ภาคผนวก ก

ภาพแสดงการทดลองและการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 1 โคทดลองที่ได้เปิดทางเดินอาหารบริเวณกระเพาะหมัก

ภาพผนวก 2 โคทดลองที่ได้ใส่ท่อเก็บตัวอย่างอาหารบริเวณลำไส้เล็ก

ภาพผนวก 3 สภาพของโคทดลองภายในคอกทดลอง

ภาพผนวก 4 ต้นข้าวโพดฝักอ่อนสดที่นำมาสับก่อนให้โคกิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 5 ถังหมักต้นข้าวโพดฝักอ่อน

ภาพผนวก 6 การวัดแอมโมเนียไนโตรเจน ด้วยวิธี Conway method

ภาพผนวก 7 การกลั่นหากรดอินทรีย์ในต้นข้าวฝักอ่อนโพดหมัก

ภาพผนวก 8 การหากรดไขมันระเหยได้ด้วยเครื่อง GC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 1 การประเมินคุณภาพของพืชหมักโดยใช้ประสาทสัมผัส (Organoleptic)

เป็นวิธีการที่นิยมที่สุดเพราะสามารถทำได้ง่ายโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ ได้ผลรวดเร็ว และผลที่ได้สามารถบอกคุณภาพได้ดีพอสมควรเหาะสำหรับการใช้ปฏิบัติ วิธีการมีขั้นตอนดังนี้

1. หาข้อมูลทั่วไปของพืชที่นำมาหมัก เช่น อายุ ความแก่ อ่อน การออกดอก ติดเมล็ด ระยะการตัด ฤดูกาล ตลอดจนการให้ปุ๋ยของพืชที่นำมาหมัก เพราะปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของพืชหมักตลอดจนปริมาณเยื่อใยและการย่อยได้ด้วย
2. ให้คะแนนตัดสินโดยอาศัยประสาทสัมผัส

	คะแนน
● กลิ่น (ควรตรวจสอบที่อุณหภูมิห้อง)	
- ปราศจากกลิ่นเน่าเสียมีกลิ่นหอมของกรด	14
- มีกลิ่นเน่าเจือปนบางๆ หรือมีกลิ่นกรดจัด หรือมีกลิ่นไหม้จางๆ ของพืชที่ผึ่งก่อนหมัก	10
- กลิ่นเน่าแรงขึ้นหรือมีกลิ่นน้ำตาลไหม้ชัด	4
- กลิ่นเน่าแรง มีกลิ่นแอมโมเนีย และมีกลิ่นกรดจางมาก	2
- เน่าเสีย	0
● โครงสร้าง	
- มีใบและก้านครบ	4
- ใบ	2
- เมือกลื่น มีสิ่งเจือปน	1
- ใบและก้านเปื่อยยุ่ย หรือปนเปื้อนมาก	0
● สี	
- มีสีของพืชหมักปกติคือ สีเขียวอมเหลือง	2
- สีเปลี่ยนไปมากคือ มีสีเหลืองค่อนไปทางน้ำตาล	1
- สีผิดปกติมาก คือ คือเขียวคล้ำออกดำ หรือเหลืองซีด หรือมีรา	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำคะแนนทั้ง 3 หัวข้อมารวมกันแล้วอ่านผลตามเกณฑ์ต่อไปนี้

คะแนน	ลำดับขั้นของพืชหมัก	การสูญเสียโภชนะ
20 – 16	1 ดีมาก – ดี	น้อย
15 - 10	2 เกือบดี	ปานกลาง
9 – 5	3 ปานกลาง	สูง
4 – 0	4 เน่าเสีย	สูงมาก

หมายเหตุ เรื่องกลิ่นของพืชหมักนี้ถ้าพืชหมักผ่านการตากแดดหรือผึ่งเพื่อลดความชื้นกลิ่นพืชหมักจะไม่แรง แยกแยะได้ยาก

ภาคผนวก 2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์โดยการกลั่น

ใช้พืชหมัก 30 กรัมผสมกับน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโถปั่นเป็นเวลานาน 2 นาที แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น

นำน้ำกรอง 240 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์

↓

เติมน้ำปูน 24 มิลลิลิตรและสารละลาย $CuSO_4$ 12 มิลลิลิตร

↓ คนด้วย magnetic stirrer นาน 5 นาที

กรองแล้วนำของเหลวที่ผ่านการกรอง 200 มิลลิลิตร

↓ ใส่ในขวดก้นกลมปริมาตร 500 มิลลิลิตร

เติมกรดกำมะถันเจือจาง (1:1) 5มิลลิลิตร และใส่เกล็ดหิน (pumic stone) 3 – 4 ชิ้น

กลั่น ↓ ใน 20 นาที phenolpthalein

ได้สารละลาย 100 มิลลิลิตรแรก → ไตเตรตกับ NaOH 0.05 N (A)

กลั่น ↓ ใน 10 นาที phenolpthalein

ได้สารละลาย 50 มิลลิลิตร → ไตเตรตกับ NaOH 0.05 N (B)

↓

เติมสารละลาย chromic oxide 55 มิลลิลิตร

reflux ↓ 5 นาที

หยุดปฏิกิริยาด้วยน้ำเย็น 100 มิลลิลิตร

กลั่น ↓ ใน 10 นาที phenolpthalein

ได้สารละลาย 50 มิลลิลิตร → ไตเตรตกับ NaOH 0.05 N (C)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำค่าที่ไตเตรตได้ (A, B และ C) คูณด้วย 1.25 เป็นค่า D_1, D_2 และ D_3 ตามลำดับ นำไปเข้าสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณกรดอะซิติก (A) บิวทิริก (B) และแลคติก (L) (Zimmer, 1966 ; อ้างโดยบุญล้อมและบุญเสริม, 2525)

$$\%A = 0.0962\ D_2 - 0.0213\ D_1$$

$$\%B = 0.0431\ D_1 - 0.0680\ D_2$$

$$\%L = 0.1230\ D_3 - (0.0086a + 0.0029b)$$

เมื่อ $a = 6.41\ D_2 - 1.42\ D_1$ และ $b = 1.96\ D_1 - 3.09\ D_2$

จากนั้นนำค่ากรดที่ได้จากสมการดังกล่าวไปคำนวณเป็นร้อยละของกรดทั้งหมด เมื่อนำคะแนนของกรดทั้ง 3 ชนิดมารวมกันแล้วเปรียบเทียบเป็นคะแนนจากตารางจะสามารถประเมินคุณภาพพืชหมักได้การตัดสินคุณภาพพืชหมัก

กรดอะซิติก[1]	คะแนน	กรดบิวทิริก[1]	คะแนน	กรดแลคติก[1]	คะแนน
0 –15.0	20	0 – 1.5	50	0 – 20.0	-
- 20.0	18	1.6 – 3.0	30	20.1 – 25.0	0
20.1 - 24.0	16	3.1 – 4.0	20	25.1 – 30.0	2
24.1 - 28.0	13	4.1 – 6.0	15	30.1 – 34.0	4
28.1 - 32.0	10	6.1 – 8.0	10	34.1 – 38.0	6
32.1 - 36.0	7	8.1 – 10.0	9	38.1 – 42.0	8
36.1 - 40.0	4	10.1 – 12.0	8	42.1 – 46.0	10
40.1 - 45.0	2	.1 – 14.0	7	46.1 – 50.0	12
45.1 - 50.0	0	14.1 – 16.0	6	50.1 – 54.0	14
50.1 - 55.0	0	16.1 – 18.0	4	54.1 – 58.0	16
55.1 - 60.1	0	18.1 – 20.0	2	58.1 – 62.0	18
		20.1 – 25.0	0	62.1 – 66.0	20
		25.1 – 30.0	0	66.1 – 70.0	24
		30.1 – 40.0	-5	70.1 – 75.0	28
		มากกว่า 40	-	มากกว่า 75	30
		มากกว่า 50	-		
		มากกว่า 60	-		

[1/]ค่าความเป็นกรดคิดเป็นร้อยละของกรดทั้งหมด

คะแนนรวม 0 – 20 = เกรด 5 (ต่ำ), 21 – 40 = เกรด 4 (ค่อนข้างพอใช้), 41 – 60 = เกรด 3 (พอใช้), 61 – 80 เกรด 2 (ดี) และ 81 – 100 = เกรด 1 ดีมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 3 วิธีวิเคราะห์หาแอมโมเนียและแอมโมเนียไนโตรเจน

วิเคราะห์หาแอมโมเนีย (Chen et al., 1994) โดยนำพืชหมักสด 10 กรัมไปปั่นร่วมกับสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น 0.1 N H_2SO_4 จำนวน 100 มิลลิลิตรในโถปั่นนาน 30 วินาทีแล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำสารละลายที่ได้ไปกลั่นด้วยเครื่อง Tecator Auto - Kjeldahl analyzer โดยเลือกเติมเฉพาะ NaOH และ receiver หลังจากการกลั่นแล้วนำมาไตเตรตกับ HCL 0.01 N แล้วเข้าสมการดังนี้

$$\%NH_3 = \left\{(V\text{-}B) \times 14.007 \times 0.1 \times 100 \times 1.214285 \right\} / (1000 \times \text{weight})$$

$$\%NH_3 - N = \left\{(V\text{-}B) \times 14.007 \times 0.1 \times 100 \right\} / (1000 \times \text{weight})$$

วิเคราะห์หา total nitrogen โดยนำพืชหมักสด 3 กรัมนำไปย่อยและกลั่นด้วยเครื่อง Tecator Auto - Kjeldahl analyzer โดยใช้คำสั่งอัตโนมัติหลังจากการกลั่นแล้วนำมาไตเตรตกับ HCL 0.1 N แล้วเข้าสมการดังนี้

$$\text{Total N} = \left\{(V\text{-}B) \times 14.007 \times 0.1 \times 100 \right\} / (1000 \times \text{weight})$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 4 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
- Methyl red	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 ณ. อุณหภูมิห้องเป็นเวลาอย่างน้อย 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 1,000 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

ภาคผนวก 5 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. เขียนเบอร์ตัวอย่างลงในขวดพลาสติกที่มีฝาปิดขนาด 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 แล้วฉีดผ่านตัวกรองขนาด 0.45 ไมครอน เก็บสารละลายที่กรองได้ในตู้แช่แข็ง (freezer)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

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 2mm ID	
Temperature :	initial temperature	113 ºC
	column oven temperature	130 ºC
	flow	60 ml/min
	range	10^2
	injector temperature	150 ºC
	detector temperature	180 ºC
	oven max	200 ºC
	stop time	10 min
Sample :	rumen fluid	
Gases :	H_2	50ml/min
	air	50ml/min

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 6 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 ให้ตัวอย่างได้สัมผัสกรดได้อย่างทั่วถึง 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

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	1257.14	1262.87	100.46
T1R2	1052.86	1088.00	103.34
T1R3	1038.71	1105.95	106.47
T1R4	1216.69	1200.63	98.68
Avg.	**1141.35**	**1164.36**	**102.24**
T2R1	1196.56	1476.80	123.42
T2R2	1283.26	1359.66	105.50
T2R3	1563.04	1552.11	99.30
T2R4	1366.27	1360.10	99.55
Avg.	**1352.28**	**1437.17**	**106.94**
T3R1	906.35	921.06	101.62
T3R2	807.91	784.24	97.07
T3R3	1097.65	1125.54	102.54
T3R4	778.67	657.78	84.48
Avg.	**897.64**	**872.16**	**96.43**
T4R1	1210.70	1223.25	101.04
T4R2	928.85	707.20	76.14
T4R3[1/]	-	-	-
T4R4	1301.57	2378.534	182.74
Avg.	**1147.04**	**1436.33**	**119.97**

[1/]โคทดลองตายระหว่างเก็บข้อมูล

ค่า Recovery Rate เฉลี่ย = 105.49

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก 7 ต้นทุนในการหมักต้นข้าวโพดฝักอ่อน (ต่อต้นข้าวโพดหมัก 1 กิโลกรัม)

ค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)
ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	0.90
ถังหมัก (บรรจุต้นข้าวโพดได้ 65 กก./ถัง) ตลอดอายุการใช้งาน 10 ปีๆ ละ 6 ครั้ง รวมเป็น 60 ครั้ง	0.20
ค่าจ้างแรงงาน 150 บาท/วัน (5 ถัง/คน/วัน)	0.50
ค่าสับต้นข้าวโพด	0.13
รวม	1.73

ภาคผนวก 8 ต้นทุนในการหมักต้นข้าวโพดฝักอ่อนร่วมกับกากน้ำตาล 5% (ต่อต้นข้าวโพดหมัก 1 กิโลกรัม)

ค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)
ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	0.90
ถังหมัก (บรรจุต้นข้าวโพดได้ 65 กก./ถัง) ตลอดอายุการใช้งาน 10 ปีๆ ละ 6 ครั้ง รวมเป็น 60 ครั้ง	0.20
ค่าจ้างแรงงาน 150 บาท/วัน (5 ถัง/คน/วัน)	0.50
ค่าสับต้นข้าวโพด	0.13
ค่ากากน้ำตาล	0.40
รวม	2.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค
ข้อมูลการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณการสูญเสียวัตถุแห้งของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.405	0.405	3.24	0.1219
Error	6	0.750	0.125		
Corrected Total	7	1.155			

R – Square = 0.351 C.V. = 2.745

ตารางผนวก 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของการตรวจสอบคุณภาพของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	15.042	15.042	6.76	0.0163
Error	22	48.917	2.223		
Corrected Total	23	63.958			

R – Square = 0.235 C.V. = 7.763

ตารางผนวก 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็น กรด–ด่าง (pH) ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.211	0.211	14.59	0.0088
Error	6	0.087	0.014		
Corrected Total	7	0.298			

R – Square = 0.709 C.V. = 2.988

ตารางผนวก 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3 - N) ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.000	0.000	1.60	0.2528
Error	6	0.001	0.000		
Corrected Total	7	0.001			

R – Square = 0.211 C.V. = 3.313

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.496	1.496	7.03	0.0379
Error	6	1.277	0.213		
Corrected Total	7	2.773			

R – Square = 0.540 C.V. = 3.658

ตารางผนวก 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดอะซิติก (acetic acid) ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.004	0.004	69.43	0.0002
Error	6	0.000	0.000		
Corrected Total	7	0.004			

R – Square = 0.920 C.V. = 6.110

ตารางผนวก 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดบิวทิริก (butyric acid) ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.003	0.003	20.21	0.0041
Error	6	0.001	0.000		
Corrected Total	7	0.004			

R – Square = 0.771 C.V. = 16.236

ตารางผนวก 8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแลคติก (lactic acid) ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	78.940	78.940	20.73	0.0039
Error	6	22.848	3.808		
Corrected Total	7	101.787			

R – Square = 0.776 C.V. = 2.801

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 9 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแลคติก (lactic acid, % total acid) ในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2.409	2.409	57.57	0.0003
Error	6	0.251	0.042		
Corrected Total	7	2.660			

R – Square = 0.905 C.V. = 3.157

ตารางผนวก 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนลักษณะทางกายภาพ (quality score) ในต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักร่วมกับกากน้ำตาล 5%

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	50.000	50.000	25.00	0.0025
Error	6	12.000	2.000		
Corrected Total	7	62.000			

R – Square = 0.806 C.V. = 1.481

ตารางผนวก 11 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้ง (DM) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	15.798	5.266	0.78	0.5250
Error	12	80.509	6.709		
Corrected Total	15	96.307			

R – Square = 0.164 C.V. = 12.211

ตารางผนวก 12 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	81.653	27.218	195.37	0.0001
Error	12	1.672	0.139		
Corrected Total	15	83.325			

R – Square = 0.980 C.V. = 0.401

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 13 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวม (CP) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	98.928	32.976	86.18	0.0001
Error	12	4.592	0.383		
Corrected Total	15	103.520			

R – Square = 0.956 C.V. = 7.653

ตารางผนวก 14 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมัน (EE) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3.214	1.071	15.91	0.0002
Error	12	0.808	0.067		
Corrected Total	15	4.022			

R – Square = 0.799 C.V. = 8.587

ตารางผนวก 15 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้า (Ash) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	90.020	30.007	174.57	0.0001
Error	12	2.063	0.172		
Corrected Total	15	92.083			

R – Square = 0.978 C.V. = 5.396

ตารางผนวก 16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	62.956	20.985	19.38	0.0001
Error	12	12.996	1.083		
Corrected Total	15	75.952			

R – Square = 0.829 C.V. = 3.561

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 17 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	392.329	130.776	141.78	0.0001
Error	12	11.069	0.922		
Corrected Total	15	403.398			

R – Square = 0.973 C.V. = 1.483

ตารางผนวก 18 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	70.310	23.437	56.40	0.0001
Error	12	4.986	0.416		
Corrected Total	15	75.296			

R – Square = 0.934 C.V. = 1.622

ตารางผนวก 19 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกนิน (ADL) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4.005	1.335	9.13	0.0020
Error	12	1.756	0.146		
Corrected Total	15	5.761			

R – Square = 0.695 C.V. = 5.838

ตารางผนวก 20 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	454.377	151.459	49.29	0.0001
Error	12	36.874	3.073		
Corrected Total	15	491.251			

R – Square = 0.925 C.V. = 3.415

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 21 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) ในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1201.047	400.349	613.99	0.0001
Error	12	7.824	0.652		
Corrected Total	15	1208.871			

R – Square = 0.994 C.V. = 5.109

ตารางผนวก 22 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	198.715	66.238	2.10	0.1540
Error	12	378.862	31.572		
Corrected Total	15	577.577			

R – Square =0.344 C.V. = 8.052

ตารางผนวก 23 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	198.552	66.184	0.93	0.4541
Error	12	849.813	70.818		
Corrected Total	15	1048.365			

R – Square = 0.189 C.V. = 11.661

ตารางผนวก 24 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม (CPD) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2437.508	812.503	11.85	0.0007
Error	12	822.634	68.553		
Corrected Total	15	3260.143			

R – Square =0.748 C.V. = 14.533

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 25 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวม (EED) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	278.344	92.781	1.31	0.3157
Error	12	848.258	70.688		
Corrected Total	15	1126.602			

R – Square = 0.247 C.V. = 11.684

ตารางผนวก 26 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยรวม (CFD) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	324.899	108.299	1.44	0.2801
Error	12	902.879	75.240		
Corrected Total	15	1227.778			

R – Square =0.265 C.V. = 11.928

ตารางผนวก 27 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในด่าง (NDFD) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	545.075	181.692	1.81	0.1987
Error	12	1203.667	100.306		
Corrected Total	15	1748.742			

R – Square = 0.312 C.V. = 14.816

ตารางผนวก 28 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในกรด (ADFD) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	524.074	174.691	1.16	0.3652
Error	12	1806.782	150.565		
Corrected Total	15	2330.857			

R – Square = 0.225 C.V. = 20.066

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 29 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFCD) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	11.080	3.693	0.10	0.9597
Error	12	453.153	37.763		
Corrected Total	15	464.233			

R – Square = 0.024 C.V. = 6.818

ตารางผนวก 30 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโภชนะรวมที่ย่อยได้ (TDN) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	120.310	40.103	0.62	0.6176
Error	12	780.989	65.082		
Corrected Total	15	901.298			

R – Square = 0.133 C.V. = 11.898

ตารางผนวก 31 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานรวม (GE) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	254.324	84.775	320.24	<0.0001
Error	12	3.177	0.265		
Corrected Total	15	257.501			

R – Square = 0.988 C.V. = 1.525

ตารางผนวก 32 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4.243	1.414	0.89	0.4744
Error	12	19.078	1.590		
Corrected Total	15	23.321			

R – Square = 0.182 C.V. = 11.308

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 33 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) จากวิธีการย่อยได้แบบดั้งเดิมในอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3.001	1.000	1.41	0.2869
Error	12	8.490	0.707		
Corrected Total	15	11.491			

R – Square = 0.261 C.V. = 13.742

ตารางผนวก 34 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) จากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็กของอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	301.591	100.530	58.05	<.0001
Error	12	20.780	1.731		
Corrected Total	15	322.371			

R – Square = 0.935 C.V. = 2.088

ตารางผนวก 35 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) จากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็กของอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	354.876	118.292	26.71	<.0001
Error	12	53.142	4.428		
Corrected Total	15	408.018			

R – Square = 0.869 C.V. = 3.596

ตารางผนวก 36 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม (CPD) จากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็กของอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	111.937	37.312	8.27	0.0030
Error	12	54.140	4.511		
Corrected Total	15	166.078			

R – Square = 0.674 C.V. = 2.925

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 37 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวม (EED) จากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็กของอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6.136	2.045	1.14	0.3724
Error	12	21.534	1.794		
Corrected Total	15	27.671			

R – Square = 0.221 C.V. = 1.621

ตารางผนวก 38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในด่าง (NDFD) จากวิธีการย่อยได้ในลำไส้เล็กของอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	7.741	2.580	3.57	0.0471
Error	12	8.669	0.722		
Corrected Total	15	16.410			

R – Square = 0.471 C.V. = 10.908

ตารางผนวก 39 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่สัตว์ทดลองกินได้เมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	23084216.49	7694738.83	37.31	< .0001
Error	12	2475056.11	206254.68		
Corrected Total	15	25559272.60			

R – Square = 0.903 C.V. = 9.227

ตารางผนวก 40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	23080855.81	7693618.60	37.32	< .0001
Error	12	2474018.09	206168.17		
Corrected Total	15	25554873.89			

R – Square = 0.903 C.V. = 11.857

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 41 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4108884.941	1369628.314	53.94	< .0001
Error	12	304709.067	25392.422		
Corrected Total	15	4413594.008			

R – Square = 0.931 C.V. = 8.692

ตารางผนวก 42 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	71976.676	23992.225	5.77	0 .0111
Error	12	49904.434	4158.703		
Corrected Total	15	121881.110			

R – Square = 0.591 C.V. = 6.015

ตารางผนวก 43 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่หายไปบริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3770090.243	1256696.748	38.71	< .0001
Error	12	389551.822	32462.652		
Corrected Total	15	4159642.065			

R – Square = 0.906 C.V. = 23.671

ตารางผนวก 44 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณวัตถุแห้งที่ขับออกมาทางมูลของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	171483.684	57161.228	3.76	0.0409
Error	12	182254.323	15187.860		
Corrected Total	15	353738.008			

R – Square = 0.485 C.V. = 12.336

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 45 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้เมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	13524211.70	4508070.57	30.68	<.0001
Error	12	1762989.72	146915.81		
Corrected Total	15	15287201.41			

R – Square = 0.884 C.V. = 9.350

ตารางผนวก 46 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1928427.237	642809.079	41.64	<.0001
Error	12	185265.556	15438.796		
Corrected Total	15	2113692.793			

R – Square = 0.912 C.V. = 9.253

ตารางผนวก 47 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	28242.320	9414.106	3.04	0.0706
Error	12	37179.156	3098.263		
Corrected Total	15	65421.476			

R – Square = 0.431 C.V. = 7.214

ตารางผนวก 48 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่หายไปที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2133639.775	711213.258	44.76	<.0001
Error	12	190670.144	15889.179		
Corrected Total	15	2324309.919			

R – Square = 0.917 C.V. = 22.063

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 49 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่ขับออกมาทางมูลเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	73655.784	24551.928	2.48	0.1111
Error	12	118878.4571	9906.538		
Corrected Total	15	192534.241			

R – Square = 0.382 C.V. = 12.568

ตารางผนวก 50 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้เมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	651665.8500	217221.950	172.53	< .0001
Error	12	15108.356	1259.030		
Corrected Total	15	666774.206			

R – Square = 0.977 C.V. = 7.561

ตารางผนวก 51 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	496599.828	165533.276	65.16	< .0001
Error	12	30484.056	2540.338		
Corrected Total	15	527083.884			

R – Square = 0.942 C.V. = 9.012

ตารางผนวก 52 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1042.963	347.654	1.28	0.3244
Error	12	3248.648	270.721		
Corrected Total	15	4291.611			

R – Square = 0.243 C.V. = 12.563

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 53 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่หายไปในบริเวณลำไส้เล็กเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	512486.509	170828.836	59.09	<0.0001
Error	12	34694.042	2891.170		
Corrected Total	15	547180.550			

R – Square = 0.937 C.V. = 12.554

ตารางผนวก 56 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่ขับออกมาทางมูลเมื่อสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1831.156	610.385	2.26	0.134
Error	12	3242.618	270.218		
Corrected Total	15	5073.773			

R – Square = 0.361 C.V. = 13.053

ตารางผนวก 57 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงก่อนสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.050	0.016	0.14	0.9348
Error	12	1.462	0.121		
Corrected Total	15	1.513			

R – Square = 0.033 C.V. = 5.339

ตารางผนวก 58 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.069	0.023	0.48	0.7034
Error	12	0.574	0.048		
Corrected Total	15	0.643			

R – Square = 0.107 C.V. = 3.417

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 59 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.231	0.077	0.68	0.5808
Error	12	1.358	0.113		
Corrected Total	15	1.589			

R – Square = 0.145 C.V. = 5.223

ตารางผนวก 60 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 3 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.187	0.062	0.38	0.7690
Error	12	1.967	0.164		
Corrected Total	15	2.154			

R – Square = 0.087 C.V. = 6.252

ตารางผนวก 61 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด – ด่าง ภายในกระเพาะหมักที่ 4 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.252	0.084	0.39	0.7604
Error	12	2.564	0.214		
Corrected Total	15	2.816			

R – Square = 0.089 C.V. = 7.083

ตารางผนวก 62 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงก่อนสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	68.684	22.894	3.25	0.0601
Error	12	84.616	7.051		
Corrected Total	15	153.301			

R – Square = 0.448 C.V. = 35.598

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 63 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	113.768	37.922	6.98	0.0057
Error	12	65.155	5.429		
Corrected Total	15	178.923			

R – Square = 0.635 C.V. = 22.996

ตารางผนวก 64 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	141.387	47.129	7.98	0.0034
Error	12	70.835	5.902		
Corrected Total	15	212.223			

R – Square = 0.666 C.V. = 26.892

ตารางผนวก 65 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 3 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	150.391	50.130	11.10	0.0009
Error	12	54.175	4.514		
Corrected Total	15	204.567			

R – Square = 0.735 C.V. = 25.901

ตารางผนวก 66 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 4 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	206.473	68.824	10.32	0.0012
Error	12	80.053	6.671		
Corrected Total	15	286.527			

R – Square = 0.720 C.V. = 32.437

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 67 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	289.177	96.392	0.92	0.4586
Error	12	1251.233	104.269		
Corrected Total	15	1540.410			

R – Square = 0.187 C.V. = 18.989

ตารางผนวก 68 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดโพรพิโอนิกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4.701	1.567	0.10	0.9608
Error	12	195.835	16.319		
Corrected Total	15	200.537			

R – Square = 0.023 C.V. = 51.075

ตารางผนวก 69 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดบิวทิริกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	7.741	2.580	3.57	0.0471
Error	12	8.669	0.722		
Corrected Total	15	16.410			

R – Square = 0.471 C.V. = 10.908

ตารางผนวก 70 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	19.085	6.361	0.50	0.6924
Error	12	154.190	12.849		
Corrected Total	15	173.276			

R – Square = 0.110 C.V. = 77.170

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 71 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกรดไขมันระเหยได้โดยรวมที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 treatments

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	405.239	135.079	0.38	0.7660
Error	12	4213.297	351.108		
Corrected Total	15	4618.537			

R – Square = 0.033 C.V. = 5.339

ตารางผนวก 72 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ต่อตัวต่อวันของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	4.662	4.662	12.58	0.0053
Error	10	3.704	0.370		
Corrected Total	11	8.367			

R – Square = 0.557 C.V. = 5.510

ตารางผนวก 73 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.304	0.304	2.45	0.1485
Error	10	1.239	0.123		
Corrected Total	11	1.543			

R – Square = 0.196 C.V. = 11.140

ตารางผนวก 74 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำนมก่อนการทดลองของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.460	0.460	0.16	0.7016
Error	10	29.602	2.960		
Corrected Total	11	30.062			

R – Square = 0.015 C.V. = 17.436

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 75 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำนมที่รีดได้ของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.008	0.008	0.00	0.9615
Error	10	32.649	3.264		
Corrected Total	11	32.657			

R – Square = 0.000 C.V. = 20.327

ตารางผนวก 76 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำนมที่ปรับที่4%ไขมันนมของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.403	0.403	0.18	0.6779
Error	10	22.048	2.204		
Corrected Total	11	22.451			

R – Square = 0.179 C.V. = 14.598

ตารางผนวก 77 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของไขมันนมของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.151	0.151	0.33	0.5798
Error	10	4.639	0.463		
Corrected Total	11	4.790			

R – Square = 0.031 C.V. = 13.511

ตารางผนวก 78 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของโปรตีนในน้ำนมของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.001	0.001	0.02	0.8949
Error	10	1.021	0.102		
Corrected Total	11	1.023			

R – Square = 0.635 C.V. = 9.265

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 79 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแลคโตสในน้ำนมของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.000	0.000	0.05	0.8248
Error	10	0.161	0.016		
Corrected Total	11	0.162			

R – Square = 0.005 C.V. = 2.699

ตารางผนวก 80 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.168	0.168	0.20	0.6619
Error	10	8.276	0.827		
Corrected Total	11	8.444			

R – Square = 0.019 C.V. = 6.548

ตารางผนวก 81 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนมของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.000	0.000	0.00	0.9649
Error	10	0.654	0.065		
Corrected Total	11	0.654			

R – Square = 0.000 C.V. = 2.894

ตารางผนวก 82 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของต้นทุนค่าอาหารต่อวันของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.908	0.908	0.04	0.8479
Error	10	234.134	23.413		
Corrected Total	11	235.042			

R – Square = 0.004 C.V. = 14.089

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 83 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของรายได้จากการขายนมของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	68.163	68.163	0.18	0.6781
Error	10	3729.120	372.920		
Corrected Total	11	3797.363			

R – Square = 0.018 C.V. = 14.604

ตารางผนวก 84 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำไรที่ได้จากน้ำนมปรับที่ 4% FCM (บาท/ตัว/วัน) ของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	84.641	84.641	0.36	0.5602
Error	10	2331.015	233.101		
Corrected Total	11	2415.656			

R – Square = 0.035 C.V. = 15.597

ตารางผนวก 85 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำไรที่ได้จากน้ำนมปรับที่ 4% FCM (บาท/กก.) ของโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหยาบ

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.105	0.105	1.54	0.2427
Error	10	0.678	0.068		
Corrected Total	11	0.783			

R – Square = 0.134 C.V. = 2.708

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุนิตา เรืองกาญจน์
วัน เดือน ปี เกิด	4 กุมภาพันธ์ 2524
ภูมิลำเนา	อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วิทยาศาสตรบัณฑิต) สาขาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2548
ผลงานวิจัย	- การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 9 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา 14-15 มีนาคม 2551 เรื่อง "คุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคนม" - Mikled C., Sirinupongsanun V., Sriphutron R., Thongkeaw V., Laorodphan N., Ruangkarn S., Loungtip W., and K. Tikam. 2006. Effect on a replacement of commercial concentrate with protein block milk yield and milk composition of crossbred Holstein Friesian cows in northern Thailand. A report to American Soybean Association, Singapore

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved