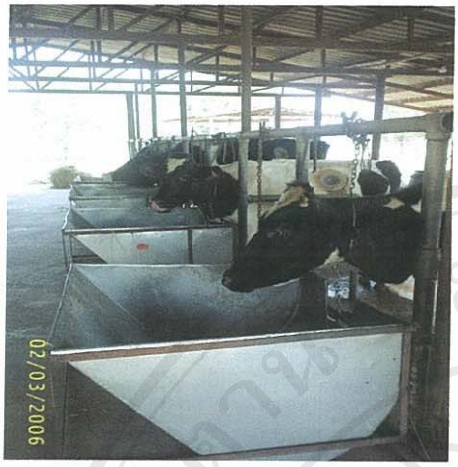
ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

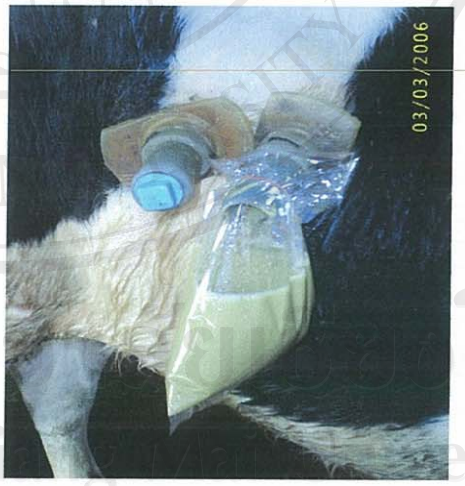
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก 1 สภาพของโคทดลองภายในคอกสัตว์ทดลอง

ภาคผนวก 2 สภาพกากข้าวมอลต์สดที่บรรจุถุงพลาสติก

ภาคผนวก 3 อาหารหยาบของโคทดลอง



ภาคผนวก 4 การเก็บตัวอย่างจากลำไส้ของโคทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 5 การวัดแอมโมเนียไนโตรเจนด้วย Conway method

ภาคผนวก 6 การวัด pH ใน rumen fluid

ภาคผนวก 7 อาหารทดลองที่ไม่ผสมกากข้าวมอลต์สด

ภาคผนวก 8 อาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3 - N) โดยวิธี Conway Method

(Voigt and Steger, 1967)

อุปกรณ์

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

สารเคมี

1. Boric acid
   - H_3BO_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. K_2CO_3
4. 0.01 N HCl

วิธีการ

1. ใส่สารละลาย boric acid 4 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่สั่งทำเป็นพิเศษ มีฝาปิดพร้อมแกนที่มีกระเปาะแก้วที่ปลายแกน เติมน้ำที่เก็บมาจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) 1 มิลลิลิตร หยดสารละลาย sat. K_2CO_3 เขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ในที่มืด ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง
2. นำตัวอย่างที่บ่มไว้มาไตเตรตกับสารละลาย 0.01N HCl จนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกปริมาตรของสารละลาย HCl
3. คำนวณปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักด้วยสมการ

   ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน = ปริมาตร HCl x 14 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารละลาย boric acid

- ชั่ง H_3BO_4 5 กรัม ลงในขวด volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตรเติม ethanol 200 มิลลิลิตร แล้วเติม indicator 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน
- เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรประมาณ 900 มิลลิลิตร แล้วค่อยๆ หยดสารละลาย K_2CO_3 จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนๆ
- ทดสอบโดยการใช้สารละลาย 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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid) ด้วยวิธี Gas Chromatography (Ishler et al., 1996)

อุปกรณ์

1. หลอดปั่นเหวี่ยงใส (40ml centrifuge tube)
2. ขวดพลาสติกมีฝาปิดขนาด 240 มิลลิลิตร
3. ตัวกรองขนาด 0.45 ไมครอน (0.45 μ fiber)
4. หลอดฉีดยาขนาด 40 มิลลิลิตร (syringe)
5. หลอดขนาดเล็ก (GC vial)
6. ปิเปตขนาด 0.1, 1.0, 10 และ 50 มิลลิลิตร
7. ตู้แช่แข็ง (freezer) และตู้เย็น (cooler)
8. gas chromatography (Shimadzu GC – 14 B)
9. เข็มฉีด GC ขนาด 5 ไมโครลิตร

สารเคมี

1. 10 N H_3PO_4
2. Internal standard (2 – ethylbutyric acid)
3. Deionized H_2O

วิธีการ

1. เขียนหมายเลขตัวอย่างลงบนขวดพลาสติกที่มีฝาปิดขนาด 240 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 10 N H_3PO_4 ปริมาตร 10 มิลลิลิตรลงในขวด ชั่งน้ำหนักขวดพร้อมฝาปิดบันทึก (A)
2. เติมน้ำที่เก็บจากกระเพาะหมัก (sample) ประมาณ 50 – 75 มิลลิลิตรลงในขวดเขย่าให้เข้ากัน ชั่งน้ำหนักขวดพร้อมสารละลายทั้งหมดบันทึก (B) คำนวณน้ำหนักของน้ำจากกระเพาะหมัก (sample) (X = B - A) เติมน้ำ deionizd ปริมาตร X – 10
3. นำขวดที่บรรจุสารละลายไปแช่เย็นประมาณ 2 วันเขย่าขวดวันละ 2 ครั้ง
4. นำตัวอย่างออกจากตู้เย็น (cooler) เขย่าให้เข้ากันดีแล้วเทสารละลายปริมาตร 40 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดเพื่อปั่นเหวี่ยงใส (centrifuge) ที่ 12,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที เทเอาส่วนใส (supernatant) ใส่ลงในกระบอกฉีดประมาณสองในสามของหลอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้วฉีดผ่านตัวกรองขนาด 0.45 ไมครอน เก็บสารละลายที่กรองได้ในตู้แช่แข็ง (freezer)

5. ก่อนเก็บตัวอย่างเข้าตู้แช่แข็ง ใช้ปิเปตดูดตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตรใส่หลอดขนาดเล็ก เติม internal standard (2 – ethylbutyric acid) 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บตัวอย่างไว้รอวิเคราะห์
6. นำตัวอย่างออกจากตู้แช่แข็ง เพื่อเข้าสู่ขบวนการด้วยเครื่อง gas chromatography
7. ดูดสารละลายที่ได้ 5.0 ไมโครลิตรฉีดเข้าเครื่อง gas chromatography

หมายเหตุ

Column :	10% SP 1200/1% H_3PO_4	
	80/100 Chromosorb WAW	
	6 x 2 mm ID	
Temperature :	initial temperature	113 °C
	column oven temperature	130 °C
	flow	60 ml/min
	range	10^2
	injector temperature	150 °C
	detector temperature	180 °C
	oven max	200 °C
	stop time	10 min
Sample :	rumen fluid	
Gases :	H_2	50 ml/min
	air	50 ml/min

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไททาเนียมออกไซด์ (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)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 2.000 กรัมและสารเร่งปฏิกริยา (catalyst) ประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในหลอด เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4) ประมาณ 20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ให้ตัวอย่างได้สัมผัสกรดได้อย่างทั่งถึง หลังจากนั้นจึงนำไปย่อยด้วยไฟอ่อนๆ ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วจึงค่อยปรับขึ้นเพื่อป้องกันการเดือดพลุ่งของตัวอย่าง
2. หลังจากย่อยจนสารละลายในหลอดเป็นสีใส ปิดไฟทิ้งไว้ให้เย็น ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างที่ข้างหลอดเพื่อชะเอาตัวอย่างที่ติดข้างหลอดให้ลงไปรวมกัน แล้วนำไปย่อยต่ออีกประมาณ 1 ชั่วโมง
3. นำตัวอย่างที่ย่อยใสแล้วทิ้งไว้ให้เย็นเจือจางด้วยน้ำกลั่น เทลงใน volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร
4. เขย่าสารละลายให้เข้ากัน แบ่งสารละลาย 100 มิลลิลิตรไว้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนรวม สารละลายที่เหลือนำไปบรรจุลงในขวดแก้วใสตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไขมันนมโดยวิธีเกอร์เบอร์ (Gerber Method)

