

ภาคผนวก ก

(วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ)

## การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรีย

(บุญล้อม และบุญเสริม, 2525)

### หลักการ

วิธีนี้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณยูเรียในอาหารเมื่อมียูเรียผสมอยู่ในอาหารนั้นไม่เกิน 10 % โดยสีและสารอื่นๆ ที่รบกวนการวิเคราะห์จะถูกดูดและทำให้ตกตะกอนด้วย activated charcoal และ Carrez Solution ตามลำดับ สารละลายส่วนใสที่กรองได้จะถูกทำปฏิกิริยากับ 4 - Dimethylaminobenzaldehyde จากนั้นจะสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของยูเรียได้ โดยวัดความเข้มของสีในช่วงคลื่น 420 nm. เปรียบเทียบกับสารละลายยูเรียมาตรฐาน

### สารเคมี

1. Activated Charcoal, R.G., ที่ไม่ดูดซึ่มยูเรีย
2. Carrez-solution I  
Zinc acetate, R.G.,  $(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{Zn} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  21.9 กรัม ผสมกับ glacial acetic acid, R.G., 3 กรัม แล้วผสมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มล.
3. Carrez-solution II  
Potassium hexacyanoferrate R.G.,  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  10.6 กรัม ผสมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มล.
4. 4 - DMAB - solution  
ละลาย 4 - Dimethylamino benzaldehyde 1.6 กรัม ใน ethanol, R.G., 96 % (V/V) 100 มล. แล้วเติมกรดเกลือ (HCl) R.G., D1.19 ลงไป 10 มล. สารละลายนี้เก็บไว้ได้นาน 2 สัปดาห์
5. สารละลายยูเรีย, R.G., 0.1 % (GV)

### อุปกรณ์

1. เครื่องเขย่า 35 - 40 รอบ/นาที
2. หลอดทดลอง ขนาด 160 X 16 มม. พร้อมจุกแก้ว
3. Spectrophotometer ของบริษัท Eppendorf เยอรมันนี รุ่น 1101 M

### วิธีการ

ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียดบนที่ก้นหนักที่แน่นอน เติมน้ำในขวดก้นกลม ขนาด 500 มล. ใส่ activated charcoal ที่ได้ทดสอบแล้วว่าไม่ดูดซึ่มยูเรียลงไป 1 กรัม เติมน้ำ 400 มล. และ Carrez Solution I และ II ลงไปอย่างละ 5 มล. เขย่าด้วยเครื่องเป็นเวลา 30 นาที เติมน้ำกลั่นให้ครบ 500 มล. เขย่าให้เข้ากัน นำไปกรองผ่านกระดาษกรองกรอง แล้วบีบเปิดสารละลายส่วนใสและไม่มีสีที่กรองได้ 5 มล. ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำ 4-DMAB-solution ลงไป 5 มล. ผสมให้เข้ากัน วางหลอดทดลองไว้ใน water bath ที่อุณหภูมิ  $20^\circ\text{C}$ . เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเอามาวัดหาความเข้มข้นด้วย photometer ที่ความยาวคลื่นแสง 420 nm.เทียบกับ blank

### การเตรียมสารละลายยูเรียมาตรฐาน

ดูดสารละลายยูเรีย 0.1 % มา 1, 2, 4, 5 และ 10 มล. ใส่ลงในขวด 100 มล. อย่างละขวด เติมน้ำให้ครบ 100 มล. นำสารละลายนี้มา 5 มล. ผสมกับ 4-DMAB-solution 5 มล. นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. เปรียบ

เทียบกับ blank ซึ่งทำโดยใช้น้ำ 5 มล. แทนสารละลายยูเรีย ผสมกับ 4-DMAB-solution 5 มล. เพื่อเป็นค่าการดูดกลืนแสงมาตรฐานของสารละลายยูเรียที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน และทราบความเข้มข้นแน่นอน

#### การคำนวณ

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เมื่อนำมา plot graph และสร้าง สมการรีเกรสชัน

$$Y = a + bx$$

|       |         |   |   |
|-------|---------|---|---|
| เมื่อ | Y       | = | ค่าความเข้มข้นของยูเรีย                         |
|       | a และ b | = | ค่าคงที่  |
|       | x       | = | ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง ที่ 420 nm. |

#### หมายเหตุ

1. ถ้าตัวอย่างอาหารมียูเรียผสมอยู่เกิน 3 % ให้ชั่งตัวอย่างนั้นน้อยกว่า 1 กรัม หรือไม่กี่เจือจางให้มากขึ้น โดยคำนวณว่าในสารละลาย 500 มล. จะต้องมียูเรียอยู่ไม่เกิน 50 มล. แต่ถ้าตัวอย่างอาหารมียูเรียผสมอยู่น้อยเกินไปก็ให้ชั่งอาหารให้มากขึ้น แต่ต้องระวังให้สารละลายที่กรองได้ยังมีลักษณะใสและไม่มีสีอยู่
2. ถ้าตัวอย่างอาหารมีไนโตรเจนผสมอยู่ในรูปอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอะมิโน ให้ทำการวัดความเข้มข้นที่ช่วงคลื่น 435 nm. ทั้งนี้เพราะกรดอะมิโนหลายตัวสามารถทำปฏิกิริยาและเกิดสีได้เช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่า maximum extinction ที่ 415 nm. เพราะฉะนั้นถ้าวัดที่ 420 nm. อาจเกิดการรบกวนได้ แต่ถ้าวัดที่ 435 nm. การรบกวนโดยสีที่เกิดจากกรดอะมิโนมีน้อย และ extinction ที่มีตกจากยูเรียก็ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น
3. ในการวิเคราะห์ตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานควรทำไปพร้อมๆ กัน เพราะเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป 1°C. ค่าจะเปลี่ยนไป 2 %

### การประเมินคุณค่าอาหารโดยใช้ถุงไนลอน

(nylon bag technique, *in situ* หรือ *in sacco* โดย Orskov et al., 1988)

Nylon bag technique เป็นวิธีที่ใช้ศึกษาการย่อยสลายของโภชนาในอาหาร โดยวัดปริมาณโภชนาที่หายไป (disappearance) ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน หรือโภชนาอื่นก็ได้ โดยดูจากส่วนที่เหลืออยู่ในถุง ไนลอนหลังจาก incubated ไว้ในทางเดินอาหารที่ระยะเวลาต่างๆ กัน โดยถือว่าส่วนที่เหลืออยู่คือส่วนที่ไม่ย่อยสลาย (undegradable material) และส่วนที่หายไปคือส่วนที่ย่อยสลายได้ (degradable material)

การใช้ nylon bag technique เป็นวิธีที่ง่าย และมีประสิทธิภาพนิยมใช้ศึกษาในสัตว์กระเพาะรวม เพราะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนที่ละลายได้ ส่วนที่ไม่ละลายแต่ย่อยสลายได้ และอัตราการย่อยสลาย (degradation rate) ของอาหารซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการประเมินคุณค่าทางอาหาร อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ทำนายปริมาณอาหารที่สัตว์สามารถกินได้ และปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ ตลอดจนอัตราการเจริญเติบโตได้ด้วย (บุญล้อม และคณะ, 2541)

สำหรับรายละเอียดของวิธีการทำ nylon bag technique มีดังนี้

#### สัตว์ทดลอง

สัตว์ที่นิยมนำมาใช้ทดลองคือ โค แพะ หรือแกะ (Madsen and Hveplund, 1994) ที่ได้ทำการเจาะกระเพาะรูเมนไว้แล้ว (fistulated animals) โดยอาจสวมท่อ (cannula) ที่มีฝาปิดเปิดได้ ขนาดของ cannula ที่เหมาะสมสำหรับ

แกะคือ 40-50 มม. ซึ่งสามารถใส่ตัวอย่างอาหารได้ประมาณ 10 ถุงต่อครั้ง แต่ถ้าทดลองกับโคสามารถใช้ cannula ที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ ซึ่งสามารถใส่ถุงตัวอย่างได้เพิ่มขึ้น (Orskov, 1985)

การใช้แกะหรือโค เพื่อศึกษาอัตราการย่อยสลายของอาหารชนิดเดียวกันโดยใช้ถุงในล่อน พบว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก หรือไม่แตกต่างกันเลย แต่การใช้โคจะมีข้อดีตรงที่สามารถใส่จำนวนถุงได้มากกว่า ในขณะที่แกะมีข้อดีตรงที่สามารถประหยัดเวลา แรงงาน และพื้นที่ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดู

#### ถุงในล่อนที่ใช้ทดลอง

ปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้ถุงในล่อนคือ

##### 1. ขนาดของช่อง (pore size) ของผ้าในล่อนที่ใช้ทำถุง

ถุงที่ใช้ทดลองควรทำมาจาก polyester หรือในล่อน มีขนาดช่องประมาณ 20-40  $\mu\text{m}$ . (Orskov, 1985) ขนาดของช่องอาจต่างไปจากนี้เล็กน้อย แต่ข้อสำคัญคือต้องให้จุลินทรีย์สามารถเข้าไปย่อยสลายอาหารที่อยู่ในถุงได้ แต่ solid particle ไม่สามารถออกจากถุงได้ นอกจากนี้ยังต้องให้แก๊สที่เกิดขึ้นจากการหมักในกระเพาะรูเมนสามารถระบายออกจากถุงได้ เพราะถ้ามีแก๊สสะสมอยู่ในถุงจะทำให้ถุงลอยไปยังด้านบนของกระเพาะรูเมนเหนือส่วนของแข็ง (solid digesta) ทำให้ไม่ถูกหมักย่อย เป็นเหตุให้ค่าผิดไปได้

##### 2. ขนาดของถุง (bag size)

ถุงที่ใช้ควรมีขนาด 140 × 90 ซม. (Orskov, 1985) หรืออัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวอยู่ในช่วง 1:1-1:2.5 บริเวณมุมของถุงควรมีลักษณะโค้งมนไม่เป็นเหลี่ยม เพื่อป้องกันอาหารติดค้างอยู่ในมุมของถุง

#### การเตรียมตัวอย่างอาหาร

ขนาดชิ้น (particle size) ของตัวอย่างขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารดังนี้ (Madsen and Hvelplund, 1994)

- อาหารธัญพืช อาหารหยาบ ควรบดผ่านตะแกรงขนาด 2.5 - 3 มม.
- อาหารหมัก อาจใช้เครื่องบดแบบเกลียว (mincer) บดให้มีขนาดประมาณ 5 มม.

น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ทดลองอาจแตกต่างกันตามชนิดของอาหาร ดังนี้

1. อาหารหยาบ ใช้ประมาณ 3 กรัม
2. อาหารข้น ใช้ประมาณ 5 กรัม

โดยขนาดตัวอย่างควรมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ถุง คือประมาณ 10 - 15  $\text{mg}/\text{cm}^2$  (Madsen and Hvelplund, 1994) ทั้งนี้เพื่อให้ตัวอย่างสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในถุงจะได้ย่อยได้ทั่วถึง

#### ระยะเวลาที่แช่ถุงในล่อนในกระเพาะรูเมน

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ถุงในล่อนในกระเพาะรูเมนเพื่ออธิบายอัตราการย่อยสลายได้ตื้นนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของ degradation curve ที่จะเกิดขึ้น จึงไม่สามารถระบุช่วงเวลาที่เหมาะสมได้แน่ชัด ควรขึ้นอยู่กับประเภทของอาหารดังนี้

1. อาหารโปรตีน (อาหารข้น) ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 2, 6, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง
2. อาหารหยาบ ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง (Orskov, 1985)

### ตำแหน่งที่ใช้ถุงไนลอนในกระเพาะรูเมน

ถ้าทำการทดลองในแกะ ตำแหน่งของถุงที่เหมาะสม คือ 25 ซม. จากตำแหน่งบนสุดของ cannula และถ้าใช้โคทดลอง ตำแหน่งที่เหมาะสมคือ 50 ซม. (Orskov, 1985) ข้อสำคัญคือ ต้องให้ถุงสามารถเคลื่อนที่อย่างอิสระได้ทั้ง liquid phase และ solid phase

### การจัดการให้อาหารแก่สัตว์ทดลอง

อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลองต้องมีโภชนาอยู่ในระดับที่ใช้ดำรงชีพ หรือมากกว่าเล็กน้อย โดยมีทั้งอาหารชั้นและอาหารหยาบ ในอัตราส่วนของอาหารชั้นต่ออาหารหยาบเท่ากับ 2 : 1 และมีปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารไม่ต่ำกว่า 13 % ควรให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน โดยแต่ละมื้อห่างกันอย่างน้อย 8 ชั่วโมง (Madsen and Hvelplund, 1994)

### จำนวนซ้ำในการทดลอง

ความคลาดเคลื่อนที่มีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด คือ ความคลาดเคลื่อนระหว่างตัวสัตว์ ดังนั้นจึงต้องใช้สัตว์ทดลองมากกว่า 1 ตัว จำนวนที่เหมาะสมคือ 3 ตัว โดยแต่ละช่วงเวลาที่แช่ถุงในกระเพาะรูเมนจะใช้จำนวน 2 ถุงต่อสัตว์ทดลองแต่ละตัว

Orskov (1992) พบว่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุด คือ ความคลาดเคลื่อนระหว่างตัวสัตว์ = 6.2 % ในขณะที่ความแตกต่างระหว่างวัน = 4.9 % และความแตกต่างระหว่างถุง = 3.3 % เมื่อนำค่าต่าง ๆ เหล่านี้มาคำนวณความแปรปรวนจากสมการ

$$\text{Variance} = \frac{V_b + (b \times V_d) + (b \times d \times V_s)}{b \times d \times s}$$

เมื่อ  $V_b$ ,  $V_d$  และ  $V_s$  คือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน

$b$ ,  $d$  และ  $s$  คือ จำนวนถุง จำนวนวัน และจำนวนสัตว์ทดลอง ตามลำดับ

ผลการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ก 1

ตารางภาคผนวก ก 1 Estimated variance of the mean dry matter disappearance using the rumen bag technique for various number of bags (b), days (d) and sheep (s).

| Bag | Replication |       | n* | Variance of mean<br>(% of mean) |
|-----|-------------|-------|----|---------------------------------|
|     | Day         | Sheep |    |                                 |
| 1   | 2           | 3     | 6  | 3.43                            |
| 2   | 1           | 3     | 6  | 4.25                            |
| 4   | 1           | 2     | 8  | 5.96                            |
| 2   | 2           | 2     | 8  | 4.74                            |
| 1   | 2           | 4     | 8  | 3.19                            |
| 4   | 2           | 2     | 16 | 4.53                            |

n\* is the number of incubations of each time

จากตารางพบว่าการใช้ถุง 1 ถุงโดยทำการทดลอง 2 วัน และใช้แกะ 3 ตัว จะทำให้สามารถลดความแปรปรวนได้ต่ำที่สุด นอกจากนี้พบว่าจำนวนสัตว์ที่ลดลงไม่สามารถทดแทนได้ โดยการเพิ่มจำนวนถุงที่ใช้ทดลอง

**การล้างถุงและการอบถุง**

หลังจากนำถุงในลอนออกจากกระเพาะรูเมนแล้ว ให้นำล้างเศษอาหารที่ติดมากับถุงในลอนก่อน แล้วจึงนำไปล้างโดยใช้เครื่องซักผ้า โดยใช้เวลาประมาณ 10 - 15 นาที (Madsen and Hvelplund, 1994) จากนั้นนำถุงมาเข้าตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่

**รูปแบบของการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน**

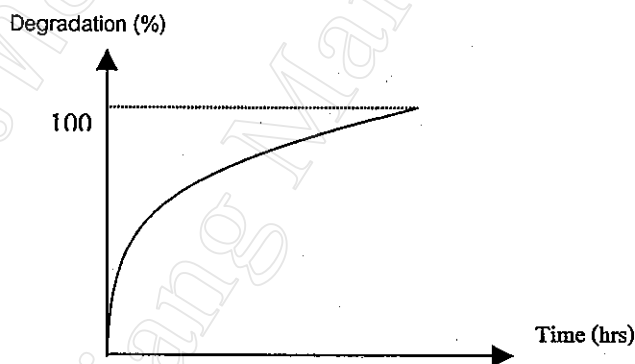
เมื่ออาหารเข้าสู่กระเพาะรูเมนแล้ว องค์ประกอบแต่ละส่วนจะมีการย่อยสลายที่แตกต่างกัน โดยช่วงแรกส่วนที่ย่อยสลายได้เร็ว เช่น ส่วนที่ละลายได้หรือส่วนที่มีขนาดเล็กมาก จะถูกย่อยสลายทันที ขณะเดียวกันก็มีจุลินทรีย์เข้าไปในถุงในลอน เพื่อย่อยสลายส่วนที่ไม่ละลาย ซึ่งระยะเวลาที่อาหารส่วนนี้จะเริ่มถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ คือ ระยะเวลาที่เรียกว่า lag phase

อาหารแต่ละชนิดมีองค์ประกอบต่างกัน ดังนั้นจึงมีลักษณะการย่อยสลายได้หลายรูปแบบดังนี้ (Orskov, 1992)

1. อาหารไม่มีส่วนที่ละลายได้ และไม่มีช่วงเวลาที่ต้องรอจุลินทรีย์เข้าย่อยอาหาร ดังนั้นเมื่ออาหารเข้าสู่กระเพาะรูเมนก็จะเริ่มถูกย่อยสลายเลย โดยค่าการย่อยสลายจะเริ่มที่ 0 % และอาหารจะสามารถย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์ 100 % สมการการย่อยสลายคือ

$$P = 100(1 - e^{-ct})$$

Degradation curve มีลักษณะดังนี้

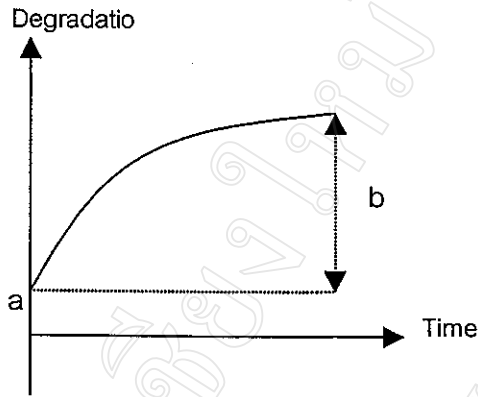


2. อาหารมีส่วนที่ละลายได้ แต่ไม่มีช่วงเวลาที่ต้องรอจุลินทรีย์เข้าย่อยอาหาร ดังนั้นเมื่ออาหารเข้าสู่กระเพาะรูเมนจะมีส่วนที่ละลายได้ และสามารถย่อยสลายได้ทันทีจำนวนหนึ่ง (a) ในขณะเดียวกัน ส่วนที่ไม่ละลายก็จะถูกย่อยสลายได้ทันทีโดยไม่มี lag phase สมการการย่อยสลายคือ

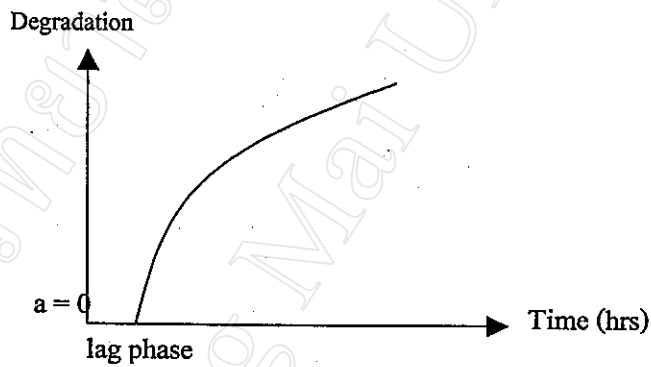
$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

- เมื่อ P = ค่าย่อยสลายที่ช่วงเวลาต่าง ๆ (%)
- a = ค่าการละลายได้ของ soluble material (%)
- b = ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถเกิดขบวนการหมักย่อยได้ (insoluble but fermentable material, %)
- c = อัตราการย่อยสลาย (degradation rate) ของ b
- t = ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ (incubated time, hrs)

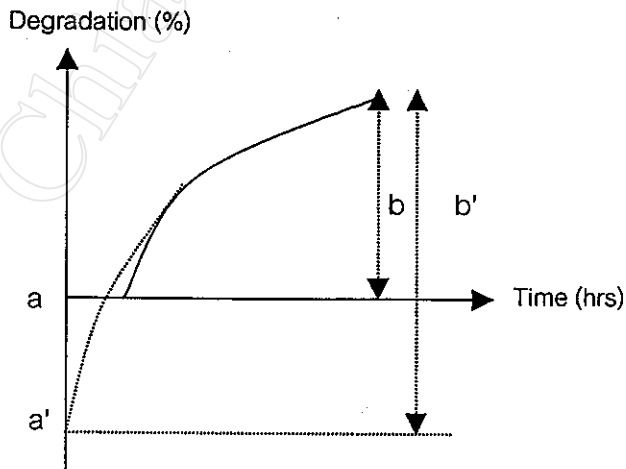
โดยค่าการย่อยสลายจะไม่ถึง 100 % ( $a+b < 100$ ) ดังนั้นส่วนที่ย่อยสลายไม่ได้ในกระเพาะรูเมนจึงเท่ากับ  $100 - (a+b)$  Degradation curve มีลักษณะดังนี้



3. อาหารไม่มีส่วนที่ละลายได้ แต่มีช่วงเวลาที่ต้องรอจุลินทรีย์เข้าย่อยสลายอาหาร (lag phase) การย่อยสลายของส่วนที่ไม่ละลาย จะเกิดขึ้นหลังจากช่วงเวลา lag phase ดังภาพ

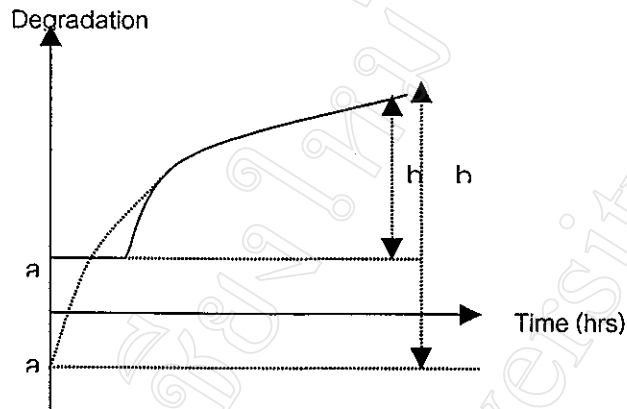


เมื่อลากกราฟมาตัดแกน y ค่า a ที่ได้จึงเปลี่ยนเป็น a' และมีค่าติดลบ



$$P = a' + b'(1 - e^{-ct})$$

4. อาหารมีทั้งส่วนที่ละลายได้ และมีช่วงเวลาที่ต้องรอให้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายอาหาร ดังนั้นจึงมีช่วง lag phase ช่วงหนึ่ง หลังจากนั้น ส่วนที่ไม่ละลายจึงเกิดการย่อยสลายดังภาพ



$$P = a' + b'(1 - e^{-ct})$$

- เมื่อ
- P = ค่าย่อยสลายที่ช่วงเวลาต่าง ๆ (%)
  - a = ค่าการละลายได้ของ soluble material (%)
  - b = ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถเกิดขบวนการหมักย่อยได้ (insoluble but fermentable material, %)
  - c = อัตราการย่อยสลาย (degradation rate) ของ b
  - b' = (a+b) - a'

### การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียในตัวอย่างอาหาร

เป็นการวัดปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียโดยไม่ต้องทำการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก เพื่อหลีกเลี่ยงการทำปฏิกิริยาอื่นๆ ที่รุนแรงซึ่งจะนำไปสู่การสลายตัวของสารอื่นที่จะทำให้ไนโตรเจนออกมา เพียงแต่ใช้น้ำละลายเอา  $\text{NH}_3$  ที่อยู่กับตัวอย่างออกมาแล้วนำไปกลั่นและจับด้วยกรดบอริก เช่นเดียวกับการกลั่นไนโตรเจนในการหาโปรตีน

#### อุปกรณ์

1. Beaker ขนาด 500 มล.
2. กรวยพลาสติก
3. ผ้าขาวบาง
4. โถปั่น (blender jar)
5. กระบอกตวงขนาด 100 มล.
6. เครื่องกลั่น (Tecator Auto - kjeldahl analyzer และอุปกรณ์)
7. ขวดชมพู ขนาด 300 มล.



### วิธีการ

1. นำตัวอย่างอาหารประมาณ 20 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) เติมน้ำกลั่น 200 มล. บั่นในโถปั่นเป็นเวลา 1 นาที
2. กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น ลงใน Beaker
3. ตวงสารละลายที่ได้มา 50 มล. ใส่หลอดสำหรับกลั่นด้วยเครื่อง Tecator Auto – Kjeldahl
4. ทำการกลั่นด้วยเครื่องกลั่น โดยเลือกเติมเฉพาะ Receiver (กรดบอริกและ Indicator) ในขวดชมพูที่รองรับการกลั่น และเติมเฉพาะน้ำในหลอดตัวอย่าง
5. นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นไปไตเตรทกับกรดมาตรฐาน 0.1 N HCl แล้วจดบันทึกปริมาตรของกรดมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรท

### วิธีการคำนวณ

1. คำนวณหาน้ำหนักของไนโตรเจน (N) จากสารละลาย 50 มล. ที่ใช้กลั่นโดยเอาปริมาตรของ 0.1 N HCl ที่ใช้ไตเตรทคูณกับ 0.0014 (1 มล. ของ 0.1 N HCl ทำปฏิกิริยาพอดีกับไนโตรเจน 0.0014 กรัม)
2. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในสารละลาย 200 มล. (ที่ใช้ทำละลายตัวอย่างในโถปั่นตอนเริ่มต้น)
3. คำนวณหา  $\text{NH}_3$  ในสารละลายตัวอย่าง 200 มล. ตามข้อ 2 (หรือในตัวอย่างที่ชั่งมาประมาณ 20 กรัม และทราบน้ำหนักแน่นอน) โดยคูณกับ 0.8235 ( $\text{NH}_3$  มี N อยู่ 82.35%)
4. เมื่อทราบปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์แล้วจึงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์  $\text{NH}_3$  ในตัวอย่าง

### การวัดปริมาณกรดอินทรีย์ (acetic, butyric และ lactic) โดยการกลั่น (Zimmer, 1986 อ้างโดยบุญล้อม และบุญเสริม, 2525)

#### หลักการ

กรดในตัวอย่างจะถูกกลั่นด้วยเครื่องมือเฉพาะ โดยนำน้ำที่สกัดออกมาได้จากตัวอย่าง มากลั่นให้ได้ปริมาตร 100 และ 50 มล. ตามลำดับ น้ำของเหลวที่เหลือมา oxidized ด้วย chromic sulfuric solution แล้วกลั่นต่อไปให้ได้อีก 50 มล. สารละลายที่กลั่นได้ 2 ส่วนแรก จะมีกรดอะซิติก และบิวทีริก อยู่ในปริมาณที่คงที่ สารละลายส่วนที่ 3 มีทั้งกรดอะซิติก บิวทีริก และอะซิติกที่เกิดขึ้นจากการออกซิไดส์กรดแลคติกในสัดส่วนที่คงที่เช่นกันเมื่อนำสารละลายที่ได้นี้มาไตเตรทจะสามารถคำนวณหาปริมาณกรดได้

#### สารเคมี

1. Lime milk  
200 กรัม Calcium oxide ผสมน้ำให้ได้ 1 ลิตร
2. Copper sulfate solution  
200 กรัม  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , RG ผสมน้ำให้ได้ 1 ลิตร
3. กรดกำมะถันเจือจาง  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  เข้มข้น D 1.84, RG ผสมกับน้ำกลั่น ในอัตรา 1 : 1 (V/V)
4. Chromic Sulfuric solution

45.5 กรัม Chromic (VI) oxide, RG, ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 600 มล. แล้วเติม 45.5 มล.  $H_2SO_4$  เข้มข้น D 1.84, RG วางทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

5. 0.05 N NaOH solution

#### เครื่องมือ

1. ขวดปากกว้าง ขนาด 1 ลิตร มีขีดบอกปริมาตร
2. ขวดกั้นกลม (ขวดกลั่น) ขนาด 500 มล.
3. Condenser แบบ lepper
4. Reflux condenser
5. โถปั่น (blender jar)
6. กรวย
7. beaker ขนาด 500 มล.

#### วิธีการ

1. การเตรียมพืชหมัก

นำตัวอย่างมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งให้ได้ 50 กรัมใส่ในโถปั่นเติมน้ำ 300 มล. ปั่นเป็นเวลา 2 นาทีแล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น

2. การสกัดเอาน้ำตาลออก

ตวงน้ำที่กรองได้ 240 มล. ใส่ลงใน beaker ขนาด 500 มล. เติมน้ำปูน 24 มล. และสารละลาย  $CuSO_4$  12 มล. คนด้วย Magnetic stirrer นาน 5 นาที กรองผ่านกระดาษกรองจีบ

3. การวัดปริมาณกรด acetic และ butyric

นำสารละลายที่กรองได้ 200 มล. ใส่ในขวดกั้นกลมขนาด 500 มล. เติมกรดกำมะถันเจือจาง 5 มล. และกรวด 2 – 3 เม็ด (bumping stone) เขย่าแล้วต่อเข้ากับเครื่อง condenser ที่ปลายด้านหนึ่งมีขวด volumetric ขนาด 100 มล. รองไว้ ทำการกลั่นให้ได้สารละลาย 100 มล. ในเวลา 20 นาที (หลังจากเดือดควรลดไฟให้น้อยลง) จากนั้นใช้ขวดใบที่ 2 รอง กลั่นต่อไปอีกให้ได้อีก 50 มล. ใน 10 นาที

ถ้าในขณะกลั่นเกิดเสียงดังปัง ๆ (มักเกิดเมื่อตัวอย่างอาหารเป็น haylage) ให้ลดปริมาณตัวอย่างอาหารตั้งแต่ขั้นต้นลงคือใช้เพียง 25 กรัม และสกัดน้ำตาลออกโดยใช้น้ำปูน 24 มล. และ copper sulfate solution 12 มล. ในกรณีนี้เวลาคำนวณต้องเอา 2 คูณด้วย

4. การวัดปริมาณกรดแลคติก

นำสารละลายที่เหลืออยู่ในขวดกลั่น 55 มล. มาเติม chromic sulfuric solution ลงไป 55 มล. แล้วต่อเข้ากับเครื่อง reflux condenser ทำการ oxidize กรดแลคติกโดยต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 นาทีพอดี แล้วรีบหยุดปฏิกิริยาโดยเติมน้ำเย็นลงไป 100 มล. จากนั้นนำ flask นี้ไปต่อเข้ากับ condenser ที่ใช้กลั่น acetic และ butyric acid ทำการกลั่นให้ได้สารละลาย 50 มล. ภายใน 10 นาที ในขณะกลั่นถ้ามีเสียงดัง ให้ใส่ลูกแก้วหรือ bumping stone ลงไปด้วย

5. การไตเตรท

นำสารละลายที่กลั่นได้ (distillate) ทั้ง 3 มาไตเตรทกับด่าง 0.05 N NaOH โดยมี phenolphthalein เป็น indicator ค่าที่ได้เป็นปริมาตร (มล.) ของ NaOH คูณด้วย 1.25 จะเป็นค่า  $D_1$ ,  $D_2$  และ  $D_3$  ตามลำดับ

## 6. การคำนวณ

นำค่า  $D_1$ ,  $D_2$  และ  $D_3$  เข้าสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณกรด acetic (A), butyric (B) และ lactic (L) ดังนี้

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

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

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

$$\text{เมื่อ } a = 6.41 D_2 - 1.42 D_1$$

$$b = 1.96 D_1 - 3.09 D_2$$

### การหาการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* gas production technique

(Menke and Steingass, 1988)

#### หลักการ

ปริมาณแก๊ส (คาร์บอนไดออกไซด์และมีเทน) ที่ผลิตขึ้นจากการ incubate ตัวอย่างอาหารกับของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen liquor) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีสหสัมพันธ์กับการย่อยได้ในสัตว์ และปริมาณแก๊สที่ผลิตขึ้นนี้สามารถใช้คำนวณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) ได้

#### เครื่องมือ

1. ตู้อบ (oven) หรืออ่างน้ำร้อน (water bath) ที่สามารถปรับอุณหภูมิให้คงที่  $39 \pm 0.5^\circ \text{C}$  และใหญ่พอที่จะติดตั้งเครื่องหมุน (rotator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ซม. ที่ได้เจาะรูไว้สำหรับหลอดใส่ตัวอย่างได้
2. จานหมุนหรือล้อหมุน (rotator) ประกอบด้วยจานกลมหรือล้อทำด้วยแผ่นพลาสติกแข็ง 2 จาน เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ซม. วางห่างกัน 12 ซม. จานหรือล้อนี้เจาะรูไว้ 55 - 60 รู แต่ละรูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มม. เป็นช่องสำหรับเสียบหลอดตัวอย่าง (piston pipettes) ที่ฐานหรือแกนจานมีสายพานติดมอเตอร์ไฟฟ้าให้จานหมุนได้ด้วยเร็ว 1-2 รอบต่อนาที
3. หลอดตัวอย่างอาหาร (Piston - pipettes หรือ glass syringes) มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 36 มม. ภายใน 32 มม. ยาว 200 มม. และมีควมจุ 150 มล. มีขีดบอกปริมาตรถึง 100 มม. อ่านได้ละเอียด 1 มม. (ลักษณะคล้ายหลอดฉีดยาขนาดใหญ่มาก) ปลายหลอดติดกับสายยาง (Silicone tube) เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 5 มม. ยาวประมาณ 40 มม. และมีลิ้นพลาสติก ปิดเปิดให้แก๊สออกได้
4. อุปกรณ์สำหรับเก็บน้ำจากกระเพาะรูเมนของสัตว์ที่ได้เจาะกระเพาะไว้แล้ว ภาชนะสำหรับใส่น้ำจากกระเพาะควรมีความจุประมาณ 1 ลิตร พร้อมด้วยท่อที่หยั่งลงในกระเพาะ สายยาง บีม และฝักกรอง หรืออาจใช้กรวยขนาดใหญ่และฝักกรองโดยไม่ต้องใช้บีมก็ได้
5. อุปกรณ์ปลีกย่อยอื่น ๆ เช่น
  - บีเปตอัตโนมัติ ขนาด 50 มล. อ่านละเอียด 1 มล. ตั้งปริมาตรไว้ที่ 30 มล.
  - ขวดขนาดจุ 2-3 ลิตร
  - เครื่องกวนสารละลายระบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer)
  - อ่างน้ำอุ่น (water bath) ปรับอุณหภูมิ  $39^\circ \text{C}$
  - ถังแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

## สารเคมี

## 1. Micromineral solution ประกอบด้วย

$13.2\text{gCaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 10.0\text{gMnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + 1.0\text{gCoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 8.0\text{gFeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$   
ละลายทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

## 2. Buffer solution ประกอบด้วย

$4\text{gNH}_4\text{HCO}_3 + 35\text{gNaHCO}_3$  ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

## 3. Macromineral solution ประกอบด้วย

$5.7\text{gNa}_2\text{HPO}_4$  (anhydrous) +  $6.2\text{gKH}_2\text{PO}_4$  (anhydrous) +  $0.6\text{gMgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

## 4. Resazurin solution 0.1 % (W/V)

ชั่ง 100 mg resazurin ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล.

5. Reduction solution (ต้องเตรียมใหม่ ๆ ทุกครั้งที่ทำและเตรียมก่อนเก็บ rumen fluid เพียงเล็กน้อย ประกอบด้วย  $2\text{ml}1\text{NNaOH} + 312\text{mgNa}_2\text{S}_9\text{H}_2\text{O}$  ใส่ลงในน้ำ 47.5 มล.

## สัตว์ที่จะเก็บน้ำจากกระเพาะรูเมน

ใช้สัตว์ที่ได้เจาะกระเพาะไว้แล้ว (fistulated animal) และให้ได้รับอาหารชั้นประมาณ 30 – 50 % อาหารหยาบควรมีคุณภาพดี และควรมีลักษณะเป็นชิ้นยาว (ไม่บดละเอียด) ถ้าเป็นไปได้ควรให้ได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง ห่างกัน 12 ชม.

เพื่อที่จะตรวจสอบคุณภาพของน้ำจากกระเพาะรูเมนนี้ ว่ามีส่วนของ cellulolytic และ amylolytic activity ในรูเมนเหมาะสมหรือไม่ ในการวิเคราะห์ทุกครั้งจึงจำเป็นต้องมีตัวอย่างมาตรฐานอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง คือ หญ้าแห้ง และอาหารชั้น ปริมาณแก๊สที่ผลิตขึ้นจากการ incubate ตัวอย่างมาตรฐานจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าควรปรับสัดส่วนของอาหารชั้นกับอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงสัตว์เจาะกระเพาะ (donor) ไปในทางใดจึงจะเหมาะสม นอกจากนี้ยังควรต้องทำ blank ด้วย เพื่อดูว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะดีเพียงใด ถ้าต่ำไปควรเพิ่มระดับอาหารชั้น โดยเฉพาะมือเย็นหรือเปลี่ยนปริมาณอาหารที่ให้เป็นมือเย็น 65 % มือเช้า 35 % เป็นต้น

อย่างไรก็ดีการที่ blank มีค่าต่ำอาจเกิดเนื่องจากกระบวนการวิเคราะห์ทั้งหมดไม่ถูกต้อง เช่น สภาพต่างๆ ไม่ได้ไร้ออกซิเจน (anaerobic) จริง ดังนั้นภาชนะทุกอย่างที่จะสัมผัสกับ rumen fluid ซึ่งมีจุลินทรีย์อยู่จะต้องใส่ ออกซิเจนออกโดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป่าลงไป และทดสอบสภาพไร้ออกซิเจนโดยใช้ไม้ขีดไฟจุดแล้วหย่อนดู ถ้าไฟยังติดอยู่แสดงว่าออกซิเจนยังถูกไล่ไม่หมด ให้ทำการไล่ออกจนหมด นอกจากนี้ควรระวังเรื่องอุณหภูมิและ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมด้วย

เพื่อป้องกันความแปรปรวนระหว่างวัน ควรพยายามให้อาหารที่เลี้ยงสัตว์เจาะกระเพาะคงที่อยู่เสมอทั้งในแง่สูตรอาหาร ปริมาณ และเวลาที่ให้กิน นอกจากนี้ควรเก็บน้ำจากกระเพาะสัตว์อย่างน้อย 2 ตัวผสมกันจะช่วยลดความแปรปรวนต่าง ๆ ได้มาก

### วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างอาหาร บดอาหารผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. ไม่ควรบดให้ละเอียดกว่านี้ อาหารที่เปียกหรือมีความชื้นสูงให้ทำการปั่นให้แตก (lyophilized) หรืออบแห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน  $60^{\circ}\text{C}$  ก่อนนำมาบด

ทดสอบหลอดแก้ว (glass syringe) และแกนตัน (piston) แต่ละคู่ให้ใส่ได้พอดีระวางอย่าให้คับหรือหลวมมากเกินไปเพราะจะมีปัญหาเรื่องหลอดฝืด แก๊สตันออกไม่ได้หรือหลอดหลวม น้ำไหลออกทำให้ค่าผิด ชั่งตัวอย่างประมาณ 230 มก. (air dry ซึ่งคิดเป็นวัตถุแห้งประมาณ 200 มก.) ใส่ลงในหลอดแก้ว glass syringe ใช้วาสลินทาแกนตัน (piston) แล้วสอดเข้าไปในหลอดแก้ว (ทางที่ดีควรทำซ้ำอย่างละ 6 ครั้ง โดยแบ่งออกเป็น 2 วัน ๆ ละ 3 ซ้ำ) ในกรณีที่ตัวอย่างมีการย่อยได้ต่ำ อาจเพิ่มปริมาณตัวอย่างขึ้นเป็น 300 – 500 มก. วัตถุแห้ง ทั้งนี้ให้สังเกตจากปริมาณแก๊สที่ผลิตขึ้นในแต่ละหลอดไม่ควรเกิน 90 มล.

อุ่นหลอดที่ใส่ตัวอย่างไว้แล้วในตู้อบที่อุณหภูมิ  $39^{\circ}\text{C}$  จนกว่าจะนำมาใช้

2. การเตรียม medium ให้เติมสารละลายต่อไปนี้ตามลำดับดังนี้

|                          | ปริมาณ (มล.) ต่อจำนวนหลอด |         |         |
|--------------------------|---------------------------|---------|---------|
|                          | 1 หลอด                    | 30 หลอด | 60 หลอด |
| 1. น้ำ                   | 10                        | 300     | 600     |
| 2. Buffer solution       | 5                         | 150     | 300     |
| 3. Macromineral solution | 5                         | 150     | 300     |
| 4. Resazurine solution   | 0.025                     | 0.75    | 1.5     |
| 5. Micromineral solution | 0.0025                    | 0.075   | 0.15    |
| 6. Reduction solution    | 1                         | 30      | 60      |
| 7. Rumen fluid           | 10                        | 300     | 600     |

การเตรียมสารละลายให้เตรียมเมื่อปริมาณที่ต้องการไว้อีก 10 หลอด เช่น ถ้าต้องการทำ 30 หลอด ให้เตรียมสารละลายไว้ประมาณ 40 หลอด ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกในการปิเปต ผสมสารละลายหมายเลข 1 – 5 ก่อนที่จะเก็บน้ำจากรูเมน แซ่สารละลายในอ่างน้ำอุ่น  $39^{\circ}\text{C}$  ทำให้มีสภาพไร้ออกซิเจนโดยผ่านแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปตลอดเวลา คนด้วย magnetic stirrer

ก่อนเติม rumen liquor ให้ตรวจอุณหภูมิอีกครั้งว่าเป็น  $39^{\circ}\text{C}$  แน่หรือไม่ จากนั้นเติม reduction solution (สารละลายหมายเลข 6) ลงไป สีของสารละลายจะค่อยๆ เปลี่ยนจากฟ้าเป็นชมพู และไม่มีสีตามลำดับ แสดงว่าเกิด reduction อย่างสมบูรณ์ แล้วจึงค่อยเติม rumen liquor มิฉะนั้นค่าที่ได้จะไม่ถูกต้อง เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในหลอดจะถูกนำไปใช้ในการ reduction

3. การเก็บน้ำจากรูเมน และการ incubate กับตัวอย่าง เก็บน้ำจากรูเมนก่อนให้สัตว์กินอาหารมือเข้าขวดที่ใช้เก็บควรมีขนาด 1 ลิตร ทำขวดให้เป็นสภาพไร้ออกซิเจนโดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป่าลงไป และลวกขวดด้วยน้ำอุ่น บีบน้ำจากกระเพาะรูเมน หรืออาจใช้วิธีบีบผ่านผ้ากรองตาห่างลงไปในขวดก็ได้ เก็บให้เต็มขวดเพื่อไม่ให้มีออกซิเจน ปิดฝาอย่าให้ออกซิเจนเข้าได้ ถ้าสัตว์จะกระเพาะอยู่ห่างจากห้อง lab มาก ควรใช้กระดิกเพื่อช่วยรักษาอุณหภูมิ เมื่อนำมาถึงห้อง lab ให้แช่ในอ่างน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ  $39^{\circ}\text{C}$  ผ่านแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อไล่ออกซิเจนออก

ตวงน้ำจากกระเพาะตามปริมาณที่ต้องการผสมกับสารละลายหมายเลข 1 - 6 ในขวดที่วางในอ่างน้ำอุณหภูมิ 39 ° ซ คนให้เข้ากันตลอดเวลาด้วย magnetic stirrer ขณะเดียวกันผ่านแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงในสารละลายโดยจุ่มสายยางลงในขวด

ใช้ปิเปตอัตโนมัติบีมสารละลาย rumen liquor buffer mixture ผ่านท่ออย่างช้าในหลอดตัวอย่าง จับหลอดตัวอย่างชูด้านปลายขึ้นให้อยู่ในแนวตั้งในระดับสายตา ใส่ฟองแก๊สที่มีในหลอดออกให้หมด ปิดท่ออย่างปลายหลอดด้วยคลิป์หนีบ อ่านปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดในหลอดตัวอย่างด้วยทศนิยม 1 ตำแหน่ง (ได้ค่าประมาณ 30 มล.) บันทึกไว้ (V<sub>0</sub>) ถ้าตัวอย่างจับตัวเป็นก้อน เขย่าให้แตก นำหลอดไปสอดเข้าในจานหมุนที่อยู่ในตู้บหรือในอ่างน้ำอุ่น

การ incubate ควรเริ่มในตอนเช้า เพื่อจะได้อ่านค่าแก๊สที่เกิดขึ้นในตอนเย็น 8 ชม. หลังจาก incubate ถ้าแก๊สหลอดถูกดันออกมาเกิน 60 มล. ให้บันทึกค่านี้ไว้แล้วเปิดคลิป์หนีบปลายหลอดออก ใส่อากาศโดยดันแก๊สหลอดกลับไปที่ตำแหน่ง 30 มล. อ่านค่าสุดท้ายเมื่อ incubate ครบ 24 ชม. การอ่านค่าควรทำอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทางที่ดีควรช่วยกัน 2 คน คือ คนหนึ่งอ่าน ขณะที่อีกคนหนึ่งบันทึกจะช่วยให้เร็วขึ้น

การทดสอบ (standardisation) ในการทำทุกครั้ง จะต้องทำ

1. blank โดย incubate rumen liquor กับ medium mixture แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร (บันทึกค่าแก๊สที่เกิดขึ้น = Gp<sub>0</sub>)
2. หาค่า standard โดย incubate ตัวอย่างมาตรฐานที่ทราบค่า gas production แล้ว กับ rumen liquor mixture อย่างละ 3 หลอด ค่าแก๊สมาตรฐานที่ได้เมื่อครบ 24 ชั่วโมงของ standard เป็นดังนี้

|                       | น้ำหนัก        | GP มาตรฐานที่ 24 ชั่วโมง    |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|
| Standard hay          | 200 mg DM      | 44.16 ml (GPh)              |
| Standard concentrates | 200 mg DM      | 61.10 ml (GPc)              |
| Standard hay + starch | 140 + 60 mg DM | 59.80 ml (GP <sub>s</sub> ) |

นำค่า blank มาหักออกจากค่าของตัวอย่างและของ standard คำนวณปริมาณแก๊สให้ได้เป็น มล. / 200 มก.

DM พอดี

3. ตรวจสอบกิจกรรมของจุลินทรีย์และ/หรือความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการทำ โดยคำนวณ factor ซึ่งจะต้องได้ไม่เกิน 0.9 - 1.1 ดังนี้

$$F_h (\text{hay factor}) = 44.16 / (GPh - Gp_0)$$

$$F_c (\text{concentrate factor}) = 61.1 / (GPc - Gp_0)$$

$$F_{hs} (\text{hay - starch factor}) = 59.8 / (GP_{hs} - Gp_0)$$

เมื่อ GP คือค่าของแก๊สที่เกิดขึ้นจากการวัดตัวอย่างมาตรฐาน และ blank จริงๆ ถ้า factor ที่ได้อยู่นอกเหนือจากค่า 0.9 - 1.1 ต้องทำใหม่ การมี standard ช่วยทำให้ทราบสาเหตุของความแปรปรวน เช่น ค่า F<sub>h</sub> สูงเกิน 1 หรือ F<sub>hs</sub> และ F<sub>c</sub> อยู่ต่ำกว่า 0.9 แสดงว่ามี cellulolytic activity น้อย จะต้องปรับโดยเพิ่มสัดส่วนของหญ้าแห้งในอาหารสัตว์เจาะกระเพาะ

การคำนวณผล

1. นำค่าแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอด blank (Gp<sub>0</sub>) ซึ่งปกติจะได้ประมาณ 6 - 12 มล. / 24 ชั่วโมง ไปหักออกจากค่าแก๊สของตัวอย่างมาตรฐานและตัวอย่างที่ต้องการศึกษาที่ได้ปรับให้มี DM 200 mg พอดี จะได้ค่าสุทธิ (GP) ดังในสูตร

$$GP(\text{ml}/200\text{mgDM}, 24\text{h}) = \frac{(V_{24} - V_0 - G_{p0} \times 200 \times (F_h + F_c)) / 2}{W}$$

|       |          |   |  |
|-------|----------|---|--|
| เมื่อ | $V_0$    | = | ปริมาตรส่วนผสมทั้งหมดที่อ่านได้ข้างหลอดก่อน incubate       |
|       | $V_{24}$ | = | ค่าที่อ่านได้ข้างหลอดเมื่อ incubate ได้ 24 ชั่วโมง         |
|       | $G_{p0}$ | = | ค่าเฉลี่ยของแก๊สที่เกิดในหลอด blank อ่านที่ 24 ชั่วโมง     |
|       | $F_h$    | = | $44.16 / (G_{ph} - G_{p0})$ ; roughage correction factor   |
|       | $F_c$    | = | $61.1 / (G_{ph} - G_{p0})$ ; concentrate correction factor |
|       | $W$      | = | น้ำหนักตัวอย่างเป็น มก. วัตถุแห้ง                          |

2. นำค่าที่ได้มาแทนในสมการเพื่อคำนวณหาการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD, %) และพลังงานเมแทบอลิซึม (ME, MJ/Kg DM) ดังนี้

$$IVOMD = 9.0 + 0.9991GP + 0.0595XP + 0.0181XA$$

$$ME (\text{Mcal/kgDM}) = 1.06 + 0.157GP + 0.084XP + 0.22 XL - 0.0081XA$$

$$NEL (\text{Mcal/kgDM}) = -0.36 + 0.1149GP + 0.0054XP + 0.0139XL - 0.0054XA$$

เมื่อ GP = ปริมาณแก๊ส (มล.) ที่เกิดขึ้นในเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อปรับให้ตัวอย่างมีวัตถุแห้ง 200 มก.

XP = Crude protein (g/kgDM)

XL = Crude fat (g/kgDM)

XA = Crude ash (g/kgDM)

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลการทดลอง



ตารางภาคผนวก ข 1 เปอร์เซ็นต์ โภชนะ และยูเรียตกค้าง (DM-basis) ของฟางข้าวหมักยูเรีย (การทดลองที่ 1)

| ฟางหมัก 4 % ยูเรีย       |             |             | ฟางหมัก 5 % ยูเรีย |             |             | ฟางหมัก 6 % ยูเรีย |             |             |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|
| หมัก 7 วัน               | หมัก 14 วัน | หมัก 21 วัน | หมัก 7 วัน         | หมัก 14 วัน | หมัก 21 วัน | หมัก 7 วัน         | หมัก 14 วัน | หมัก 21 วัน |
| Crude หลังมุ้งแดดให้แห้ง |             |             |                    |             |             |                    |             |             |
| 17.11                    | 19.12       | 15.58       | 21.82              | 18.73       | 19.33       | 21.54              | 20.17       | 19.80       |
| 18.19                    | 19.12       | 14.82       | 16.99              | 18.60       | 16.36       | 23.30              | 19.93       | 21.77       |
| 18.24                    | 16.23       | 16.40       | 16.14              | 18.52       | 17.05       | 24.29              | 20.39       | 21.04       |
| Crude ในสภาพสด           |             |             |                    |             |             |                    |             |             |
| 10.65                    | 8.58        | 8.08        | 14.44              | 9.97        | 8.48        | 11.99              | 10.31       | 10.35       |
| 10.57                    | 7.85        | 6.03        | 11.68              | 10.98       | 8.50        | 11.24              | 10.49       | 9.55        |
| 9.09                     | 9.01        | 6.56        | 12.51              | 11.72       | 7.93        | 11.87              | 9.46        | 11.24       |
| ยูเรียตกค้าง             |             |             |                    |             |             |                    |             |             |
| 1.19                     | 0.22        | 0.50        | 1.92               | 1.16        | 0.75        | 1.62               | 1.33        | 1.02        |
| 1.23                     | 0.29        | 0.57        | 1.56               | 1.32        | 0.82        | 1.84               | 1.28        | 1.26        |
| 1.21                     | 0.24        | 0.55        | 1.68               | 1.36        | 0.71        | 1.85               | 1.35        | 1.05        |
| Neutral detergent fiber  |             |             |                    |             |             |                    |             |             |
| 72.40                    | 72.01       | 71.84       | 74.02              | 73.74       | 72.84       | 71.54              | 72.98       | 70.42       |
| 73.22                    | 71.67       | 74.57       | 72.89              | 72.03       | 73.66       | 71.78              | 71.71       | 72.02       |
| 73.18                    | 72.28       | 74.70       | 72.92              | 73.28       | 73.31       | 72.80              | 69.95       | 72.36       |
| Acid detergent fiber     |             |             |                    |             |             |                    |             |             |
| 44.69                    | 45.34       | 46.76       | 46.70              | 46.42       | 44.49       | 45.46              | 44.93       | 44.36       |
| 44.31                    | 45.12       | 47.32       | 45.80              | 43.86       | 46.37       | 44.49              | 46.49       | 47.36       |
| 46.02                    | 45.02       | 47.78       | 46.40              | 46.32       | 48.14       | 44.14              | 43.72       | 47.24       |
| Acid detergent lignin    |             |             |                    |             |             |                    |             |             |
| 3.56                     | 3.32        | 3.70        | 3.47               | 4.03        | 3.22        | 3.69               | 3.69        | 3.43        |
| 3.58                     | 3.52        | 3.43        | 3.44               | 3.38        | 3.22        | 3.72               | 3.19        | 3.94        |
| 3.66                     | 3.74        | 3.78        | 3.44               | 4.30        | 3.38        | 3.15               | 3.17        | 4.24        |

## รายละเอียดการศึกษาการย่อยได้โดยวิธี *in situ* หรือ Nylon bag technique

(การทดลองที่ 1)

### 1. สัตว์ทดลอง

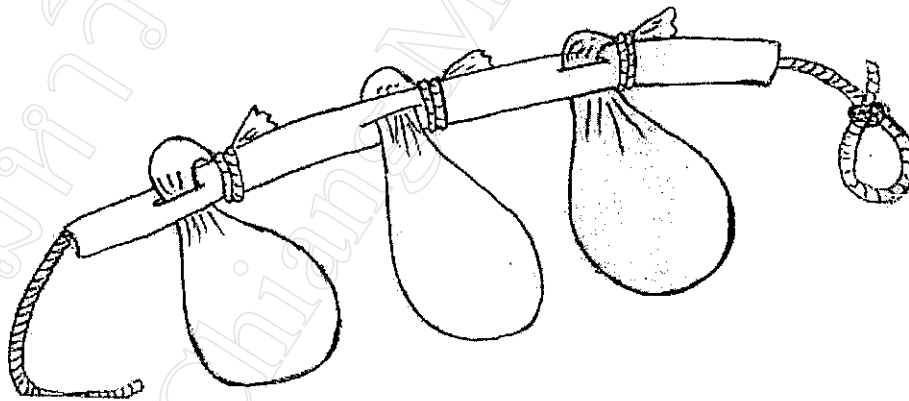
ใช้โคนมเพศเมียลูกผสม Holstein Friesian (HF) × พันเมือง น้ำหนักตัวประมาณ 427 - 507 กิโลกรัม จำนวน 3 ตัว เลี้ยงแบบผูกยืนโรงในของขังเดี่ยว โคทุกตัวได้รับการผ่าตัดฝังท่อที่มีฝาปิดเปิดบริเวณกระเพาะหมัก (rumen cannulated cow)

### 2. การเตรียมถุงไนล่อน

ใช้ถุงไนล่อนที่มีขนาด 7 × 15 เซนติเมตร มี pore size 40 - 60  $\mu\text{m}$  ก่อนที่จะทำการทดลองจะต้องนำมาอบที่ 60°C ประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำหนักคงที่ จากนั้นนำมาใส่ในโถดูดความชื้น รอให้เย็น แล้วนำมาชั่ง จดบันทึกน้ำหนักของแต่ละถุงตามหมายเลขที่กำกับไว้

