

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 3 ชนิดโดยวิธีการต่างๆ กัน *

พิมพาพร พลเสน^{1/} จำไพพร ใจเที่ยง^{2/} ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา^{1/}

โตโมยุกิ คาวาชิมา^{3/} และ วชิรินทร์ บุญภักดี^{1/}

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาค่าทางโภชนาของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 3 ชนิด ได้แก่ ใบกระถิน (*Leucaena leucocephala*) ใบทองหลวง (*Erythrina subbrumbran*) และ ใบและยอดของถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) ด้วยวิธีการต่างๆ คือ การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ proximate, detergent และ enzyme analysis โภชนาที่ย่อยได้โดยวิธีในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) ได้แก่ วิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique) และ วิธีการวัดก๊าซ (gas test) และโภชนาที่ย่อยได้ในแกะทดลอง (*in vivo*) โดยให้แกะกินถั่วที่ทดสอบร่วมกับหญ้าหูก (Brachiaria ruziziensis) ซึ่งใช้เป็นหญ้ามาตรฐานในอัตรา 1: 3 ในปริมาณ 1.6% ของน้ำหนักตัว ผลการทดสอบในแกะพบว่า กระถิน ทองหลวง และถั่วมะแฮะ มีปริมาณวัตถุดิบที่ย่อยได้ (DMD) 58.9 64.9 และ 38.6 % โปรตีนที่ย่อยได้ (DCP) 62.4 76.6 และ 67.5% และพลังงานที่ย่อยได้ (DE) 11.62 9.85 และ 7.29 MJ/kg ตามลำดับ ในขณะที่หญ้าหูกที่มีปริมาณ DMD DCP และ DE เท่ากับ 54.3 65.8% และ 9.75 MJ/kg ตามลำดับ

เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างโภชนาที่ย่อยได้ของถั่วยืนต้น 3 ชนิดที่ทดสอบในสัตว์ กับผลที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ส่วนประกอบทางเคมี ค่าการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนลอน และการวัดปริมาณก๊าซ พบว่า ส่วนประกอบทางเคมีที่มีความสัมพันธ์สูงกับค่าโภชนาที่ย่อยได้ในสัตว์คือ NDF, ADL และ ADIP รวมทั้งส่วนของอินทรีย์วัตถุที่วิเคราะห์โดยวิธี enzyme analysis ส่วนค่า DMD ที่วิเคราะห์โดยใช้ถุงไนลอน พบว่าจะมีความสัมพันธ์ ($p < 0.05$) กับค่า DMD DOM และ ME เช่นเดียวกับค่า DCP ก็มีความสัมพันธ์กับค่า DCP ที่ทดสอบในสัตว์ สำหรับค่า DOM และ ME ที่ประเมินได้จากวิธีการวัดก๊าซ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า DOM และ ME ที่ประเมินได้ในสัตว์ แต่จะมีความสัมพันธ์กับค่าการย่อยได้ของโภชนาอื่น คือ TDN และ DEE ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าโภชนาที่ย่อยได้ในสัตว์ทดลองกับโภชนาที่ย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนลอนและวิธีวัดก๊าซ พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้จะมีความแม่นยำเมื่อใช้ในหญ้าหูก แต่ในถั่วยืนต้นทั้ง 3 ชนิดส่วนใหญ่ยังมีค่าที่ค่อนข้างแตกต่างกับค่าที่ทดสอบในสัตว์มาก

* เลขทะเบียนวิจัยที่ 41-0714-063

1/ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น

2/ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์เพชรบุรี

3/ Japan International Research Center for Agricultural Science (JIRCAS)

Nutritive Values of some Legume Tree Forage Species Determined by *In Vitro* and *In Vivo* Methods *

Pimpaporn Pholsen^{1/} Rumprai Chaiteing^{2/} Taweesak Cheunprecha^{1/}

Tomoyuki Kawashima^{3/} and Watcharin Boonpakdee^{1/}

Abstract

The nutritive values of legume tree forages i.e. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) leaves, *Erythrina* (*Erythrina subbrumbran*) leaves and Pigeon pea (*Cajanus cajan*) leaves and aireal part were determined by *in vivo* and *in vitro* methods. *In vivo* method was carried out by digestion trial in sheep, and legume forages were fed in combination with a standard ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*) hay at a ratio of 1:3 at approximately maintenance level. The results indicated that *in vivo* digestibility of *Leucaena*, *Erythrina* and Pigeon pea were 58.9, 64.9 and 38.6% for digestible dry matter (DMD), 62.4, 79.6 and 67.5% for digestible crude protein (DCP) and 11.62, 9.85 and 7.29 MJ/kg for digestible energy (DE), respectively, while in ruzi hay the DMD, DCP and DE were 54.3, 65.8 and 9.75 MJ/kg, respectively.

In laboratory or *in vitro* methods, the nutritive values of forages were determined for (1) chemical compositions by proximate, detergent and enzyme analysis, (2) dry matter and crude protein digestibilities (DMD and DCP) estimated by nylon bag technique and (3) DOM and ME estimated by gas production technique (DOM and ME). A relationship between nutritive values within legume samples determined by *in vivo* and *in vitro* methods were studied. There were many chemical components that found to be closely related ($p < 0.05$) to *in vivo* nutrients digestibility. These included NDF, ADL and ADIN as well as organic components analysed by enzyme. There were some correlations between DMD determined by nylon bag technique and *in vivo* DMD and DOM similar to between DCP and *in vivo* DCP. There was no direct relationship between DOM or ME estimated by gas production technique and *in vivo* DOM or ME. However, when compare the values of DMD, DCP, DOM and ME determined by *in vivo* and *in vitro* methods (by nylon bag and gas production techniques), the closely values were found in ruzi grass sample while among legume samples the values were quite different.

* Research Project No. 41-0714-063

^{1/} Khon kaen Animal Nutrition Research Center

^{2/} Petchaburi Animal Nutrition Research Center

^{3/} Japan International Research Center for Agricultural Science (JIRCAS)

คำนำ

พืชตระกูลถั่วยืนต้นนับว่าเป็นแหล่งพืชอาหารสัตว์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เป็นอาหารเสริม เนื่องจากพืชตระกูลถั่วยืนต้นส่วนใหญ่จะมีโปรตีนสูง ให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี ทนแล้ง ไม่ต้อง การการดูแลเอาใจใส่มากนัก นำมาปลูกผสมผสานในฟาร์มได้ง่าย เนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ปลูกเป็นร่มเงา หรือเป็นรั้วบ้าน ลำต้นใช้เป็นฟืน อีกทั้งยังเป็นพืชบำรุงดินได้นอกจากนี้ยังมีให้เลือกได้หลายชนิด กระถิน ทองหลวง และถั่วมะแฮะ นับว่าเป็นพืชตระกูลถั่วพวกหนึ่ง ที่นิยมปลูกกันทั่วไป การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชเหล่านี้ วิธีที่ดีที่สุดคือการทดสอบในสัตว์ทดลอง (*in vivo* method) ซึ่งยังมีข้อมูลไม่มากนัก เนื่องจากเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก เสียค่าใช้จ่ายสูง ใช้แรงงานและเวลามาก แต่อย่างไรก็ตามยังมีวิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) หลายวิธี ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดกว่า สามารถใช้ทำนายค่า *in vivo* ได้ เช่น การวิเคราะห์ค่าการย่อยได้ โดยวิธีวัดปริมาณก๊าซ (gas test) และ โดยวิธีการใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique) รวมทั้งค่าที่ประเมินได้จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยวิธี enzyme analysis ซึ่งวิธีเหล่านี้มีรายงานว่าค่าที่วิเคราะห์ได้จะมีความสัมพันธ์สูงกับค่าที่ทดสอบได้ในตัวสัตว์ (Abe และ Nakui, 1979, Menke และ Steingass, 1988, Khazaal และ คณะ, 1993) อย่างไรก็ตามสมการที่ใช้ในการทำนายส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลจากการทดสอบ ตัวอย่างอาหารสัตว์ และพันธุ์สัตว์ในต่างประเทศ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมต่างจากประเทศไทย ดังนั้นค่าการทำนายจึงอาจแตกต่างกันได้

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 3 ชนิด ได้แก่ กระถิน ทองหลวง และ ถั่วมะแฮะ ด้วยวิธีการต่างๆ กัน ทั้งวิธีในห้องปฏิบัติการ และในสัตว์ทดลองโดยใช้แกะ โดยให้แกะกินถั่วทั้ง 3 ชนิดร่วมกับหญ้าธัญพืช พร้อมทั้งศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ทดสอบได้จากวิธีการต่างๆ ทั้งนี้นอกจากจะได้ทราบถึงคุณค่าของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดสอบแล้ว ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นฐานข้อมูลในการสร้างสมการสำหรับใช้ในการทำนายคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์ในประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลอง

เตรียมถั่วอาหารสัตว์ยืนต้น 3 ชนิด ได้แก่ กระถิน (*Leucaena leucocephala*) ทองหลวง (*Erythrina subumbrans*) และถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) รวมทั้งหญ้าธัญพืช (*Brachiaria ruziziensis*) ซึ่งเป็นหญ้ามาตรฐานให้กินร่วมกับถั่ว สำหรับการทดสอบในแกะ โดยวิธีการดังนี้

กระถิน ใช้กระถินยักษ์ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 3 เดือน (เดือนเมษายน) โดยการตัดกิ่งนำมาผึ่งแดด ให้แห้งแล้วจึงแยกส่วนของใบ นำมาใช้ทดสอบ

ทองหลาง โดยการริดใบทองหลางอายุประมาณ 60 วัน นำมาผึ่งแดดจนแห้ง

ถั่วมะแฮะ ใช้ถั่วมะแฮะพันธุ์พื้นเมือง เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 60 วันหลังจากการตัดครั้งแรก โดยตัดสูงจากพื้นดิน 1 เมตร หลังจากผึ่งแดดจนแห้งแล้ว นำมาเข้าเครื่องสับ ตัดให้มีความยาวประมาณ 5 ซม.

หญ้ารัฐ ใช้หญ้ารัฐแห้งอัดฟ่อนคุณภาพดี ซึ่งผลิตจากสถานีอาหารสัตว์เชียงใหม่ ตัดที่อายุประมาณ 45 วัน (ตัดเดือน พฤษภาคม) ก่อนใช้ทดสอบนำหญ้ามาสับโดยใช้เครื่อง ให้มีขนาดยาวประมาณ 5 - 10 ซม.

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

สุ่มตัวอย่างถั่วแต่ละชนิด และหญ้ารัฐ ที่ใช้ในการทดสอบในสัตว์ นำอบแห้ง และ บด แล้วนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยวิธีการดังต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบทางเคมี โดยวิธี

- 1.1 Proximate analysis ได้แก่ ความชื้น โปรตีนหยาบ เยื่อใย เถ้า ไขมัน และ ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก ตามวิธีของ AOAC (1975)
- 1.2 Detergent analysis ได้แก่ neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) และ acid detergent lignin (ADL) ตามวิธีของ Goering และ Van Soest (1970)
- 1.3 ADIP (acid detergent insoluble protein หรือ ADIN x 6.25) ซึ่งเป็นปริมาณโปรตีนในส่วนของเยื่อใยตามวิธีของ Licitra และ คณะ (1996)
- 1.4 Enzyme analysis ตามวิธีของ Abe และ คณะ (1979) โดยใช้เอ็นไซม์ย่อยแยกส่วนของอินทรีย์วัตถุออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้คือ
 - OCC (organic cell content) คือส่วนของอินทรีย์วัตถุที่ถูกย่อยโดยเอ็นไซม์ Amylase และ Pronase ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่ย่อยได้ง่าย
 - OCW (organic cell wall) คือส่วนของอินทรีย์วัตถุที่เหลือหลังจากการย่อยด้วยเอ็นไซม์ Amylase และ Pronase
 - Ob (organic b) คือส่วนของอินทรีย์วัตถุที่เหลือหลังจากนำ OCW มาย่อยด้วยเอ็นไซม์ Cellulase
 - Oa (organic a) คือส่วนของ OCW ที่ย่อยได้ง่าย ได้จากการคำนวณตามสูตร $Oa = OCW - Ob$

2. ปริมาณโภชนาการที่ย่อยได้

2.1 การทดสอบโภชนาการที่ย่อยได้โดยวิธีในห้องปฏิบัติการ (*in vitro* methods)

2.1.1 การทดสอบการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique)

ทำการทดสอบตามวิธีของ Orskov และ คณะ (1979) โดยการชั่งตัวอย่างใส่ในถุงไนลอน (ขนาดของถุง 58 ไมครอน) มัดปากถุงแล้วนำไปจุ่มในกระเพาะรูเมนของโคเจาะกระเพาะ นาน 0 4 8 12 24 และ 48 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำถุงออกมาล้าง อบแห้ง และ ชั่งน้ำหนัก รวมทั้งนำอาหารที่เหลือในถุงนำไป

วิเคราะห์ โปรตีน

ตรวจสอบความสัมพันธ์ของค่าการย่อยสลายกับเวลาโดยใช้ non linear regression จากนั้นคำนวณปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมนจากลักษณะการย่อยสลายโดยใช้สมการ $p = a + b(1 - e^{-ct})$ โดยที่ p – เป็นปริมาณการย่อยสลายที่เวลา t ส่วน a , b และ c เป็นค่าคงที่โดย a – เป็นปริมาณส่วนที่ย่อยสลายได้ทันที (ที่ 0 ชั่วโมง) b – เป็นปริมาณการย่อยสลายในกระเพาะ รูเมน และ c – เป็นอัตราการย่อยสลายของ b จากนั้นนำค่า a , b และ c รวมทั้งอัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมน (k) มาประเมินปริมาณการย่อยสลายของอาหาร (Effective Degradability, ED) โดยใช้สมการ $ED = a + bc/(k + c)$ โดยให้ k มีค่าเท่ากับ $0.02^{-1}hr$ ซึ่งกำหนดให้เป็นอัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมนที่ระดับดำรงชีพ (Webster, 1992)

2.1.2 การทดสอบการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) โดยวิธีการวัดปริมาณก๊าซ (Hohenheim Gas Test)

ทำการทดสอบตามวิธีของ Menke และ Steingass (1988) โดยวัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นเมื่อนำอาหารมาบ่มในสารละลายของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid solution) ที่อุณหภูมิ $39^{\circ}C$ นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำค่าปริมาณก๊าซ (หลังจากปรับค่าโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างมาตรฐานแล้ว) รวมทั้งส่วนประกอบทางเคมี มาคำนวณปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (DOM) และ ME โดยใช้สมการ

$$DOMg (\%) = 16.49 + 0.9042 G + 0.492 CP + 0.387 Ash$$

$$MEg (MJ/kg) = 2.20 + 0.1357 G + 0.057 CP + 0.0286 (EE) (EE)$$

โดยที่ G เป็นปริมาณก๊าซ (ml/200 mg DM feed) ส่วน CP Ash และ EE เป็นปริมาณ (g/kgDM) ของโปรตีนหยาบ เถ้า และ ไขมัน ตามลำดับ

2.2 การศึกษาโภชนาการที่ย่อยได้ในสัตว์ทดลอง (in vivo)

ทำการทดสอบในแกะตอนเพศผู้ จำนวน 6 ตัว โดยวิธี Total collection โดยให้แกะกินถั่วที่ทดสอบร่วมกับหญ้าที่ในอัตรา 1 : 3 ในปริมาณระดับดำรงชีพ (ประมาณ 1.6% ของน้ำหนักตัว) โดยมีอาหาร 4 สูตรดังนี้คือ

T1 – หญ้าอย่างเดียว

T2 – หญ้า และ กระถิน

T3 – หญ้า และ ทองหลวง

T4 – หญ้า และ ถั่วมะแฮะ

แกะทุกตัวจะได้รับแร่ธาตุผงวันละ 1 % ของอาหารที่ให้ โดยจัดการทดลองแบบ Latin Square มี 4 ช่วง แต่ละช่วงประกอบด้วยระยะเวลาปรับตัว (preparation period) 9 วัน ระยะเวลาเก็บข้อมูล 5 วัน รวม 14 วัน ในแต่ละช่วงแกะแต่ละตัวได้รับอาหารดังต่อไปนี้

	แกะตัวที่					
	1	2	3	4	5	6
ช่วงที่ 1	T1	T2	T3	T4	T1	T2
ช่วงที่ 2	T2	T3	T4	T1	T2	T3
ช่วงที่ 3	T3	T4	T1	T2	T3	T4
ช่วงที่ 4	T4	T1	T2	T3	T4	T1

ก่อนนำแกะขึ้นกรงทดลอง ทำการตัดขนแกะ ถ่ายพยาธิ และชั่งน้ำหนัก พร้อมทั้งทดลองให้แกะกินอาหารที่ใช้ทดลองเพื่อให้คุ้นเคยกับอาหาร ในระยะเก็บข้อมูลของแต่ละช่วง ทำการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

- ปริมาณการกินอาหาร โดยคำนวณจากอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ (ถ้ามี) ของแกะทุกตัวเป็นรายวัน พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างอาหารนำมาอบ เพื่อหาน้ำหนักแห้ง และนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และ พลังงาน
- น้ำหนักมูล และ ปัสสาวะ ของแกะที่ขับออก เป็นรายตัวรายวัน โดยทำการเก็บปัสสาวะในภาชนะที่ใส่กรดเกลือ (6N HCl) 30 มล. เพื่อจับไนโตรเจนในปัสสาวะ นำมูลทั้งหมดมาอบแห้งที่ 60°C เพื่อหาน้ำหนักแห้ง พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างมูลและปัสสาวะวันละ 10 % และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วง นำตัวอย่างมูลและปัสสาวะของแต่ละวันมารวมกันเป็นรายตัว เพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และ พลังงานต่อไป

คำนวณคุณค่าทางโภชนาของอาหารในแต่ละสูตร ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีวัตถุดิบ โปรตีน เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน) โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณโภชนาที่กิน} - \text{ปริมาณโภชนาในมูล}}{\text{ปริมาณโภชนาที่กิน}} \times 100$$

2. โภชนาที่ย่อยได้รวม (total digestible nutrient, TDN) โดยใช้สูตร

$$\text{TDN} = \text{digestibleCP} + \text{digestibleCF} + \text{digestibleNFE} + 2.25 \times \text{digestibleEE}$$
 โดยที่ digestible CP, CF, NFE, EE เป็นปริมาณที่ย่อยได้ของ โปรตีน เยื่อใย ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก และ ไขมัน ตามลำดับ

3. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ หรือ ME คำนวณโดยใช้สูตร

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

โดยที่ค่าพลังงาน (มีหน่วยเป็น MJ) ในอาหาร มูล และปัสสาวะ ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ Bomb Calorimeter ส่วนพลังงานในก๊าซมีเทนได้มาจากการประมาณการโดยใช้สมการของ Blaxter และ

Clapperton (1965) $CH_4 = 1.30 + 0.112 D + L(2.37 - 0.05 D)$ โดยที่ CH_4 เป็นพลังงานจากก๊าซมีเทน (% of gross energy intake) D เป็นปริมาณพลังงานที่ย่อยได้ (% Digestible energy, DE) และ L เป็นปริมาณอาหารที่กิน (dry matter intake)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าการย่อยได้ของอาหารแต่ละสูตรโดยใช้ General linear model (GLM) ในโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab (1989) จากนั้นคำนวณค่าการย่อยได้ของถั่วแต่ละชนิดจากสัดส่วนของถั่วและค่าความแตกต่างของการย่อยได้ที่เปลี่ยนไปเมื่อแกะกินหญ้าหรืออย่างเดียว และเมื่อกินหญ้าผสมถั่ว

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโภชนะที่ย่อยได้จากการทดสอบในสัตว์ กับค่าที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ทำการศึกษาความสัมพันธ์โดยใช้ Simple Linear Regression ระหว่างค่าโภชนะที่ย่อยได้ และ ME ที่ได้จากการทดสอบในสัตว์ กับผลที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีการในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ส่วนประกอบทางเคมี ค่าการย่อยได้จากวิธีการวัดก๊าซ และการใช้ถุงในลอน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีแสดงในตารางที่ 1 พบว่าถั่วทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณโปรตีนในระดับสูงกว่า 20% แต่ถั่วมะแฮะจะมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าถั่วอื่นๆ อีกทั้งยังมี ADIN ซึ่งเป็นส่วนของไนโตรเจน (โปรตีน) ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าถั่วอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีเยื่อใยทั้ง CF และ NDF ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงว่ามีคุณค่าค่อนข้างต่ำกว่าถั่วอื่นๆ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะถั่วมะแฮะมีส่วนของลำต้นปนมาด้วยในขณะที่กระถิน และทองหลางมีแต่ส่วนใบและ ก้านใบเท่านั้น สำหรับกระถิน และทองหลาง แม้จะมีปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกัน (26-27%) แต่ทองหลางจะมีเยื่อใยที่สูงกว่ากระถินประมาณเท่าตัว ทั้งเยื่อใยหยาบ NDF และ ADF ส่วนหญ้า รฐที่พบว่ามีคุณภาพค่อนข้างดี โดยมีโปรตีนสูงถึง 9.97%

สำหรับการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยวิธีการให้เอ็นไซม์นั้น เมื่อพิจารณาจาก Organic cell content (OCC) และ Organic a (Oa) ซึ่งเป็นส่วนที่มีรายงานว่าสัตว์สามารถย่อยได้ในปริมาณสูง (Abe และ Nakui, 1979) พบว่าทองหลางมีปริมาณรวมของ OCC และ Oa ที่สูงกว่าถั่วอื่นๆ ส่วนในกระถิน และถั่วมะแฮะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และสูงกว่าหญ้า (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดสอบ โดยวิธี proximate, detergent และ enzyme analysis

รายการที่วิเคราะห์	พืชอาหารสัตว์			
	หญ้ารูซี่	กระถิน	ทองหลาง	ถั่วมะแฮะ
วัตถุแห้ง	91.92	93.32	92.12	91.19
Proximate analysis (% ของวัตถุแห้ง)				
โปรตีนหยาบ (crude protein)	9.97	27.21	26.71	23.64
เถ้า (ash)	8.80	6.77	13.52	6.94
เยื่อใยหยาบ (crude fibre)	30.14	13.16	26.27	33.10
ไขมัน (ether extract)	1.51	4.98	3.06	4.75
คาร์โบไฮเดรต (nitrogen free extract)	49.85	47.89	30.44	31.57
Detergent analysis (% ของวัตถุแห้ง)				
ผนังเซลล์ (NDF)	61.03	26.80	40.27	61.10
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	31.88	12.65	26.93	34.72
ลิกนิน (ADL)	4.67	5.81	5.26	12.46
ADIN (g N / kg DM)	0.56	1.53	0.94	2.94
Enzyme analysis				
Organic cell content (OCC)	21.84	43.77	39.78	36.72
Organic cell wall (OCW)	69.36	49.46	46.70	56.34
Organic a (Oa)	9.54	2.82	10.24	7.61
Organic b (Ob)	59.82	46.64	36.46	48.73
OCC + Oa	31.38	46.59	50.02	44.33

2. การทดสอบปริมาณโภชนาที่ย่อยได้

2.1 การทดสอบโภชนาที่ย่อยได้โดยวิธีในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*)

2.1.1 การทดสอบค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนโดยวิธีการใช้ถุงไนลอน

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าหญ้ารูซี่และถั่วจะมีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งต่ำกว่าการย่อยสลายของโปรตีน ถั่วมะแฮะมีการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนต่ำกว่าถั่วอื่นๆ ในทุกช่วงเวลา ไม่ว่าจะเป็นที่ 0, 4, 8, 12, 24 หรือ 48 ชม. และเมื่อคำนวณเป็นปริมาณ effective degradability (ED) ของวัตถุแห้ง พบว่ามีค่าเพียง 49.05% ในขณะที่ กระถิน และ ทองหลาง จะมีปริมาณ ED ที่สูงใกล้เคียงกัน คือ 67.61 และ 66.09% ตามลำดับ ส่วนการย่อยสลายของโปรตีน พบว่าทองหลางมีปริมาณ ED ของโปรตีนค่อนข้างสูง 85.8% ในขณะที่กระถินแม้จะมีย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ใกล้เคียงกับทองหลาง แต่มีปริมาณ ED ของโปรตีนเพียง 70.12%

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การย่อยสลายของวัตถุดิบ และโปรตีนโดยวิธีการใช้ถุงไนลอน

รายการที่วิเคราะห์	พืชอาหารสัตว์			
	รูชี	กระถิน	ทองหลาง	ถั่วมะแฮะ
การย่อยสลายของวัตถุดิบ (%)				
0 ชั่วโมง	16.32	25.03	29.92	12.66
4 ชั่วโมง	23.79	34.13	36.43	21.03
8 ชั่วโมง	32.83	41.48	50.09	37.26
12 ชั่วโมง	36.00	47.67	59.61	41.24
24 ชั่วโมง	50.84	65.65	68.97	52.36
48 ชั่วโมง	65.74	79.19	73.98	56.67
a	16.40	24.60	27.81	11.25
b	60.70	65.21	48.08	46.49
c	0.0348	0.0387	0.0781	0.0870
Effective Degradability (%)	54.97	67.61	66.09	49.05
การย่อยสลายของโปรตีน (%)				
0 ชั่วโมง	49.37	25.24	59.08	31.14
4 ชั่วโมง	49.87	30.42	60.89	38.87
8 ชั่วโมง	63.02	39.85	74.76	60.28
12 ชั่วโมง	57.57	40.46	81.95	66.22
24 ชั่วโมง	65.19	68.48	88.08	82.07
48 ชั่วโมง	70.76	84.02	91.54	82.32
a	48.83	22.11	56.63	28.20
B	23.18	77.89	36.63	57.24
C	0.0555	0.0321	0.0804	0.0901
Effective Degradability (%)	65.87	70.12	85.83	75.04

หมายเหตุ : ค่า Effective Degradability (ED) คำนวณโดยใช้สูตร, $ED = (a+bc)/(k+c)$ โดยที่

a - ปริมาณการย่อยได้ที่ 0 ชั่วโมง, b - ปริมาณการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน, c - อัตราการย่อยสลาย และ k - อัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมน ($0.02^{-1}hr$)

2.1.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (DOM) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) จากการประเมินโดยวิธีการวัดก๊าซ

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าหญ้าที่ผลิตก๊าซสูงกว่าถั่ว ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นผลมาจากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรตซึ่งในหญ้าจะมีมากกว่าในถั่ว ส่วนในกลุ่มถั่วพบว่าถั่วมะแฮะผลิตก๊าซน้อยสุด และเมื่อนำปริมาณก๊าซที่ผลิต ร่วมกับส่วนประกอบทาง

เคมีมาประเมินเป็นค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (DOM) และ ME โดย ใช้สมการแล้ว พบว่าหญ้าที่ กระจิน และทองหลางจะมีค่า DOM ที่ใกล้เคียงกัน และถั่วมะแฮะมีค่าต่ำสุด ส่วนค่า ME ในกระจินจะ สูงสุด รองลงมาได้แก่ หญ้าที่ ทองหลาง และ มะแฮะ ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (DOM) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ที่คำนวณ จากปริมาณก๊าซ และส่วนประกอบทางเคมีโดยใช้สมการ

รายการที่วิเคราะห์		พืชอาหารสัตว์			
		หญ้า	กระจิน	ทองหลาง	ถั่วมะแฮะ
การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (%)	- DOMg	59.65	59.07	59.75	51.85
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME, MJ/kg)	- MEG	8.06	8.45	7.72	7.35

2.2 การทดสอบโภชนาที่ย่อยได้ในตัวสัตว์ (*in vivo*)

จากการทดลองให้แกะกินหญ้าที่เพียงอย่างเดียว พบว่าหญ้าที่มียอดโภชนาที่ย่อยได้ (TDN) 53.18% และมีปริมาณ ME 7.796 MJ/kg และเมื่อให้แกะกินหญ้าที่ร่วมกับถั่วแต่ละชนิดพบว่าทำให้ ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ของอาหารมีค่าเปลี่ยนไป โดยเมื่อให้แกะกินหญ้าที่ร่วมกับกระจิน หรือ ทองหลาง จะทำให้ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ส่วนมากมีค่าสูงขึ้น ในขณะที่เมื่อแกะกินหญ้าที่ร่วมกับถั่วมะแฮะ กลับ ทำให้โภชนาที่ย่อยได้เกือบทุกอย่างมีค่าต่ำลง ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ของถั่วเพียง อย่างเดียวแล้ว พบว่าใบทองหลาง จะมีปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ค่อนข้างสูงกว่าถั่วอื่นๆ ในขณะที่ถั่วมะแฮะ มีปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ค่อนข้างต่ำ คือมี TDN เพียง 39.33% แม้จะมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 23.6% และ มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนถึง 67.5% (ตารางที่ 4) การที่ถั่วมะแฮะมีปริมาณการย่อยได้ค่อนข้างต่ำอาจ เนื่องมาจากถั่วมะแฮะมีปริมาณลิกนินค่อนข้างสูง (12.46%) ซึ่งอาจทำให้มีการย่อยได้ของเยื่อใยต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการย่อยได้ของหญ้าและถั่วที่ได้จากการทดลองนี้กับผลที่ได้จากการ ทดลองอื่นๆ พบว่า

ในกระจินเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Cheva-Isarakul และ คณะ (1982) ซึ่งทำการ ทดสอบในแกะ รายงานว่ามีปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (DOM) และโปรตีน (DCP) 65.9% และ 64.8% ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลองนี้คือ 64.9% และ 62.4% ตามลำดับ

ในทองหลาง ชาญชัย และคณะ (2529) รายงานว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) ในแกะมี ค่า เพียง 49.2% ซึ่งค่อนข้างต่ำกว่าการทดลองนี้ที่มีค่าสูงถึง 64.9% และในถั่วมะแฮะ จากการทดลอง ของ ปราโมช และคณะ (2533) ที่ทำการทดสอบในโค พบว่ามีค่า DMD 65.6% ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าการ ทดลองนี้ซึ่งมีค่าเพียง 38.6%

ส่วนในหญ้าที่ จากการทดลองของฉายแสง และ คณะ (2536) ซึ่งทำการทดลองในแกะพบว่า มี ค่า DOM 58.6% ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลองนี้ซึ่งมีค่า 57.4%

สำหรับปริมาณพลังงานนั้นพบว่า กระถินมีปริมาณพลังงานที่ย่อยได้ (DE) และ ME ที่สูงกว่าถั่วอื่นๆ ในขณะที่ถั่วมะแฮะมีปริมาณค่อนข้างต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางข้อมูลของ Kears (1982) ซึ่งแสดงปริมาณ ME ของกระถิน (ในแกะ) มีค่า 11.25 MJ/kg (2.69 Kcal/g) ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลองนี้คือมีค่า 9.88 MJ/kg ส่วนในถั่วมะแฮะ มี ME 8.20 MJ/kg (1.96 Kcal/g) ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าการทดลองนี้ที่มีค่าเพียง 3.99 MJ/kg

ตารางที่ 4 ปริมาณโภชนะ และพลังงานที่ย่อยได้ ของ หญ้ารฐี กระถิน ทองหลาง และถั่วมะแฮะ จากการทดสอบในแกะ

รายการที่วิเคราะห์	หญ้ารฐี	กระถิน	ทองหลาง	มะแฮะ
โภชนะที่ย่อยได้ (%)				
วัตถุแห้ง (DMD)	54.31	58.94	64.88	38.63
อินทรีย์วัตถุ (DOM)	57.38	64.90	69.93	41.94
โปรตีน (DCP)	65.81	62.39	76.56	67.48
เยื่อใย (DCF)	60.90	83.80	75.70	43.22
ไขมัน (DEE)	23.47	19.43	28.73	32.37
ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก (DNFE)	55.44	59.94	59.49	17.77
ผนังเซลล์ (DNDF)	51.35	42.24	69.05	25.65
ลิกโนเซลลูโลส (DADF)	42.88	29.09	81.41	27.63
โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN)	53.18	58.88	60.44	39.33
ปริมาณพลังงาน (MJ/ kg)				
พลังงานที่ย่อยได้ (DE)	9.752	11.62	9.85	7.29
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME)	7.796	9.892	8.542	3.991

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าทางโภชนะที่ประเมินได้จากการทดสอบในสัตว์ทดลอง และจากวิธีในห้องปฏิบัติการ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ของถั่วทั้ง 3 ชนิด คือกระถิน ทองหลาง และถั่วมะแฮะ ที่ได้จากการทดสอบในแกะ กับผลที่ได้จากการทดสอบโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี การใช้ถุณในล่อน และ วิธีการวัดก๊าซ แสดงในตารางที่ 5

3.1 ความสัมพันธ์กับส่วนประกอบทางเคมี

จากการศึกษาพบว่ามีส่วนประกอบทางเคมีหลายค่าที่มีความสัมพันธ์สูง ($p < 0.05$) กับค่าที่ประเมินได้จากการทดสอบในสัตว์ คือระหว่างปริมาณ NDF กับ DE, ADL กับ TDN และระหว่าง ADIP กับ DMD ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในทางลบ

NDF เป็นส่วนของผนังเซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของ

รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 167 -183

พืช ที่สำคัญได้แก่ hemicellulose, cellulose และ lignin NDF เป็นสารที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ ทั้งทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ ทางเคมี และกายภาพ ส่วนค่า NDS (neutral detergent soluble หรือ $100 - \text{NDF}$) ซึ่งเป็นส่วนที่ละลายได้ในสาร neutral detergent ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย nonstructural carbohydrates (NSC) ได้แก่ น้ำตาล แป้ง และ nonstarch polysaccharides ซึ่งที่พบมากในพืชตระกูลถั่วได้แก่ pectin NSC เป็นสารที่ย่อยได้เกือบทั้งหมด และเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอาหาร (Van Soest และคณะ, 1991) ดังนั้นจึงอาจทำให้ค่า NDF มีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่าพลังงานคือ DE และ ME ได้นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ในระหว่างส่วนประกอบทางเคมีค่า NDF เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุด ในการทำนายค่า *in vitro* digestibility ของพืชอาหารสัตว์ (Gupta และ Pradhan, 1995)

ส่วนค่า ADL หรือ ลิกนิน เป็นสารที่อยู่ในส่วนของผนังเซลล์ ที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้และพบว่า มีปริมาณสูงในพืชตระกูลถั่ว จึงอาจทำให้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่า DOM ได้

สำหรับส่วนประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์ได้จากวิธีการใช้เอ็นไซม์ พบว่าปริมาณรวมของ OCC และ Oa จะมีความสัมพันธ์สูง ($p < 0.05$) กับปริมาณการย่อยได้ของ NDF ในขณะที่ Abe และ Nakui (1979) รายงานว่าปริมาณรวมของ OCC และ Oa จะมีความสัมพันธ์สูงกับปริมาณการย่อยได้ของอินทรีวัตถุ ส่วนปริมาณ OCW พบว่ามีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่ทดสอบในสัตว์

3.2 ความสัมพันธ์กับค่าการย่อยสลายโดยวิธีการใช้ถุงในลอน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ 24 ชั่วโมง (24hDMD) โดยวิธีการใช้ถุงในลอน มีความสัมพันธ์สูงกับปริมาณ DMD และ DOM ที่ได้จากการทดสอบในสัตว์ ในขณะที่ ปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ 48 ชั่วโมง (48hDMD) กลับมีความสัมพันธ์กับ ME Khazaal และคณะ (1993) รายงานว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า DMD โดยวิธีใช้ถุง กับค่า *in vivo* DMD จะสูงในช่วง 6 ชั่วโมงแรก และจะต่ำลงในช่วง 12 ชั่วโมง แล้วจะกลับสูงขึ้นอีกในช่วง 24 ถึง 48 ชั่วโมง

สำหรับปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนโดยวิธีการใช้ถุงในลอน พบว่ามีความสัมพันธ์สูงกับปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนในสัตว์ทดลอง (*in vivo* DCP) เช่นกัน โดยพบความสัมพันธ์เฉพาะค่า ที่คำนวณออกมาเป็นปริมาณ effective degradability (ED) ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า *in vivo* DCP กับค่า ADIN ซึ่งเป็นส่วนของ N ที่ย่อยได้ยาก

3.3 ความสัมพันธ์กับค่าที่ประเมินได้โดยวิธีการวัดก๊าซ

จากการศึกษาพบว่าค่า DOM ที่ประเมินโดยวิธีวัดก๊าซ จะไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ DOM ที่ทดสอบในตัวสัตว์ แต่พบว่า กลับมีความสัมพันธ์สูงกับค่า TDN สำหรับค่า ME ที่ประเมินได้จากวิธีการวัดก๊าซพบว่ามีความสัมพันธ์สูงกับค่า *in vivo* DEE ซึ่งแสดงว่าสมการทำนายที่ใช้ อาจไม่เหมาะสมสำหรับใช้กับพืชตระกูลถั่วยืนต้น

ตารางที่ 5 ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างคุณค่าทางโภชนาของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 3 ชนิด ที่ได้จากการทดสอบโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ (in vitro) และ ในสัตว์ทดลอง (in vivo)

วิธีการทดสอบ		สมการ		
ในห้องปฏิบัติการ	ในสัตว์ทดลอง	Regression	Probability	RSD
(in vitro) X	(in vivo) Y			
1. ส่วนประกอบทางเคมี				
NDF	DE	$Y = 15.0 - 0.126 x$	0.012	0.0564
ADL	TDN	$Y = 75.9 - 2.93 x$	0.001	0.0353
ADIN	DMD	$Y = 78.2 - 13.4 x$	0.042	1.433
OCW	DMD	$Y = 195 - 2.77 x$	0.041	1.249
OCC + Oa	DNDF	$Y = - 313 + 7.64 x$	0.011	0.5254
2. วิธีการใช้ถุในล่อน				
24h DMD	DMD	$Y = -43.6 + 1.57 x$	0.017	0.570
	DOM	$Y = - 47.0 + 1.70 x$	0.013	0.4408
48h DMD	ME	$Y = - 10.9 + 0.262 x$	0.002	0.0120
	DCP (ED)	$Y = 0.12 + 0.892 x$	0.033	0.5206
3. วิธีการวัดก๊าซ				
DOMg	TDN	$Y = - 100 + 2.69 x$	0.007	0.1894
MEg	DEE	$Y = 120 - 11.9 x$	0.039	0.5717

NDF - neutral detergent fibre (%)

ADL – acid detergent lignin (%)

ADIN – acid detergent insoluble nitrogen (gN / kgDM)

OCW – organic cell wall (%)

OCC- organic cell content (%)

Oa – organic a (%)

24hDMD – ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ 24 ชั่วโมง (%)

48hDMD – ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ 48 ชั่วโมง (%)

DCP (ED) – ปริมาณการย่อยสลายของโปรตีน (Effective degradability ,%)

MEg - พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (MJ/kg) ที่ประเมินโดยวิธีวัดก๊าซ

DOMg - การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (%) ที่ประเมินโดยวิธีวัดก๊าซ

DE - digestible energy (MJ/kg)

TDN – total digestible nutrient (%)

ME - metabolizable energy (MJ/kg)

DMD – digestible dry matter (%)

DOM – digestible organic matter (%)

DNDF – digestible NDF (%)

DCP – digestible crude protein (%)

DEE – digestible ether extract (%)

RSD - Residue standard deviation

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ในสัตว์ ของหญ้าที่ และถั่วทั้ง 3 ชนิด กับค่าDMD และ DCP ที่ประเมินเป็นค่า ED โดยวิธีใช้ถุงไนลอน และค่า DOM และ ME ที่ประเมินโดยวิธีการวัดก๊าซ (ตารางที่ 6) พบว่าในหญ้าที่ค่า DMD, DCP, DOM และ ME ที่ประเมินได้ จะมีค่าที่ใกล้เคียงกับที่ทดสอบได้ในสัตว์ คือแตกต่างกันไม่เกิน 5% ส่วนในถั่วที่พบว่าจะมีเฉพาะค่า DMD ในทองหลางเท่านั้นที่มีค่าใกล้เคียงกับในสัตว์ ส่วนค่าอื่นยังมีความแตกต่างกันมากกับค่าที่ประเมินได้จากการทดสอบในสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า DMD, DOM และ ME ในถั่วมะแฮะซึ่งมีความแตกต่างเกินกว่า 20%

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลการประเมินปริมาณโภชนะที่ย่อยได้จากการทดสอบในสัตว์ทดลอง และโดยวิธีในห้องปฏิบัติการ

ชนิดพืช	โภชนะที่ ย่อยได้	ทดสอบในแกะ (In vivo)	ทดสอบในห้องปฏิบัติการ (in vitro)	ความแตกต่าง ระหว่าง 2 วิธี (%)
หญ้าที่	DMD, %	54.31	54.97	1.22
	DCP, %	65.81	65.87	0.09
	DOM, %	57.38	59.65	3.92
	ME, MJ/kg	7.80	8.06	3.39
กระถิน	DMD, %	58.94	67.61	14.71
	DCP, %	62.39	70.12	12.39
	DOM, %	64.90	59.73	7.97
	ME, MJ/kg	9.89	8.45	14.58
ทองหลาง	DMD, %	64.88	66.09	1.86
	DCP, %	76.56	85.83	12.11
	DOM, %	69.93	59.75	14.56
	ME, MJ/kg	8.54	7.72	9.60
ถั่วมะแฮะ	DMD, %	38.63	49.05	26.97
	DCP, %	67.48	75.04	11.20
	DOM, %	41.94	51.85	23.63
	ME, MJ/kg	3.99	7.35	84.21

คำอธิบายตัวย่อจากตารางที่ 5

สรุป

1. คุณค่าทางโภชนาการของถั่วยืนต้น 3 ชนิด ได้แก่ กระถิน ทองหลวง และ ถั่วมะแฮะ ที่ทดสอบในแกะ โดยให้กินร่วมกับหญ้าหูกี่ พบว่า มีปริมาณวัตถุแห้งที่ย่อยได้ 58.9 64.9 และ 38.6% โปรตีนที่ย่อยได้ 62.4 76.6 และ 67.5% และพลังงานที่ย่อยได้ 11.62 9.85 และ 7.29 MJ/kg ตามลำดับ ในขณะที่หญ้าหูกี่ที่มีปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีน และ พลังงานที่ย่อยได้ 54.3 65.8 % และ 9.75 MJ/kg ตามลำดับ

2. เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างโภชนาการที่ย่อยได้ของถั่วยืนต้น 3 ชนิดที่ทดสอบในสัตว์ กับผลที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ส่วนประกอบทางเคมี การใช้ถุงในล่อน และการวัดปริมาณก๊าซ พบว่าส่วนประกอบทางเคมีที่มีความสัมพันธ์สูงกับค่าโภชนาการที่ย่อยได้ในสัตว์คือ NDF, ADL และ ADIP รวมทั้งค่า OCW และ OCC + Oa ที่วิเคราะห์โดยวิธีใช้เอ็นไซม์

ส่วนค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่วิเคราะห์โดยใช้ถุงในล่อน พบว่าจะมีความสัมพันธ์ ($p < 0.05$) กับค่า DMD DOM และ ME เช่นเดียวกับค่าการย่อยได้ของโปรตีนก็มีความสัมพันธ์กับค่า DCP ที่ทดสอบในสัตว์ สำหรับค่า DOM และ ME ที่ประเมินได้จากวิธีการวัดก๊าซ พบว่าจะไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า DOM และ ME ที่ประเมินได้ในสัตว์ แต่จะมีความสัมพันธ์กับค่าการย่อยได้ของโภชนาการอื่นคือ TDN และ DEE ตามลำดับ

3. เมื่อเปรียบเทียบค่าโภชนาการที่ย่อยได้ในสัตว์ทดลอง กับโภชนาการที่ย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงในล่อนและวิธีวัดก๊าซ พบว่า ค่าที่วิเคราะห์ได้จะมีความแม่นยำเมื่อใช้ในหญ้าหูกี่ แต่ในถั่วยืนต้นทั้ง 3 ชนิดส่วนใหญ่ยังมีค่าที่ค่อนข้างแตกต่างกับค่าที่ทดสอบในสัตว์มาก

ข้อเสนอแนะ

ในการที่จะได้สมการที่แม่นยำสามารถนำมาใช้ในการทำนายคุณค่าทางอาหารได้นั้น จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากทั้งจากการทดสอบในสัตว์ และในห้องปฏิบัติการ สำหรับการทดลองนี้ยังเป็นข้อมูลเพียงเล็กน้อยไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีการใดดีกว่าระหว่างการทดสอบในสัตว์ และวิธีในห้องปฏิบัติการ แต่อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองนี้ทำให้ทราบว่าทั้งส่วนประกอบทางเคมีบางค่า วิธีการวัดก๊าซ และ วิธีการใช้ถุงในล่อน ที่มีความสัมพันธ์ กับคุณค่าทางโภชนาการที่ประเมินได้จากสัตว์ทดลอง สำหรับการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีซึ่งเป็นวิธีการประเมินคุณค่าทางอาหารที่ปฏิบัติกันแพร่หลายนั้น ในการวิเคราะห์ควรจะวิเคราะห์เฉพาะรายการที่จำเป็น ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการที่ทดสอบได้จากสัตว์ทดลอง หรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมิน และในการวิเคราะห์ควรจะปรับวิธีการทดสอบให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระบบ เพื่อให้สามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นฐานข้อมูล ต่อไปได้ในภายหน้า

เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย มณีคุณย์ จีระวัชร เข็มสวัสดิ์ บัญชา สัจจาพันธ์ อนันต์ ภูสิทธิกุล วชิรินทร์ วากามะ และ จันทกานต์ อรณนันท. 2529 . โภชนะที่ย่อยได้ของใบทองหลาง. รายงานประจำปี 2529. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 161 – 166.
- ฉายแสง ไผ่แก้ว พิมพ์พร เทวาทูดี และ อุดร เสนากัสป์. 2536. คุณค่าของหญ้าที่แห้ง (หลังจากเก็บเกี่ยวเมล็ดแล้ว) 1. โภชนะที่ย่อยได้และส่วนประกอบทางเคมี. ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 12. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 298 – 315.
- ปราโมช ศีตะโกเศศ สมปอง สรวมศิริ และ กริสน์ เสือภู. 2533. การใช้ประโยชน์จากถั่วมะแฮะ เป็นแหล่งอาหารโปรตีนในสัตว์ 1. การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณค่าทางอาหาร และ ต้นทุนการผลิต. รายงานผลการวิจัยสาขาสัตว์ สัตวแพทย์ ประมง. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 หน้า 103 – 112.
- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis (12th 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) : 1483 – 1490.
- Abe, A. and T. Nakui. 1979. Application of enzymatic analysis to the prediction of digestible organic matter and to the analysis of the changes in nutritive values of forages. J. Japan Grassl. 25(3) : 231 – 240.
- Blaxter, K. L. and J. L. Clapperton. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. Br. J. Nutr. 19 : 511 – 522.
- Cheva- Isarakul, B. 1982. The composition, intake and digestibility of legume tree leaves in North Thailand. In The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds. Pp. 152 – 158. Ed. P. T. Doyle, IDP, Canberra, Australia.
- Georing, H. K. and Van Soest, P. T. 1970. In Forage Fiber Analysis. USDA, ARS., Agricultural Handbook. No. 379, Washington, D. C.

- Gupta, P. C. and K. Pradhan. 1993. Prediction of the digestibility of forages at different stages of maturity by using chemical, *in vitro* and *in vivo* methods. Proceedings of the XVII International Grassland Congress. 555 – 557.
- Kearl, L. C. 1982. Nutrients Requirement of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station. Utah State University. Logan Utah. USA. 381 pp.
- Khazaal, K., M. T. Dentinho, J. M. Ribeiro and E. R. Orskov. 1993. A comparison of gas production during Incubation with rumen contents *in vitro* and nylon bag degradability as predictors of the apparent digestibility *in vivo* and voluntary intake of hays. Anim. Prod. 57 : 105 – 112.
- Licitra, G., T. M. Hernandez and P. T. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. Anim. Sci. Technol. 57 : 347 – 358.
- Menke, K. H. and H. Stiengass. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production. Animal Research and Development. Vol 28.
- Orskov, E. L., F. D. Hovell Deb and F. Mould. 1980. The use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5 : 195 – 213.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74(10) : 3583 – 3597.
- Webster, A. J. F. 1992. The metabolizable protein system for ruminants. In Recent Advances in Animal Nutrition 1992. P 93-109. Eds. P.C. Garnsworthy, W. Haresigh and D. J. A. Cole. Butterworth – Heinemann.