ผลของการอบแห้งที่มีต่อการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนของถั่วอาหารสัตว์ยืนต้นเขตร้อนบางชนิดในกระเพาะรูเมน*

พิมพาพร พลเสน[1/] ฉายแสง ไผ่แก้ว[1/] รำไพร ใจเที่ยง[1/]

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการอบแห้งที่มีต่อการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมนของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 5 ชนิด ได้แก่ ทองหลาง ถั่วมะแฮะ ไมยราบ แคฝรั่งและกระถิน โดยการเก็บตัวอย่างส่วนใบและยอด นำมาหั่นและบดโดยทันที จากนั้นจึงแบ่งส่วนหนึ่งนำไปเก็บแช่แข็งสำหรับใช้เป็นตัวอย่างสด และที่เหลือนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 และ 100° ซ. นานข้ามคืน (16 - 17 ชั่วโมง) สำหรับใช้เป็นตัวอย่างแห้ง นำตัวอย่างสด (แช่แข็ง)และตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาทดสอบการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของโคเจาะกระเพาะโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน จากการทดลองพบว่าในตัวอย่างสด(แช่แข็ง)ทุกตัวอย่างมีปริมาณการย่อยสลาย (Effective degradability) ที่สูงใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 62 - 67 เปอร์เซ็นต์ และ 68 - 78 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนตามลำดับ ยกเว้นถั่วมะแฮะที่มีปริมาณการย่อยสลายค่อนข้างต่ำกว่าพืชอื่น ๆ คือมีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนเพียง 22 เปอร์เซ็นต์ และ 34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 60 และ 100° ซ. มีผลทำให้ค่าโปรตีนหยาบที่วิเคราะห์ได้ รวมทั้งปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมน มีค่าต่ำลงเมื่อเทียบกับในตัวอย่างสด โดยการอบที่อุณหภูมิสูง (100°ซ) จะมีผลทำให้ปริมาณการย่อยสลายลดลงมากกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำ (60 °ซ) นอกจากนี้อัตราและปริมาณการย่อยสลายที่ลดลงยังแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด โดยกระถินเป็นพืชที่มีผลกระทบจากการอบแห้งน้อยที่สุด คือมีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนลดลง 7 และ 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 60 ซ. และ 17 และ 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 100° ซ. ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วมะแฮะการอบแห้งมีผลกระทบต่อค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งมากที่สุด คือ ลดลงถึง 33 และ 76 เปอร์เซ็นต์ และแคฝรั่ง มีผลกระทบต่อค่าการย่อยสลายของโปรตีนมากที่สุด คือลดลงถึง 47 และ 54 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบตัวอย่างที่ 60 และ 100° ซ ตามลำดับ

---

* โครงการวิจัยลำดับที่ 37 - 0713 - 101

1/ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น

Effect of Drying on Ruminal Dry Matter and Protein Degradation of Some Tropical Legume Tree Forages*

Pimprpom Pholsen[1/] Chaisang Phaikaew[1/] Rumphri Chaithiang[1/]

Abstract

The experiment was conducted to determine the effect of drying on the ruminal degradability of dry matter (DM) and protein (CP) in five kinds of tropical legume tree forages i.e. *Erythrina subumbrans*, Digeon pea (*Cajanus cajan*), Desmanthus (*Desmanthus virgatus*), gliricidia (*Gliricidia sepium*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*). The leaves and tops of forage samples were collected, chopped and blended. After blending, one part of the sample was immediatly frozen, and the other two were dried at 60 and 100°C ;over nigth. The degradation of DM and CP were determined in ruminally fistulated cattle by using the nylon bag technique. With the fresh (frozen) samples, all samples exhibited high effective degradation of DM and CP (62 - 67 % for DM and 68-78% for CP). Drying at 60 and 100° C resulted in decreased crude protein content, DM and CP degradability for each forage species. The reductions increased as the temperature increased and varied among forage species. Drying effect was found to be lowest with leucaena. The reductions of the DM and protein degradabilities were 7 and 12% when drying at 60° C and 17% and 24% when drying at 100° C, respectively. The greatest effect of drying on DM degradability was with pigeon pea (33% and 76% when drying at 60 and 100°, respectively) while its effect on CP degradability was greatest with gliricidia (47% and 54% when drying at 60 and 100° C, respectively).

---

* Research Project No. 37 - 0713 - 101

1/ Khon Kaen Animal Nutrition Research Centre.