### 3. การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

นำฟางข้าวหมักยูเรียทั้ง 9 treatment combination จำนวน treatment ละ 3 ซ้ำ และฟางข้าวที่ไม่ได้หมักยูเรียรวมทั้งสิ้น 28 ตัวอย่างมาบดผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้วชั่งตัวอย่างดังกล่าว ใส่ถุงๆ ละประมาณ 3 กรัม (air dry basis) ตัวอย่างละ 6 ถุง เพื่อบ่มแช่ในกระเพาะรูเมนตามระยะเวลาต่างๆ (4, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง) โดยซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ของ treatment จะถูกบ่มแช่ในโคตัวที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ รวมถุงตัวอย่างที่จะต้องเตรียมทั้งหมด (10 treatment × 3 ซ้ำ × 6 ระยะเวลา) 180 ถุง นำถุงตัวอย่างแต่ละ treatment ที่จะนำลงบ่มแช่ในเวลาเดียวกันนำมามัดติดกับสายพลาสติกยาวประมาณ 30 ซม. และมีเชือกยาวประมาณ 60 ซม. เพื่อเป็นห่วงยึดกับฝาปิด cannula ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลักษณะถุงที่ร้อยในสายพลาสติก

แล้วหย่อนถุงลงในกระเพาะรูเมนที่ระยะเวลาต่างๆ กัน ตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ ดังรายละเอียด

ตารางภาคผนวก ข 2 แผนการแช่ถุงในล่อนในกระเพาะรูเมน (การทดลองที่ 1)

| วันที่ 1       | วันที่ 2       | วันที่ 3       | วันที่ 4       | วันที่ 5       |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                | 01.00          | 01.00          | 01.00          | 01.00          |
|                | 02.00          | 02.00          | 02.00          | 02.00          |
|                | 03.00          | 03.00          | 03.00          | 03.00          |
|                | 04.00          | 04.00          | 04.00          | 04.00          |
|                | 05.00          | 05.00          | 05.00          | 05.00          |
|                | 06.00          | 06.00          | 06.00          | 06.00          |
|                | 07.00          | 07.00          | 07.00          | 07.00          |
|                | 08.00          | 08.00          | 08.00          | 08.00* (12 hr) |
|                | 09.00          | 09.00          | 09.00          | 09.00          |
|                | 10.00          | 10.00          | 10.00          | 10.00          |
|                | 11.00          | 11.00          | 11.00          | 11.00          |
|                | 12.00          | 12.00          | 12.00          | 12.00          |
|                | 13.00          | 13.00          | 13.00          | 13.00          |
|                | 14.00          | 14.00          | 14.00          | 14.00          |
|                | 15.00          | 15.00          | 15.00          | 15.00          |
|                | 16.00          | 16.00          | 16.00          | 16.00* (4 hr)  |
|                | 17.00          | 17.00          | 17.00          | 17.00          |
|                | 18.00          | 18.00          | 18.00          | 18.00          |
|                | 19.00          | 19.00          | 19.00          | 19.00          |
| 20.00* (96 hr) | 20.00* (72 hr) | 20.00* (48 hr) | 20.00* (24 hr) | 20.00** เก็บ   |
| 21.00          | 21.00          | 21.00          | 21.00          |                |
| 22.00          | 22.00          | 22.00          | 22.00          |                |
| 23.00          | 23.00          | 23.00          | 23.00          |                |
| 24.00          | 24.00          | 24.00          | 24.00          | 24.00          |

\* หย่อนถุงที่ต้องการแช่เป็นเวลา 96, 72, 48, 24, 12, และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ

\*\* เอาถุงออกทั้งหมดออกจากกระเพาะรูเมน

เมื่อครบกำหนดแล้วดึงถุงทั้งหมดออกจากกระเพาะรูเมนพร้อมกัน

ตำแหน่งที่เหมาะสมของการใส่ถุงในล่อนในกระเพาะรูเมนคือ ลึก 50 ซม. จากฝา cannula โดยให้อยู่ในส่วนล่างของรูเมน (ventral sac of the rumen) เพราะเป็นตำแหน่งที่ถุงสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทั้งในส่วนที่เป็นของแข็ง (solid phase) และของเหลว (liquid phase)

#### 4. การหาค่า Washing loss

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้สำหรับ 0 ชั่วโมง คือไม่ต้องแช่ในกระเพาะรูเมน จำนวน 10 treatment × 3 ซ้ำ เท่ากับ 30 ถุง มาแช่ไว้ในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 39°C ประมาณ 1 ชั่วโมง โดยทำในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับการนำถุงทั้งหมดออกจากกระเพาะรูเมน เพื่อจะได้ไปเข้าเครื่องชั่งผ้าพร้อมกัน ค่าของตัวอย่างที่สูญหายไปจากถุงชุดนี้ถือเป็น washing loss

#### 5. การเตรียมตัวอย่างหลังจากนำออกจากกระเพาะรูเมน

เมื่อนำถุงตัวอย่างออกจากกระเพาะรูเมนแล้ว ต้องรีบนำไปใส่ในกระดิกน้ำแข็ง เพื่อลดอุณหภูมิ เป็นการป้องกันกระบวนการหมักที่จะเกิดขึ้นนอกกระเพาะรูเมน จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อเอาเศษอาหารชิ้นใหญ่ ออกแล้วจึงนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งผ้าประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นนำไปอบที่ 60°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วจึงชั่งน้ำหนักที่เหลือ

#### 6. การคำนวณค่าการย่อยสลาย

คำนวณค่าการย่อยสลายของวัตถุดิบ (DM disappearance) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดย

$$\% \text{ DM disappearance} = \frac{W_1 + W_2 - W_3}{W_2} \times 100$$

เมื่อ  $W_1$  = น้ำหนักถุง (กรัม)

$W_2$  = น้ำหนักตัวอย่างอาหารเริ่มต้น (กรัม)

$W_3$  = น้ำหนักถุง และตัวอย่างอาหารที่เหลือในถุงหลังอบ (กรัม)

นำค่า %DM disappearance ที่ชั่วโมงต่าง ๆ ไปประมวลผลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY เพื่อคำนวณหา ค่าการย่อยได้โดยใช้สมการ

$$P = A + B(1 - e^{-ct})$$

เมื่อ  $P$  = การย่อยสลายของวัตถุดิบที่เวลา  $t$  (degradation at time  $t$ )

$A$  = ส่วนที่ละลายได้ทันที (immediately soluble material or washing loss, %)

$B$  = ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถหมักย่อยได้ (insoluble but potentially fermentable material, %)

$A+B$  = ค่าการย่อยสลายสูงสุดของวัตถุดิบ (potential degradability, %)

$a$  = ค่าของเส้นกราฟที่ตัดแกน  $Y$ , %

$b$  =  $(A+B) - a$

$c$  = ค่าคงที่ของอัตราการย่อยสลาย (degradation rate constant, fraction/h.)

$e$  = ค่าคงที่ของ logarithm

$t$  = ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง

$L$  = ระยะเวลาที่รอให้จุลินทรีย์เข้าสัมผัสอาหาร และทำการย่อยสลาย (lag phase)

ตารางภาคผนวก ข 3 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปในช่วงเวลาต่าง ๆ (การทดลองที่ 1)

| Sample                           | Cow<br>No. | Incubation time (hours) |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                  |            | 4                       | 12    | 24    | 48    | 72    | 96    |
| Untreated rice straw             | 1          | 16.03                   | 27.79 | 49.86 | 63.27 | 67.57 | 70.71 |
|                                  | 2          | 15.85                   | 28.55 | 34.57 | 58.65 | 49.54 | 68.19 |
|                                  | 3          | 16.44                   | 29.93 | 41.81 | 62.63 | 60.12 | 70.86 |
|                                  | Average    | 16.11                   | 28.76 | 42.08 | 61.51 | 59.07 | 69.92 |
| A <sub>1</sub> b <sub>1</sub> /1 | 1          | 16.92                   | 32.59 | 53.33 | 64.83 | 70.25 | 72.41 |
| a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> /2 | 2          | 14.05                   | 30.43 | 51.74 | 62.18 | 67.24 | 69.98 |
| a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> /3 | 3          | 15.77                   | 23.01 | 35.67 | 61.90 | 70.91 | 74.61 |
| Average                          |            | 15.58                   | 28.68 | 46.91 | 62.97 | 69.46 | 72.33 |
| a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> /1 | 1          | 16.36                   | 36.51 | 53.38 | 68.46 | 67.46 | 75.12 |
| a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> /2 | 2          | 15.76                   | 32.28 | 48.01 | 67.92 | 71.81 | 74.49 |
| a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> /3 | 3          | 19.77                   | 32.80 | 37.42 | 67.06 | 73.33 | 72.32 |
| Average                          |            | 17.30                   | 33.86 | 46.27 | 67.81 | 70.87 | 73.98 |
| a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> /1 | 1          | 16.81                   | 34.37 | 56.36 | 67.91 | 74.21 | 76.15 |
| a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> /2 | 2          | 15.08                   | 29.34 | 44.26 | 64.55 | 73.95 | 73.68 |
| a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> /3 | 3          | 15.88                   | 30.49 | 28.61 | 68.29 | 73.11 | 71.13 |
| Average                          |            | 15.92                   | 31.40 | 43.08 | 66.92 | 73.76 | 73.65 |
| a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> /1 | 1          | 13.90                   | 33.21 | 52.27 | 63.98 | 71.20 | 71.34 |
| a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> /2 | 2          | 16.17                   | 30.19 | 46.97 | 65.50 | 66.10 | 71.03 |
| a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> /3 | 3          | 17.39                   | 13.73 | 29.85 | 65.68 | 69.52 | 73.96 |
| Average                          |            | 15.82                   | 25.71 | 43.03 | 65.05 | 68.94 | 72.11 |
| a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> /1 | 1          | 16.96                   | 33.78 | 58.93 | 66.57 | 73.82 | 75.98 |
| a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> /2 | 2          | 14.76                   | 28.91 | 48.31 | 67.13 | 72.38 | 72.65 |
| a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> /3 | 3          | 17.05                   | 33.91 | 35.78 | 60.94 | 72.54 | 76.45 |
| Average                          |            | 16.26                   | 32.20 | 47.67 | 64.88 | 72.91 | 75.03 |
| a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> /1 | 1          | 15.75                   | 37.09 | 53.25 | 68.57 | 74.11 | 73.80 |
| a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> /2 | 2          | 17.48                   | 28.88 | 29.15 | 71.56 | 68.72 | 75.73 |
| a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> /3 | 3          | 15.92                   | 25.38 | 30.65 | 67.95 | 74.86 | 77.42 |
| Average                          |            | 16.50                   | 30.45 | 37.68 | 69.36 | 72.56 | 75.65 |
| a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> /1 | 1          | 17.45                   | 33.08 | 53.52 | 66.78 | 71.27 | 74.09 |
| a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> /2 | 2          | 17.95                   | 31.48 | 39.68 | 69.32 | 61.54 | 74.18 |
| a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> /3 | 3          | 17.01                   | 31.33 | 30.30 | 67.31 | 73.00 | 75.71 |
| Average                          |            | 17.47                   | 31.96 | 41.17 | 67.80 | 68.60 | 74.66 |

ตารางภาคผนวก ข 3 (ต่อ)

| Sample     | Cow<br>No. | Incubation time (hours) |       |       |       |       |       |
|------------|------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            |            | 4                       | 12    | 24    | 48    | 72    | 96    |
| $a_3b_2/1$ | 1          | 17.89                   | 38.92 | 55.95 | 69.20 | 73.82 | 77.28 |
| $a_3b_2/2$ | 2          | 17.29                   | 33.57 | 52.94 | 65.81 | 70.32 | 74.15 |
| $a_3b_2/3$ | 3          | 18.92                   | 34.84 | 43.39 | 71.13 | 73.03 | 77.26 |
| Average    |            | 18.03                   | 35.78 | 50.76 | 68.71 | 72.39 | 76.23 |
| $a_3b_3/1$ | 1          | 19.04                   | 40.95 | 58.56 | 70.57 | 75.33 | 77.78 |
| $a_3b_3/2$ | 2          | 17.47                   | 32.72 | 47.81 | 68.46 | 70.51 | 76.25 |
| $a_3b_3/3$ | 3          | 17.54                   | 24.99 | 40.51 | 67.01 | 68.89 | 75.15 |
| Average    |            | 18.02                   | 32.89 | 48.96 | 68.68 | 71.58 | 76.39 |

A = ระดับเปอร์เซ็นต์ยูเรีย  $a_1 = 4$ ,  $a_2 = 5$  และ  $a_3 = 6$  %

B = ระยะเวลาในการหมัก (วัน)  $b_1 = 7$ ,  $b_2 = 14$  และ  $b_3 = 21$  วัน

ตารางภาคผนวก ข 4 ค่าการย่อยสลาย (degradation characteristic) (การทดลองที่ 1)

| Sample     | Cow<br>No. | Incubation time (hours) |       |       |      |       |       |       |
|------------|------------|-------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|            |            | a                       | b     | c     | L    | A     | B     | A+B   |
| $a_1b_1/1$ | 1          | 4.3                     | 68.3  | 0.049 | 3.80 | 15.8  | 56.8  | 72.6  |
| $a_1b_1/2$ | 2          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.30 | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_1b_1/3$ | 3          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.30 | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| Average    |            | 1.97                    | 68.63 | 0.050 | 4.13 | 14.87 | 55.73 | 70.6  |
| $a_1b_2/1$ | 1          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_1b_2/2$ | 2          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_1b_2/3$ | 3          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| Average    |            | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_1b_3/1$ | 1          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_1b_3/2$ | 2          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.5  | 69.5  |
| $a_1b_3/3$ | 3          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| Average    |            | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_2b_1/1$ | 1          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_2b_1/2$ | 2          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_2b_1/3$ | 3          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| Average    |            | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_2b_2/1$ | 1          | 0.8                     | 68.8  | 0.051 | 4.3  | 14.4  | 55.2  | 69.5  |
| $a_2b_2/2$ | 2          | 2.5                     | 73    | 0.041 | 4.0  | 13.7  | 61.9  | 75.5  |
| $a_2b_2/3$ | 3          | 2.5                     | 73    | 0.041 | 4.0  | 13.7  | 61.9  | 75.5  |
| Average    |            | 1.93                    | 71.6  | 0.044 | 4.10 | 13.93 | 59.67 | 73.60 |

ตารางภาคผนวก ข 4 (ต่อ)

| Sample     | Cow<br>No. | Incubation time (hours) |       |       |      |       |       |       |
|------------|------------|-------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|            |            | A                       | b     | c     | L    | A     | B     | A+B   |
| $a_2b_3/1$ | 1          | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| $a_2b_3/2$ | 2          | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| $a_2b_3/3$ | 3          | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| Average    |            | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| $a_3b_1/1$ | 1          | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| $a_3b_1/2$ | 2          | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| $a_3b_1/3$ | 3          | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| Average    |            | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| $a_3b_2/1$ | 1          | 2.6                     | 72.3  | 0.052 | 3.6  | 14.8  | 60.1  | 74.8  |
| $a_3b_2/2$ | 2          | 5.4                     | 68.5  | 0.047 | 3.7  | 16.1  | 57.7  | 73.8  |
| $a_3b_2/3$ | 3          | 5.4                     | 68.5  | 0.047 | 3.7  | 16.1  | 57.7  | 73.8  |
| Average    |            | 4.47                    | 69.77 | 0.049 | 3.67 | 15.67 | 58.50 | 74.17 |
| $a_3b_3/1$ | 1          | 5.4                     | 68.5  | 0.047 | 3.7  | 16.1  | 57.7  | 73.8  |
| $a_3b_3/2$ | 2          | 5.4                     | 68.5  | 0.047 | 3.7  | 16.1  | 57.7  | 73.8  |
| $a_3b_3/3$ | 3          | 5.4                     | 68.5  | 0.047 | 3.7  | 16.1  | 57.7  | 73.8  |
| Average    |            | 5.4                     | 68.5  | 0.047 | 3.7  | 16.1  | 57.7  | 73.8  |

A = ระดับเปอร์เซ็นต์ยูเรีย  $a_1 = 4$ ,  $a_2 = 5$  และ  $a_3 = 6\%$

B = ระยะเวลาในการหมัก (วัน)  $b_1 = 7$ ,  $b_2 = 14$  และ  $b_3 = 21$  วัน

ตารางภาคผนวก ข 5 การให้คะแนนคุณภาพทางกายภาพของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ฟางข้าวหมัก และไม้หมัก  
ยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบ (การทดลองที่ 2)

Sample Number.....

|  | คะแนนเต็ม | คะแนน |
|--|-----------|-------|
| 1. กลิ่น (ตรวจที่อุณหภูมิต่ำ)  | 12        |       |
| 1.1 ปราศจากกลิ่นเน่าเสีย ยังมีกลิ่นแอมโมเนียอ่อน ๆ (12 คะแนน)                        |           |       |
| 1.2 มีกลิ่นเน่าเจือปน มีกลิ่นราอ่อน ๆ (6 คะแนน)                                      |           |       |
| 1.3 มีกลิ่นอับ กลิ่นเชื้อรา หรือกลิ่นเน่าเหม็นรุนแรง (0 คะแนน)                       |           |       |
| 2. โครงสร้าง   | 5         |       |
| 2.1 ไม่มีเชื้อราเลย ส่วนผสมสม่ำเสมอ (5 คะแนน)  |           |       |
| 2.2 มีเชื้อราขึ้นเล็กน้อย (1 คะแนน)  |           |       |
| 2.3 เชื้อราขึ้นทั่วไป (0 คะแนน)  |           |       |
| 3. สี  | 3         |       |
| 3.1 มีสีน้ำตาลของฟางหมัก (3 คะแนน)   |           |       |
| 3.2 มีสีน้ำตาลเข้ม สีของวัสดุอาหารขึ้นเปลี่ยนแปลงไปมาก เป็นสีน้ำตาลไหม้-ดำ (1 คะแนน) |           |       |
| 3.3 สีดำไหม้ คั่ว (0 คะแนน)  |           |       |
| คะแนนรวม   | 20        |       |

ตารางภาคผนวก ข 6 คะแนนคุณภาพทางกายภาพ (organoleptic test score) ของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ฟาง  
หมัก และไม้หมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบ (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม้หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ใน TMR                       |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 20.0                         | 20.0  | 20.0  | 20.0             | 20.0  | 20.0  | 20.0             | 20.0  | 20.0  |
| 1                                | 12.5                         | 14.5  | 14.5  | 16.0             | 16.0  | 15.3  | 15.3             | 15.7  | 15.7  |
| 2                                | 14.5                         | 14.5  | 14.0  | 15.5             | 15.5  | 16.5  | 15.0             | 16.5  | 16.0  |
| 3                                | 12.0                         | 14.5  | 14.0  | 14.7             | 14.7  | 16.0  | 16.7             | 16.3  | 16.7  |