วิธีการ

1. ใช้ปิเปตขนาด 10.75 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำนมจำนวน 10.75 มิลลิลิตร แล้วค่อยๆ ใส่ลงในแก้ว Butyrometer tube
2. เติมสารละลาย H_2SO_4 (Sulfuric acid) 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในแก้ว Butyrometer tube
3. เติมสารละลาย amyl alcohol (Pentamol) 1.05 มิลลิลิตร ใส่ลงในแก้ว Butyrometer tube ปิดจุกยางให้แน่น
4. เขย่าให้เข้ากัน นำมาปั่นเหวี่ยงในเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 1,100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที
5. นำ Butyrometer tube ที่ผ่านการปั่นเหวี่ยงในเครื่อง Centrifuge อ่านค่าปริมาณไขมันนมที่ได้นำข้อมูลไขมันนมที่ได้มาปรับไขมันนมที่ 4% ไขมันนม โดยใช้สูตรที่เสนอโดยชวนิศนดากร (2530)

   4% FCM = (0.4 × ปริมาณน้ำนมเป็นกิโลกรัม) + (15 × ไขมันในน้ำนมเป็นกิโลกรัม)

อุปกรณ์

1. Gerber Butyrometer Tubes
2. Butyrometer stand
3. Milk pipette 10.75 ml.
4. Centrifuge ความเร็ว 1,100 รอบต่อนาที

สารเคมี

1. สารละลาย H_2SO_4 (Sulfuric acid)
2. สารละลาย amyl alcohol (Pentamol)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาค่า % Recovery Rate

$$\text{ค่า \% Recovery Rate} = \frac{\text{ปริมาณมูลแห้งที่เก็บ (DM g/day)}}{\text{ปริมาณมูลแห้งที่คำนวณได้ จากการใช้ } TiO_2 \text{ (DM g/day)}} \times 100$$

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

ตัวอย่าง	ปริมาณมูลแห้งที่คำนวณได้	ปริมาณมูลแห้งที่เก็บได้	ค่า % Recovery rate
T1R1	1671.77	1619.80	96.89
T1R2	1397.06	1347.20	96.43
T1R3	1757.44	1713.60	97.51
T1R4	1953.96	1955.00	100.05
Avg.	**1695.06**	**1658.90**	**97.72**
T2R1	1554.13	1538.19	98.97
T2R2	1711.71	1706.58	99.70
T2R3	1891.09	1851.94	97.93
T2R4	1811.81	1788.93	98.74
Avg.	**1742.18**	**1721.41**	**98.84**
T3R1	1680.00	1664.48	99.08
T3R2	1811.32	1765.44	97.47
T3R3	1571.89	1554.17	98.87
T3R4	1498.08	1451.52	96.89
Avg.	**1640.32**	**1608.90**	**98.08**
T4R1	1984.50	2020.51	101.81
T4R2	1333.33	1282.38	96.18
T4R3	1656.51	1635.48	98.73
T4R4	1989.58	1959.20	98.47
Avg.	**1740.98**	**1724.39**	**98.80**

ค่า Recovery Rate เฉลี่ย = 98.36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4759.730	528.858	453.96	0.0001
Error	6	6.993	1.166		
Corrected Total	15	4766.723			

R – Square = 0.998 C.V. = 1.730

ตารางผนวก 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	8.133	0.903	0.78	0.6489
Error	6	6.980	1.163		
Corrected Total	15	15.213			

R – Square = 0.537 C.V. = 6.401

ตารางผนวก 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันรวมในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2.534	0.281	2.45	0.1440
Error	6	0.690	0.115		
Corrected Total	15	3.224			

R – Square = 0.786 C.V. = 4.126

ตารางผนวก 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2.627	0.291	2.54	0.1346
Error	6	0.694	0.116		
Corrected Total	15	3.321			

R – Square = 0.792 C.V. = 5.183

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของเยื่อใยที่ละลายในด่างในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	297.871	33.096	29.55	0.0003
Error	6	6.891	1.149		
Corrected Total	15	304.762			

R – Square = 0.977 C.V. = 3.979

ตารางผนวก 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของเยื่อใยที่ละลายในกรดในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	63.044	7.004	60.91	0.0001
Error	6	0.692	0.115		
Corrected Total	15	63.736			

R – Square = 0.989 C.V. = 3.448

ตารางผนวก 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกนินในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.741	0.082	22.16	0.0006
Error	6	0.022	0.003		
Corrected Total	15	0.763			

R – Square = 0.970 C.V. = 6.111

ตารางผนวก 8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	319.819	35.535	30.50	0.0002
Error	6	6.990	1.165		
Corrected Total	15	326.809			

R – Square = 0.978 C.V. = 2.256

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 9 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของเยื่อใยรวมในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	31.316	3.479	30.26	0.0003
Error	6	0.690	0.115		
Corrected Total	15	32.006			

R – Square = 0.978 C.V. = 4.379

ตารางผนวก 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	11.718	1.302	1.07	0.4851
Error	6	7.300	1.216		
Corrected Total	15	19.018			

R – Square = 0.616 C.V. = 1.717

ตารางผนวก 11 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	13.663	1.518	1.25	0.4074
Error	6	7.310	1.218		
Corrected Total	15	20.973			

R – Square = 0.651 C.V. = 1.675

ตารางผนวก 12 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	94.292	10.476	8.34	0.0082
Error	6	7.352	1.225		
Corrected Total	15	101.644			

R – Square = 0.928 C.V. = 2.073

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 13 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	12.877	1.430	0.62	0.7484
Error	6	13.760	2.293		
Corrected Total	15	26.638			
R – Square = 0.483		C.V. = 2.188			

ตารางผนวก 14 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในด่างของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	38.198	4.244	3.49	0.0711
Error	6	7.295	1.216		
Corrected Total	15	45.493			
R – Square = 0.839		C.V. = 1.879			

ตารางผนวก 15 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในกรดของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	10.369	1.152	0.95	0.5483
Error	6	7.285	1.214		
Corrected Total	15	17.654			
R – Square = 0.586		C.V. = 2.103			

ตารางผนวก 16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	10.724	1.191	0.98	0.5309
Error	6	7.315	1.219		
Corrected Total	15	18.039			
R – Square = 0.594		C.V. = 1.298			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 17 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของโภชนะย่อยได้รวมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	32.178	3.575	2.95	0.1013
Error	6	7.280	1.213		
Corrected Total	15	39.458			
R – Square = 0.815		C.V. = 1.407			

ตารางผนวก 18 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานรวมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	6.180	0.686	0.56	0.7886
Error	6	7.301	1.216		
Corrected Total	15	13.480			
R – Square = 0.458		C.V. = 6.981			

ตารางผนวก 19 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	6.001	0.666	0.55	0.7997
Error	6	7.332	1.222		
Corrected Total	15	13.333			
R – Square = 0.0.451		C.V. = 10.265			

ตารางผนวก 20 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิม

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5.963	0.662	0.54	0.8020
Error	6	7.303	1.217		
Corrected Total	15	13.266			
R – Square = 0.449		C.V. = 15.573			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 21 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	42.374	4.708	1.55	0.3054
Error	6	18.210	3.035		
Corrected Total	15	60.584			
R – Square = 0.699		C.V. = 6.103			

ตารางผนวก 22 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	37.521	4.169	1.37	0.3608
Error	6	18.195	3.033		
Corrected Total	15	55.716			
R – Square = 0.673		C.V. = 6.258			

ตารางผนวก 23 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับจากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็ก

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	39.387	4.376	1.53	0.3382
Error	6	17.210	2.868		
Corrected Total	15	57.597			
R – Square = 0.683		C.V. = 2.697			

ตารางผนวก 24 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่สัตว์ทดลองกินได้เมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	1071.567	119.063	11.09	0.0042
Error	6	64.440	10.740		
Corrected Total	15	1136.007			
R – Square = 0.943		C.V. = 0.818			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 25 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	29065.263	3229.473	305.90	0.0001
Error	6	63.340	10.557		
Corrected Total	15	29128.603			

R – Square = 0.997 C.V. = 0.635

ตารางผนวก 26 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2626.432	291.825	27.59	0.0003
Error	6	63.444	10.574		
Corrected Total	15	2689.876			

R – Square = 0.976 C.V. = 1.798

ตารางผนวก 27 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่หายไปที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	17171.815	1907.979	179.05	0.0001
Error	6	63.940	10.657		
Corrected Total	15	17234.755			

R – Square = 0.996 C.V. = 0.983

ตารางผนวก 28 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนหยาบที่ถูกขับออกมากับมูลของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4428.329	492.036	45.82	0.0001
Error	6	64.431	10.738		
Corrected Total	15	4492.760			

R – Square = 0.985 C.V. = 2.209

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 29 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างที่ 1 ชั่วโมงก่อนอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.222	0.024	1.09	0.4755
Error	6	0.136	0.022		
Corrected Total	15	0.358			

R – Square = 0.620 C.V. = 2.200

ตารางผนวก 30 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างที่ 1 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.113	0.012	0.52	0.8217
Error	6	0.146	0.024		
Corrected Total	15	0.260			

R – Square = 0.435 C.V. = 2.320

ตารางผนวก 31 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างที่ 2 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.195	0.021	0.71	0.6921
Error	6	0.184	0.030		
Corrected Total	15	0.379			

R – Square = 0.515 C.V. = 2.589

ตารางผนวก 32 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างที่ 3 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.150	0.016	1.12	0.4623
Error	6	0.089	0.014		
Corrected Total	15	0.239			

R – Square = 0.626 C.V. = 1.809

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 33 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างที่ 4 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.116	0.012	0.78	0.6469
Error	6	0.099	0.016		
Corrected Total	15	0.216			
R – Square = 0.538		C.V. = 1.922			

ตารางผนวก 34 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 1 ชั่วโมงก่อนอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5.567	0.618	5.38	0.0266
Error	6	0.690	0.115		
Corrected Total	15	6.257			
R – Square = 0.889		C.V. = 3.725			

ตารางผนวก 35 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 1 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	10.337	1.148	9.65	0.0056
Error	6	0.711	0.119		
Corrected Total	15	11.048			
R – Square = 0.937		C.V. = 2.957			

ตารางผนวก 36 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 2 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4.443	0.493	4.29	0.0451
Error	6	0.693	0.116		
Corrected Total	15	5.136			
R – Square = 0.865		C.V. = 3.099			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 37 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 3 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	14.415	1.601	13.93	0.0023
Error	6	0.686	0.114		
Corrected Total	15	15.101			
R – Square = 0.954		C.V. = 3.655			

ตารางผนวก 38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 4 ชั่วโมงหลังอาหารเช้าในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	10.532	1.170	10.18	0.0053
Error	6	0.690	0.115		
Corrected Total	15	11.222			
R – Square = 0.938		C.V. = 4.014			

ตารางผนวก 39 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดไขมันระเหยได้รวมที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	242.131	26.903	23.09	0.0005
Error	6	6.990	1.165		
Corrected Total	15	249.12			
R – Square = 0.971		C.V. = 1.570			

ตารางผนวก 40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	188.552	20.950	17.92	0.0011
Error	6	7.011	1.169		
Corrected Total	15	195.563			
R – Square = 0.964		C.V. = 2.358			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 41 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดโพรพิโอนิกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	34.777	3.864	3.36	0.0791
Error	6	6.899	1.150		
Corrected Total	15	41.676			
R – Square = 0.832		C.V. = 6.857			

ตารางผนวก 42 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดบิวทีริกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	10.275	1.141	9.84	0.0056
Error	6	0.697	0.116		
Corrected Total	15	10.972			
R – Square = 0.937		C.V. = 4.68			

ตารางผนวก 43 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	1.411	0.156	1.33	0.3644
Error	6	0.703	0.117		
Corrected Total	15	2.114			
R – Square = 0.671		C.V. = 11.623			

ตารางผนวก 44 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณปริมาณน้ำนมก่อนการทดลอง

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.246	0.246	0.21	0.6579
Error	10	11.840	1.184		
Corrected Total	11	12.086			
R – Square = 0.020		C.V. = 11.273			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 45 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำนมจากการทดลองของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.099	0.099	0.11	0.7453
Error	10	8.873	0.887		
Corrected Total	11	8.972			

R – Square = 0.011 C.V. = 9.507

ตารางผนวก 46 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.121	0.121	0.04	0.8461
Error	10	30.598	3.059		
Corrected Total	11	30.719			

R – Square = 0.004 C.V. = 15.613

ตารางผนวก 47 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของต้นทุนค่าอาหารต่อวันของโคที่ได้รับของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	541.398	541.398	8.38	0.0160
Error	10	645.859	64.585		
Corrected Total	11	1187.257			

R – Square = 0.456 C.V. = 21.053

ตารางผนวก 48 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของรายได้จากการขายน้ำนมต่อตัวต่อกิโลกรัมหลังจากหักค่าอาหาร

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	12.264	12.264	0.11	0.7453
Error	10	1099.186	109.918		
Corrected Total	11	1111.451			

R – Square = 0.011 C.V. = 9.507

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 49 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของรายได้จากการขายน้ำนมต่อตัวต่อวัน หลังจากหักค่าอาหารของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	716.637	716.637	22.51	0.0008
Error	10	318.344	31.834		
Corrected Total	11	1034.981			

R – Square = 0.692 C.V. = 0.7.825

ตารางผนวก 50 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของรายได้จากการขายน้ำนมต่อตัวต่อกิโลกรัมต่อวันของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	5.953	5.953	23.70	0.0007
Error	10	2.512	0.251		
Corrected Total	11	8.465			

R – Square = 0.703 C.V. = 6.875

ตารางผนวก 51 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของไขมันนมของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.138	0.138	0.74	0.4103
Error	10	1.877	0.187		
Corrected Total	11	2.016			

R – Square = 0.068 C.V. = 11.361

ตารางผนวก 52 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของโปรตีนในน้ำนมของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.264	0.264	3.96	0.0746
Error	10	0.666	0.066		
Corrected Total	11	0.930			

R – Square = 0.283 C.V. = 8.232

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 53 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแลคโตสในน้ำนมของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.003	0.003	0.09	0.7732
Error	10	0.380	0.038		
Corrected Total	11	0.383			

R – Square = 0.0086 C.V. = 4.078

ตารางผนวก 54 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.821	0.821	3.00	0.1137
Error	10	2.734	0.273		
Corrected Total	11	3.555			

R – Square = 0.231 C.V. = 4.198

ตารางผนวก 55 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนมของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.218	0.218	2.47	0.1470
Error	10	0.884	0.088		
Corrected Total	11	1.103			

R – Square = 0.198 C.V. = 3.452

ตารางผนวก 56 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันนมของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2248.938	2248.938	0.78	0.3977
Error	10	28815.600	2881.560		
Corrected Total	11	31064.539			

R – Square = 0.072 C.V. = 14.199

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 57 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนในน้ำนมของอาหารปกติเปรียบเทียบกับอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์สด

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	3696.345	3696.345	5.71	0.0379
Error	10	6468.2536	646.825		
Corrected Total	11	10164.599			

R – Square = 0.363 C.V. = 8.209

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาววิจิตรา ทองแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	2 มกราคม 2525
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสอนแก้ววองไววิทยาคม อ. เมือง จ. ยโสธร ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อ. เมือง จ. ยโสธร ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วิทยาศาสตรบัณฑิต) สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีการศึกษา 2546
ผลงานวิจัย	วิจิตรา ทองแก้ว โชค มิเกล็ดและวิสูตร ศิรินุพงษานันท์. 2549. การใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองระดับสูงในสูตรอาหารโคนม. วารสารเกษตร 22(1): 87 - 93.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved