด้วย  
 $5.7 \text{ g Na}_2HPO_4 \text{ (anhydrous)} + 6.2 \text{ g KH}_2PO_4 \text{ (anhydrous)} + 0.6 \text{ g MgSO}_4 \cdot 7H_2O$  ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. resazurin solution 0.1% (W/V)  
 ชั่ง 100 mg resazurin ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
5. reduction solution (ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ทำกราทดลอง และเตรียมก่อนเวลาเก็บ rumen fluid เพียงเล็กน้อยประกอบด้วย 2ml 1N NaOH + 312 mg  $Na_2S_2H_2O$  ใส่ลงในน้ำ 47.5 มิลลิลิตร)

#### ภาคผนวก 4 การหาค่า % Recovery Rate

$$\text{ค่า \% Recovery Rate} = \frac{\text{ปริมาณมูลแห้งที่เก็บ (DM g/day)}}{\text{ปริมาณมูลแห้งที่คำนวณได้ จากการใช้ TiO}_2 \text{ (DM g/day)}} \times 100$$

$$\text{ปริมาณมูลแห้งที่เก็บ (g)} = \frac{\text{น้ำหนักมูลสดที่เก็บทั้งหมด (g/day)} \times \% \text{ Dry matter ในมูล}}{100}$$

ตัวอย่าง	%DM ในมูล	น้ำหนักมูลสดที่เก็บได้ทั้งหมด	ปริมาณมูลแห้งที่คำนวณได้	ปริมาณมูลแห้งที่เก็บได้	ค่า % Recovery rate
T1R1	18.52434447	6400	1187.900601	1185.558046	99.80279871
T1R2	19.34554664	6100	1189.308378	1180.078345	99.22391598
T1R3	18.79889019	6300	1189.308378	1184.330082	99.58141258
T1R4	17.72507358	6700	1185.076457	1187.579930	100.21124990
<b>Avg.</b>	<b>18.59846372</b>	<b>6375</b>	<b>1187.898453</b>	<b>1187.898453</b>	<b>99.70484428</b>
T2R1	17.36270084	6800	1183.679295	1180.663657	99.7452319
T2R2	17.47109000	6800	1186.487549	1188.034120	100.1303487
T2R3	18.21418357	6500	1182.280146	1183.921932	100.1388661
T2R4	14.87428823	7900	1180.884302	1175.068770	99.50752736
<b>Avg.</b>	<b>16.98056566</b>	<b>7000</b>	<b>1183.332823</b>	<b>1187.898453</b>	<b>99.8804935</b>
T3R1	16.42536230	7300	1194.997802	1199.051448	100.3392178
T3R2	16.57614407	7200	1193.564796	1193.482373	99.9930944
T3R3	15.57256281	7601	1183.675049	1183.670499	99.99961569
T3R4	17.57547500	6700	1182.275905	1177.556825	99.60084779
<b>Avg.</b>	<b>16.53738604</b>	<b>7200.25</b>	<b>1188.628388</b>	<b>1187.898453</b>	<b>99.98319393</b>
T4R1	19.03945037	6200	1189.309432	1180.445923	99.25473485
T4R2	17.79054962	6700	1190.725276	1191.966825	100.10426820
T4R3	21.36583390	5600	1193.562568	1196.486698	100.24499180
T4R4	22.90950692	5100	1175.329532	1168.384853	99.40912915
<b>Avg.</b>	<b>20.2763352</b>	<b>5900</b>	<b>1187.231702</b>	<b>1187.898453</b>	<b>99.75328101</b>

$$\text{ค่า Recovery Rate เฉลี่ย} = \mathbf{99.83045318}$$





ภาคผนวก ข  
ข้อมูลการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

**ตารางภาคผนวก 1** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณวัตถุแห้งในอาหาร  
ทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.59480700	0.19826900	0.97	0.4895
Error	4	0.81772300	0.20443075		
Corrected Total	7	1.41253000			

R-Square = 0.421093      C.V. = 0.508597

**ตารางภาคผนวก 2** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอินทรีย์วัตถุในอาหาร  
ทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.62570450	0.20856817	11.12	0.0207
Error	4	0.07503500	0.01875875		
Corrected Total	7	0.70073950			

R-Square = 0.892920      C.V. = 0.146374

**ตารางภาคผนวก 3** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโปรตีนหยาบในอาหาร  
ทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	16.14523750	5.38174583	17.76	0.0089
Error	4	1.21242600	0.30310650		
Corrected Total	7	17.35766350			

R-Square = 0.930150      C.V. = 3.427395

**ตารางภาคผนวก 4** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไขมันรวมในอาหาร  
ทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	9.84808300	3.28269433	78.84	0.0005
Error	4	0.16654700	0.04163675		
Corrected Total	7	10.01463000			

R-Square = 0.983370      C.V. = 4.250174

**ตารางภาคผนวก 5** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณเชื้อใยหยาบในอาหารทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	7.01145937	2.33715312	175.03	0.0001
Error	4	0.05341150	0.01335288		
Corrected Total	7	7.06487088			

R-Square = 0.992440      C.V. = 1.433480

**ตารางภาคผนวก 6** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกในอาหารทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	490.8636375	163.6212125	91.60	0.0004
Error	4	7.1446500	1.7861625		
Corrected Total	7	498.0082875			

R-Square = 0.985654      C.V. = 2.408549

**ตารางภาคผนวก 7** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สสุทธีที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 2 ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	22.91666667	7.63888889	5.09	0.0292
Error	8	12.00000000	1.50000000		
Corrected Total	11	34.91666667			

R-Square = 0.656325      C.V. = 3.347822

**ตารางภาคผนวก 8** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สสุทธีที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 4 ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	10.83333333	3.61111111	3.47	0.0409
Error	8	8.33333333	1.04166667		
Corrected Total	11	19.16666667			

R-Square = 0.565217      C.V. = 2.210731

**ตารางภาคผนวก 9** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สสุทธีที่เกิดขึ้นใน ชั่วโมงที่ 6 ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	150.9166667	50.3055556	61.91	0.0001
Error	8	6.5000000	0.8125000		
Corrected Total	11	157.4166667			

R-Square = 0.958708

C.V. = 1.479706

**ตารางภาคผนวก 10** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สสุทธีที่เกิดขึ้นใน ชั่วโมงที่ 8 ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	198.7291667	66.2430556	48.18	0.0001
Error	8	11.0000000	1.3750000		
Corrected Total	11	209.7291667			

R-Square = 0.947551

C.V. = 1.674152

**ตารางภาคผนวก 11** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สสุทธีที่เกิดขึ้นใน ชั่วโมงที่ 12 ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	195.1666667	65.0555556	57.83	0.0001
Error	8	9.0000000	1.1250000		
Corrected Total	11	204.1666667			

R-Square = 0.955918

C.V. = 1.306768

**ตารางภาคผนวก 12** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สสุทธีที่เกิดขึ้นใน ชั่วโมงที่ 24 ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	421.7291667	140.5763889	30.53	0.0001
Error	8	36.8333333	4.6041667		
Corrected Total	11	458.5625000			

R-Square =

0.919677

C.V. = 2.341863

**ตารางภาคผนวก 13** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นใน 24 ชั่วโมงของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	421.8500250	140.6166750	61.92	0.0001
Error	8	18.1666667	2.2708333		
Corrected Total	11	440.0166917			

R-Square = 0.958714 C.V. = 2.445287

**ตารางภาคผนวก 14** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอินทรีย์วัตถุย่อยได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	639.2603000	213.0867667	68.07	0.0001
Error	8	25.0416000	3.1302000		
Corrected Total	11	664.3019000			

R-Square = 0.962304 C.V. = 2.814344

**ตารางภาคผนวก 15** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	17.84562273	5.94854091	87.25	0.0001
Error	7	0.47725000	0.06817857		
Corrected Total	10	18.32287273			

R-Square = 0.973953 C.V. = 2.381405

**ตารางภาคผนวก 16** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	10.28149167	3.42716389	101.20	0.0001
Error	8	0.27093333	0.03386667		
Corrected Total	11	10.55242500			

R-Square = 0.974325 C.V. = 2.709297

**ตารางภาคผนวก 17** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ  
วัตถุแห้งของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	110.8056062	12.3117340	3.28	0.0809
Error	6	22.5096375	3.7516063		
Corrected Total	15	133.3152437			

R-Square = 0.831155      C.V. = 2.739153

**ตารางภาคผนวก 18** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ  
อินทรีย์วัตถุของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	57.89695625	6.43299514	5.07	0.0307
Error	6	7.61448750	1.26908125		
Corrected Total	15	65.51144375			

R-Square = 0.883769      C.V. = 1.534410

**ตารางภาคผนวก 19** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ  
โปรตีนหยาบของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	362.2951062	40.2550118	3.62	0.0656
Error	6	66.6684875	11.1114146		
Corrected Total	15	428.9635937			

R-Square = 0.844582      C.V. = 5.484843

**ตารางภาคผนวก 20** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ  
ไขมันรวมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	61.02765000	6.78085000	2.22	0.1724
Error	6	18.35305000	3.05884167		
Corrected Total	15	79.38070000			

R-Square = 0.768797      C.V. = 2.213376

**ตารางภาคผนวก 21** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเชื้อ  
ใยของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	254.7415000	28.3046111	3.77	0.0602
Error	6	45.0678000	7.5113000		
Corrected Total	15	299.8093000			

R-Square = 0.849678

C.V. = 3.958654

**ตารางภาคผนวก 22** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ  
ไนโตรเจน ฟรีเอ็กซ์แทรกของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบ  
ดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	106.6840562	11.8537840	0.91	0.5700
Error	6	78.3398375	13.0566396		
Corrected Total	15	185.023893			

R-Square = 0.576596

C.V. = 4.949902

**ตารางภาคผนวก 23** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของโภชนะย่อยได้รวมของอาหาร  
ทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	110.5225563	12.2802840	1.39	0.3536
Error	6	52.8245875	8.8040979		
Corrected Total	15	163.3471438			

R-Square = 0.676612

C.V. = 4.017120

**ตารางภาคผนวก 24** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2.14920625	0.23880069	8.19	0.0093
Error	6	0.17498750	0.02916458		
Corrected Total	15	2.32419375			
R-Square = 0.924710		C.V. = 2.053990			

**ตารางภาคผนวก 25** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลอง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	1.30785625	0.14531736	7.76	0.0107
Error	6	0.11228750	0.01871458		
Corrected Total	15	1.42014375			
R-Square = 0.920932		C.V. = 2.555540			

**ตารางภาคผนวก 26** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่สัตว์ทดลองกินได้เมื่อได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	38323.62197	4258.18022	2.42	0.1477
Error	6	10576.98500	1762.83083		
Corrected Total	15	48900.60697			
R-Square = 0.783704		C.V. = 0.382363			

**ตารางภาคผนวก 27** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	63409.01326	7045.44592	4.80	0.0348
Error	6	8801.98709	1466.99785		
Corrected Total	15	72211.00034			
R-Square = 0.878107		C.V. = 0.564482			



**ตารางภาคผนวก 28** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายของสัตว์ทดลองเมื่อ ได้รับอาหารทั้ง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	727.7872250	80.8652472	5.01	0.0316
Error	6	96.9259500	16.1543250		
Corrected Total	15	824.7131750			

R-Square = 0.882473      C.V. = 0.178269

**ตารางภาคผนวก 29** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่หายไปบริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อ ได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	57516.66526	6390.74058	4.55	0.0395
Error	6	8433.44639	1405.57440		
Corrected Total	15	65950.11164			

R-Square = 0.872124      C.V. = 0.827498

**ตารางภาคผนวก 30** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่ขับออกมาทางมูลของสัตว์ทดลองเมื่อ ได้รับ อาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	41877.83260	4653.09251	32.99	0.0002
Error	6	846.24780	141.04130		
Corrected Total	15	42724.08040			

R-Square = 0.980193      C.V.= 0.567998

**ตารางภาคผนวก 31** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้เมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	42814.15041	4757.12782	2.06	0.1961
Error	6	13869.99664	2311.66611		
Corrected Total	15	56684.14704			
R-Square = 0.755311		C.V. = 6.751849			

**ตารางภาคผนวก 32** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	255703.6270	28411.5141	2.73	0.1167
Error	6	62332.6096	10388.7683		
Corrected Total	15	318036.2366			
R-Square = 0.804008		C.V. = 12.53672			

**ตารางภาคผนวก 33** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลอง 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4650.137225	516.681914	3539.12	0.0001
Error	6	0.875950	0.145992		
Corrected Total	15	4651.013175			
R-Square = 0.999812		C.V. = 0.999812			

**ตารางภาคผนวก 34** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่หายไปในบริเวณลำไส้เล็กเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	319261.6303	35473.5145	3.41	0.0745
Error	6	62384.2689	10397.3781		
Corrected Total	15	381645.8991			

R-Square = 0.836539      C.V.= 17.86012

**ตารางภาคผนวก 35** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมที่หายไปในบริเวณลำไส้เล็กเมื่อ สัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	467.5121750	51.9457972	10.12	0.0054
Error	6	30.8006000	5.1334333		
Corrected Total	15	498.3127750			

R-Square = 0.938190      C.V. = 3.269361

**ตารางภาคผนวก 36** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่ขับออกมาทางมูลเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5294.638006	588.293112	655.03	0.0001
Error	6	5.388738	0.898123		
Corrected Total	15	5300.026744			

R-Square = 0.998983      C.V. = 0.491907

**ตารางภาคผนวก 37** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงก่อน สัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.00160625	0.00017847	1.68	0.2717
Error	6	0.00063750	0.00010625		
Corrected Total	15	0.00224375			

R-Square = 0.715877      C.V. = 0.151850

**ตารางภาคผนวก 38** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.00142500	0.00015833	6.33	0.0679
Error	6	0.00015000	0.00002500		
Corrected Total	15	0.00157500			

R-Square = 0.904762      C.V. = 0.076643

**ตารางภาคผนวก 39** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.00190625	0.00021181	1.43	0.3414
Error	6	0.00088750	0.00014792		
Corrected Total	15	0.00279375			

R-Square = 0.682327      C.V. = 0.184676

**ตารางภาคผนวก 40** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 3 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.00042500	0.00004722	1.89	0.2261
Error	6	0.00015000	0.00002500		
Corrected Total	15	0.00057500			

R-Square = 0.739130      C.V. = 0.075230

**ตารางภาคผนวก 41** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 4 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.00030625	0.00003403	5.44	0.0759
Error	6	0.00003750	0.00000625		
Corrected Total	15	0.00034375			

R-Square = 0.890909      C.V. = 0.037387

**ตารางภาคผนวก 42** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงก่อนสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	17.09915000	1.89990556	7354.47	0.0001
Error	6	0.00155000	0.00025833		
Corrected Total	15	17.10070000			

R-Square = 0.999909      C.V. = 0.204814

**ตารางภาคผนวก 43** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 1  
ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	15.79815625	1.75535069	103.88	0.0001
Error	6	0.10138750	0.01689792		
Corrected Total	15	15.89954375			

R-Square = 0.993623      C.V. = 1.016108

**ตารางภาคผนวก 44** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 2  
ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	6.28105625	0.69789514	8589.48	0.0001
Error	6	0.00048750	0.00008125		
Corrected Total	15	6.28154375			

R-Square = 0.999922      C.V. = 0.084901

**ตารางภาคผนวก 45** ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียในโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 3  
ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหาร 4 ระดับ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	10.45882500	1.16209167	3575.67	0.0001
Error	6	0.00195000	0.00032500		
Corrected Total	15	10.46077500			

R-Square = 0.999814      C.V. = 0.188353

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวชนิษฐา ตีคำ
วัน เดือน ปี เกิด	31 พฤษภาคม 2523
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีศรีน่าน อ. เมือง จ. น่าน ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีศรีน่าน อ. เมือง จ. น่าน ปีการศึกษา 2541 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วิทยาศาสตร์บัณฑิต) สาขาสัตวศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับ 1) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ วิทยาเขตน่าน ปีการศึกษา 2545
ผลงานวิจัย	<b>ชนิษฐา ตีคำ</b> เทอดชัย เวียรศิลป์ และโชค มิเกล็ด.2548. ผลของการเสริม กรดฟูมาริกต่อการย่อยได้ของโภชนะ (โปรตีน). การวิชาการสาขาสัตวบาล/ สัตวศาสตร์/ สัตวแพทย์ ครั้งที่ 5. เรื่อง “การผลิตสัตว์อย่างยั่งยืน” วันที่ 14-15 พฤศจิกายน 2548 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.