ตารางภาคผนวก ข 7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ฟางหมักและไม่หมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบ (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก            |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1%<br>ใน TMR |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                                  | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 7.81                                   | 7.99  | 8.10  | 8.35             | 8.18  | 8.20  | 8.55             | 8.53  | 8.52  |
| 1                                | 5.81                                   | 5.45  | 5.24  | 5.55             | 5.56  | 5.53  | 5.91             | 5.76  | 5.80  |
| 2                                | 6.12                                   | 5.57  | 4.89  | 5.59             | 5.53  | 5.50  | 5.84             | 5.57  | 5.65  |
| 3                                | 4.66                                   | 5.20  | 4.92  | 5.38             | 5.39  | 5.47  | 5.43             | 5.51  | 5.59  |

ตารางภาคผนวก ข 8 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียวัตถุแห้งของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก            |       |       |                  |        |        |                  |        |        |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย<br>1% ใน TMR |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |        |        | ฟางหมักยูเรีย 6% |        |        |
|                                  | ซ้ำ 1                                  | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2  | ซ้ำ 3  | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2  | ซ้ำ 3  |
| 1                                | 1.78                                   | 2.06  | 2.01  | 0.0071           | 0.0110 | 0.0002 | 0.0054           | 0.0074 | 0.0106 |
| 2                                | 4.88                                   | 4.03  | 5.01  | 0.0024           | 0.0023 | 0.0091 | 0.0007           | 0.0071 | 0.0087 |
| 3                                | 4.73                                   | 4.31  | 4.97  | 0.0008           | 0.0131 | 0.0097 | 0.0065           | 0.0017 | 0.0124 |

ตารางภาคผนวก ข 9 เปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (fresh basis) (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก            |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1%<br>ใน TMR |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                                  | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 0.68                                   | 1.13  | 0.98  | 0.51             | 0.37  | 0.77  | 1.19             | 0.74  | 0.78  |
| 1                                | 0.74                                   | 0.98  | 1.13  | 0.62             | 0.46  | 0.79  | 0.79             | 0.98  | 1.05  |
| 2                                | 1.36                                   | 2.56  | 1.62  | 0.62             | 0.44  | 0.47  | 1.71             | 1.09  | 1.10  |
| 3                                | 1.02                                   | 0.99  | 1.00  | 0.64             | 1.32  | 0.87  | 0.97             | 0.93  | 0.84  |

ตารางภาคผนวก ข 10 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (fresh basis) (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ใน TMR                       |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 0.26                         | 0.20  | 0.22  | 0.49             | 0.38  | 0.26  | 0.47             | 0.35  | 0.57  |
| 1                                | 0.58                         | 0.45  | 0.56  | 1.92             | 1.90  | 1.64  | 2.01             | 1.63  | 1.86  |
| 2                                | 0.22                         | 0.21  | 0.23  | 1.82             | 2.04  | 2.33  | 1.43             | 2.53  | 1.73  |
| 3                                | 2.83                         | 2.71  | 2.85  | 3.05             | 2.10  | 2.56  | 2.15             | 2.83  | 2.41  |

ตารางภาคผนวก ข 11 เปอร์เซ็นต์กรดบิวทีริกของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (fresh basis) (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ใน TMR                       |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 0.00                         | 0.00  | 0.00  | 0.03             | 0.04  | 0.00  | 0.00             | 0.00  | 0.00  |
| 1                                | 0.25                         | 0.20  | 0.25  | 0.00             | 0.19  | 0.00  | 0.00             | 0.00  | 0.00  |
| 2                                | 1.28                         | 1.08  | 1.12  | 0.32             | 0.34  | 0.33  | 0.00             | 0.00  | 0.00  |
| 3                                | 0.47                         | 0.42  | 0.36  | 0.19             | 0.00  | 0.00  | 0.00             | 0.00  | 0.00  |

ตารางภาคผนวก ข 12 เปอร์เซ็นต์แอมโมเนียของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (fresh basis) (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |        |        |                  |        |        |                  |        |        |
|----------------------------------|------------------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |        |        | ฟางหมักยูเรีย 4% |        |        | ฟางหมักยูเรีย 6% |        |        |
|                                  | ใน TMR                       |        |        |                  |        |        |                  |        |        |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2  | ซ้ำ 3  | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2  | ซ้ำ 3  | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2  | ซ้ำ 3  |
| 0                                | 0.0945                       | 0.0968 | 0.0876 | 0.1729           | 0.1430 | 0.1637 | 0.2329           | 0.2536 | 0.2513 |
| 1                                | 0.1199                       | 0.1476 | 0.1614 | 0.0830           | 0.0899 | 0.0761 | 0.2306           | 0.2444 | 0.2329 |
| 2                                | 0.0853                       | 0.0715 | 0.0401 | 0.0807           | 0.0715 | 0.0669 | 0.2006           | 0.1683 | 0.2098 |
| 3                                | 0.0991                       | 0.0876 | 0.0899 | 0.0692           | 0.0553 | 0.0669 | 0.0600           | 0.0576 | 0.0715 |

ตารางภาคผนวก ข 13 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (DM-basis) (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ใน TMR                       |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 16.67                        | 16.38 | 16.77 | 15.86            | 15.50 | 15.80 | 17.34            | 17.25 | 16.35 |
| 1                                | 16.32                        | 16.58 | 16.27 | 15.39            | 16.14 | 15.68 | 18.08            | 17.00 | 17.85 |
| 2                                | 16.31                        | 16.48 | 16.04 | 16.95            | 15.33 | 15.91 | 16.46            | 17.48 | 16.63 |
| 3                                | 16.26                        | 16.24 | 16.00 | 16.43            | 16.37 | 15.47 | 16.41            | 18.21 | 16.28 |

ตารางภาคผนวก ข 14 เปอร์เซ็นต์ Neutral detergent fiber ของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบและเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (ash free NDF on DM basis) (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ใน TMR                       |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 46.60                        | 46.61 | 45.36 | 54.96            | 58.88 | 61.05 | 58.73            | 51.46 | 62.37 |
| 1                                | 46.74                        | 44.38 | 46.96 | 51.40            | 49.42 | 50.27 | 51.06            | 52.84 | 52.07 |
| 2                                | 54.28                        | 48.12 | 41.82 | 50.75            | 47.71 | 47.81 | 50.51            | 49.27 | 47.19 |
| 3                                | 41.73                        | 45.46 | 46.53 | 47.42            | 50.09 | 43.74 | 46.91            | 46.84 | 48.98 |

ตารางภาคผนวก ข 15 เปอร์เซ็นต์ Acid detergent fiber ของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (ash free ADF on DM basis) (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ใน TMR                       |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 23.64                        | 24.56 | 23.80 | 27.63            | 28.90 | 31.78 | 34.62            | 27.16 | 33.31 |
| 1                                | 27.97                        | 22.84 | 26.06 | 26.84            | 27.05 | 32.41 | 32.95            | 29.59 | 31.64 |
| 2                                | 31.28                        | 25.50 | 22.20 | 27.43            | 28.69 | 27.77 | 31.92            | 27.00 | 27.28 |
| 3                                | 23.10                        | 26.29 | 24.99 | 27.54            | 28.02 | 27.67 | 29.28            | 26.71 | 28.49 |

ตารางภาคผนวก ข 16 ปริมาณแก๊ซที่ 24 ชั่วโมงของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก            |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1%<br>ใน TMR |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                                  | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 37.92                                  | 34.34 | 33.03 | 40.89            | 44.08 | 37.76 | 45.18            | 49.86 | 44.56 |
| 1                                | 33.97                                  | 34.10 | 29.88 | 42.08            | 39.81 | 43.18 | 44.11            | 46.28 | 45.27 |
| 2                                | 24.76                                  | 26.94 | 27.50 | 39.60            | 41.19 | 44.17 | 43.29            | 48.92 | 41.71 |
| 3                                | 24.43                                  | 28.20 | 25.40 | 43.98            | 41.69 | 42.18 | 44.22            | 48.68 | 42.62 |

ตารางภาคผนวก ข 17 ค่า *in vitro* organic matter digestibility (%) ของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก            |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1%<br>ใน TMR |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                                  | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 58.61                                  | 55.10 | 53.92 | 61.61            | 64.53 | 58.46 | 66.56            | 71.02 | 65.18 |
| 1                                | 54.85                                  | 54.93 | 50.68 | 62.71            | 60.51 | 63.79 | 65.88            | 67.52 | 66.97 |
| 2                                | 45.84                                  | 47.90 | 47.94 | 60.96            | 61.52 | 64.90 | 64.38            | 70.32 | 62.91 |
| 3                                | 45.08                                  | 48.96 | 45.91 | 65.06            | 62.70 | 62.46 | 65.21            | 70.60 | 63.42 |

ตารางภาคผนวก ข 18 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy ; ME; Mcal/kgDM) ของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก            |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1%<br>ใน TMR |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                                  | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 2.18                                   | 2.03  | 2.00  | 2.21             | 2.32  | 2.08  | 2.41             | 2.57  | 2.40  |
| 1                                | 2.04                                   | 2.06  | 1.85  | 2.26             | 2.19  | 2.32  | 2.40             | 2.47  | 2.43  |
| 2                                | 1.71                                   | 1.77  | 1.80  | 2.21             | 2.23  | 2.38  | 2.36             | 2.60  | 2.30  |
| 3                                | 1.70                                   | 1.84  | 1.72  | 2.36             | 2.30  | 2.29  | 2.41             | 2.62  | 2.35  |

ตารางภาคผนวก ข 19 ค่าพลังงานสุทธิ (Net energy for lactation; NEL; Mcal/kgDM)ของอาหารผสมครบส่วนที่ใช้  
วัสดุอาหารหยาบ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| ระยะเวลา<br>การเก็บ<br>(สัปดาห์) | อาหารผสมครบส่วนที่เตรียมจาก  |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
|                                  | ฟางไม่หมักยูเรีย + ยูเรีย 1% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 4% |       |       | ฟางหมักยูเรีย 6% |       |       |
|                                  | ใน TMR                       |       |       |                  |       |       |                  |       |       |
|                                  | ซ้ำ 1                        | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | ซ้ำ 1            | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 |
| 0                                | 1.28                         | 1.17  | 1.14  | 1.31             | 1.39  | 1.21  | 1.45             | 1.57  | 1.44  |
| 1                                | 1.18                         | 1.18  | 1.04  | 1.34             | 1.29  | 1.38  | 1.44             | 1.49  | 1.46  |
| 2                                | 0.93                         | 0.98  | 1.00  | 1.31             | 1.32  | 1.42  | 1.41             | 1.58  | 1.36  |
| 3                                | 0.92                         | 1.03  | 0.94  | 1.41             | 1.36  | 1.36  | 1.45             | 1.60  | 1.40  |

ตารางภาคผนวก ข 20 ปริมาณฟางหมักยูเรีย 6 % ที่โคกินได้เฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (Voluntary feed intake)  
(การทดลองที่ 3.1)

| Cow No. | Live weight<br>(kg.) | VFI (DM basis) |                  |                           |
|---------|----------------------|----------------|------------------|---------------------------|
|         |                      | kg/cow         | % of DM/Live wt. | g/kgW <sup>0.75</sup> (g) |
| 1       | 507.42               | 5.10           | 1.01             | 47.70                     |
| 2       | 479.92               | 7.01           | 1.46             | 68.36                     |
| 3       | 427.59               | 3.82           | 0.89             | 40.62                     |
| 4       | 458.42               | 4.23           | 0.92             | 42.70                     |
| Mean    | 468.34               | 5.04           | 1.07             | 49.84                     |
| SD      | ± 33.76              | ± 1.42         | ± 0.26           | ± 10.99                   |

ตารางภาคผนวก ข 21 องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % (การทดลองที่ 3.1)

| DM             | OM    | EE  | CP    | NDF*  | ADF*  | Nitrogen | NFC** | Ash   |
|----------------|-------|-----|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| ← % DM basis → |       |     |       |       |       |          |       |       |
| 57.38          | 84.60 | 2.6 | 12.24 | 68.17 | 46.13 | 1.96     | 1.59  | 15.40 |

\* NDF and ADF are ash free.

\*\*NFC (%) = 100 - %EE - %CP - %NDF - %Ash

ตารางภาคผนวก ข 22 ปริมาณฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % และโภชนาที่โคกินได้ต่อตัว (ระยะการทดลอง 7 วัน)  
(การทดลองที่ 3.1)

| โคตัว<br>ที่ | ปริมาณฟางหมักที่กินได้ |                        | ปริมาณโภชนาที่ได้รับ (กรัม) |          |         |          |          |          |       |         |
|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------|---------|----------|----------|----------|-------|---------|
|              | ในสภาพสด<br>(กก.)      | วัตถุดิบแห้ง<br>(กรัม) | OM                          | EE       | CP      | NDF      | ADF      | Nitrogen | NFC   | Ash     |
| 1            | 47.60                  | 27,313.9               | 23,108.3                    | 710.08   | 3,343.2 | 18,619.7 | 12,599.9 | 784      | 435.1 | 4,205.6 |
| 2            | 77.00                  | 44,184.3               | 37,381.0                    | 1,148.84 | 5,407.2 | 30,120.4 | 20,382.2 | 1,274    | 704.5 | 6,803.3 |
| 3            | 51.52                  | 29,563.2               | 25,011.3                    | 768.60   | 3,618.6 | 20,153.3 | 13,637.5 | 854      | 470.8 | 4,552.0 |
| 4            | 49.00                  | 28,117.3               | 23,788.0                    | 731.08   | 3,441.5 | 19,167.5 | 12,970.4 | 812      | 447.7 | 4,329.4 |

ตารางภาคผนวก ข 23 โภชนาที่โคได้รับจากฟางหมักยูเรีย 6 % ต่อตัวต่อวันในระยะทดลอง (กรัม)  
(การทดลองที่ 3.1)

| โคตัวที่ | DM        | OM       | EE     | CP      | NDF      | ADF      | Nitrogen | NFC    | Ash     |
|----------|-----------|----------|--------|---------|----------|----------|----------|--------|---------|
| 1        | 3,901.98  | 3,301.18 | 101.44 | 477.60  | 2,659.98 | 1,799.98 | 85.06    | 62.16  | 600.8   |
| 2        | 6,312.04  | 5,340.14 | 164.12 | 772.46  | 4,302.92 | 2,911.74 | 97       | 100.64 | 971.9   |
| 3        | 4,223.32  | 3,573.04 | 109.80 | 516.94  | 2,879.04 | 1,948.22 | 94       | 67.26  | 650.28  |
| 4        | 4,016.76  | 3,398.28 | 104.44 | 491.64  | 2,738.22 | 1,852.92 | 88.7     | 63.98  | 618.48  |
| Mean     | 4,613.52  | 3,903.16 | 119.95 | 564.66  | 3,145.04 | 2,128.22 | 91.19    | 73.51  | 710.36  |
| SD       | ±1,140.12 | ±964.57  | ±29.65 | ±139.49 | ±777.22  | ±525.94  | ±4.62    | ±18.21 | ±175.55 |

ตารางภาคผนวก ข 24 องค์ประกอบของโภชนาในมูลโคที่ได้รับฟางหมักยูเรีย 6 % (% on DM basis)  
(การทดลองที่ 3.1)

| Cow No. | DM    | OM    | EE   | CP    | NDF   | ADF   | Nitrogen | NFC   | Ash   | Urinary N |
|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-----------|
| 1       | 26.56 | 69.31 | 1.97 | 14.37 | 34.83 | 30.84 | 2.23     | 18.14 | 30.69 | 0.5652    |
| 2       | 23.65 | 69.33 | 1.99 | 12.82 | 37.15 | 32.03 | 1.99     | 17.37 | 30.67 | 0.736     |
| 3       | 25.5  | 68.81 | 3.0  | 13.55 | 37.25 | 30.79 | 2.12     | 15.01 | 31.19 | 0.8215    |
| 4       | 22.14 | 69.96 | 3.04 | 12.79 | 36.13 | 30.0  | 3.07     | 18.0  | 30.04 | 0.6693    |

ตารางภาคผนวก ข 25 ปริมาณมูล ปัสสาวะ และปริมาณโภชนะในมูลโคที่ได้รับฟางหมักยูเรีย 6%  
(การทดลองที่ 3.1)

| โคตัวที่ | ปริมาณต่อวัน (กรัม) |          |         |           |           |                     |          |       |        |          |         |        |         |
|----------|---------------------|----------|---------|-----------|-----------|---------------------|----------|-------|--------|----------|---------|--------|---------|
|          | มุลค                | DM       | Fecal N | Urine     | Urinary N | Total N<br>Excreted | OM       | EE    | CP     | NDF      | ADF     | NFC    | Ash     |
| 1        | 6,260               | 1,662.11 | 37.08   | 4,864     | 27.49     | 64.57               | 1,152.39 | 32.75 | 238.92 | 579.10   | 512.76  | 301.61 | 510.27  |
| 2        | 12,000              | 2,838.00 | 56.48   | 5,306     | 39.05     | 95.53               | 1,967.58 | 56.48 | 363.83 | 1,054.32 | 909.01  | 492.96 | 870.41  |
| 3        | 5,800               | 1,479.00 | 31.35   | 3,580     | 29.41     | 60.76               | 1,017.70 | 44.37 | 200.40 | 550.93   | 455.38  | 222.00 | 461.30  |
| 4        | 7,780               | 1,722.49 | 52.88   | 8,148     | 54.53     | 107.41              | 1,205.05 | 52.36 | 220.31 | 622.34   | 516.75  | 310.05 | 517.44  |
| Mean     | 7,960               | 1,925.54 | 44.45   | 5,474.5   | 37.62     | 82.07               | 1,335.68 | 46.49 | 255.86 | 478.77   | 598.48  | 331.66 | 589.86  |
| SD       | ±2,444.87           | ±534.4   | ±10.51  | ±1,668.67 | ±10.7     | ±19.9               | ±371.17  | ±9.05 | ±63.8  | ±269.76  | ±180.92 | ±99.26 | ±163.41 |

ตารางภาคผนวก ข 26 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะและ N-balance ของฟางหมักยูเรีย 6% ต่อตัวต่อวัน(กรัม)  
(การทดลองที่ 3.1)

| โคตัวที่ | DM       | N-balance | OM       | EE     | CP     | NDF      | ADF      | NFC     | Ash    |
|----------|----------|-----------|----------|--------|--------|----------|----------|---------|--------|
| 1        | 2,239.32 | 6.78      | 2,148.79 | 68.69  | 238.68 | 2,080.88 | 1,287.22 | -239.45 | 90.53  |
| 2        | 3,474.04 | 12.35     | 3,372.56 | 107.64 | 408.63 | 3,248.60 | 2,002.73 | -392.32 | 101.49 |
| 3        | 2,744.32 | 8.75      | 2,555.34 | 65.43  | 316.54 | 2,328.11 | 1,492.84 | -154.74 | 188.98 |
| 4        | 2,294.27 | 8.59      | 2,193.23 | 52.08  | 271.33 | 2,115.88 | 1,336.17 | -246.07 | 101.04 |
| Mean     | 2,687.97 | 9.12      | 2,567.48 | 73.46  | 308.80 | 2,443.37 | 1,529.74 | 0       | 120.51 |
| SD       | ±494.31  | ±2.02     | ±490.83  | ±20.69 | ±63.93 | ±474.43  | ±283.44  | 0       | ±39.77 |

ตารางภาคผนวก ข 27 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในฟางหมักยูเรีย 6% (%) (การทดลองที่ 3.1)

| โคตัวที่ | DM    | OM    | EE    | CP    | NDF   | ADF   | NFC | Ash   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 1        | 57.38 | 65.09 | 67.71 | 49.97 | 78.23 | 71.51 | 0   | 15.07 |
| 2        | 55.04 | 63.15 | 65.59 | 52.90 | 75.50 | 68.78 | 0   | 10.44 |
| 3        | 64.98 | 71.52 | 59.59 | 61.23 | 80.86 | 76.62 | 0   | 29.06 |
| 4        | 57.12 | 64.54 | 49.86 | 55.19 | 77.27 | 72.11 | 0   | 16.34 |
| Mean     | 58.63 | 66.08 | 60.69 | 54.82 | 77.96 | 72.26 | -   | 17.73 |
| SD       | ±3.78 | ±3.22 | ±6.92 | ±4.14 | ±1.94 | ±2.82 | -   | ±6.9  |

ตารางภาคผนวก ข 28 ปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย 6 %

| Nutrient | Intake              | Excrete           | Digested          | Digestibility |
|----------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| DM       | 4,613.52 ± 1,140.12 | 1,925.54 ± 534.4  | 2,687.99 ± 494.31 | 58.63 ± 3.78  |
| OM       | 3,903.16 ± 964.57   | 1,335.68 ± 371.17 | 2,567.48 ± 490.83 | 66.08 ± 3.22  |
| EE       | 119.95 ± 29.65      | 46.49 ± 9.05      | 73.46 ± 20.69     | 60.69 ± 6.92  |
| CP       | 564.66 ± 139.49     | 255.86 ± 63.8     | 308.80 ± 63.93    | 54.82 ± 4.14  |
| NDF      | 3,145.04 ± 777.22   | 478.77 ± 269.76   | 2,443.37 ± 474.43 | 77.96 ± 1.94  |
| ADF      | 2,128.22 ± 525.94   | 598.48 ± 180.92   | 1,529.74 ± 283.44 | 72.26 ± 2.82  |
| N        | 91.19 ± 32.92       | 82.07 ± 19.9      | 9.12 ± 2.02       | -             |
| NFC      | 73.51 ± 18.21       | 331.66 ± 99.26    | 0                 | -             |

ตารางภาคผนวก ข 29 โภชนะที่ย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย 6 % 100 กรัม (DM basis) (การทดลองที่ 3.1)

| โคตัวที่ | DM    | OM    | EE    | CP    | NDF   | ADF   | NFC | Ash   | TDN   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| 1        | 57.38 | 55.07 | 1.76  | 6.12  | 53.33 | 32.99 | 0   | 2.32  | 63.41 |
| 2        | 55.04 | 53.42 | 1.71  | 6.47  | 51.47 | 31.73 | 0   | 1.61  | 61.79 |
| 3        | 64.98 | 60.51 | 1.55  | 7.49  | 55.12 | 35.34 | 0   | 4.47  | 66.10 |
| 4        | 57.12 | 54.60 | 1.30  | 6.76  | 52.67 | 33.26 | 0   | 2.52  | 62.35 |
| Mean     | 58.63 | 55.90 | 1.58  | 6.71  | 53.15 | 33.33 | -   | 2.73  | 63.41 |
| SD       | ±3.78 | ±2.73 | ±0.18 | ±0.50 | ±1.32 | ±1.30 | -   | ±1.06 | ±1.66 |

ตารางภาคผนวก ข 30 ปริมาณอาหารผสมครบส่วน (TMR) ที่โคกินได้เฉลี่ยต่อวัน (Voluntary feed Intake) (การทดลองที่ 3.2)

| โคตัวที่ | น้ำหนักก่อน<br>ทดลอง<br>(กก.) | น้ำหนักหลัง<br>ทดลอง<br>(กก.) | น้ำหนักตัว<br>(กก.) | VFI (DM basis) |                     |                       |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------------|
|          |                               |                               |                     | kg/cow         | % of<br>DM/Live wt. | g/kgW <sup>0.75</sup> |
| 1        | 489.83                        | 517.00                        | 503.42              | 7.75           | 1.54                | 72.92                 |
| 2        | 463.83                        | 485.33                        | 474.58              | 9.21           | 1.94                | 90.58                 |
| 3        | 429.66                        | 452.00                        | 440.83              | 9.09           | 2.06                | 94.48                 |
| 4        | 446.17                        | 457.17                        | 451.67              | 8.70           | 1.93                | 88.79                 |
| Mean     | 457.37                        | 477.88                        | 467.62              | 8.69           | 1.87                | 86.69                 |
| SD       | ±22.30                        | ±25.91                        | ±23.99              | ±0.57          | ±0.19               | ±8.21                 |



ตารางภาคผนวก ข 31 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบ  
(% on DM basis) (การทดลองที่ 3.2)

| DM           | OM    | EE   | CP    | NDF   | ADF   | Nitrogen | NFC*  | Ash   |
|--------------|-------|------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| ← DM basis → |       |      |       |       |       |          |       |       |
| 55.80        | 87.35 | 3.31 | 18.34 | 51.11 | 28.35 | 2.93     | 14.59 | 12.65 |

$$* \text{NFC} (\%) = 100 - \% \text{EE} - \% \text{CP} - \% \text{NDF} - \% \text{Ash}$$

ตารางภาคผนวก ข 32 ปริมาณอาหารและโภชนะที่โคได้รับต่อวัน (กรัม) (การทดลองที่ 3.2)

| โคตัวที่ | DM       | OM       | EE      | CP       | NDF      | ADF      | Nitrogen | NFC      | Ash      |
|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1        | 7,198.20 | 6,287.63 | 238.26  | 1,320.15 | 3,679.00 | 2,040.69 | 210.91   | 1,050.22 | 910.57   |
| 2        | 8,537.40 | 7,457.42 | 282.59  | 1,565.76 | 4,363.47 | 2,420.35 | 250.15   | 1,245.61 | 1,079.98 |
| 3        | 8,593.20 | 7,506.16 | 284.43  | 1,575.99 | 4,391.98 | 2,436.17 | 251.78   | 1,253.75 | 1,087.04 |
| 4        | 8,370.00 | 7,311.20 | 277.05  | 1,535.06 | 4,277.91 | 2,372.90 | 245.24   | 1,221.18 | 1,058.81 |
| Mean     | 8,174.70 | 7,140.60 | 270.58  | 1,499.24 | 4,178.09 | 2,317.53 | 239.52   | 1,192.69 |          |
| SD       | ± 569.73 | ± 497.66 | ± 18.86 | ± 104.49 | ± 291.19 | ± 161.52 | ± 16.69  | ± 83.12  |          |

ตารางภาคผนวก ข 33 องค์ประกอบของโภชนะในมูลโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรียเป็นส่วนประกอบ(% on DM basis)

| โคตัวที่       | DM    | OM    | EE   | CP    | NDF   | ADF   | N    | NFC   | Ash   | Urinary N |
|----------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|
| ← % DM basis → |       |       |      |       |       |       |      |       |       |           |
| 1              | 28.41 | 75.78 | 3.61 | 15.88 | 42.39 | 28.64 | 2.48 | 11.20 | 26.92 | 2.18      |
| 2              | 29.74 | 76.58 | 3.92 | 15.93 | 43.12 | 28.68 | 2.29 | 9.61  | 27.42 | 2.40      |
| 3              | 27.29 | 74.80 | 3.71 | 15.35 | 40.12 | 27.60 | 2.29 | 12.94 | 27.88 | 2.08      |
| 4              | 25.95 | 76.10 | 3.51 | 16.30 | 43.05 | 31.49 | 2.48 | 10.20 | 26.94 | 1.50      |

ตารางภาคผนวก ข 34 ปริมาณมูล ปัสสาวะ และปริมาณไนโตรเจนในมูลโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนต่อตัวต่อวัน (กรัม) (การทดลองที่ 3.2)

| โคตัวที่ | DM       | Fecal N | Urine     | Urinary N | Total N Excreted | OM       | EE    | CP     | NDF      | ADF    | NFC    | Ash    |
|----------|----------|---------|-----------|-----------|------------------|----------|-------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 1        | 2,050.07 | 50.84   | 6,700     | 146.06    | 196.90           | 1,553.54 | 74.01 | 325.55 | 889.02   | 587.14 | 229.61 | 551.88 |
| 2        | 1,908.12 | 43.70   | 7,950     | 190.80    | 234.50           | 1,461.24 | 74.80 | 303.96 | 822.78   | 547.25 | 183.37 | 523.21 |
| 3        | 2,210.49 | 50.62   | 9,000     | 187.20    | 237.82           | 1,653.45 | 82.01 | 339.31 | 886.85   | 610.10 | 286.04 | 616.28 |
| 4        | 2,802.60 | 69.50   | 10,700    | 160.50    | 230.00           | 2,132.78 | 98.37 | 456.82 | 1,206.52 | 882.54 | 285.87 | 755.02 |
| Mean     | 2,242.82 | 53.66   | 8,587.5   | 171.14    | 224.81           | 1,700.25 | 82.30 | 356.41 | 946.29   | 656.76 | 246.22 | 611.60 |
| SD       | ±340.43  | ±9.58   | ±1,466.45 | ±18.62    | ±16.35           | ±258.81  | ±9.79 | ±59.32 | ±152.05  | ±132.3 | ±42.96 | ±89.40 |

ตารางภาคผนวก ข 35 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ และ N-balance ของอาหารผสมครบส่วน ต่อตัวต่อวัน (กรัม) (การทดลอง 3.2)

| โคตัวที่ | DM       | N-balance | OM       | EE     | CP       | NDF      | ADF      | NFC      | Ash     |
|----------|----------|-----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 1        | 5,148.13 | 14.01     | 4,734.09 | 164.25 | 994.60   | 2,809.98 | 1,453.55 | 820.61   | 358.69  |
| 2        | 6,629.28 | 15.65     | 5,996.18 | 207.79 | 1,261.80 | 3,540.68 | 1,873.10 | 1,062.24 | 556.78  |
| 3        | 6,382.71 | 13.96     | 5,852.71 | 202.43 | 1,236.68 | 3,505.14 | 1,826.08 | 967.71   | 470.76  |
| 4        | 5,567.40 | 15.24     | 5,178.42 | 178.68 | 1,078.23 | 3,071.39 | 1,490.36 | 935.32   | 303.78  |
| Mean     | 5,931.88 | 14.71     | 5,440.35 | 188.29 | 1,142.83 | 3,231.80 | 1,660.77 | 946.47   | 422.50  |
| SD       | ±692.03  | ±0.86     | ±590.60  | ±20.41 | ±127.94  | ±352.98  | ±219.39  | ±99.70   | ±113.32 |

ตารางภาคผนวก ข 36 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรีย 6 % เป็นแหล่งอาหารหยาบ (%) การทดลองที่ 3.2)

| โคตัวที่ | DM    | OM    | EE    | CP    | NDF   | ADF   | NFC   | Ash   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1        | 71.52 | 75.29 | 68.94 | 75.34 | 76.38 | 71.23 | 78.14 | 39.39 |
| 2        | 77.65 | 80.41 | 73.53 | 80.59 | 81.14 | 77.39 | 85.28 | 51.55 |
| 3        | 74.28 | 77.97 | 71.17 | 78.47 | 79.81 | 74.96 | 77.19 | 43.31 |
| 4        | 66.52 | 70.83 | 64.49 | 70.24 | 71.80 | 62.81 | 76.59 | 28.69 |
| Mean     | 72.49 | 76.12 | 69.53 | 76.16 | 77.28 | 71.60 | 79.30 | 40.74 |
| SD       | ±4.71 | ±4.10 | ±3.85 | ±4.50 | ±4.17 | ±6.38 | ±4.04 | ±9.50 |

ตารางภาคผนวก ข 37 ปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของอาหารผสมครบส่วน

| Nutrient | Intake            | Excrete           | Digested          | Digestibility |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| DM       | 8,174.7 ± 569.73  | 2,242.82 ± 340.43 | 5,931.88 ± 692.03 | 72.49 ± 4.71  |
| OM       | 7,140.60 ± 497.66 | 1,700.25 ± 258.81 | 5,440.35 ± 590.60 | 76.12 ± 4.10  |
| EE       | 270.58 ± 18.86    | 82.30 ± 9.79      | 188.29 ± 20.41    | 69.53 ± 3.85  |
| CP       | 1,499.24 ± 104.49 | 356.41 ± 59.32    | 1,142.83 ± 127.94 | 76.16 ± 4.50  |
| NDF      | 4,178.09 ± 291.19 | 946.29 ± 152.05   | 3,231.80 ± 352.98 | 77.28 ± 4.17  |
| ADF      | 2,317.53 ± 161.52 | 656.76 ± 132.28   | 1,660.77 ± 219.39 | 71.60 ± 6.38  |
| N        | 239.52 ± 16.69    | 224.81 ± 16.35    | 14.71 ± 0.86      | -             |
| NFC      | 1,192.69 ± 83.12  | 246.22 ± 42.96    | 946.97 ± 99.77    | 79.30 ± 4.04  |

ตารางภาคผนวก ข 38 โภชนะที่ย่อยได้ในอาหารผสมครบส่วน 100 กรัม (DM basis) (การทดลองที่ 3.2)

| โคตัวที่ | DM    | OM    | EE    | CP    | NDF   | ADF   | NFC   | Ash   | TDN   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1        | 71.52 | 65.77 | 2.28  | 13.82 | 39.04 | 20.19 | 11.40 | 4.98  | 69.39 |
| 2        | 77.65 | 70.23 | 2.43  | 14.78 | 41.47 | 21.94 | 12.44 | 6.52  | 74.17 |
| 3        | 74.28 | 68.11 | 2.36  | 14.39 | 40.79 | 21.25 | 11.26 | 5.48  | 71.74 |
| 4        | 66.52 | 61.87 | 2.13  | 12.88 | 36.70 | 17.81 | 11.17 | 3.63  | 65.56 |
| Mean     | 72.49 | 66.49 | 2.30  | 13.97 | 39.50 | 20.30 | 11.57 | 5.15  | 70.21 |
| SD       | ±4.71 | ±3.58 | ±0.13 | ±0.82 | ±2.13 | ±1.81 | ±0.59 | ±1.20 | ±3.67 |

ตารางภาคผนวก ข 39 ปริมาณการกินอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (DM – basis; กก./ตัว/วัน) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | 13.94             | 14.14             | 9.77              | 15.38             | 14.28             | 14.71             |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 13.93             | 11.45             | 13.16             | 11.55             | 12.74             | 15.75             |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 9.88              | 13.27             | 14.51             | 12.89             | 10.91             | 14.55             |

ตารางภาคผนวก ข 40 ปริมาณการกินอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน  
(DM – basis; % of body weight /day) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | 2.81              | 3.09              | 1.79              | 3.42              | 3.34              | 3.04              |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 2.77              | 2.43              | 2.30              | 2.46              | 2.85              | 3.13              |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 2.02              | 2.77              | 2.54              | 2.81              | 2.42              | 2.83              |

ตารางภาคผนวก ข 41 ปริมาณผลผลิตน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วย  
อาหารหยาบต่างชนิดกัน (กก./ตัว/วัน) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | 13.88             | 15.04             | 11.96             | 14.32             | 13.70             | 12.20             |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 12.36             | 14.84             | 10.60             | 14.88             | 14.16             | 12.60             |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 11.40             | 14.20             | 11.80             | 12.80             | 12.40             | 12.00             |

ตารางภาคผนวก ข 42 ปริมาณผลผลิตน้ำนมเมื่อปรับ 4%ไขมัน ของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วน  
ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (กก./วัน) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | 13.01             | 12.67             | 8.73              | 13.22             | 13.08             | 12.53             |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 11.49             | 14.76             | 10.52             | 12.40             | 12.44             | 10.71             |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 11.26             | 15.65             | 10.26             | 10.63             | 11.40             | 11.06             |

$$4\% \text{ FCM} = (0.4 \times \text{ปริมาณน้ำนมเป็น กก.}) + (15 \times \text{ปริมาณไขมันนมเป็น กก.})$$

ตารางภาคผนวก ข 43 เปอร์เซนต์ไขมันนม ของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) |
|        | 3.58              | 2.95              | 2.20              | 3.49              | 3.70              | 4.18              |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 3.53              | 4.13              | 3.95              | 2.89              | 3.19              | 3.00              |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 3.92              | 4.68              | 3.13              | 2.87              | 3.46              | 3.48              |

ตารางภาคผนวก ข 44 เปอร์เซนต์ของแข็งรวม (Total solid) ในน้ำมันของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) |
|        | 12.28             | 11.67             | 10.27             | 11.81             | 12.59             | 12.88             |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 12.45             | 12.88             | 12.87             | 10.73             | 12.43             | 11.94             |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 12.25             | 13.17             | 11.81             | 10.75             | 12.60             | 12.33             |

ตารางภาคผนวก ข 45 ปริมาณของแข็งรวม (Total solid) ในน้ำมันของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (กก./ตัว/วัน) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) |
|        | 1.70              | 1.76              | 1.23              | 1.69              | 1.72              | 1.57              |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 1.54              | 1.91              | 1.36              | 1.60              | 1.76              | 1.50              |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 1.40              | 1.87              | 1.39              | 1.38              | 1.56              | 1.48              |

ตารางภาคผนวก ข 46 เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมัน (Solid non fat) ในน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบ ส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาดต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>4</sub> ) | (T <sub>5</sub> ) | (T <sub>6</sub> ) |
|        | 8.71              | 8.72              | 8.07              | 8.32              | 8.89              | 8.71              |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 8.92              | 8.76              | 8.92              | 7.84              | 9.23              | 8.95              |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 8.33              | 8.49              | 8.67              | 7.89              | 9.14              | 8.84              |

ตารางภาคผนวก ข 47 ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมัน (Solid non fat) ในน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาดต่างชนิดกัน (กก./ตัว/วัน) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | 1.21              | 1.31              | 0.96              | 1.19              | 1.22              | 1.06              |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 1.10              | 1.30              | 0.94              | 1.17              | 1.31              | 1.13              |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 0.95              | 1.21              | 1.02              | 1.01              | 1.13              | 1.06              |

ตารางภาคผนวก ข 48 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาด ต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | 3.53              | 3.15              | 3.09              | 3.03              | 3.26              | 3.19              |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 3.61              | 3.19              | 3.87              | 2.84              | 3.42              | 3.31              |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 3.60              | 3.62              | 3.39              | 2.99              | 3.50              | 3.36              |

ตารางภาคผนวก ข 49 ปริมาณโปรตีนในน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยাবต่างชนิดกัน (กก./ตัว/วัน) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | 0.49              | 0.47              | 0.37              | 0.43              | 0.45              | 0.39              |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | 0.45              | 0.47              | 0.41              | 0.42              | 0.48              | 0.42              |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | 0.41              | 0.51              | 0.40              | 0.38              | 0.43              | 0.40              |

ตารางภาคผนวก ข 50 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยাবต่างชนิดกัน (กก.) (การทดลองที่ 4)

| Period | Cow No.           |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | 1                 | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 |
| 1      | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) |
|        | +38               | +51               | +16               | +50               | +27               | +23               |
| 2      | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) |
|        | +16               | -25               | +4                | +11               | +17               | -12               |
| 3      | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (T <sub>3</sub> ) | (T <sub>1</sub> ) |
|        | -4                | +3                | -3                | -10               | -7                | +11               |

ตารางภาคผนวก ข 51 ปริมาณการกินอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยাবต่างชนิดกันในสภาพสดเฉลี่ย และคิดเป็นวัตถุดิบแต่ละชนิด (กก./วัน) (การทดลองที่ 4)

| อาหารผสมครบส่วน         | ปริมาณการกิน TMR ในสภาพสด ต่อวัน (กก.) | คิดเป็นวัตถุดิบแต่ละชนิด (กก.) |                     |                     |           |                 |
|-------------------------|--|--------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------------|
|                         |  | ฟางหมักยูเรีย 6% (กก.)         | หญ้ารูซี่หมัก (กก.) | หญ้ารูซี่แห้ง (กก.) | น้ำ (กก.) | อาหารชั้น (กก.) |
| ฟางหมักยูเรีย           | 32.33                                  | 12.54                          | -                   | -                   | 9.89      | 9.89            |
| ฟางหมักผสมหญ้ารูซี่หมัก | 31.97                                  | 5.56                           | 13.26               | -                   | 4.38      | 8.77            |
| หญ้ารูซี่หมัก           | 28.11                                  | -                              | 20.35               | 0.84                | -         | 6.92            |

### ราคาวัตถุดิบอาหารชั้นตอกิโลกรัม

|                       |       |                            |
|-----------------------|-------|----------------------------|
| ข้าวโพดบด             | 4.70  | บาท                        |
| รำละเอียด             | 4.00  | บาท                        |
| กากถั่วเหลือง         | 10.80 | บาท                        |
| กระถินป่น             | 4.00  | บาท                        |
| แร่ธาตุ               | 30.00 | บาท                        |
| ยูเรีย                | 10.00 | บาท                        |
| หญ้าสุชีแห้ง          | 2.50  | บาท                        |
| อาหารชั้น             | 6.95  | บาท (ดูส่วนประกอบหน้า 129) |
| ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 % | 0.76  | บาท (ดูรายละเอียดหน้า 127) |
| หญ้าสุชีหมัก          | 0.80  | บาท (ดูรายละเอียดหน้า 127) |

### ต้นทุนฟางหมักยูเรีย 6 % กก. ละ 0.76 บาท

|   |   |      |     |
|---|---|------|-----|
| ฟาง 0.5 กก. ๑ ละ .80 บาท                  | = | 0.40 | บาท |
| น้ำ 0.5 กก.                               | = | 0.00 | บาท |
| ยูเรีย 0.03 กก. (6 % ของฟาง) กก. ละ 7 บาท | = | 0.21 | บาท |
| ค่าหมัก (วัสดุและแรงงาน) กก. ละ 0.15 บาท  | = | 0.15 | บาท |

**ฟางหมักยูเรีย 0.76 บาท / กก.**

### ต้นทุนหญ้าสุชีหมัก กก. ละ 0.80 บาท

|  |   |      |     |
|--|---|------|-----|
| ค่าหญ้าสด กก.ละ 0.50 บาท   | = | 0.50 | บาท |
| - เป็นค่าเสียโอกาสในการใช้ที่ดิน หรือค่าเช่าที่ดิน                       |   |      |     |
| - เป็นค่าเตรียมดิน ค่าไถ ก่อนปลูก  |   |      |     |
| - เป็นค่าเมล็ดพันธุ์   |   |      |     |
| - เป็นค่าน้ำยูเรีย   |   |      |     |
| - เป็นค่าเก็บเกี่ยว ขนส่ง (ค่าเสื่อมราคาแทรกเตอร์, แรงงาน และเชื้อเพลิง) |   |      |     |
| - ค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช   |   |      |     |
| - เป็นค่าดูแลอื่น ๆ เช่น รั้วแปลงหญ้า ฯ                                  |   |      |     |
| ค่าหมัก กก. ละ 0.30 บาท  | = | 0.30 | บาท |
| - เป็นค่าแรงงาน  |   |      |     |
| - ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ เช่น บ่อหมัก วัสดุคลุม รถแทรกเตอร์                |   |      |     |
| - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง  |   |      |     |
| - ค่าสารเสริมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ   |   |      |     |

**หญ้าสุชีหมัก 0.80 บาท / กก.**



### ต้นทุนค่าอาหารต่อตัวต่อวัน

โคกินอาหารผสมครบส่วนคิดเป็นค่าใช้จ่าย ดังนี้ (ปริมาณการกินต่อวันจากตารางภาคผนวก ข 51)

|   |                    |              |            |
|---|--------------------|--------------|------------|
| 1. UTS TMR                                  |                    |              |            |
| - ฟางข้าวหมักยูเรีย 12.54 กก. ๆ ละ 0.76 บาท | คิดเป็น            | 9.53         | บาท        |
| - อาหารชั้น 9.89 กก. ๆ ละ 6.95 บาท          | คิดเป็น            | 68.74        | บาท        |
|   | <b>รวมเป็นเงิน</b> | <b>78.27</b> | <b>บาท</b> |
| 2. UTS-Ruzi TMR                             |                    |              |            |
| - ฟางข้าวหมักยูเรีย 5.56 กก. ๆ ละ 0.76 บาท  | คิดเป็น            | 4.23         | บาท        |
| - หญ้ารูซีหมัก 13.26 กก. ๆ ละ 0.80 บาท      | คิดเป็น            | 10.61        | บาท        |
| - อาหารชั้น 8.77 กก. ๆ ละ 6.95 บาท          | คิดเป็น            | 60.95        | บาท        |
|   | <b>รวมเป็นเงิน</b> | <b>75.79</b> | <b>บาท</b> |
| 3. Ruzi silage TMR                          |                    |              |            |
| - หญ้ารูซีหมัก 20.35 กก. ๆ ละ 0.80 บาท      | คิดเป็น            | 16.28        | บาท        |
| - หญ้ารูซีแห้ง 0.84 กก. ๆ ละ 2.50 บาท       | คิดเป็น            | 2.10         | บาท        |
| - อาหารชั้น 6.92 กก. ๆ ละ 6.95 บาท          | คิดเป็น            | 48.09        | บาท        |
|   | <b>รวมเป็นเงิน</b> | <b>66.47</b> | <b>บาท</b> |

ตารางภาคผนวก ข 52 การคำนวณส่วนผสมอาหารผสมครบส่วนโดยใช้โปรแกรม XRATION (สมคิด, 2542)

\*Cow data\*

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Number of cow       | 1.00   |
| Weight of cow       | 450.00 |
| Weight change (kg.) | 0.10   |
| Age of cow (year)   | 6.00   |
| Milk yield (kg.)    | 15.00  |
| Milk fat (%)        | 3.70   |
| Streaming up        | 0.00   |
| Lactation no.       | 0.00   |

\* DAIRY CATTLE. RATION. Program.developed by Somkid Promma

|                 |       |              |                                 |
|-----------------|-------|--------------|---------------------------------|
| Income overfeed | 66.18 | Baht/day     | Prepare by Damrus Chaitree Wong |
| Income overfeed | 5.17  | Baht/kg milk |                                 |

|               | Dry matter<br>(kg) | UIP (kg)       | TDN<br>(kg)    | Protein<br>(kg)                | Calcium<br>(gm) | Phosphor<br>(gm) | Vit A<br>(IU)        |
|---------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Required/day  | 13.32              | 0.67           | 9.13           | 1.92                           | 80.28           | 41.23            | 34200.00             |
| Provided/day  | 13.32              | 0.63           | 9.13           | 1.92                           | 80.28           | 66.47            | 1987.20              |
|               | Price<br>(Baht/kg) | Amount<br>(kg) | Cost<br>(Baht) | CONCENTRATE                    |                 |                  | :NSC(%) = 27.74      |
| FEED          |                    |                |                | Amount (%)                     | Kg/day          | Nutrient content |                      |
| 6 % Urea UTS  | 0.76               | 7.94           | 20.90          |                                |                 |                  |                      |
| Rice bran     | 4.00               | .93            | 3.72           | Ground corn                    | 52.51           | 8.19             | TDN (%) 69.74        |
| Leucaena      | 4.00               | .50            | 2.00           | Soybean meal                   | 27.20           |                  | CP (%) 17.67         |
| Soybean meal  | 10.80              | 2.23           | 24.08          | Minerals mix                   | 2.85            |                  | Ca (%) 0.65          |
| Ground corn   | 4.70               | 4.30           | 20.21          | Rice bran                      | 11.37           |                  | P (%) 0.70           |
| Mineral mixed | 30.00              | 0.23           | 6.90           | Leucaena                       | 6.07            |                  | FIBER (%) 8.81       |
|               |                    |                | 64.85          | Concentrate price<br>(Baht/kg) | 6.95            |                  | VIT A (IU/kg) 242.67 |
|               |                    |                |                | Fiber /DM (%)                  | 26.18           |                  | Cation-Anion         |
|               |                    |                |                | DMI (%)                        | 2.96            |                  | Balance              |
|               |                    |                |                | C:P ratio                      | 1.21            | 1.00             | 14.82                |
|               |                    |                |                | R/C ratio                      | 45.00           | 55.00            |                      |

ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่ใช้ในสูตรอาหารผสมครบส่วน

|                |           |               |           |
|----------------|-----------|---------------|-----------|
| Calcium (Ca)   | 13.50 %   | Copper (Cu)   | 250 ppm.  |
| Phosphorus (P) | 6.5 %     | Manganes (Mn) | 1500 ppm. |
| Potassium (K)  | 0.9 %     | Cobalt (Co)   | 6 ppm.    |
| Sulphur (S)    | 3.5 %     | Selenium (Se) | 13 ppm.   |
| Magnesium (Mg) | 4.5 %     | Iodine (I)    | 6.5 ppm.  |
| Zinc (Zn)      | 1500 ppm. |               |           |

ภาคผนวก ค

ตาราง การวิเคราะห์ ANOVA

ตารางภาคผนวก ค 1 เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในฟางหมักยูเรียสด (การทดลองที่ 1)

| SOV                  | df | SS      | MS     | F      | Sig   |
|----------------------|----|---------|--------|--------|-------|
| Main Effects         |    |         |        |        |       |
| Combined             | 4  | 98.575  | 24.644 | 11.938 | 0.000 |
| Duration             | 2  | 13.356  | 6.678  | 3.235  | 0.063 |
| Urea level           | 2  | 85.219  | 42.605 | 20.641 | 0.000 |
| 2 - Way Interactions |    |         |        |        |       |
| Duration X Urea      | 4  | 13.543  | 3.386  | 1.64   | 0.208 |
| Model                | 8  | 112.118 | 14.015 | 6.789  | 0.000 |
| Residual             | 18 | 37.157  | 2.064  |        |       |
| Total                | 26 | 149.275 | 5.741  |        |       |

ตารางภาคผนวก ค 2 เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในฟางหมักหลังผึ่งให้แห้ง (air dry) (การทดลองที่ 1)

| SOV                  | df | SS     | MS     | F      | Sig   |
|----------------------|----|--------|--------|--------|-------|
| Main Effects         |    |        |        |        |       |
| Combined             | 4  | 55.516 | 13.879 | 21.264 | 0.000 |
| Duration of time     | 2  | 33.341 | 16.671 | 25.541 | 0.000 |
| Urea level           | 2  | 22.175 | 11.087 | 16.987 | 0.000 |
| 2 - Way Interactions |    |        |        |        |       |
| Duration X Urea      | 4  | 10.741 | 2.685  | 4.114  | 0.015 |
| Model                | 8  | 66.257 | 8.282  | 12.689 | 0.000 |
| Residual             | 18 | 11.749 | 0.653  |        |       |
| Total                | 26 | 78.005 | 3.00   |        |       |

ตารางภาคผนวก ค 3 เปอร์เซ็นต์ยูเรียตกค้างในฟางข้าวหมักยูเรีย (การทดลองที่ 1)

| SOV                  | df | SS    | MS        | F       | Sig   |
|----------------------|----|-------|-----------|---------|-------|
| Main Effects         |    |       |           |         |       |
| Combined             | 4  | 5.664 | 1.416     | 147.837 | 0.000 |
| Duration of time     | 2  | 2.953 | 1.477     | 154.180 | 0.000 |
| Urea level           | 2  | 2.710 | 1.355     | 141.494 | 0.000 |
| 2 - Way Interactions |    |       |           |         |       |
| Duration X Urea      | 4  | 0.569 | 0.412     | 14.852  | 0.000 |
| Model                | 8  | 6.233 | 0.779     | 81.345  | 0.000 |
| Residual             | 18 | 0.172 | 9.578E-03 |         |       |
| Total                | 26 | 6.405 | 0.246     |         |       |

ตารางภาคผนวก ค 4 เปอร์เซนต์ Neutral detergent fiber ของฟางหมัก (ทดลองที่ 1)

| SOV                  | df | SS     | MS    | F     | Sig   |
|----------------------|----|--------|-------|-------|-------|
| Main Effects         |    |        |       |       |       |
| Combined             | 4  | 12.979 | 3.245 | 3.597 | 0.025 |
| Duration of time     | 2  | 2.363  | 1.181 | 1.310 | 0.294 |
| Urea level           | 2  | 10.616 | 5.308 | 5.885 | 0.011 |
| 2 - Way Interactions |    |        |       |       |       |
| Duration X Urea      | 4  | 2.645  | 0.661 | 0.733 | 0.581 |
| Model                | 8  | 15.624 | 1.953 | 2.165 | 0.083 |
| Residual             | 18 | 16.237 | 0.902 |       |       |
| Total                | 26 | 31.861 | 1.225 |       |       |

ตารางภาคผนวก ค 5 เปอร์เซนต์ Acid detergent fiber ของฟางหมักยูเรีย (การทดลองที่ 1)

| SOV                  | df | SS     | MS    | F     | Sig   |
|----------------------|----|--------|-------|-------|-------|
| Main Effects         |    |        |       |       |       |
| Combined             | 4  | 13.357 | 3.339 | 2.501 | 0.079 |
| Duration of time     | 2  | 11.069 | 5.534 | 4.144 | 0.033 |
| Urea level           | 2  | 2.288  | 1.144 | 0.857 | 0.441 |
| 2 - Way Interactions |    |        |       |       |       |
| Duration X Urea      | 4  | 4.284  | 1.071 | 0.802 | 0.441 |
| Model                | 8  | 17.641 | 2.205 | 1.651 | 0.179 |
| Residual             | 18 | 24.038 | 1.335 |       |       |
| Total                | 26 | 41.679 | 1.603 |       |       |

ตารางภาคผนวก ค 6 เปอร์เซนต์ Acid detergent lignin ของฟางหมักยูเรีย (การทดลองที่ 1)

| SOV                  | df | SS        | MS        | F     | Sig   |
|----------------------|----|-----------|-----------|-------|-------|
| Main Effects         |    |           |           |       |       |
| Combined             | 4  | 4.469E-02 | 1.117E-02 | 0.150 | 0.961 |
| Duration of time     | 2  | 3.227E-02 | 1.613E-02 | 0.216 | 0.807 |
| Urea level           | 2  | 1.242E-02 | 6.211E-03 | 0.083 | 0.920 |
| 2 - Way Interactions |    |           |           |       |       |
| Duration X Urea      | 4  | 1.048     | 0.262     | 3.513 | 0.027 |
| Model                | 8  | 1.092     | 0.137     | 1.831 | 0.136 |
| Residual             | 18 | 1.342     | 7.456E-02 |       |       |
| Total                | 26 | 2.434     | 9.363E-02 |       |       |

ตารางภาคผนวก ค 7 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสูงสุดของวัตถุแห้งของฟางหมักยูเรียจากการทดลองโดยวิธี *in situ*  
(Potential degradability) (การทดลองที่ 1)

| SOV                  | df | SS      | MS     | F      | Sig   |
|----------------------|----|---------|--------|--------|-------|
| Main Effects         |    |         |        |        |       |
| Combined             | 4  | 94.604  | 23.651 | 13.700 | 0.000 |
| Duration of time     | 2  | 5.632   | 2.816  | 1.631  | 0.223 |
| Urea level           | 2  | 88.972  | 44.486 | 25.770 | 0.000 |
| 2 - Way Interactions |    |         |        |        |       |
| Duration X Urea      | 4  | 43.839  | 10.960 | 6.349  | 0.002 |
| Model                | 8  | 138.443 | 17.305 | 10.025 | 0.000 |
| Residual             | 18 | 31.073  | 1.726  |        |       |
| Total                | 26 | 169.516 | 6.520  |        |       |

ตารางภาคผนวก ค 8 คะแนนคุณภาพทางกายภาพของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด  
และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                   | df | MS       | F         | Sig. |
|---------------------------------------|----------------------|----|----------|-----------|------|
| Corrected Model                       | 184.510 <sup>a</sup> | 11 | 16.744   | 40.939    | .000 |
| Intercept                             | 9639.967             | 1  | 9639.967 | 23528.050 | .000 |
| Urea treated straw                    | 16.721               | 2  | 8.360    | 20.405    | .000 |
| Storage duration                      | 159.101              | 3  | 53.034   | 129.438   | .000 |
| Urea treated straw X Storage duration | 8.688                | 6  | 1.448    | 3.534     | .012 |
| Error                                 | 9.833                | 24 | .410     |           |      |
| Total                                 | 9834.310             | 36 |          |           |      |
| Corrected Total                       | 194.343              | 35 |          |           |      |

<sup>a</sup>R Square = .949 (Adjusted R Square = .926)

ตารางภาคผนวก ค 9 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด  
และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                  | df | MS       | F        | Sig. |
|---------------------------------------|---------------------|----|----------|----------|------|
| Corrected Model                       | 53.010 <sup>a</sup> | 11 | 4.819    | 96.489   | .000 |
| Intercept                             | 1376.905            | 1  | 1376.905 | 27568.73 | .000 |
| Urea treated straw                    | 1.005               | 2  | .502     | 10.057   | .001 |
| Storage duration                      | 51.709              | 3  | 17.236   | 345.110  | .000 |
| Urea treated straw X Storage duration | .297                | 6  | .049     | .990     | .454 |
| Error                                 | 1.199               | 24 | .050     |          |      |
| Total                                 | 1431.114            | 36 |          |          |      |
| Corrected Total                       | 54.209              | 35 |          |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .978 (Adjusted R Square = .968)

ตารางภาคผนวก ค 10 ค่าการสูญเสียวัตถุแห้งของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                  | df | MS     | F       | Sig. |
|---------------------------------------|---------------------|----|--------|---------|------|
| Corrected Model                       | 98.870 <sup>a</sup> | 11 | 12.359 | 266.519 | .000 |
| Intercept                             | 42.554              | 1  | 42.554 | 917.682 | .000 |
| Urea treated straw                    | 84.235              | 2  | 42.117 | 908.268 | .000 |
| Storage duration                      | 4.873               | 3  | 2.437  | 52.547  | .000 |
| Urea treated straw X Storage duration | 9.762               | 6  | 2.441  | 52.631  | .000 |
| Error                                 | .835                | 24 | .0464  |         |      |
| Total                                 | 142.258             | 36 |        |         |      |
| Corrected Total                       | 99.705              | 35 |        |         |      |

<sup>a</sup>R Square = .992 (Adjusted R Square = .988)

ตารางภาคผนวก ค 11 ปริมาณกรดอะซิติกในอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                 | df | MS     | F       | Sig. |
|---------------------------------------|--------------------|----|--------|---------|------|
| Corrected Model                       | 4.181 <sup>a</sup> | 11 | .380   | 5.079   | .000 |
| Intercept                             | 32.566             | 1  | 32.566 | 435.181 | .000 |
| Urea treated straw                    | 1.731              | 2  | .865   | 11.563  | .000 |
| Storage duration                      | .982               | 3  | .327   | 4.374   | .014 |
| Urea treated straw X Storage duration | 1.469              | 6  | .245   | 3.271   | .017 |
| Error                                 | 1.796              | 24 | .075   |         |      |
| Total                                 | 38.543             | 36 |        |         |      |
| Corrected Total                       | 5.977              | 35 |        |         |      |

<sup>a</sup>R Square = .700 (Adjusted R Square = .562)

ตารางภาคผนวก ค 12 ปริมาณกรดแลคติกของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                  | df | MS     | F        | Sig. |
|---------------------------------------|---------------------|----|--------|----------|------|
| Corrected Model                       | 32.802 <sup>a</sup> | 11 | 2.982  | 43.100   | .000 |
| Intercept                             | 74.477              | 1  | 74.477 | 1076.429 | .000 |
| Urea treated straw                    | 4.422               | 2  | 2.211  | 31.954   | .000 |
| Storage duration                      | 22.942              | 3  | 7.647  | 110.531  | .000 |
| Urea treated straw X Storage duration | 5.438               | 6  | .906   | 13.099   | .000 |
| Error                                 | 1.661               | 24 | .069   |          |      |
| Total                                 | 108.940             | 36 |        |          |      |
| Corrected Total                       | 34.463              | 35 |        |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .952 (Adjusted R Square = .900)

ตารางภาคผนวก ค 13 ปริมาณกรดบิวทีริกในอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                 | df | MS    | F       | Sig. |
|---------------------------------------|--------------------|----|-------|---------|------|
| Corrected Model                       | 3.762 <sup>a</sup> | 11 | .342  | 103.472 | .000 |
| Intercept                             | 1.311              | 1  | 1.311 | 396.613 | .000 |
| Urea treated straw                    | 1.319              | 2  | .659  | 199.490 | .000 |
| Storage duration                      | 1.228              | 3  | .409  | 123.835 | .000 |
| Urea treated straw X Storage duration | 1.215              | 6  | .203  | 61.284  | .000 |
| Error                                 | .079               | 24 | .003  |         |      |
| Total                                 | 5.153              | 36 |       |         |      |
| Corrected Total                       | 3.842              | 35 |       |         |      |

<sup>a</sup>R Square = .979 (Adjusted R Square = .970)

ตารางภาคผนวก ค 14 เปอร์เซนต์แอมโมเนียในอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                | df | MS    | F        | Sig. |
|---------------------------------------|-------------------|----|-------|----------|------|
| Corrected Model                       | .152 <sup>a</sup> | 11 | .0138 | 77.479   | .000 |
| Intercept                             | .571              | 1  | .571  | 3196.193 | .000 |
| Urea treated straw                    | .0617             | 2  | .0308 | 172.709  | .000 |
| Storage duration                      | .0491             | 3  | .0164 | 91.529   | .000 |
| Urea treated straw X Storage duration | .0415             | 6  | .0069 | 38.710   | .000 |
| Error                                 | .0043             | 24 | .0002 |          |      |
| Total                                 | .728              | 36 |       |          |      |
| Corrected Total                       | .157              | 35 |       |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .973 (Adjusted R Square = .960)

ตารางภาคผนวก ค 15 เปอร์เซนต์โปรตีนในอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                  | df | MS       | F        | Sig. |
|---------------------------------------|---------------------|----|----------|----------|------|
| Corrected Model                       | 10.787 <sup>a</sup> | 11 | .981     | 3.494    | .005 |
| Intercept                             | 9751.233            | 1  | 9751.233 | 34746.55 | .000 |
| Urea treated straw                    | 8.946               | 2  | 4.473    | 15.938   | .000 |
| Storage duration                      | .215                | 3  | .0718    | .256     | .856 |
| Urea treated straw X Storage duration | 1.626               | 6  | .271     | .966     | .469 |
| Error                                 | 6.735               | 24 | .281     |          |      |
| Total                                 | 9768.756            | 36 |          |          |      |
| Corrected Total                       | 17.523              | 35 |          |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .616 (Adjusted R Square = .439)



ตารางภาคผนวก ค 16 เปอร์เซ็นต์ Neutral detergent fiber ของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบ  
ต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

|                                       | SOV | SS                   | df | MS        | F        | Sig. |
|---------------------------------------|-----|----------------------|----|-----------|----------|------|
| Corrected Model                       |     | 624.462 <sup>a</sup> | 11 | 56.769    | 6.347    | .000 |
| Intercept                             |     | 88637.198            | 1  | 88637.198 | 9909.755 | .000 |
| Urea treated straw                    |     | 209.523              | 2  | 104.761   | 11.712   | .000 |
| Storage duration                      |     | 274.980              | 3  | 91.660    | 10.248   | .000 |
| Urea treated straw X Storage duration |     | 139.960              | 6  | 23.327    | 2.608    | .043 |
| Error                                 |     | 214.667              | 24 | 8.944     |          |      |
| Total                                 |     | 89476.327            | 36 |           |          |      |
| Corrected Total                       |     | 839.129              | 35 |           |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .744 (Adjusted R Square = .627)

ตารางภาคผนวก ค 17 เปอร์เซ็นต์ Acid detergent fiber ของอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration) ที่ประกอบ  
ด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

|                                       | SOV | SS                   | df | MS        | F       | Sig. |
|---------------------------------------|-----|----------------------|----|-----------|---------|------|
| Corrected Model                       |     | 189.117 <sup>a</sup> | 11 | 17.192    | 2.798   | .017 |
| Intercept                             |     | 27995.425            | 1  | 27995.425 | 4555.97 | .000 |
| Urea treated straw                    |     | 145.106              | 2  | 72.553    | 11.807  | .000 |
| Storage duration                      |     | 15.866               | 3  | 5.289     | .861    | .475 |
| Urea treated straw X Storage duration |     | 28.145               | 6  | 4.691     | .763    | .606 |
| Error                                 |     | 147.475              | 24 | 6.145     |         |      |
| Total                                 |     | 28332.016            | 36 |           |         |      |
| Corrected Total                       |     | 336.591              | 35 |           |         |      |

<sup>a</sup>R Square = .562 (Adjusted R Square = .361)

ตารางภาคผนวก ค 18 เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (IVOMD)ของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วย  
อาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

|                                       | SOV | SS                    | df | MS         | F        | Sig. |
|---------------------------------------|-----|-----------------------|----|------------|----------|------|
| Corrected Model                       |     | 1816.408 <sup>a</sup> | 11 | 165.128    | 26.256   | .000 |
| Intercept                             |     | 129468.034            | 1  | 129468.034 | 20585.98 | .000 |
| Urea treated straw                    |     | 1617.475              | 2  | 808.738    | 128.593  | .000 |
| Storage duration                      |     | 63.990                | 3  | 21.330     | 3.392    | .034 |
| Urea treated straw X Storage duration |     | 134.943               | 6  | 22.491     | 3.576    | .011 |
| Error                                 |     | 150.939               | 24 | 6.289      |          |      |
| Total                                 |     | 131435.381            | 36 |            |          |      |
| Corrected Total                       |     | 1967.348              | 35 |            |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .923 (Adjusted R Square = .888)

ตารางภาคผนวก ค 19 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                 | df | MS      | F        | Sig. |
|---------------------------------------|--------------------|----|---------|----------|------|
| Corrected Model                       | 2.152 <sup>a</sup> | 11 | .196    | 20.422   | .000 |
| Intercept                             | 174.108            | 1  | 174.108 | 18178.33 | .000 |
| Urea treated straw                    | 1.898              | 2  | .949    | 99.095   | .000 |
| Storage duration                      | .050               | 3  | .016    | 1.724    | .189 |
| Urea treated straw X Storage duration | .204               | 6  | .034    | 3.547    | .012 |
| Error                                 | .230               | 24 | .0096   |          |      |
| Total                                 | 176.489            | 36 |         |          |      |
| Corrected Total                       | 2.381              | 35 |         |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .903 (Adjusted R Square = .859)

ตารางภาคผนวก ค 20 ค่าพลังงานสุทธิ (NEL) ของอาหารผสมครบส่วน ที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิด และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน (การทดลองที่ 2)

| SOV                                   | SS                 | df | MS     | F        | Sig. |
|---------------------------------------|--------------------|----|--------|----------|------|
| Corrected Model                       | 1.162 <sup>a</sup> | 11 | .106   | 20.651   | .000 |
| Intercept                             | 60.166             | 1  | 60.166 | 11758.80 | .000 |
| Urea treated straw                    | 1.027              | 2  | .514   | 100.375  | .000 |
| Storage duration                      | .030               | 3  | .0098  | 1.923    | .153 |
| Urea treated straw X Storage duration | .106               | 6  | .018   | 3.441    | .014 |
| Error                                 | .123               | 24 | .005   |          |      |
| Total                                 | 61.451             | 36 |        |          |      |
| Corrected Total                       | 1.285              | 35 |        |          |      |

<sup>a</sup>R Square = .904 (Adjusted R Square = .861)

ตารางภาคผนวก ค 21 ปริมาณการกินอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (วัตถุแห้ง) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS   | MS   | F     |
|-------------------------|-------|------|------|-------|
| Square                  | 1.00  | 0.79 |      |       |
| Cow/squares             | 4.00  | 0.49 |      |       |
| Period/square           | 4.00  | 0.58 |      |       |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 1.16 |      |       |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.06 | 0.03 | 2.08* |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.21 |      |       |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 1.00 | 0.50 | 36.10 |
| Error                   | 4.00  | 0.06 | 0.01 |       |
| Total                   | 17.00 | 4.35 |      |       |

ตารางภาคผนวก ค 22 ปริมาณการกินอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (วัดกู่แห้ง)  
เมื่อคิดป็นกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS    | MS    | F     |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Square                  | 1.00  | 4.21  |       |       |
| Cow/squares             | 4.00  | 9.33  |       |       |
| Period/square           | 4.00  | 6.57  |       |       |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 28.95 |       |       |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 3.20  | 1.60  | 3.14* |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 5.73  |       |       |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 26.42 | 13.21 | 25.94 |
| Error                   | 4.00  | 2.04  | 0.51  |       |
| Total                   | 17.00 | 86.45 |       |       |

ตารางภาคผนวก ค 23 ปริมาณผลผลิตนมของโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน  
(กก./ตัว/วัน) (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS    | MS   | F    |
|-------------------------|-------|-------|------|------|
| Square                  | 1.00  | 0.49  |      |      |
| Cow/squares             | 4.00  | 20.97 |      |      |
| Period/square           | 4.00  | 5.85  |      |      |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 0.18  |      |      |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 1.46  | 0.73 | 2.26 |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.81  |      |      |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 0.84  | 0.42 | 1.29 |
| Error                   | 4.00  | 1.29  | 0.32 |      |
| Total                   | 17.00 | 31.90 |      |      |

ตารางภาคผนวก ค 24 ปริมาณผลผลิตนมเมื่อปรับไขมันเป็น 4 % จากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วย  
อาหารหยาบต่างชนิดกัน (กก./ตัว/วัน) (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS    | MS   | F    |
|-------------------------|-------|-------|------|------|
| Square                  | 1.00  | 0.04  |      |      |
| Cow/squares             | 4.00  | 31.99 |      |      |
| Period/square           | 4.00  | 7.01  |      |      |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 4.34  |      |      |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.96  | 0.48 | 0.67 |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.03  |      |      |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 5.27  | 2.63 | 3.68 |
| Error                   | 4.00  | 2.86  | 0.72 |      |
| Total                   | 17.00 | 52.49 |      |      |

ตารางภาคผนวก ค 25 เปอร์เซนต์ไขมันในน้ำมันจากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบ  
ต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS   | MS   | F     |
|-------------------------|-------|------|------|-------|
| Square                  | 1.00  | 0.18 |      |       |
| Cow/squares             | 4.00  | 1.45 |      |       |
| Period/square           | 4.00  | 2.84 |      |       |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 0.85 |      |       |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.30 | 0.15 | 2.09* |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.20 |      |       |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 0.95 | 0.47 | 6.62  |
| Error                   | 4.00  | 0.29 | 0.07 |       |
| Total                   | 17.00 | 7.05 |      |       |

ตารางภาคผนวก ค 26 เปอร์เซนต์ของแข็งรวม (TS) ในน้ำมันจากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วย  
อาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS    | MS   | F    |
|-------------------------|-------|-------|------|------|
| Square                  | 1.00  | 0.14  |      |      |
| Cow/squares             | 4.00  | 5.13  |      |      |
| Period/square           | 4.00  | 3.72  |      |      |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 1.36  |      |      |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.31  | 0.16 | 1.14 |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.20  |      |      |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 1.47  | 0.73 | 5.39 |
| Error                   | 4.00  | 0.54  | 0.14 |      |
| Total                   | 17.00 | 12.88 |      |      |

ตารางภาคผนวก ค 27 ปริมาณของแข็งรวมในน้ำมัน (กก./ตัว/วัน) จากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วย  
อาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS   | MS   | F    |
|-------------------------|-------|------|------|------|
| Square                  | 1.00  | 0.00 |      |      |
| Cow/squares             | 4.00  | 0.45 |      |      |
| Period/square           | 4.00  | 0.06 |      |      |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 0.04 |      |      |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.02 | 0.01 | 1.25 |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.00 |      |      |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 0.05 | 0.03 | 3.54 |
| Error                   | 4.00  | 0.03 | 0.01 |      |
| Total                   | 17.00 | 0.66 |      |      |

ตารางภาคผนวก ค 28 เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนมจากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS   | MS   | F    |
|-------------------------|-------|------|------|------|
| Square                  | 1.00  | 0.00 |      |      |
| Cow/squares             | 4.00  | 1.90 |      |      |
| Period/square           | 4.00  | 0.28 |      |      |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 0.24 |      |      |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.08 | 0.04 | 0.69 |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.02 |      |      |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 0.31 | 0.15 | 2.63 |
| Error                   | 4.00  | 0.23 | 0.06 |      |
| Total                   | 17.00 | 3.06 |      |      |

ตารางภาคผนวก ค 29 ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนม (กก./ตัว/วัน) จากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS   | MS   | F    |
|-------------------------|-------|------|------|------|
| Square                  | 1.00  | 0.00 |      |      |
| Cow/squares             | 4.00  | 0.17 |      |      |
| Period/square           | 4.00  | 0.04 |      |      |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 0.01 |      |      |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.02 | 0.01 | 3.06 |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.01 |      |      |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 0.02 | 0.01 | 4.03 |
| Error                   | 4.00  | 0.01 | 0.00 |      |
| Total                   | 17.00 | 0.28 |      |      |

ตารางภาคผนวก ค 30 เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมจากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วยอาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS   | MS   | F     |
|-------------------------|-------|------|------|-------|
| Square                  | 1.00  | 0.26 |      |       |
| Cow/squares             | 4.00  | 0.42 |      |       |
| Period/square           | 4.00  | 0.19 |      |       |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 0.19 |      |       |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.09 | 0.04 | 3.99* |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.13 |      |       |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 0.15 | 0.07 | 6.55  |
| Error                   | 4.00  | 0.04 | 0.01 |       |
| Total                   | 17.00 | 1.46 |      |       |

ตารางภาคผนวก ค 31 ปริมาณโปรตีนในน้ำนม (กก./ตัว/วัน) จากโคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ประกอบด้วย  
อาหารหยาบต่างชนิดกัน (การทดลองที่ 4)

| SOV                     | df    | SS   | MS   | F     |
|-------------------------|-------|------|------|-------|
| Square                  | 1.00  | 0.00 |      |       |
| Cow/squares             | 4.00  | 0.02 |      |       |
| Period/square           | 4.00  | 0.00 |      |       |
| Direct effects (UADJ)   | 2.00  | 0.00 |      |       |
| Residual effects (ADJ)  | 2.00  | 0.00 | 0.00 | 3.03* |
| Residual effects (UADJ) | 2.00  | 0.00 |      |       |
| Direct effects (ADJ)    | 2.00  | 0.01 | 0.00 | 15.02 |
| Error                   | 4.00  | 0.00 | 0.00 |       |
| Total                   | 17.00 | 0.03 |      |       |

## ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ นายดำรง ชาติวงศ์
- วัน เดือน ปี เกิด 14 เมษายน 2506
- ประวัติการศึกษาและการทำงาน 2534 – ปัจจุบัน นักวิชาการสัตวบาล กรมปศุสัตว์  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- 2539 Diploma "Dairy Husbandry and Milk Processing"  
Dairy Training Centre, FRIESLAND,  
THE NETHERLANDS
- 2531 ร่วมโครงการแลกเปลี่ยนนักศึกษาเพื่อฝึกงานภายใต้สมา  
พันธ์นักศึกษาเกษตรศาสตร์นานาชาติ (IAAS) ณ  
ประเทศเดนมาร์ก เป็นเวลา 6 เดือน
- 2531 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาสัตวศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้
- 2523 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนรัฐชนูปถัมภ์  
อ. ย่านตาขาว จ. ตรัง
- 2520 สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 7  
โรงเรียนบ้านห้วยด้วน อ. ย่านตาขาว จ. ตรัง