ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ภาพแสดงการทดลองและการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 1 การเตรียมพื้นที่ในการปลูกหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์

ภาพผนวก 2 การเตรียมพื้นที่ในการปลูกหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์

ภาพผนวก 3 การหว่านเมล็ดหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์

ภาพผนวก 4 การหว่านเมล็ดหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 5 แปลงหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์

ภาพผนวก 6 แปลงหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์

ภาพผนวก 7 การเก็บเกี่ยวหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์เพื่อนำไปหมัก

ภาพผนวก 8 การเก็บเกี่ยวหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์เพื่อนำไปหมัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 9 สภาพของถั่วที่ผ่านการเข้าเครื่องสับแล้ว

ภาพผนวก 10 สภาพของหญ้าที่ผ่านการเข้าเครื่องสับแล้ว

ภาพผนวก 11 การนำหญ้าและถั่วอัดลงถังหมักขนาด 120 ลิตร

ภาพผนวก 12 การนำหญ้าและถั่วอัดลงถังหมักขนาด 120 ลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 13 ถังหมักขนาด 120 ลิตรที่ผ่านการอัดหญ้าและถั่วเสร็จสิ้นแล้ว

ภาพผนวก 14 ถังหมักขนาด 120 ลิตรที่ผ่านการอัดหญ้าและถั่วเสร็จสิ้นแล้ว

ภาพผนวก 15 สภาพของโคทดลองภายในคอกทดลอง

ภาพผนวก 16 สภาพของโคทดลองภายในคอกทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก 17 สภาพของโคทดลองภายในคอกทดลอง

ภาพผนวก 18 สภาพของโคทดลองภายในคอกทดลอง

ภาพผนวก 19 สภาพของโคทดลองภายในคอกทดลอง

ภาพผนวก 20 สภาพของโคทดลองภายในคอกทดลอง

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 phenopthalein

ได้สารละลาย 100 มิลลิลิตรแรก → ไตเตรตกับ NaOH 0.05 N (A)

↓ กลั่น ใน 10 นาที phenopthalein

ได้สารละลาย 50 มิลลิลิตร → ไตเตรตกับ NaOH 0.05 N (B)

↓

เติมสารละลาย chromic oxide 55 มิลลิลิตร

↓ reflux 5 นาที

หยุดปฏิกิริยาด้วยน้ำเย็น 100 มิลลิลิตร

↓ กลั่น ใน 10 นาที phenopthalein

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 ; อ้างโดยบุญล้อม และบุญเสริม, 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	-
15.1 – 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	12.1 – 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

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

ภาคผนวก 4 การศึกษาคุณค่าทางโภชนะด้านพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy - ME) และพลังงานสุทธิ (Net Energy Lactation - NE_L) โดยเทคนิคการวัดแก๊ส (Hohenheim gas production technique)

- การหาค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ด้วยเทคนิควิธีวัดปริมาณแก๊ส (gas production technique) (Menke and Steingass, 1988)

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

1. อ่างน้ำร้อน (water bath) ที่สามารถปรับอุณหภูมิให้คงที่ 39 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียสที่มีเครื่องหมุน (rotator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตรที่ได้เจาะรูไว้สำหรับใส่หลอดตัวอย่างได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. จานหมุนหรือล้อหมุน (rotator) ประกอบด้วยจานกลมที่ทำด้วยแผ่นพลาสติกแข็ง 2 จาน เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตรซึ่งจานนี้เจาะรูไว้ 60 รูแต่ละรูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตรเพื่อเป็นช่องสำหรับเสียบหลอดตัวอย่างอาหาร (piston - pipettes) ที่ฐานหรือแกนจานมีสายพานติดมอเตอร์ไฟฟ้าให้จานหมุนได้ด้วยความเร็ว 1 – 2 รอบต่อนาที

