

## การศึกษาคุณค่าทางโภชนาของพืชอาหารสัตว์

### (1) หญ้ารูซี่ (2) ถั่วฮามาต้า

จำเริญ นามสีลี<sup>1/</sup> พิมพ์พร พลเสน<sup>1/</sup> ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา<sup>2/</sup> วิทยา สุมาลย์<sup>1/</sup>

#### บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาของหญ้ารูซี่ (*Brachairai ruziziensis*) แห่งที่อายุการตัด 45 วัน และ ถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) แห่งที่อายุการตัด 65 วัน พบว่า หญ้ารูซี่ และถั่วฮามาต้า มีโปรตีนหยาบ 7.5 และ 17.8% เยื่อใย NDF 64.4 และ 54.9%, ADF, 46.3 และ 44.3% และ ลิกนิน 5.4 และ 11.0% ตามลำดับ มีส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้จากการวิเคราะห์โดยใช้เอ็นไซม์ 26.9 และ 55.0% ตามลำดับ ค่าโภชนาที่่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ที่ประเมินได้จากการทดลองในโคแห้งนม โดยให้โคได้รับหญ้ารูซี่ และถั่วฮามาต้าในสัดส่วน 20:80, 40:60, 60:40 และ 80:20 พบว่า หญ้ารูซี่ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง การย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ME เท่ากับ 61.0%, 72.8% และ 7.9 MJ/kg ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าถั่วฮามาต้า ที่มีค่าเพียง 43.8%, 34.8% และ 5.4 MJ/kg ตามลำดับ ยกเว้นค่าการย่อยได้ของโปรตีนในถั่วฮามาต้า ที่มีค่าที่สูงกว่า คือ 70.0% ซึ่งสูงกว่าหญ้ารูซี่ที่มีค่า 46.5% เมื่อเปรียบเทียบ ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และการย่อยได้ของโปรตีนจากการทดลองในโค กับค่าที่ได้จากวิธีการใช้ถั่วในล่อนพบว่า ในถั่วจะมีค่าใกล้เคียงกันที่ค่าการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง และในหญ้ามามีค่าใกล้เคียงกันที่ค่าการย่อยสลายที่ 48 ชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบ ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และค่า ME ที่ประเมินได้จากวิธีการวัดปริมาณก๊าซ ของหญ้ารูซี่ และถั่วฮามาต้ากับค่าทดลองในโคพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน

---

โครงการวิจัยลำดับที่ 42-0514-026

1/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ. ขอนแก่น 40260

2/ สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อ.เขียงยืน จ.มหาสารคาม 44160

## A Study on Nutritive Values of Forage Crops

### (1) Ruzi Grass (*Brachiaria ruziziensis*)

### (2) Verano stylo (*Stylosanthes hamata* cv. Verano)

Rumphrai Narmsilee<sup>1/</sup> Pimpaporn Pholsen<sup>1/</sup> Taweesak Chuenpreecha<sup>2/</sup>

Witthaya Sumamal<sup>1/</sup>

### Abstract

The nutritive values of Ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*) and Hamata (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) were determined by using Ruzi grass hay cutting at 45 day and Hamata hay cutting at 65 day. The chemical compositions of ruzi and hamata were 7.5 and 17.8% for crude protein (CP), 64.4 and 54.9% for neutral detergent fiber (NDF), 46.3 and 44.3% for acid detergent fiber (ADF) and 5.4 and 11.0% for lignin content, respectively. The digestible organic matter content determined by enzyme analysis were 26.9 and 55.0 % for ruzi and hamata hay, respectively. The digestibility and metabolizable energy (ME) of ruzi and hamata hay were determined by conducting digestion and respiration trial in dairy heifers offered ruzi and hamata in various proportions, 20:80, 40:60, 60:40 and 80:20. The results indicated that the dry matter digestibility (DMD), the digestibility of NDF and ME content in ruzi grass were 61.0%, 72.8% and 7.9 MJ/kg which were higher than those in hamata which contained 43.8% 34.8% and 5.4 MJ/kg, respectively. However in hamata contained higher digestibility of protein (DCP) than ruzi hay 70.0 vs. 46.5%. The DMD and DCP values obtained from the trial were closed to the values of dry matter and protein degradability at 48 hours by using nylon bag technique while the DMD and DCP values of hamata hay were closed to 24 hours degradability. The OMD and ME values which estimated by gas production technique of Ruzi hay and hamata hay were closed to the values of *in vivo* technique.

---

Research Project No. 42-0514-026

1/ Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center. Muang District, Khon Kaen Province, 40260.

2/ Mahasarakham Animal Nutrition Development Station, Chiang Yeun District, Mahasarakham, Province, 44160.

## คำนำ

การให้อาหารสัตว์ที่เหมาะสมนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการผลิตสัตว์ การให้อาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น นอกจากจำเป็นจะต้องทราบถึงความต้องการโภชนะของสัตว์แล้ว ยังต้องทราบคุณค่าทางโภชนะของอาหารสัตว์ด้วย เทคนิคในการประเมินคุณค่าทางอาหารนอกจากจะประเมินโดยใช้สัตว์ทดลอง (*in vivo*) โดยตรงแล้ววิธีในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) ซึ่งปัจจุบันได้มีการปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้นได้แก่การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี วิธีใช้ถุงในล่อน (*in sacco method*) และวิธีการวัดปริมาณก๊าซ (*gas production technique*) ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาทั้งวิธีประเมินโดยใช้สัตว์ทดลองและวิธีในห้องปฏิบัติการ เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ประกอบสูตรอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์ได้ถูกต้อง โดยเมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่มีธาตุอาหารครบถ้วนตามความต้องการของร่างกายแล้ว สัตว์จะสามารถแสดงสมรรถภาพในการผลิตได้อย่างเต็มที่ ซึ่งเป็นผลจากการให้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับข้อมูลทางด้านโภชนะของอาหารสัตว์ในประเทศไทยในปัจจุบันยังมีความกระจัดกระจายไม่ครบถ้วน ส่วนใหญ่จะเป็นเพียงส่วนประกอบทางเคมี ข้อมูลทางด้านค่าโภชนะที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (*Metabolizable Energy, ME*) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญยังมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากการทดสอบดังกล่าวกระทำได้ค่อนข้างยาก ค่าใช้จ่ายสูงและใช้ระยะเวลาอันยาวนาน อย่างไรก็ตาม ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่นได้รับการสนับสนุนเครื่องมือสำหรับการทดสอบการหายใจ (*Respiration trial*) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประเมินค่าพลังงานได้ และในขณะเดียวกันยังสามารถหาค่าโภชนะที่ย่อยได้ของอาหารสัตว์ชนิดนั้นๆไปพร้อมกันอีกด้วย ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้ทำขึ้นเพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนะของอาหารสัตว์ที่สำคัญที่ใช้ในประเทศไทยอย่างครบถ้วนและเป็นระบบทั้งทางด้านส่วนประกอบทางเคมี ค่าการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (*ME*) เพื่อจัดทำเป็นตารางใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ต่อไป โดยแบ่งการศึกษาคคุณค่าทางโภชนะของอาหารสัตว์ออกเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ พืชอาหารสัตว์ (หญ้าและถั่ว) วัตถุดิบอาหารสัตว์ วัสดุเหลือใช้และผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาคคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ในส่วนหญ้าธูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) และถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) ซึ่งเป็นพืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรใช้ปลูกเพื่อเลี้ยงสัตว์กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยกองอาหารสัตว์ได้ผลิตเมล็ดพันธุ์เป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการส่งเสริมให้แก่เกษตรกรใช้ปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์

## อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการศึกษาที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น ระหว่างเดือนตุลาคม 2542 ถึงเดือนเมษายน 2544 โดยใช้หญ้าที่อายุตัด 45 วัน จำนวน 1.5 ตัน และถั่วสามาต้าที่อายุตัด 65 วันจำนวน 2 ตัน สับให้มีขนาด 5-10 เซนติเมตร นำมาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการดังต่อไปนี้

### 1. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการในห้องปฏิบัติการ (*In Vitro*)

สุ่มตัวอย่างหญ้าที่อายุตัด และถั่วสามาต้า นำมาอบแห้งและบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. และ 2 มม. แล้วนำมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

#### 1.1 ส่วนประกอบทางเคมี

1.1.1 Proximate analysis ได้แก่ ความชื้น โปรตีนหยาบ เยื่อใย เถ้า ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต (NFE) ตามวิธีของ AOAC (1975)

1.1.2 Detergent analysis ได้แก่ Neutral detergent fiber (NDF), Acid detergent fiber (ADF), และ Acid detergent lignin (ADL) ตามวิธีของ Goering และ Van Soest (1991)

1.1.3 Acid detergent insoluble protein หรือ ADIN x 6.25 (ADIP) ซึ่งเป็นปริมาณโปรตีนที่อยู่ในส่วนของเยื่อใยตามวิธีของ Licitra และคณะ (1996)

1.1.4 Enzyme analysis ตามวิธีของ Abe และคณะ (1979) โดยใช้เอ็นไซม์ย่อยแยกส่วนของอินทรีย์วัตถุออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้

- OCC (organic cell content) คือส่วนของอินทรีย์วัตถุที่ถูกย่อยโดยเอ็นไซม์ Amylase และ Pronase ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่ย่อยได้ง่าย

- OCW (organic cell wall) คือส่วนของอินทรีย์วัตถุที่เหลือจากการย่อยด้วยเอ็นไซม์ Amylase และ Pronase

- Ob (organic b) คือส่วนของอินทรีย์วัตถุที่เหลือหลังจากนำ OCW มาย่อยด้วยเอ็นไซม์ Cellulase

- Oa (organic a) คือส่วนของ OCW ที่ย่อยได้ง่าย ได้จากการคำนวณ  $Oa = OCW - Ob$

#### 1.2 ค่าการย่อยสลายได้ โดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique)

ทำการทดสอบตามวิธีของ Orskov และ คณะ (1980) โดยการชั่งตัวอย่างใส่ในถุงไนลอน (ขนาดของรู 58 ไมครอน) มัดปากถุงแล้วนำไปจุ่มในกระเพาะรูเมนของโคเจาะกระเพาะ นาน 0, 4, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำถุงออกมาล้าง อบแห้ง และชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาการย่อยสลายของวัตถุแห้ง รวมทั้งนำอาหารที่เหลือในถุงนำไปวิเคราะห์ โปรตีน เพื่อคำนวณหาการย่อยสลายของโปรตีน คำนวณปริมาณการย่อยสลายจากลักษณะการย่อยสลายที่

ช่วงเวลาต่างๆ โดยใช้สมการ  $p = a + b(1 - e^{-ct})$  โดยที่  $p$  เป็นปริมาณการย่อยสลายที่เวลา  $t$  ส่วน  $a$ ,  $b$  และ  $c$  เป็นค่าคงที่โดย

$a$  - เป็นปริมาณที่ย่อยสลายได้ทันที

$b$  - เป็นปริมาณการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน

$c$  - เป็นอัตราการย่อยสลายของ  $b$

คำนวณค่า  $a$ ,  $b$  และ  $c$  โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY โดย Chen (1995)

### 1.3 ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยวิธีการวัด

ปริมาตรก๊าซ (Gas production)

ประเมินตามวิธีของ Menke และ Steingass (1988) โดยวัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากการนำอาหารมาบ่มในสารละลายของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid solution) ที่อุณหภูมิ 39 °C นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำค่าปริมาณก๊าซ (หลังจากปรับค่าโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างมาตรฐานแล้ว) รวมทั้งส่วนประกอบทางเคมี มาคำนวณปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) โดยใช้

สมการอาหารหยาบแห้ง

$$\text{OMD (\%)} = 16.49 + 0.9042 \text{ GP} + 0.0492 \text{ XP} + 0.0387 \text{ XA} \quad (R^2=93)$$

$$\text{ME (MJ/kg)} = 2.43 + 0.1206 \text{ GP} + 0.0069 \text{ XP} + 0.0187 \text{ XL} \quad (R^2=94)$$

โดยที่ GP = ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นเมื่อ incubate 24 ชั่วโมง (ml/200 mg DM feed) ส่วน XP, XA และ XL เป็นปริมาณของโปรตีนหยาบ ถั่ว และ ไขมัน (g/kg.DM) ตามลำดับ

2. ศึกษาโภชนะที่ย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในโค (*In Vivo Digestibility and Respiration trial*) ดำเนินการในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม 2543 โดยทำการศึกษาโภชนะที่ย่อยได้โดยวิธี Total collection และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) โดยวิธีวัดก๊าซจากลมหายใจ (Respiration trial) ใช้โคแห้งนมพันธุ์ไทยโฮลสไตน์ สายเลือด 75 % อายุประมาณ 5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 380 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ช่วง แต่ละช่วงให้โคได้รับถั่วสามาด้า และหญ้าที่ในอัตราส่วนดังนี้

ช่วงที่ 1. ถั่ว : หญ้า ในอัตรา 20: 80

ช่วงที่ 2. ถั่ว : หญ้า ในอัตรา 40: 60

ช่วงที่ 3. ถั่ว : หญ้า ในอัตรา 60: 40

ช่วงที่ 4. ถั่ว : หญ้า ในอัตรา 80: 20

โดยให้กินอาหารในปริมาณ 1.5-1.8 % ของน้ำหนักตัว แบ่งให้กินวันละ 2 ครั้ง (เช้า เย็น) และมีแร่ธาตุน้ำให้กินตลอดเวลา ในแต่ละช่วงใช้ระยะเวลา 14 วัน (รวมทดลองการทดลอง 56 วัน หรือ 8 สัปดาห์) ดังนี้

วันที่ 1 - 9 เป็นระยะการปรับสภาพสัตว์ (9 วัน)

วันที่ 10 - 14 เป็นระยะเก็บข้อมูล (5 วัน)

วันที่ 11 - 14 วัดก๊าซจากลมหายใจ (4 วัน)

ในระยะเก็บข้อมูล ทำการบันทึกปริมาณการกินอาหาร ปริมาณมูล และปัสสาวะของโคเป็นรายตัว รายวัน การเก็บมูล และปัสสาวะใช้อุปกรณ์กรวยแยกมูลและปัสสาวะ และยึดติดกับตัวโคโดยใช้สายรัด (Harness) โดยปัสสาวะจะเก็บลงในถังที่ใส่ 6N HCl. (150-200 ม.ล.) เพื่อให้มี pH 2-3 เพื่อจับไนโตรเจน ในแต่ละวัน ทำการเก็บมูลตัวอย่างอาหารที่ให้มูลและปัสสาวะของโคเป็นรายตัว โดยทำการสุมเก็บมูลวันละ 5% แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 ° ซ เพื่อหาน้ำหนักแห้ง และสุมปัสสาวะวันละ 10 % เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วงนำมูลและปัสสาวะที่เก็บในแต่ละวันมารวมกันเป็นรายตัว และนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และพลังงานโดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter

การวัดปริมาณก๊าซจากการหายใจ วัดโดยใช้หน้ากาก (Face Mask) ตามรายละเอียดที่อธิบายไว้โดย Kawashima และคณะ ( 2000) โดย การวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทน วันละ 7 ครั้ง (เวลา 07:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00, 22:00 และ 01:00น) ครั้งละ 6-10 นาที และทำการ calibrate เครื่องวัดด้วยก๊าซมาตรฐานวันละ 2 ครั้ง คำนวณค่าโภชนาที่ขบเคี้ยวได้ของอาหารในแต่ละช่วงโดยใช้สูตร

$$\text{โภชนาที่ขบเคี้ยวได้ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณโภชนาที่กิน} - \text{ปริมาณโภชนาที่ขับออกในมูล}}{\text{ปริมาณโภชนาที่กิน}} \times 100$$

$$\text{ME (MJ/kg)} = \frac{\text{พลังงานในอาหาร} - \text{พลังงานในมูล} - \text{พลังงานในปัสสาวะ} - \text{พลังงานในก๊าซมีเทน}}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (ก.ก)}}$$

วิเคราะห์ข้อมูลการย่อยได้ของอาหารโดยใช้ General Linear Model (เนื่องจากในระยะที่ 2 สัตว์ป่วย) มีปัจจัยคือตัวสัตว์ และ สัดส่วนของถั่วและหญ้า วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย DMRT ในโปรแกรม SAS (1989) จากนั้นคำนวณค่าการย่อยได้ของโภชนา และ ME ของหญ้ารู่ซี่ และถั่วฮามาต้า โดยใช้ Linear regression

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ ( In vitro )

1.1 ส่วนประกอบทางเคมี ( Chemical Composition ) จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ารู่ซี่ ตัดที่อายุ 45 วัน และถั่วฮามาต้า ตัดที่อายุ 65 วัน โดย Proximate, Detergent และ Enzyme Analysis พบว่าหญ้ารู่ซี่แห้งมีค่าวัตถุแห้ง 89.6 % มีปริมาณโปรตีนหยาบ 7.5

% มีโปรตีนที่ย่อยไม่ได้ (ADIP) 1.12 % หรือคิดเป็น 14.9% ของโปรตีนทั้งหมด มีปริมาณเถ้าเยื่อใยหยาบ เยื่อใย NDF และ ADF ค่อนข้างสูง คือ 13.1, 30.8, 64.4 และ 46.3 % ตามลำดับ มีปริมาณไขมันต่ำ และมีลิกนิน ( ADL) ในปริมาณไม่มากนัก คือ 1.41 และ 5.4 % ตามลำดับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยง่าย (OCC+Oa) 26.9 % (ตารางที่ 1.) เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าที่อายุตัดประมาณ 45 วัน ที่ทดสอบโดย พิมพาพร และคณะ (2543) ซึ่งรายงานว่ามีโปรตีนหยาบ และอินทรีย์วัตถุที่ย่อยง่ายสูงกว่า คือ 10.0 และ 31.4 % ตามลำดับ และมีปริมาณเถ้า เยื่อใยหยาบ( NDF ) และเยื่อใย( ADF ) ต่ำกว่าในการทดลองนี้ คือ 8.8, 61.0 และ 31.9 % ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าหญ้าที่ใช้ทดสอบในแกะมีปริมาณ ADIP สูงถึง 35.1 % หรือคิดเป็น 35.1 % ของโปรตีนทั้งหมด

**ตารางที่ 1.** ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าที่ และถั่วฮามาต้า

| ส่วนประกอบทางเคมี                       | หญ้าที่ | ถั่วฮามาต้า |
|-----------------------------------------|---------|-------------|
| วัตถุแห้ง (%)                           | 89.6    | 86.6        |
| Proximate Analysis (% ของวัตถุแห้ง)     |         |             |
| โปรตีนหยาบ (Crude Protein)              | 7.5     | 17.8        |
| เถ้า (Crude Ash)                        | 13.1    | 7.6         |
| เยื่อใยหยาบ (Crude Fiber)               | 30.8    | 38.1        |
| ไขมัน (Ether Extract)                   | 1.41    | 1.46        |
| คาร์โบไฮเดรต (Nitrogen Free Extract)    | 47.3    | 35.1        |
| Detergent Analysis (% ของวัตถุแห้ง)     |         |             |
| NDF (Nuetral Detergent Fiber)           | 64.4    | 54.9        |
| ADF (Acid Detergent Fiber)              | 46.3    | 44.3        |
| Lignin                                  | 5.4     | 11.0        |
| Cellulose                               | 31.6    | 33.9        |
| Hemicellulose                           | 18.1    | 10.6        |
| Enzyme Analysis (% ของวัตถุแห้ง)        |         |             |
| OCC (Organic Cell Content)              | 15.1    | 34.0        |
| OCW (Organic Cell Wall)                 | 71.2    | 58.4        |
| Oa (Organic a)                          | 11.8    | 21.0        |
| Ob (Organic b)                          | 59.4    | 40.5        |
| OCC + Oa                                | 26.9    | 55.0        |
| Acid Detergent Insoluble Protein (ADIP) | 1.12    | 2.16        |
| (% ของวัตถุแห้ง)                        |         |             |

ส่วนถั่วฮามาต้าแห้งมีค่าวัตถุแห้ง 86.6 % มีปริมาณโปรตีนหยาบ 17.8 % ซึ่งสูงพอเพียงสำหรับความต้องการเพื่อการดำรงชีพของโคนมซึ่งต้องการโปรตีนเพียง 15 % (Walton, 1984) มีปริมาณ ADIP2.2 % หรือคิดเป็น 12.1 % ของโปรตีนทั้งหมด มีปริมาณเถ้า และเยื่อใย NDF ไม่มากนัก คือ 7.6 และ 54.9 % แต่มีเยื่อใยหยาบ เยื่อใย ADF และลิกนิน ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง คือ 38.1, 44.3 และ 11.0 % ตามลำดับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยง่าย (OCC+Oa) 55.0 % (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประกอบทางเคมีของถั่วคาวาลเคดที่อายุตัด 90 วันของ Pholsen และคณะ (2000) ที่รายงานว่ามีค่า OM, CP, EE, CF, NFE, NDF, ADF และ ADL เท่ากับ 91.8, 14.5, 2.3, 37.5, 37.5, 54.0, 37.4 และ 8.8 % ตามลำดับ และส่วนประกอบทางเคมีของถั่วพุ่มที่อายุตัด 60 วันของ Chuenpreecha และคณะ (2000) ที่รายงานว่ามีค่า OM, CP, EE, CF, NFE, NDF และ ADF เท่ากับ 91.2, 13.7, 2.1, 35.5, 39.9, 53.5 และ 33.7 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าถั่วฮามาต้าที่ใช้ในการทดลองนี้มีโปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และ ADF ในปริมาณที่สูงกว่า เนื่องจากมีใบมาก

### 1.2 การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนโดยวิธีใช้ถุงไนลอน (In sacco method)

ผลการทดสอบค่าการย่อยได้ โดยวิธีใช้ถุงไนลอน แสดงใน ตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าหญ้ารู่ซึ่งมีค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่สูงกว่าถั่วฮามาต้า ในขณะที่ถั่วฮามาต้ามีการย่อยสลายของโปรตีนที่สูงกว่า โดยเมื่อประเมินเป็นค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (Effective Degradability, E.D.) โดยคิดอัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมนที่  $0.02^{-1}$  ชม. พบว่าหญ้ารู่ซึ่งมีค่า ED ของวัตถุแห้ง และ โปรตีน เท่ากับ 42.9 และ 47.8% ส่วนถั่วฮามาต้ามีค่า 34.8 และ 69.0% ตามลำดับ

### 1.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (DOM) และ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) โดยวิธีการวัดปริมาตรก๊าซ (Gas production technique)

เมื่อนำหญ้ารู่ และถั่วฮามาต้า ทดสอบโดยวิธีวัดก๊าซ พบว่า หญ้ารู่ซึ่งมีการผลิตก๊าซมากกว่าถั่วฮามาต้า ทั้งนี้เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตที่สูงกว่า ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นส่วนมากเกิดจากการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต และนำค่าก๊าซที่เกิดขึ้นนำมาทำนายค่า DOM และ ME พบว่า หญ้ารู่ซึ่งมีค่า DOM และ ME ที่สูงกว่าถั่วฮามาต้า ตามค่าที่แสดงในตารางที่ 3.

**ตารางที่ 2.** การย่อยสลายของวัตถุดิบ และโปรตีนโดยวิธีการใช้ถุงไนลอน

|                                 | หญ้าที่                    |                          | ถั่วฮามาต้า                |                          |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
|                                 | การย่อยสลายของ<br>วัตถุดิบ | การย่อยสลายของ<br>โปรตีน | การย่อยสลายของ<br>วัตถุดิบ | การย่อยสลาย<br>ของโปรตีน |
| ปริมาณการย่อยสลาย (%) ที่       |                            |                          |                            |                          |
| 0 ชั่วโมง                       | 15.1                       | 27.3                     | 7.4                        | 47.9                     |
| 2 ชั่วโมง                       | 15.4                       | 21.8                     | 7.2                        | 46.7                     |
| 4 ชั่วโมง                       | 18.3                       | 21.8                     | 12                         | 49.9                     |
| 8 ชั่วโมง                       | 23.3                       | 18.9                     | 18.4                       | 55.6                     |
| 12 ชั่วโมง                      | 51.5                       | 46.7                     | 29.1                       | 76.9                     |
| 24 ชั่วโมง                      | 63.2                       | 52.7                     | 42.3                       | 81.7                     |
| 48 ชั่วโมง                      | 65.6                       | 59.3                     | 47.9                       | 80.9                     |
| .a                              | 8.4                        | 14.7                     | 2.0                        | 37.8                     |
| .b                              | 59.5                       | 45.8                     | 48.4                       | 44.1                     |
| .c                              | 0.040                      | 0.044                    | 0.078                      | 0.088                    |
| Effective Degradability (ED, %) | 50.8                       | 46.9                     | 40.6                       | 74.0                     |

a - เป็นปริมาณที่ย่อยสลายได้ทันที

b - เป็นปริมาณการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน

c - เป็นอัตราการย่อยสลายของ b

ED = (a + b) / (k + c) โดยที่ k เป็นค่าอัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมน ( $0.02^{-1}$  ชม.)

**ตารางที่ 3** ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ประเมินโดยวิธีการวัดก๊าซ

| รายการที่วิเคราะห์                   | พืชอาหารสัตว์ |             |
|--------------------------------------|---------------|-------------|
|                                      | หญ้า          | ถั่วฮามาต้า |
| ปริมาณก๊าซ (GP, ml/200 mg DM feed)   | 38.0          | 27.4        |
| การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (%)       | 60.8          | 54.2        |
| พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME, MJ/kg) | 7.9           | 6.9         |

## 2. ค่าโภชนาที่ย่อยได้ในโคแห้งนม (In Vivo)

จากการทดลองในโค ปรากฏว่าในช่วงที่ 2 และ 4 โคตัวที่ 2 มีอาการป่วยเนื่องจากเป็นไข้ที่เต้านม ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ ดังนั้นข้อมูลของโคตัวที่ 2 ในช่วงที่ 2 และ 4 จึงตัดทิ้งไปจากการทดลองพบว่า การให้โคกินถั่วฮามาต้า ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น จาก 20:80 ในช่วงที่ 1 เป็น 80:20 ในช่วงที่ 4 ทำให้ค่าการย่อยได้ของ วัตถุดิบ ( DMD) อินทรีย์วัตถุ ( DOM ) เยื่อใย ยอด โภชนะที่ย่อยได้ ( TDN ) การย่อยได้ของพลังงาน ( DE ) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ในอาหารมีค่าลดลง ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่ ค่าการย่อยได้ของโปรตีน ( DCP ) และ NFE ( DNFE ) มี

ค่าเพิ่มขึ้น (  $P < 0.05$  ) ส่วนในช่วงที่ 2 และ 3 (ซึ่งให้โคกินถั่วฮามาต้า และ รุชีในสัดส่วน 40: 60 และ 60:40 ตามลำดับ) พบว่าส่วนใหญ่ค่าโภชนะที่ย่อยได้มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

เมื่อคำนวณเป็นค่าโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้ารุชี และถั่วฮามาต้า ( ตารางที่ 4 ) พบว่าหญ้า รุชีมีปริมาณ DMD, DOM, การย่อยได้ของเยื่อใยหยาบ ( DCF ) และเยื่อใย NDF ( DNDF ) รวมทั้ง TDN เท่ากับ 61.0, 67.9, 80.5, 72.8 และ 65.6% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าถั่วฮามาต้า ที่มีค่าเพียง 43.8, 44.8, 27.4, 34.8 และ 42.0% ในขณะที่ถั่วฮามาต้ามีปริมาณ DCP ที่สูงกว่าหญ้ารุชี คือ 70.0% เปรียบเทียบกับ 46.5% ในส่วนของพลังงาน พบว่าหญ้ารุชีมีปริมาณ ME ที่สูงกว่าถั่วฮามาต้าเช่นกัน คือมีค่า 7.9 MJ/kg ในหญ้ารุชี และ 5.4 MJ/kg ในถั่วฮามาต้า

**ตารางที่ 4** ค่าโภชนะที่ย่อยได้ และพลังงานของหญ้ารุชีและถั่วฮามาต้าที่ให้อายุต่างๆ ในโค และค่าการย่อยได้ของโภชนะและพลังงานโดยใช้สมการถดถอย

| ระยะที่                | 1                  | 2                  | 3                  | 4                 |      | ค่าที่ได้จากการประมาณ |         |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------|-----------------------|---------|
| รุชี, %                | 81.5               | 60.9               | 39.7               | 19.7              | SE   | รุชี                  | ฮามาต้า |
| ฮามาต้า, %             | 18.5               | 39.1               | 60.3               | 80.3              |      | (100%)                | (100%)  |
| <b>โภชนะที่ย่อยได้</b> |                    |                    |                    |                   |      |                       |         |
| วัตถุดิบแห้ง(DMD,%)    | 58.4 <sup>a</sup>  | 50.9 <sup>b</sup>  | 52.2 <sup>b</sup>  | 46.7 <sup>c</sup> | 1.4  | 61.0                  | 43.8    |
| อินทรีวัตถุ(DOM, %)    | 63.6 <sup>a</sup>  | 54.7 <sup>b</sup>  | 56.4 <sup>b</sup>  | 47.7 <sup>c</sup> | 1.2  | 67.9                  | 44.8    |
| โปรตีนหยาบ ( DCP,%)    | 56.5 <sup>b</sup>  | 57.6 <sup>b</sup>  | 66.2 <sup>a</sup>  | 68.0 <sup>a</sup> | 1.0  | 46.5                  | 70.0    |
| เยื่อใยหยาบ ( DCF,%)   | 69.9 <sup>a</sup>  | 56.2 <sup>b</sup>  | 51.7 <sup>b</sup>  | 35.7 <sup>c</sup> | 2.1  | 80.5                  | 27.4    |
| ไขมัน( DEE, %)         | 10.5 <sup>b</sup>  | 6.0 <sup>b</sup>   | 19.2 <sup>a</sup>  | 25.8 <sup>a</sup> | 3.7  | 0                     | 33.1    |
| คาร์โบไฮเดรต(DNFE,%)   | 62.7 <sup>a</sup>  | 54.4 <sup>bc</sup> | 58.5 <sup>ab</sup> | 51.7 <sup>c</sup> | 1.2  | 65.6                  | 51.1    |
| เยื่อใย(DNDF,%)        | 73.4 <sup>a</sup>  | 65.6 <sup>b</sup>  | 65.8 <sup>b</sup>  | 52.4 <sup>c</sup> | 1.6  | 72.8                  | 34.8    |
| เยื่อใย(DADF,%)        | 29.5 <sup>a</sup>  | 46.6 <sup>b</sup>  | 51.2 <sup>b</sup>  | 62.4 <sup>a</sup> | 2.2  | 72.1                  | 13.7    |
| TDN, %                 | 55.6 <sup>a</sup>  | 48.6 <sup>b</sup>  | 51.1 <sup>b</sup>  | 44.0 <sup>c</sup> | 1.1  | 65.6                  | 42.0    |
| DE, MJ/kg              | 9.156 <sup>a</sup> | 8.00 <sup>bc</sup> | 8.46 <sup>ab</sup> | 7.22 <sup>c</sup> | 0.25 | 9.6                   | 7.0     |
| ME, MJ/kg              | 7.33 <sup>a</sup>  | 6.51 <sup>ab</sup> | 6.71 <sup>a</sup>  | 5.66 <sup>b</sup> | 0.28 | 7.9                   | 5.4     |

: TDN, total digestible nutrient; DE, digestible energy; ME, metabolizable energy.

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$

### 3. เปรียบเทียบโภชนะที่ย่อยได้ (Nutrient Digestibility) โดยวิธีการต่างๆ

หญ้ารุชีมีค่าอินทรีวัตถุที่ย่อยได้(OMD) ในโคเท่ากับ 67.9 % ซึ่งสูงกว่าวิธีวัดก๊าซ มีค่าเพียง 60.8 % มีค่าวัตถุดิบที่ย่อยได้ (DMD) ในโคเท่ากับ 61.0 % ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ได้จากวิธีใช้ถุงในล่อนที่ 24 ชม. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 63.2 % มีค่าโปรตีนหยาบที่ย่อยได้ ( DCP ) ในโคเท่ากับ 46.5 % ซึ่งต่ำกว่ามีค่าที่ได้จากวิธีใช้ถุงในล่อนที่ 24 ชม. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 52.7 %

ส่วนค่าการย่อยได้ของเยื่อใยหยาบ(DCF), ไขมัน (DEE), คาร์โบไฮเดรต (DNFE), เยื่อใย NDF (DNDF) และเยื่อใย ADF (DADF) ที่ทำการทดสอบในโค มีค่าเท่ากับ 80.5, 65.6, 72.8 และ 72.1 % ตามลำดับ (ตารางที่5) เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าที่อายุตัดประมาณ 45 วัน ที่ทดสอบในแกะโดย พิมพาพร และคณะ (2543) ซึ่งรายงานว่ามีค่า OMD, DMD, DCF และ DNDF ต่ำกว่า คือ 57.4, 54.3, 60.1 และ 51.4 % ตามลำดับ แต่มีค่า DCP และ DEE สูงกว่าการทดลองนี้ที่ทดสอบในโค คือ 65.8 % และ 23.5% ตามลำดับ หญ้าที่มีค่าการย่อยได้ของไขมันต่ำเนื่องจากปริมาณไขมันในอาหารต่ำกว่าที่ขับออกมาในมูล มีการนำไขมันในร่างกายออกมาใช้ และการให้อาหารร่วมกับอาหารอื่นอาจมีผลทำให้ค่าการย่อยได้เปลี่ยนไปเนื่องจากเกิด (associative effect)

สำหรับถั่วฮามาต้ามีค่า OMD ในโคต่ำกว่าจากวิธีวัดก๊าซ คือ 44.8 และ 54.2 % ซึ่งต่างจากหญ้าที่ และมีค่า DMD ในโคต่ำกว่าวิธีใช้ถุงในลอนทั้งที่ 24 และ 48 ชม. คือ 43.8, 49.4 และ 49.2 % ตามลำดับ มีค่า DCP ในโคต่ำกว่าวิธีใช้ถุงในลอนทั้งที่ 24 และ 48 ชม. เช่นเดียวกัน คือ 70.0, 81.7 และ 80.9 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีค่า DCF, DEE, DNFE, DNDF และ DADF ในโค เท่ากับ 27.4, 33.1, 51.1, 34.8 และ 13.7 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นในแนวตรงกันข้ามกับหญ้าที่ทั้งหมด (ตารางที่ 5) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการย่อยได้ของถั่วคาวาลเคดที่ได้จากการทดลองในโคบราห์มันของ Pholsen และคณะ (2000) และการย่อยได้ของถั่วพุ่มที่ได้จากการทดลองในแกะของ Chuenpreecha และคณะ (2000) พบว่าถั่วคาวาลเคดมีค่า DCP เท่ากับ 71.0 % และถั่วพุ่มมีค่า DCP เท่ากับ 73.3 % ซึ่งใกล้เคียงกันกับถั่วฮามาต้าที่ทดสอบในโคแห่งนี้ม อย่างไรก็ตามพบว่าถั่วฮามาต้า มีค่า OMD, DMD, DCF, DEE, DNFE และ DNDF ต่ำกว่าถั่วคาวาลเคดและถั่วพุ่มค่อนข้างมาก ยกเว้นค่า DADF เท่านั้นที่สูงกว่า อาจเนื่องมาจากถั่วฮามาต้า มีปริมาณลิกนินค่อนข้างสูง (11%) ทำให้การย่อยได้ของเยื่อใยต่ำ

ปริมาณพลังงาน (Energy Content) ในการวัดค่าพลังงานรวม (Gross Energy, GE) โดยใช้เครื่อง Bomb Calorimeter ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible Energy, DE) ได้จากการทดสอบในโค ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy, ME) ได้จากการทดสอบในโคและวิธีวัดก๊าซ และค่ายอดโภชนาที่่อยได้ (Total Digestible Nutrient, TDN) ได้จากการทดสอบในโค พบว่าหญ้าที่มีค่า GE เท่ากับ 15.0 MJ/kg ค่า DE เท่ากับ 9.6 MJ/kg และมีค่า ME ในโคมีค่าใกล้เคียงกับวิธีวัดก๊าซ คือ 7.9 MJ/kg และ 7.2 MJ/kg แต่ค่า TDN ในโคต่างจากส่วนประกอบทางเคมี คือ 65.6 และ 48.6 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าที่อายุตัดประมาณ 45 วัน ที่ทดสอบในแกะโดย พิมพาพร และคณะ (2543) ซึ่งรายงานว่ามีค่า DE, ME และ TDN เท่ากับ 9.8, 7.8 MJ/kg 53.2 % ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองนี้

สำหรับถั่วฮามาต้ามีค่า GE เท่ากับ 16.7 MJ/kg ซึ่งสูงกว่าถั่วน้ำรูซี่ แต่มีค่า DE ต่ำกว่า เท่ากับ 7.0 MJ/kg มีค่า ME ในโคใกล้เคียงกับวิธีวัดก๊าซมีค่า 5.4 และ 5.9 MJ/kg ตามลำดับ มีค่า TDN ในโคต่ำกว่าค่าที่ได้จากส่วนประกอบทางเคมี เท่ากับ 42.0 และ 54.3 % ตามลำดับซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานของถั่วคาวาลเคดที่ได้จากการทดลองในโคบราห์มันของ Pholsen และคณะ (2000) พบว่าถั่วคาวาลเคด มีค่า DE, ME และ TDN สูงกว่าถั่วฮามาต้า คือ 10.4, 9.2 MJ/kg และ 56.0 % ตามลำดับ และเช่นเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปริมาณพลังงานของถั่วพุ่มที่ทดลองในแกะของ Chuenpreecha และ คณะ (2000) พบว่า ถั่วพุ่มมีค่า DE, ME และ TDN สูงกว่าถั่วฮามาต้า คือ 10.5, 8.9 MJ/kg และ 61.6 % ตามลำดับ

**ตารางที่ 5** ค่าโภชนาที่ประเมินได้ในโคเปรียบเทียบกับค่าที่ประเมินได้ในห้องปฏิบัติการ

| ค่าโภชนา   | วิธีการทดสอบ                           | ถั่วน้ำรูซี่ | ถั่วฮามาต้า |
|------------|----------------------------------------|--------------|-------------|
| DMD (%)    | ทดสอบในโค                              | 61.0         | 43.8        |
|            | ทดสอบโดยใช้ถุงไนลอน 24 ชม.             | 63.2         | 44.6        |
|            | ทดสอบโดยใช้ถุงไนลอน 48 ชม.             | 65.6         | 49.4        |
| DCP (%)    | ทดสอบในโค                              | 51.4         | 70.0        |
|            | ทดสอบโดยใช้ถุงไนลอน 24 ชม.             | 52.7         | 76.9        |
|            | ทดสอบโดยใช้ถุงไนลอน 48 ชม.             | 59.3         | 81.7        |
| OMD (%)    | ทดสอบในโค                              | 67.9         | 44.5        |
|            | ทดสอบโดยวิธีวัดก๊าซ                    | 60.8         | 54.2        |
|            | ทดสอบโดยใช้ถุงไนลอน 24 ชม.             | 49.1         | 42.3        |
|            | ทดสอบโดยใช้ถุงไนลอน 48 ชม.             | 62.8         | 47.9        |
| ME (MJ/kg) | ทดสอบในโค                              | 7.9          | 5.4         |
|            | ทดสอบโดยวิธีวัดก๊าซ                    | 7.2          | 5.9         |
| TDN (%)    | ทดสอบในโค                              | 65.6         | 42.0        |
|            | คำนวณจากส่วนประกอบทางเคมี <sup>1</sup> | 48.5         | 54.1        |

<sup>1</sup> TDN (%) = -17.2649 + 1.2120(CP%) + 0.8352 (NFE%) + 2.4637 (EE%) + 0.4475 (CF%)  
(Kearl, 1982)

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาของหญ้าที่อายุตัด 45 วัน และถั่วฮามาต้าแห้งที่อายุตัด 65 วัน พบสรุปได้ว่า

1. หญ้าที่จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง มีปริมาณโปรตีนหยาบอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ 7.5 % และเป็นแหล่งพลังงานที่ดีพอสมควร เพราะมีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ ( 61.0 % ) เยื่อใยหยาบ (82.7 %) และเยื่อใย NDF ( 72.8 % ) ค่อนข้างสูง มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ( ME ) 7.9 MJ/kg

2. ถั่วฮามาต้าจัดเป็นอาหารหยาบที่เป็นแหล่งของโปรตีนมากกว่าพลังงาน เนื่องจากถั่วฮามาต้ามีปริมาณโปรตีนหยาบที่ค่อนข้างสูง (17.8 %) และการย่อยได้ของโปรตีน ( 70.0 % ) ค่อนข้างสูงด้วยเช่นกัน แต่ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ ( 43.8 % ) เยื่อใยหยาบ ( 29.6 % ) และเยื่อใย NDF (34.8 %) ค่อนข้างต่ำ รวมทั้งมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ( ME ) 5.4 MJ/kg ที่ค่อนข้างต่ำด้วย

3. ค่าการย่อยสลายของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โดยวิธีการใช้ถุงไนล่อน การย่อยสลายที่ 48 ชั่วโมงในหญ้า และที่ 24 ชั่วโมงในถั่วฮามาต้าจะมีค่าใกล้เคียงกับค่า DMD , OMD ในสัตว์ส่วนค่า ME ที่ได้จากวิธีการวัดก๊าซพบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกับในสัตว์ทดลองทั้งหญ้า และถั่วฮามาต้า คือ 7.2 MJ/kg. และ 7.9 MJ/kg. กับ 5.9 MJ/kg. และ 5.4 MJ/kg. ตามลำดับ

## ข้อเสนอแนะ

การประเมินคุณค่าทางโภชนาของอาหารสัตว์ซึ่งมีวิธีการประเมินได้หลายวิธี วิธีการวิเคราะห์โดยวิธีในห้องปฏิบัติการควรจะเลือกวิธีและรายการวิเคราะห์ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสัตว์ เพื่อลดการสูญเสียงบประมาณและเวลา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และทันเหตุการณ์

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการทดลองขอขอบคุณ คุณสมจิตร อินทรมณี ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น และคุณมาชาฮารุ โอได ผู้เชี่ยวชาญชาวญี่ปุ่น ที่ช่วยให้คำแนะนำในการดำเนินการทดลองและสนับสนุนในด้านงบประมาณ และขอขอบคุณ คุณอาทิตย์ สุขชี คุณอรรณพ พรหมหลวงศรี ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการ JIRCAS รวมทั้งเจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์อาหารสัตว์ คนงานคอกสัตว์ทดลอง ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น ที่ช่วยให้การทดลองในครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- พิมพ์พร พลเสน จำไพโร นามสาลี ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา โตโมยูกิ คาวาชิมา และ วัชรินทร์ บุญภักดี. 2543. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 3 ชนิด โดยวิธีการต่างๆกัน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 167-183.
- AOAC.1975. Official Methods of Analysis (12<sup>th</sup> ed.) .Association of Official Analysis Chemists. Washington D.C.
- Abe, A., S. Hori and K. Kameoka. 1979. Application of enzymatic analysis with glucoamylase, pronase and cellulase to various feeds for cattle. J. Anim. Sci. 48(6) : 483 – 1490.
- Chen,X.B.1995. A computer on diskette Version 4.1.Produced at the Rowett Research Institute.
- Chuenpreecha, T. , P. Pholsen , R. Chaithiang and T. Kawashima.2000. Nutritive Vale of Cowpea (*Vigna unguiculata*) line Tvu 11979 Hay in Sheep. In *Improvement of Cattle Production with Locally Available Feed Resources in Northeast Thailand*. Ed. T. Kawashima. Final report of the collaborative project between Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan and Department of Livestock Development , Thailand.
- Georing, H. K. and Van Soest, P. T. 1970. In Forage Fiber Analysis. USDA, ARS., Agricultural Handbook. No. 379, Washington, D. C.
- Kawashima, T., F. Terada and M. Shibata. 2000. Respiration trial system. In *Improvement of Cattle Production with Locally Available Feed Resources in Northeast Thailand*. Ed. T. Kawashima. Final report of the collaborative project between Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan and Department of Livestock Development , Thailand.