คำนำ

ในการประเมินคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์ ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการตรวจสอบมักจะนำมาอบจนแห้งและบด เพื่อสะดวกในการเก็บรักษาตัวอย่างไว้สำหรับรอการวิเคราะห์ต่อไป อย่างไรก็ตาม การนำตัวอย่างมาอบแห้งอาจทำให้การประเมินคุณค่าทางอาหารผิดไปได้ โดยเฉพาะค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนเนื่องจากความร้อนอาจทำให้สารอาหารเหล่านั้นเสียคุณสมบัติไปได้ ผลที่วิเคราะห์ได้จึงอาจแตกต่างไปจากผลที่ได้จากตัวอย่างสดที่สัตว์กินจริง การทดลองนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนของพืชอาหารสัตว์บางชนิด ในสภาพที่เป็นตัวอย่างสดและตัวอย่างที่อบแห้ง โดยทำการศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน และใช้ตัวอย่างจากพืชตระกูลถั่วยืนต้น 5 ชนิดที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นแหล่งพืชอาหารสัตว์ที่สำคัญต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งได้แก่

ทองหลาง (*Erythrina subumbrans*) เป็นถั่วที่ให้ผลผลิตในช่วงฤดูแล้งได้ดีพอสมควร ใบใช้เป็นอาหารทั้งคนและสัตว์ได้ มีความน่ากินและคุณค่าทางโภชนะสูง

แคฝรั่ง (*Gliricidia sepium*) เป็นพืชที่ใช้ทำประโยชน์ได้หลายอย่าง ไม้ใช้ทำฟืนและเครื่องเรือน สามารถปลูกเป็นรั้ว ให้ร่มเงา ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดรวมทั้งใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ สามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้เมล็ดหรือกิ่งชำ

ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) เป็นถั่วที่ทนแล้งได้ดี ปลูกกันทั่วไปเพื่อใช้บริโภคเป็นพืชผัก สามารถใช้ปลูกเป็นพืชบำรุงดินและใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ ไม่มีโรคและแมลงที่มีผลเสียต่อการผลิต

ไมยรา (*Desmanthus virgatus*) **หรือ** Desmanthus หรือที่เรียกกันแต่เดิมว่า ถั่วเฮดจ์ ลูเซอร์น เป็นถั่วประเภทเดียวกับกระถิน ปลูกง่าย โดยใช้เมล็ด ไม่มีโรคและแมลงรบกวนมากนัก สามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งได้สูงถึง 3.1 ตันต่อไร่ ใบใช้เป็นอาหารหยาบคุณภาพดี และนำมาผสมในสูตรอาหารข้นเลี้ยงไก่ได้

กระถิน (*Leucaena leucocephala*) เป็นพืชที่รู้จักกันแพร่หลายทั่วไป ใบและยอดสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับคนและใช้เลี้ยงสัตว์ได้ดี มีคุณค่าทางอาหารสูง และทนแล้ง แต่ปัจจุบันมีแมลง(เพลี้ยไก่ฟ้า) เข้าทำลายโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ได้ผลผลิตในช่วงฤดูแล้งลดลงมากหรือไม่ได้ผลผลิตเลย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. แผนการทดลอง

ศึกษาถึงผลของการอบแห้งที่มีต่อการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมนของพืชแต่ละชนิด โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำ โดยมีการอบแห้ง 3 วิธี คือ (1) อบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60° ซ. (2) อบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 100° ซ และ (3) ตัวอย่างสด (แช่แข็ง) ไม่อบ

2. การเตรียมตัวอย่างสำหรับใช้ทดสอบ

ทำการเก็บตัวอย่างถั่วทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ทองหลาง (*Erythrina subumbrans*) แคฝรั่ง (*Gliricidia sepium*) ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) ไมยรา (*Desmanthus virgatus*) และ กระถิน (*Leucaena leucocephala*) โดยเก็บส่วนใบและยอดสด ๆ ประมาณ 3 - 4 กิโลกรัม นำมาหั่นฝอยแล้วบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด (blender) จากนั้นจึงแบ่งตัวอย่างออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปเก็บแช่แข็งทันที ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 นำไปอบที่อุณหภูมิ 60° ซ และ 100° ซ โดยอบนานข้ามคืน (16 - 18 เซนติเมตร)

3. การทดสอบการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมน

ทำการทดสอบโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน (Nylon bag technique) โดยใช้ตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่เตรียมไว้ บรรจุใส่ถุงไนล่อนขนาด 8 - 13 ซม. (ขนาดของรู 58 ไมครอน) ถุงละ 3 - 4 กรัม สำหรับตัวอย่างที่อบแห้ง และ 10 กรัม สำหรับตัวอย่างสดโดยตัวอย่างสดจะทำการชั่งตัวอย่างทันทีหลังจากบดตัวอย่างเสร็จ (ก่อนที่จะนำเข้าแช่แข็ง) หลังจากบรรจุตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ใส่ถุงแล้ว มัดปากถุงและผูกรวมกันเป็นพวง แล้วนำไปผูกต่อปลายเชือกไนล่อนที่มีขนาดยาวประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร และมีโซ่ถ่วงที่ปลายนำพวงถุงไนล่อนนี้ไปจุ่มในกระเพาะรูเมนของโคเจาะกระเพาะ (Rumen cannulated steer) จำนวน 3 ตัว เป็นระยะเวลานาน 0, 4, 8, 12, 24 และ 48 เซนติเมตร โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 6 ซ้ำ คือคราวละ 2 ถุงต่อตัวอย่าง ในโคเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัว โคเจาะกระเพาะที่ใช้ทดลองเป็นโคพันธุ์บราห์มัน อายุ 6 - 7 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 420 กิโลกรัม เลี้ยงด้วยหญ้าแห้ง 3 กิโลกรัมต่อ/ตัวต่อวัน และเสริมด้วยอาหารข้น (Balance concentrate) 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบการย่อยสลาย (ทำคราวละ 1 ชนิด)

วันที่ 1 - เก็บตัวอย่างจากต้น หั่นฝอย บด แบ่งนำไปชั่งน้ำหนักใส่ลงในถุงไนล่อน พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างนำไปหาความชื้นและโปรตีนโดยทันทีก่อนที่จะนำไปแช่แข็ง และส่วนที่เหลือนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 และ 100° ซ นานข้ามคืน

วันที่ 2 นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาชั่งน้ำหนักใส่ถุงไนล่อน พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างนำไปหาความชื้นและโปรตีน

วันที่ 3 นำถุงไนล่อนที่บรรจุตัวอย่างที่เตรียมไว้ทั้งหมดไปจุ่มในกระเพาะรูเมนของโคเจาะกระเพาะ

วันที่ 3 - 5 นำถุงไนล่อนออกจากกระเพาะรูเมนตามเวลาที่กำหนด

ถุงไนล่อนหลังจากที่นำออกจากกระเพาะรูเมนแล้ว นำมาจุ่มล้างด้วยน้ำประปาล้างจนน้ำที่บีบออกจากถุงใส จากนั้นนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60° ซ จนน้ำหนักคงที่คำนวณค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Dry Matter Degradation, DMD) โดยใช้สูตร

$$\% \text{ DMD} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งที่หายไปหลังการย่อย}}{\text{น้ำหนักแห้งเริ่มต้น}} \times 100$$

นำอาหารที่เหลือในถุงมาวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์ไนโตรเจน (โดยวิธี macro-Kjeldahl) โดยรวมตัวอย่างจากโคตัวเดียวกันเข้าด้วยกัน (รวมเป็น 3 ซ้ำ) จากนั้น จึงคำนวณค่าการย่อยสลายของโปรตีน (Protein Degradation) โดยใช้สูตร

$$\% \text{ protein degradation} = \frac{\text{ปริมาณโปรตีนที่หายไปหลังการย่อย}}{\text{ปริมาณโปรตีนเริ่มต้น}} \times 100$$

4. การคำนวณค่าปริมาณการย่อยสลายของตัวอย่างในกระเพาะรูเมน

นำค่าการย่อยสลายของตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลามาเขียนกราฟเพื่อคำนวณหาปริมาณการย่อยได้โดยใช้สมการ

$$P = a + b\,(1 - e^{-ct}) \qquad \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่ค่า a, b และ c เป็นค่าคงที่ ส่วนค่า P เป็นค่าของวัตถุที่แตกตัวหรือย่อยสลายในถุงไนล่อนที่เวลา t การคำนวณค่า a, b และ c คำนวณตามวิธีของ Miller (1982) โดยคำนวณจากสมการรีเกรสชั่น ระหว่างค่า Natural log ของวัตถุที่คงเหลืออยู่ในถุงกับระยะเวลาที่จุ่มในกระเพาะรูเมน โดยที่ค่า a เป็นค่าการแตกตัวที่จุดที่เส้นกราฟของสมการเส้นตรงตัดแกน y ค่า b มีค่าเท่ากับ 100-a ส่วนค่า c คำนวณจากค่า slopของสมการ

ส่วนค่าปริมาณที่แตกตัวได้จริงในกระเพาะรูเมน หรือค่า Effective degradability (ED) นั้น คำนวณโดยใช้สูตร

$$ED = a + \frac{bc}{c+k} \qquad \text{สมการที่ 2}$$

โดยที่ค่า a, b และ c เป็นค่าเดียวกันกับที่ได้จากสมการที่ 1 ส่วนค่า k เป็นค่าอัตราการไหลผ่านของอาหารออกจากกระเพาะรูเมน (Rumen turn over rate) ซึ่งใช้ค่า 0.05 h^{-1}

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของถั่วทั้ง 5 ชนิดที่มีการอบแห้ง 60° ซ (ตามอุณหภูมิปกติที่ใช้ในการอบเพื่อเตรียมตัวอย่าง) แสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าถั่วทั้ง 5 ชนิด มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงในช่วง 19-30 เปอร์เซ็นต์ ถั่วที่มีโปรตีนหยาบสูงสุดได้แก่ไมยรา ซึ่งมีโปรตีนสูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเป็นเพราะเก็บตัวอย่างมาจากแปลงหลังคอกสัตว์ที่มีการให้ปุ๋ยและให้น้ำอย่างเต็มที่ และเป็นถั่วที่ตัดครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก ลำต้นอวบน้ำมาก ถั่วที่มีโปรตีนสูงรองลงมาได้แก่กระถิน มีโปรตีน 27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแคฝรั่งและถั่วมะแฮะมีโปรตีนที่ใกล้เคียงกันคือประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ สำหรับค่าเยื่อใยไมยราและกระถิน มีค่าเยื่อใยที่ค่อนข้างต่ำกว่าถั่วอื่นๆโดยมีค่าลิกนินเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ในทองหลางมีค่าลิกนิน 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในถั่วมะแฮะและแคฝรั่งมีค่าลิกนินสูงถึงประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์

ค่าโปรตีนหยาบของถั่วทั้ง 5 ชนิด ที่ไม่มีการอบแห้ง (สดแช่แข็ง) และอบแห้งที่ 60 และ 100°ซ แสดงในตารางที่ 2 พบว่าการอบแห้งทำให้ค่าโปรตีนหยาบลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์โปรตีนหยาบเป็นการประเมินจากค่าของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N x 6.25) ซึ่งไนโตรเจนในพืชอาหารสัตว์นอกจากจะมาจากโปรตีนแท้แล้ว ยังมาจากกรดอมิโน (amino) ที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ เอมีดส์ (amides), ยูรีดส์ (ureides), ไนเตรท (nitrate) และ แอมโมเนีย (ammonia) ซึ่งไม่ใช่โปรตีนแท้ (non-protein) ไนโตรเจนในส่วนนี้อาจมีมากถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนทั้งหมด ขึ้นกับระดับการใส่ปุ๋ยและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Hegarty and Peterson, 1973) การนำตัวอย่างไปอบแห้งอาจมีผลทำให้มีการสูญเสียของไนโตรเจนในส่วนนี้ได้ จึงทำให้ค่าโปรตีนหยาบที่วิเคราะห์ได้ลดลงโดยเฉพาะในใบทองหลางและแคฝรั่ง ซึ่งมีรายงานว่ามีปริมาณสารไนเตรทสูงกว่าพืชอื่น ๆ (งานวิเคราะห์อาหารสัตว์ 2527) อย่างไรก็ตาม การอบที่ 60 และ

และ 100° ซ ไม่ทำให้โปรตีนหยาบมีค่าแตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมี (% ของ นน.แห้ง) ของถั่วอาหารสัตว์ที่เตรียมตัวอย่างโดยการอบที่อุณหภูมิ 60° ซ

ชนิดพืช	ส่วนประกอบทางเคมี						
	OM	CP	NDF	ADF	HC	CL	ADL
ทองหลาง	90.35	22.66	49.27	30.62	18.65	20.06	10.71
ถั่วมะแฮะ	94.79	19.63	48.11	31.23	16.88	16.10	15.16
ไมยรา	90.19	30.72	31.63	22.82	8.81	14.97	6.27
แคฝรั่ง	91.83	19.24	43.84	29.47	14.73	13.37	14.93
กระถิน	91.77	27.05	28.13	16.73	11.40	10.64	6.14

OM = organic matter, CP = crude protein, NDF = neutral detergent fibre, ADF = acid detergent febre, HC = Hemicellulose (NDF-ADF)
Cl = cellulose, ADL = acid detergent lignin

ตารางที่ 2 ค่าโปรตีนหยาบ (crude protein, % ของ นน.วัตถุแห้งของถั่วอาหารอาหารสัตว์ที่มีการเตรียมตัวอย่างโดยการไม่อบ (สดแช่แข็ง) อบที่ 60แบะ100ซ

ชนิดพืช	วิธีการเตรียมตัวอย่าง			
	สดแช่แข็ง	อบ 60 ซ	อบ 100°ซ	C.V.(%)
ทองหลาง	27.40^{a}	22.66^{b}	22.96^{b}	1.2
ถั่วมะแฮะ	22.37^{a}	19.63^{b}	19.79^{b}	0.2
ไมยรา	33.47^{a}	30.72^{b}	29.62^{c}	0.5
แคฝรั่ง	22.55^{a}	19.24^{b}	18.71^{b}	1.1
กระถิน	28.72^{a}	27.05^{ab}	25.95^{b}	1.2

ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอนแสดงความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01)

ผลของการอบแห้งที่มีต่อลักษณะและปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมน

ลักษณะการย่อยสลายและปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งของถั่วทั้ง 5 ชนิด แสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 3 และ 4

(1) การย่อยสลายของวัตถุแห้ง

จากลักษณะการย่อยสลาย (รูปที่ 1) ในช่วงระยะเวลาแรก ๆ (0-4 เซนติเมตร) การย่อยสลายจะช้า จากนั้นจึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้นโดยตัวอย่างสดจะมีค่าการย่อยสลายถึงจุดสูงในช่วงเวลาที่ 24 เซนติเมตร ยกเว้นในถั่วมะแฮะที่มีการย่อยสลายช้ากว่าถั่วอื่น ๆ คือจะถึงจุดสูงสุดที่ 48 เซนติเมตร ส่วนตัวอย่างที่อบแห้งค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งจะลดต่ำลงกว่าตัวอย่างสดในทุกช่วงเวลาของการย่อย และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดที่ 48 เซนติเมตร สำหรับกระถินค่าการย่อยสลายของตัวอย่างที่อบแห้งในช่วงระยะเวลาการย่อยที่ 48 เซนติเมตร จะมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างสดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (75 vs 78 เปอร์เซ็นต์)

เมื่อคำนวณเป็นปริมาณการย่อยสลาย (effective degradability) โดยพิจารณาจากอัตราการย่อยสลายร่วมกับอัตราการไหลผ่านของอาหารออกจากกระเพาะรูเมน พบว่าในตัวอย่างสดจะมีปริมาณการย่อยสลายที่ใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 62-67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) โดยกระถินจะมีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งสูงที่สุด รองลงมาได้แก่แคฝรั่ง ไมยราและทองหลาง สำหรับถั่วมะแฮะพบว่ามีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนที่ค่อนข้างต่ำกว่าถั่วอื่น ๆ คือเพียงประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น การอบแห้งมีผลทำให้ปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งลดลงทุกตัวอย่าง โดยการอบที่อุณหภูมิ 100° ซ มีผลทำให้ปริมาณการย่อยสลายลดลงมากกว่าการอบที่ 60 ซ ยกเว้นถั่วมะแฮะ การอบที่ 60 และ 100 ซ มีผลทำให้ปริมาณการย่อยสลายที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากถั่วที่ใช้ทดลองทั้ง 5 ชนิดพบว่ากระถินเป็นถั่วที่มีการลดลงของปริมาณการย่อยสลายเนื่องจากการอบแห้งน้อยที่สุด คือมีค่าลดลงเพียง 7 และ 17 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 60 และ 100°ซ ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วมะแฮะมีอัตราการลดลงสูงสุดถึง 47 และ 54 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 60 และ 100° ซ ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (% ED of DM) ของถั่วอาหารสัตว์ที่มีการเตรียมตัวอย่างโดยการไม่อบ(สดแช่แข็ง) และอบที่ 60 และ 100 ซ

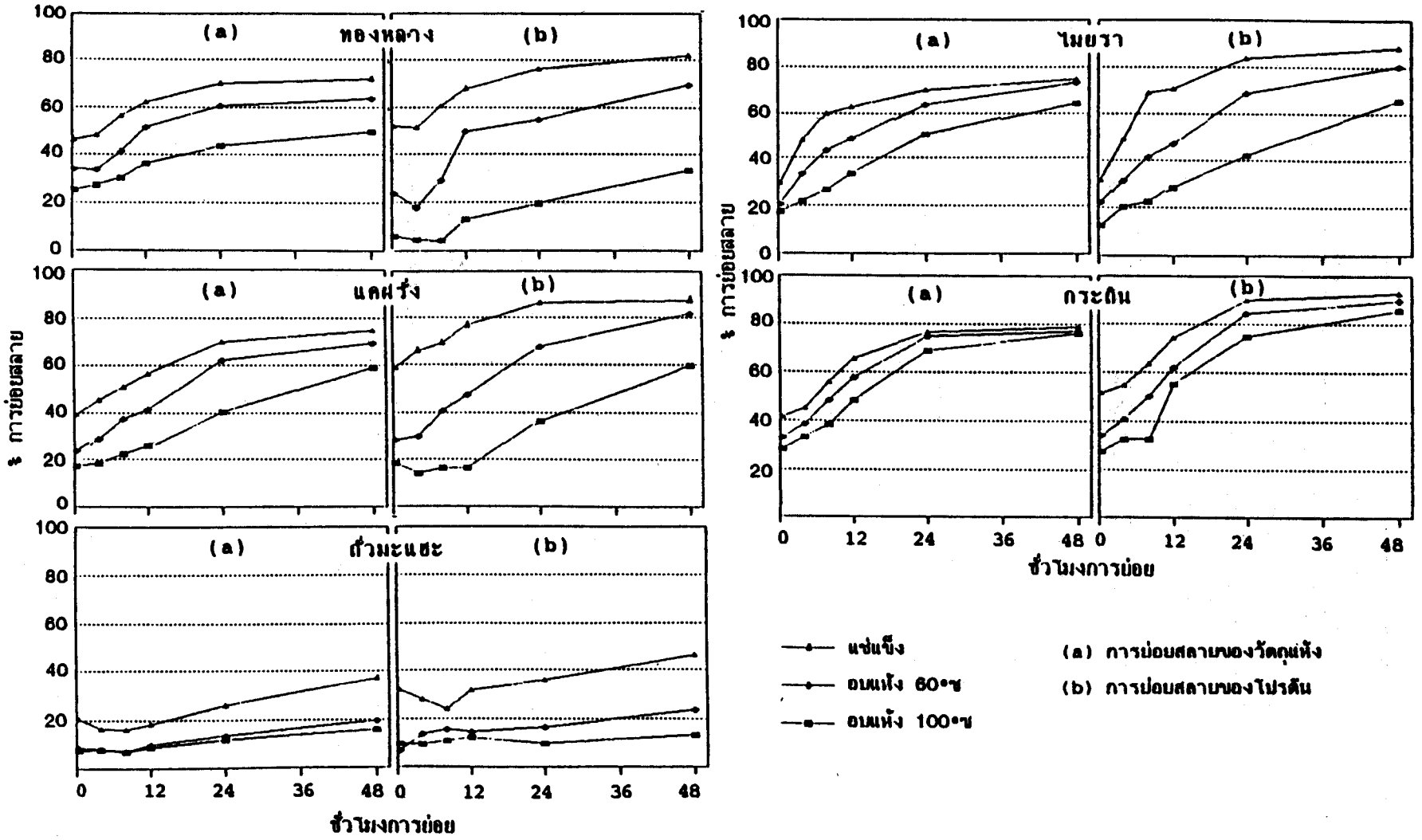
ชนิดพืช	% ED of DM				อัตราการลดลง, %	
	สดแช่แข็ง	อบ 60ซ	อบ 100ซ	CV (%)	อบ 60ซ	อบ 100ซ
ทองหลาง	61.94^{a}	50.39^{b}	33.90^{c}	2.40	18.65	45.27
ถั่วมะแฮะ	21.90^{a}	11.52^{b}	10.03^{b}	6.24	47.40	54.20
ไมยรา	63.67^{a}	53.22^{b}	41.12^{c}	2.94	16.41	35.42
แคฝรั่ง	64.40^{a}	52.94^{b}	39.31^{c}	1.44	17.33	38.62
กระถิน	66.80^{a}	62.06^{b}	55.55^{c}	1.21	7.09	16.84

ตัวเลขที่มีอักษร (a,b,c) กำกับแตกต่างกันตามแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ 4 ปริมาณการย่อยสลายของโปรตีน (% ED of CP) ของถั่วอาหารสัตว์ที่มีการเตรียมตัวอย่างโดยการไม่อบ(สดแช่แข็ง) และอบที่ 60 และ 100 ซ

ชนิดพืช	% ED of CP				อัตราการลดลง, %	
	สดแช่แข็ง	อบ 60ซ	อบ 100ซ	CV (%)	อบ 60ซ	อบ 100ซ
ทองหลาง	78.18^{a}	53.76^{b}	25.07^{c}	3.88	31.23	67.93
ถั่วมะแฮะ	34.35^{a}	16.37^{b}	11.30^{b}	3.07	52.34	67.10
ไมยรา	74.65^{a}	58.81^{b}	42.43^{c}	2.87	19.88	43.16
แคฝรั่ง	67.65^{a}	45.00^{b}	16.09^{c}	1.85	33.48	76.22
กระถิน	76.33^{a}	67.06^{b}	58.14^{c}	2.39	12.14	23.83

ตัวเลขที่มีอักษร (a,b,c) กำกับแตกต่างกันตามแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01)



รูปที่ 1 การย่อยสลายของวัตถุแห้ง(a) และโปรตีน(b) ในช่วงระยะเวลาต่างๆ กันในกระเพาะรูเมนของถั่วอาหารสัตว์ที่มีการเตรียมตัวอย่างโดยการไม่อบ (สดแช่แข็ง) อบที่ 60 และ 100 °ซ

ผลการทดลองนี้แตกต่างจากการทดลองของ Mahyuddin et al. (1988) ที่ทำการทดสอบในพืชยืนต้น 12 ชนิดและรายงานว่าเฉพาะในกระถินและแคฝรั่งเท่านั้นที่การอบแห้งไม่ว่าจะที่อุณหภูมิ 60 หรือ 100° ซ ไม่มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการทดลองนี้เป็นการทดสอบโดยประเมินจากการย่อยได้ โดยวิธีถุงไนล่อนที่ 48 ชั่วโมง ซึ่งเป็นจุดที่ค่าการย่อยสลายถึงจุดสูงสุดแล้ว ทำให้เห็นความแตกต่างได้ไม่ชัดเจน

(2) การย่อยสลายของโปรตีน

การย่อยสลายของโปรตีนมีลักษณะที่คล้ายกับการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (รูปที่ 1) แต่ปริมาณการย่อยสลายโดยเฉพาะในตัวอย่างสดจะสูงกว่า การอบแห้งมีผลทำให้ปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนลดลงเช่นเดียวกับในวัตถุแห้ง (ตารางที่ 4) แต่อัตราการลดลงจะสูงกว่า และแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด โดยกระถินมีอัตราการลดลงน้อยที่สุดคือ 12 และ 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 60 และ 100 ° ซ ตามลำดับ ในขณะที่แคฝรั่งมีอัตราการลดลงมากที่สุดคือลดลงถึง 76 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 100° ซ ดังนั้นในกระถินที่อบแห้งจึงมีปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนที่สูงกว่าปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (67 vs 62 และ 58 vs 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่อุณหภูมิ 60 และ 100° ซ ตามลำดับ) ในขณะที่ในแคฝรั่งเมื่ออบแห้งมีปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนต่ำกว่าปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (45 vs 53 และ 16 vs 39 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่อุณหภูมิ 60 และ 100° ซ ตามลำดับ)

เมื่อเปรียบเทียบค่าการย่อยสลายของถั่วทั้ง 5 ชนิดในกระเพาะรูเมนกับค่าการย่อยได้ในสัตว์ (in vivo) จากงานทดลองต่าง ๆ (ตารางที่ 5) พบว่า ในใบทองหลาง ไมยรา แคฝรั่ง และกระถิน มีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แต่สำหรับในถั่วมะแฮะพบว่ามีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนที่สูง แตกต่างจากค่าการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนที่ได้จากการทดลองนี้มาก ซึ่งอาจแสดงว่าแม้ถั่วมะแฮะจะมีค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนต่ำ แต่ก็มีการย่อยได้ในทางเดินอาหารส่วนล่างได้ดี ซึ่งการย่อยที่กระเพาะส่วนล่างโดยเฉพาะโปรตีนนั้น สัตว์จะสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าการย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน การที่ถั่วมะแฮะมีค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนต่ำ อาจจะเป็นเพราะถั่วมะแฮะมีสาร anti nutritional factor บางตัว เช่น tanin ที่ไปมีผลทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนไม่สามารถย่อยสลายอาหารได้ นอกจากนี้ถั่วมะแฮะยังมีค่าลิกนินที่ค่อนข้างสูง (15 เปอร์เซ็นต์) อาจทำให้ค่าการย่อยได้ต่ำ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาถึงผลของการอบแห้ง (ที่อุณหภูมิ 60 และ 100° ซ) ที่มีต่อการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 5 ชนิด ได้แก่ ทองหลาง ถั่วมะแฮะ ไมยรา แคฝรั่ง และกระถิน พบว่าการอบแห้งมีผลทำให้ค่าโปรตีนหยาบที่วิเคราะห์ได้ และปริมาณการย่อยสลายของทั้งวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมน มีค่าต่ำลงเมื่อเทียบกับในตัวอย่างสด โดยการ

ตารางที่ 5 ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนในสัตว์ทดลอง (in vivo) ของถั่วยืนต้นทั้ง 5 ชนิด ที่ได้จากการทดลองอื่น ๆ

ชนิดพืช	ชนิดสัตว์ทดลอง	ค่าการย่อยได้ (%)		ที่มา
		วัตถุแห้ง	โปรตีน	
ทองหลาง	แกะ	49.2	-	ชาญชัย และคณะ (2529)
ถั่วมะแฮะ	โค	65.6	69.4	ปราโมช และคณะ (2533)
ไมยรา (ตัด 30 วัน)	แกะ	53.2	85.7	ทิพา และคณะ (2536)
แคฝรั่ง	แกะ	43.1	53.5	Smith and van Houtert (1987)
	โค	57.7	55.3	
	แพะ	57.5 -58.5	-	
กระถิน	แกะ	64.1	64.8	Cheva-Isarakul (1982)
	โค	51.3	61.9	Wahyuni (1982)

สำหรับในกระถินผลของการทดลองนี้ จะสอดคล้องกับงานทดลองในสัตว์ของ Bamualim et al (1984 a; 1984 b) ที่รายงานว่าสัตว์ที่กินกระถินสดจะมีโปรตีนเพียง 34 เปอร์เซ็นต์ ที่ไหลผ่านออกจากกระเพาะรูเมน (หรือ 66 เปอร์เซ็นต์ ที่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน) และถ้าเป็นใบกระถินแห้งจะมีโปรตีนที่ไหลผ่านออกจากกระเพาะถึง 60 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนจะลดลงเหลือเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออยู่ในสภาพแห้ง

อบที่อุณหภูมิสูง (100° ซ) จะทำให้ปริมาณการย่อยสลายลดลงมากกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำ (60° ซ) นอกจากนี้อัตราและปริมาณการย่อยสลายที่ลดลงจะแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด โดยกระถินเป็นพืชที่มีผลกระทบจากการอบแห้งน้อยที่สุด คือมีปริมาณการย่อยสลายของทั้งวัตถุแห้งและโปรตีนลดลง 7 และ 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 60° ซ และ 17 และ 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบที่ 100° ซ ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วมะแฮะการอบแห้งมีผลกระทบต่อ

ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งมากที่สุดคือลดลงถึง 33 และ 76 เปอร์เซ็นต์ และแคฝรั่งมีผลกระทบต่อค่าการย่อยสลายของโปรตีนมากที่สุด คือลดลงถึง 47 และ 54 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออบตัวอย่างที่ 60 และ 100 ๐ ซ ตามลำดับ ดังนั้นในกรณีที่สัตว์กินพืชอาหารสัตว์สด ๆ ถ้าประเมินค่าการย่อยได้ของพืชนั้น โดยการนำตัวอย่างมาอบแห้งก่อนก็อาจจะทำให้ค่าที่ประเมินได้ต่ำกว่าความเป็นจริง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากความร้อนมีผลทำให้ค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนลดลง ดังนั้นในการเตรียมตัวอย่างเพื่อที่จะวิเคราะห์โดยการนำมาอบและบดนั้น ควรจะใช้อุณหภูมิที่ต่ำในการอบแห้งเพื่อให้ค่าการย่อยได้มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิมน้อยที่สุด และในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์ค่าการย่อยได้ของตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ในสภาพสด ๆ แต่จำเป็นจะต้องเตรียมตัวอย่างโดยการอบแห้งก่อนนั้น ค่าที่วิเคราะห์ได้ก็จะต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้นควรจะมีการปรับค่าให้สูงขึ้น โดยตัวเลขที่จะนำมาปรับนั้นขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิดและอุณหภูมิที่ใช้อบตัวอย่าง ซึ่งควรจะได้มีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณนิตยา วงศ์จันทร์สม ที่ได้กรุณาช่วยเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี คุณบุญชู ชมภูสอ ที่ได้ช่วยเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์และทดสอบค่าการย่อยได้ในช่วงเวลากลางคืน

เอกสารอ้างอิง

งานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์. 2527. ผลการวิเคราะห์พืชตระกูลถั่วยืนต้น. เอกสารโรเนียว 7 หน้า.

ชาญชัย มณีดุลย์ จีรวัชร์ เข็มสวัสดิ์ บัญชา สัจจาพันธ์ อนันต์ ภู่สิทธิกุล วัชรินทร์ วากะมะ และจันทกานต์ อรณนันท์. 2529. โภชนะที่ย่อยได้ของใบทองหลาง รายงานประจำปี 2529. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 161 - 166.

ปราโมช ศีตะโกเศศ สมปอง สรวมศิริ และกวิสน์ เสือภู่. 2533. การใช้ประโยชน์จากใบถั่วมะแฮะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนในสัตว์ 1.การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณค่าทางอาหาร และต้นทุนการผลผลิต. รายงานผลการวิจัย สาขาสัตว์ สัตวแพทย์และประมง. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28. 29-31 มกราคม 2533. หน้า 103 - 112.

ทิพา บุณยะวิโรจ จีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์ กานดา นาคมณี นวลมณี กาญจนพิบูลย์ และวีระพล พูนพิพัฒน์. 2536. ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสัตว์ของถั่วเฮตจ์ ลูเซอร์นที่ระยะตัดต่าง ๆ กันภายใต้ระบบการขลประทาน. รายงานประจำปี 2536. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 70 - 85.

Bamualim, A., S. Stachiw, R.J. Jones and R.M. Murray. 1984a. The effect of fresh Leucaena leucocephala as a supplement of the utilization of pasture hay by goats. Proc. Aust. Soc. Anim. Proc. 15: 259-262.

Bamualim, A., R.H. Weston, J.P. Hogan and R.M. Murray. 1984b. The contributions of Leucaena leucocephala to post ruminal digestible protein for sheep fed tropical pasture hay supplemented with urea and minerals. Proc. Aust. Soc. Anim. Proc. 15:255-258.

Cheva-Isaraku, 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.

Hegarty, M.R. and R.W. Peterson. 1973. Free amino acids, bound amino acids, animes and ureides. In Chemistry and Biochemistry of Harbages. pp. 1-62. eds. G.W. Butter and R.W. Bailey. Acadamic Press. Vol 1, London and New York. Cited by Norton, 1982.

Mahyuddin, P., D.A. Little and J.B. Lowry. 1988. Drying treatment drastically affects feed evaluation and feed quality with certain tropical forage species. Anim.Feed Sci. Technol. 22 : 69 - 78.

Miller, E.R. 1982. Protein contribution of feedstuffs for ruminants. In Methods for Assessing Proteins for Ruminants Including Labolatory Methods. pp.18-35. eds E. L.Miller, I.M.Pike and A. J.H. van Es Butterworths, London.

Smith. O.B. and M.F. Van Houtert. 1987. The feeding value of Gliricidium sepium, a review. World Anim. Rev. 62:57-68.

Wahyuni, S.,E. S. Yulianti, W. Komara, N.G. Yates, J.M. Obst and J.B. Lowry. 1982. The performance of angole cattle offered either grass, sun-dry leucaena leucocephala or varying proportions of each. Tropical Anim. Production. 7 : 275 - 282.