3. หลอดตัวอย่างอาหาร (piston – pipettes หรือ glass syringes) มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 36 มิลลิเมตร ภายใน 32 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตรความจุ 150 มิลลิเมตร มีขีดบอกปริมาตรถึง 100 มิลลิเมตร อ่านค่าได้ละเอียด 1 มิลลิเมตร (ลักษณะคล้ายหลอดฉีดยาขนาดใหญ่) ปลายหลอดติดกับ สายยาง (silicone tube) เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 5 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร และมีคลิปหนีบพลาสติกเพื่อปิดเปิดให้แก๊สออกได้

4. อุปกรณ์สำหรับเก็บน้ำจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) ของสัตว์ที่ได้เจาะกระเพาะไว้แล้ว และภาชนะสำหรับใส่น้ำจากกระเพาะหมักที่มีความจุประมาณ 1 ลิตร

5. อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น
   - ปิเปตอัตโนมัติขนาด 50 มิลลิลิตร
   - เครื่องกวนสารละลายระบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer)
   - ถังแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

สารเคมี

1. micro mineral solution ประกอบไปด้วย

13.2 g $CaCl_2 . 2H_2O$ + 10.0 g $MnCl_2 . 4H_2O$ + 1.0 g $CoCl_2 . 6H_2O$ +8.0 g $FeCl_3 . 6H_2O$ ละลายทั้งหมดให้เข้ากันด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

2. buffer solution ประกอบไปด้วย

4 g NH_4HCO_3 + 35 g $NaHCO_3$ ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

3. macro mineral solution ประกอบไปด้วย

5.7 g Na_2HPO_4 (anhydrous) + 6.2 g KH_2PO_4 (anhydrous) + 0.6 g $MgSO_4$ .7H2O ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

4. resazurin solution 0.1% (W/V)

ชั่ง 100 mg resazurin ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

5. reduction solution (ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ทำการทดลอง และเตรียมก่อนเวลาเก็บ rumen fluid เพียงเล็กน้อยประกอบด้วย 2ml 1N NaOH + 312 mg $Na_2 S_9H_2O$ ใส่ลงในน้ำ 47.5 มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการทดลอง

1. นำอาหารหยาบทั้ง 4 Treatments และอาหารข้นมาทำให้แห้งโดยวิธี Freeze dry เพื่อลดการสูญเสียโภชนะจากความร้อนจากนั้นนำตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบแห้งบดผ่านตะแกรง 1 mm แล้วชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 200 mg ใส่ลงในหลอดแก้วที่คล้ายกระบอกฉีดยาที่มีขีดอ่านปริมาตรข้างหลอด โดยที่ปลายหลอดมีสายยางสั้นๆและที่หนีบสำหรับปิดเปิดที่ปลายหลอด ทำตัวอย่างละ 4 ซ้ำและต้องมีหลอด blank คือไม่ใส่ตัวอย่างอาหารจำนวน 6 หลอดและหลอดสำหรับตัวอย่างอาหารหยาบและอาหารข้นมาตรฐานชนิดละ 3 หลอด เพื่อใช้ในการปรับค่าแก๊สก่อนใส่อาหารลงในหลอดแก้ว ควรทดสอบหลอดแก้ว (glass syringe) และแกนดัน (piston) โดยทาวาสลินบางๆรอบแกนดัน แล้วลองใส่แต่ละคู่ให้พอดีกัน ไม่หลวมและฝืดจนเกินไป อุ่นหลอดที่ใส่ตัวอย่างอาหารไว้แล้วในตู้อบ 39 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

2. การเตรียม medium ให้เติมสารละลายดังต่อไปนี้ (ตาราง 8)

เพื่อความสะดวกในการปิเปตควรเตรียมสารละลายเผื่อปริมาณที่ต้องการไว้อีก 10 หลอด ผสมสารละลายหมายเลข 1 – 5 ก่อนที่จะเก็บน้ำจากกระเพาะหมัก แช่สารละลายในอ่างน้ำอุ่น 39 องศาเซลเซียส ทำให้มีสภาพไร้ออกซิเจนโดยการผ่านแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปตลอดเวลา คนด้วย magnetic stirrer จากนั้นเติม reduction solution (สารละลายหมายเลข 6) สีของสารละลายจะค่อยๆ เปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีชมพู และไม่มีสีตามลำดับ แสดงว่าเกิด reduction อย่างสมบูรณ์ แล้วจึงค่อยๆ เติม rumen liquor มิฉะนั้นค่าที่ได้จะไม่ถูกต้อง เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในหลอดจะถูกนำไปใช้ในการ reduction

ส่วนประกอบของ rumen buffer medium ที่ใช้ในการศึกษาด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊ส

สารเคมี	ปริมาตร (มิลลิลิตร) ต่อ 1 หลอด
1. น้ำกลั่น	10.0
2. Buffer solution	5.0
3. Macro mineral solution	5.0
4. Resazurin solution	0.025
5. Micro mineral solution	0.0025
6. Reduction solution	1.0
7. Rumen fluid	10.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเก็บน้ำจากกระเพาะหมัก และการ incubate กับตัวอย่าง ควรเก็บน้ำจากกระเพาะหมักก่อนให้อาหารสัตว์มื้อเช้า ขวดที่เก็บควรมีขนาด 1 ลิตร และทำขวดให้มีสภาพไร้ออกซิเจนโดยการผ่านแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป และลวกขวดด้วยน้ำอุ่น การเก็บน้ำจากกระเพาะหมักต้องเก็บให้เต็มขวดเพื่อเป็นการไล่อากาศออกอีกทางหนึ่งโดยใช้สายยางสอดลงไปที่ส่วนล่างของกระเพาะหมัก (ventral sac) เพื่อเก็บน้ำจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) และควรใช้กระติกที่ช่วยรักษาอุณหภูมิของน้ำจากกระเพาะหมักให้คงที่

ตวงน้ำจากกระเพาะหมักตามต้องการแล้วผสมกับสารละลายหมายเลข 1 – 6 ในขวดที่วางในอ่างอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียสคนให้เข้ากันตลอดเวลาด้วย magnetic stirrer ขณะเดียวกันก็ผ่านแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงในสารละลายโดยจุ่มสายยางลงในขวด ใช้ปิเปตอัตโนมัติปั๊มสารละลาย rumen liquor buffer mixture ผ่านท่อยางเข้าในหลอดตัวอย่าง ไล่ฟองแก๊สในหลอดออกให้หมด ปิดคลิปที่ปลายหลอดท่อยาง อ่านปริมาตรของหลอดตัวอย่างและบันทึกไว้ (V_0)

4. บันทึก ค่าแก๊สที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 0 3 6 8 12 24 48 และ 72 ชั่วโมงและคำนวณค่าแก๊สสุทธิที่ 24 ชั่วโมง สมการ (1) เสนอโดย Menke and Steingass (1988) ดังนี้

$$GP\ (ml/200\ mg\ DM, 24\ hr) = \frac{(V_t - V_0 - GP_t) \times 200 \times (FH + FC)/2]}{W} \quad (1)$$

เมื่อ GP = ปริมาณแก๊ส (มิลลิลิตร) ที่เกิดขึ้นเมื่อ incubate ตัวอย่างอาหาร 200 มิลลิกรัม (วัตถุแห้ง) ที่เวลา t ชั่วโมง

GP_t = ค่าเฉลี่ยของแก๊สที่เกิดในหลอด blank ที่ t ชั่วโมง

V_0 = ปริมาณส่วนผสมทั้งหมดที่อ่านก่อน incubate

V_t = ปริมาณแก๊สเมื่อ incubate ได้ t ชั่วโมง

W = น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัมวัตถุแห้ง)

FH = $44.43 / (GP_h - GP_0)$ ค่าปรับอาหารหยาบ

FC = $65.18 / (GP_c - GP_0)$ ค่าปรับอาหารข้น

Gph = ปริมาณแก๊สที่เกิดจากการ incubate ตัวอย่างอาหารหยาบมาตรฐาน (มิลลิลิตร)

Gpc = ปริมาณแก๊สที่เกิดจากการ incubate ตัวอย่างอาหารข้นมาตรฐาน (มิลลิลิตร)

ทำนายค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (organic matter digestibility, OMD) และหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) และค่าพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(net energy of lactation, NE_L) สำหรับอาหารหยาบ (roughages) ตามสมการ (2, 3, 4) ที่เสนอโดย Menke and Steingass (1988)

$$OMD\ (\%) = 15.38 + 0.8453GP + 0.0595XP + 0.0675XA \quad (2)$$

$$ME\ (MJ/kg) = 2.20 + 0.1357GP + 0.0057XP + 0.0002859XL^2 \quad (3)$$

$$NE_L\ (MJ/kg) = 0.54 + 0.0959GP + 0.0038XP + 0.0001733\ XL^2 \quad (4)$$

เมื่อ XP = ปริมาณโปรตีน (กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)

XA = ปริมาณเถ้า (กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)

XL = ปริมาณไขมันในตัวอย่าง (กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณการสูญเสียวัตถุแห้งของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	17.917	1.194	0.48	0.935
Error	32	80.000	2.500		
Corrected Total	47	97.917			

R – Square = 0.183 C.V. = 17.766

ตารางผนวก 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางกายภาพ ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	186.000	12.400	4.69	0.000
Error	32	84.667	2.646		
Corrected Total	47	270.667			

R – Square = 0.687 C.V. = 9.817

ตารางผนวก 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	0.108650	0.007243	0.77	0.688
Error	16	0.149900	0.009369		
Corrected Total	31	0.258550			

R – Square = 0.420 C.V. = 2.316

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการสูญเสียโปรตีนของพืชหมักในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจน(NH_3 – N) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	8.35619	0.55708	11.62	0.000
Error	16	0.76680	0.04792		
Corrected Total	31	9.12299			
R – Square = 0.916		C.V. = 2.276			

ตารางผนวก 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แอมโมเนียที่เกิดขึ้น (NH_3)ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	0.0169875	0.0011325	6.04	0.000
Error	16	0.0030000	0.0001875		
Corrected Total	31	0.0199875			
R – Square = 0.850		C.V. = 2.536			

ตารางผนวก 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดอะซิติก (Acetic acid) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	0.066072	0.004405	2.47	0.041
Error	16	0.028550	0.001784		
Corrected Total	31	0.094622			
R – Square = 0.698		C.V. = 5.708			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดบิวทีริก (Butyric acid) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	0.0070719	0.004715	1.49	0.217
Error	16	0.0050500	0.0003156		
Corrected Total	31	0.0121219			

R – Square = 0.583 C.V. = 29.609

ตารางผนวก 8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดแลคติค (Lactic acid) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	1.15260	0.07684	2.65	0.031
Error	16	0.46455	0.02903		
Corrected Total	31	1.61715			

R – Square = 0.713 C.V. = 7.099

ตารางผนวก 9 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดแลคติค (Lactic acid) มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากกรดทั้งหมดของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	34.154	2.277	0.93	0.554
Error	16	39.171	2.448		
Corrected Total	31	73.325			

R – Square = 0.466 C.V. = 2.091

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนคุณภาพ Quality scoreของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	674.72	44.98	0.69	0.761
Error	16	1042.50	65.16		
Corrected Total	31	1717.22			

R – Square = 0.393 C.V. = 10.262

ตารางผนวก 11 การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	1277.020	85.135	78.87	0.000
Error	32	34.541	1.079		
Corrected Total	47	1311.561			

R – Square = 0.974 C.V. = 1.852

ตารางผนวก 12 พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	44.9351	2.9957	107.93	0.000
Error	32	0.8882	0.0278		
Corrected Total	47	45.8233			

R – Square = 0.981 C.V. = 2.163

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 13 พลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ของหญ้าและถั่วหมักที่อัตราส่วนและสารเสริมที่แตกต่างกันทั้ง 16 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	21.7386	1.4492	105.42	0.000
Error	32	0.4399	0.0137		
Corrected Total	47	22.1785			

R – Square = 0.980 C.V. = 2.678

ตารางผนวก 14 ปริมาณน้ำนมหลังการทดลองจากการกินหญ้าผสมถั่วสดที่อัตราส่วน 60 : 40ทั้ง 4 Treatments

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	40.779	13.593	10.85	0.001
Error	12	15.031	1.253		
Corrected Total	15	55.809			

R – Square = 0.663 C.V. = 14.151

ตารางผนวก 15 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของไขมันนมของโคทั้ง 4 กลุ่มจากการกินหญ้าผสมถั่วสดที่อัตราส่วน 60 : 40

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2.4875	0.8292	1.08	0.395
Error	12	9.2192	0.7683		
Corrected Total	15	11.7068			

R – Square = 0.213 C.V. = 16.696

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนโปรตีนในน้ำนมของโคทั้ง 4 กลุ่มจากการกินหญ้าผสมถั่วสดที่อัตราส่วน 60 : 40

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.1807	0.0602	0.43	0.738
Error	12	1.6954	0.1413		
Corrected Total	15	1.8761			

R – Square = 0.963 C.V. = 11.495

ตารางผนวก 17 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแลคโตสในน้ำนมของโคทั้ง 4 กลุ่มจากการกินหญ้าผสมถั่วสดที่อัตราส่วน 60 : 40

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.09022	0.03007	0.92	0.461
Error	12	0.39255	0.03271		
Corrected Total	15	0.48278			

R – Square = 0.187 C.V. = 4.064

ตารางผนวก 18 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมของโคทั้ง 4 กลุ่มจากการกินหญ้าผสมถั่วสดที่อัตราส่วน 60 : 40

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4.1327	1.3776	1.80	0.201
Error	12	9.1907	0.7659		
Corrected Total	15	13.3234			

R – Square = 0.310 C.V. = 6.402

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางผนวก 19 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนมของโคทั้ง 4 กลุ่มจากการกินหญ้าผสมถั่วสดที่อัตราส่วน 60 : 40

Source	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.2471	0.0824	0.58	0.639
Error	12	1.7042	0.1420		
Corrected Total	15	1.9513			

R – Square = 0.127 C.V. = 4.475

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายปรินทร์ บ้วนกียาพันธุ์

วัน เดือน ปี เกิด 7 พฤศจิกายน 2527

ประวัติการศึกษา

สำเร็จระดับประถมศึกษา
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
สำเร็จระดับมัธยมศึกษา
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร)
คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี ปีการศึกษา 2550

ผลงานวิจัย

จารุณี เกษรพิกุล สุรวัฒน์ ชลอสันติสกุล ศิริชัย เอียดมุสิก ปิยนาถ เสือนุ้ย วสันต์ เกษตรพูนสุข **ปรินทร์ บ้วนกียาพันธุ์** และจรูญ ศรีอ่อนเลิศ. 2549. ความชุกของปรสิตในเลือดโคนมของสมาชิกสหกรณ์โคนมไทยเดนมาร์กห้วยสัตว์ใหญ่ จำกัด. วารสารวิชาการปศุสัตว์เขต 5 ปีที่ 8 ฉบับที่ 2

ปรินทร์ บ้วนกียาพันธุ์. 2552. การศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะของหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์โดยวิธีปลูกสลับแถบ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ปรินทร์ บ้วนกียาพันธุ์ โชค มิเกล็ด เทอดชัย เวียรศิลป์ และขนิษฐา ติคำ**.** 2552. การใช้ประโยชน์จากการทำทุ่งหญ้าถั่วผสมแบบปลูกสลับเป็นแถบในการเลี้ยงโครีดนม. ในรายงานการประชุมสัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 6 ระหว่างวันที่ 12 -13 มีนาคม 2552.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปรินทร์ บ้วนกียาพันธุ์ โชค มิเกล็ด เทอดชัย เวียรศิลป์ และขนิษฐา ติคำ. 2552. ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะของหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์โดยวิธีปลูกสลับแถบ. ในรายงานการประชุมสัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 7 วันที่ 27 พฤษจิกายน 2552 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved