

การย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งและโปรตีนของ ถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนา ในกระเพาะรูเมน*

พินพาทร เทวาคี^{1/} ฉายแสง ไผ่แก้ว^{1/} วชิรินทร์ นพภักดี^{1/}

บทคัดย่อ

จากการศึกษาถึงลักษณะและปริมาณการย่อยสลายของวัตถุดิบแห้ง (DM) และโปรตีนในกระเพาะรูเมนของถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนาตัดที่ 45 และ 75 วัน เปรียบเทียบกับกระถิน (ใบและยอด) ทำการทดสอบโดยวิธีใช้ถุงในล่อนบรรจุตัวอย่างอาหาร สอดเข้าไปจุ่มไว้ในกระเพาะรูเมนของโคเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัว เป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน ผลการทดลองพบว่าเมื่อประเมินการย่อยสลายเป็นค่า effective degradability (ED) โดยคำนึงถึงอัตราการไหลผ่านและการแตกตัวของอาหารในกระเพาะรูเมน ทั้งถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนาตัดที่ 45 วัน มีค่า ED ของวัตถุดิบที่ไม่แตกต่างกันและสูงกว่า ($P < 0.05$) กระถินและถั่วตัดที่ 75 วัน (เฉลี่ย 52.9 % vs 39.1%)

สำหรับการย่อยสลายของโปรตีน เมื่อประเมินเป็นค่าของไนโตรเจนที่แตกตัวในกระเพาะรูเมน (RDN) พบว่า ทั้งถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนาตัดที่ 45 วัน สามารถให้ค่า RDN สูงถึง 16.9 และ 19.9 gN/kgDM ตามลำดับ ซึ่งมากเกินไปพอสำหรับความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ส่วนถั่วที่ตัดที่อายุ 75 วัน พบว่า ให้ค่า RDN ที่ต่ำกว่า ($P < 0.05$) คือเพียง 8.9 และ 10.5 gN/kgDM ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับกระถินแม้ว่าจะมีโปรตีนสูงแต่สามารถให้ RDN เพียง 11.6 gN/kgDM อย่างไรก็ตาม ก็ยังเป็นปริมาณที่เกินพอสำหรับความต้องการของจุลินทรีย์ เนื่องจากกระถินมีการแตกตัวของ DM ในกระเพาะรูเมนที่ช้าและน้อยกว่าถั่วทั้งสองชนิด

ในแง่ของแหล่งโปรตีน (N) กระถินยังมีคุณค่าที่ดีกว่าถั่วทั้ง 2 ชนิด เพราะนอกจากจะให้ RDN ที่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและยังมีส่วนที่เหลืออีกเล็กน้อยแล้ว กระถินยังให้โปรตีนที่สามารถย่อยได้ในกระเพาะส่วนล่างในปริมาณที่สูงกว่า (14.3 % vs 8.1 - 4.9 %)

* โครงการวิจัยลำดับที่ 34-1308-20

1/ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น

Dry Matter and Protein Degradation of *Stylosanthes hamata* cv. Verano and *Alysicarpus vaginalis* in Rumen*

Pimpaporn Devahuti^{1/}

Chaisang Phaikaew^{1/}

Wacharin Boonbukdee^{1/}

Abstract

The ruminal degradation of dry matter (DM) and protein (or nitrogen, N) in *Stylosanthes hamata* cv. Verano (VS) and *Alysicarpus vaginalis* (AV) harvested at 45 and 75 days after germination and *Leucaena leucocephala* leaves and tops (LL), as a comparison, were studied by using the nylon bag technique. Nylon bags containing forage samples were incubated in the rumen of three rumen fistulated steers for various periods and the bag residues were analysed and determined for the degradability. The DM degradation expressed as effective rumen degradability (ED) in both VS and AV were similar and significantly higher than those cut at 75 days and LL (average 52.9% vs 39.1%).

The protein degradation expressed as ruminal degradable nitrogen (RDN) were also high in VS and AV cut at 45 days (16.9 and 19.9 gN/kgDM, respectively). These values were exceeded the N requirement of the microbes in the rumen. In the VS and AV cut at 75 days, the RDN values were dropped to 8.9 and 10.5 gN/kgDM, respectively which were only marginal lower than the microbial requirement. For LL, although it contained high protein content, the RDN was only 11.6 gN/kgDM. However, this value was still exceeded the N microbial requirement as the degradation of DM in LL was low. As a source of protein, LL exhibited superior value as it was not only able to supply RDN in excess the microbial requirement, it also supplied the higher quantity of digestible undegradable protein than those of VS and AV (14.3% vs 8.1 - 4.9%).

* Research Project No. 34-1308-20

^{1/} KhonKaen Animal Nutrition Research Centre.

คำนำ

ในการประเมินคุณค่าของพืชอาหารสัตว์ อัตราการย่อยได้ของวัตถุดิบในกระเพาะรูเมน เป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งที่บ่งชี้ถึงคุณค่าของพืชอาหารสัตว์นั้น พืชอาหารสัตว์ที่มีการย่อยสลายได้สูง สัตว์จะสามารถกินได้ในปริมาณที่สูงกว่า และนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าพืชอาหารสัตว์ที่มีการย่อยได้น้อย ลักษณะและปริมาณการแตกตัวของโปรตีนในกระเพาะรูเมนยังเป็นตัวที่อาจบ่งชี้ได้ว่าพืชอาหารสัตว์เหล่านี้ สามารถใช้เป็นแหล่งของไนโตรเจนให้แก่จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Rumen degradable nitrogen, RDN) ได้มากน้อยเพียงใด และมีส่วนที่ไม่ย่อยสลายที่สามารถผ่านไปสู่กระเพาะส่วนล่าง (Undegradable dietary protein, UDP) ซึ่งเป็นประโยชน์โดยตรงต่อสัตว์ได้เพียงใด การประเมินคุณค่าทางอาหารสัตว์ในลักษณะนี้ยังมีข้อมูลอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะในพืชอาหารสัตว์เขตร้อน การทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาถึงการย่อยสลายของวัตถุดิบและโปรตีนในกระเพาะรูเมนของวัวเวอรานและถั่วลิสงนา ซึ่งเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีความสำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่แล้ง ทนต่อการเหยียบย่ำ ทะเล็ม และมีปริมาณโปรตีนสูง โดยทำการทดลองเปรียบเทียบกับกระถิน ซึ่งจัดว่าเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างสำหรับใช้ทดสอบ

ตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลองได้แก่ ถั่วเวอราน (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) และถั่วลิสงนา (*Alysicarpus vaginalis*) นั้น เป็นถั่วที่ปลูกในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2534 และตัด (สูงจากพื้น 10 ซม.) ที่อายุ 45 และ 75 วัน หลังเมล็ดงอก (ในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2534) สำหรับกระถิน ซึ่งใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบนั้น ใช้กระถินพันธุ์ Cunningham ที่เก็บเกี่ยวจากสวนใบและยอดในช่วงเดือนกันยายนของปีเดียวกัน ตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่เก็บเกี่ยวแล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนแห้งสนิท แล้วบดผ่านตระแกรงขนาด 2 มม. และเก็บรักษาไว้ใช้เป็นตัวอย่างสำหรับทดสอบต่อไป

2. การทดสอบการย่อยสลายของวัตถุดิบและโปรตีนในกระเพาะรูเมน

ทำการทดสอบโดยวิธีใช้ถุงไนลอน (Nylon bag technique) โดยใช้ตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่บดเตรียมไว้ บรรจุใส่ถุงไนลอนขนาด 8x13 ซม. (ขนาดของรู 58 ไมครอน) ถูกละ 3-4 กรัม มัดปากถุงผูกรวมนั้นเป็นพวง แล้วนำไปผูกต่อปลายเชือกไนลอนที่มีขนาดยาวประมาณ 20-30 ซม. และมีโซ่ถ่วงที่ปลาย นำพวงถุงไนลอนนี้ไปจุ่มในกระเพาะรูเมนของโคเจาะกระเพาะ

(Rumen cannulated steer) จำนวน 3 ตัว เป็นระยะเวลา 0, 4, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชม. โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 6 ชั่วโมง คือคราวละ 1 ถังต่อตัวอย่างในโค เจาะ กระเพาะจำนวน 3 ตัว และทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง (2 ช่วงเวลา) โคเจาะกระเพาะที่ใช้ทดลอง เป็นโคพันธุ์บราห์มัน อายุ 4-5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 420 กก. เลี้ยงด้วยหญ้าแห้ง 3 กก./ตัว/วัน และเสริมด้วยอาหารข้น (Balance concentrate) 2 กก./ตัว/วัน

ถังในถังหลังจากที่นำออกจากกระเพาะรูเมนแล้ว นำมาจุ่มล้างด้วยน้ำประปาในถัง 3 ครั้ง จนน้ำที่ล้างใส จากนั้นนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ คำนวณ ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Dry Matter Degradation, DMD) โดยใช้สูตร

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

นำอาหารที่เหลือในถังมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (โดยวิธี macro-Kjeldahl) และเส้นใย ซึ่งได้แก่ cell wall (Neutral detergent fibre, NDF) ลิกโน-เซลลูโลส (Acid detergent fibre, ADF) และ ลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) โดยวิธีของ Georing and Soest (1970) เพื่อคำนวณหาอัตราการย่อยสลายของ ไนโตรเจนและเส้นใย

3. การคำนวณค่าปริมาณการย่อยสลายของตัวอย่างในกระเพาะรูเมน

นำค่าการย่อยสลายของตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลา มาเขียนกราฟเพื่อคำนวณหา ปริมาณการย่อยได้โดยใช้สมการ

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

โดยที่ค่า a, b และ c เป็นค่าคงที่ ส่วนค่า P เป็นค่าของวัตถุที่แตกตัวหรือย่อยสลายในถังในถังที่เวลา t

การคำนวณค่า a, b และ c คำนวณโดย 2 วิธีคือ

(1) วิธีของ Orskov *et al.* (1980) โดยที่ค่า

- a เป็นค่าการแตกตัวของวัตถุที่เวลา 0 ชั่วโมง
- b เป็นค่าการแตกตัวได้สูงสุดของวัตถุในกระเพาะรูเมน
- c เป็นอัตราการแตกตัวของวัตถุในส่วนของ b โดยคำนวณจากลักษณะของเส้นกราฟ ซึ่งประเมินด้วยสายตา

(2) วิธีของ Miller (1982) โดยคำนวณจากสมการรีเกรสชั่น ระหว่างค่า Natural log ของวัตถุที่คงเหลืออยู่ในถังกับระยะเวลาที่จุ่มในกระเพาะรูเมน โดยที่ค่า a เป็นค่าการแตกตัวที่จุดเส้นกราฟของสมการเส้นตรงตัดแกน y ค่า b มีค่าเท่ากับ 100-a ส่วนค่า c คำนวณจากค่า slop ของสมการ

ส่วนค่าปริมาณที่แตกตัวได้จริงในกระเพาะรูเมน หรือค่า Effective degradability (ED) นั้น คำนวณโดยสูตร

$$ED = a + \frac{bc}{c+k}$$

สมการที่ 2

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

สำหรับค่า RDN นั้น คำนวณจากค่าการแตกตัวของ N (สมการที่ 1) โดยใช้เวลาช่วงที่มีการแตกตัวของวัตถุแห้ง (ED of DM) ไปแล้ว 90% ตามวิธีของ Negi *et al.* (1988, 1989)

คำนวณค่าความแปรปรวนของข้อมูล และการห้อยสลายของพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิด โดยวิธี One way analysis of variance และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี LSD

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากส่วนประกอบทางเคมี (ตารางที่ 1) พบว่า ถั่วทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณเชื้อไฮสสูงขึ้นเมื่อพืชมีอายุสูงขึ้น โดยมีปริมาณ NDF เพิ่มขึ้นจาก 47.0 เป็น 56.6 % และ 42.2 เป็น 51.5 % ในถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนา ตัดที่ 45 และ 75 วัน ตามลำดับ โดยที่ในถั่วเวอร์ราโน สัดส่วนของ Hemicellulose (NDF - ADF) เมื่อคิดเป็นร้อยละของเชื้อไฮสทั้งหมดจะลดลง แต่ Cellulose (ADF - ADL) และ Lignin (ADL) จะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ในถั่วลิสงนาสัดส่วนของ Hemicellulose จะสูงขึ้น Cellulose ลดลง และ Lignin มีสัดส่วนที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก สำหรับโปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) พบว่า มีค่าต่ำลงเมื่อพืชมีอายุเพิ่มมากขึ้น โดยทั่วไปแล้ว เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบทางเคมีที่อายุการตัดเท่ากัน ถั่วเวอร์ราโนมีแนวโน้มว่าจะมีคุณภาพที่ต่ำกว่าถั่วลิสงนาเล็กน้อย คือมีปริมาณเชื้อไฮสสูงกว่า และปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่า สำหรับกระถินซึ่งเป็นพืชเปรียบเทียบนั้นพบว่า มีปริมาณเชื้อไฮสที่ต่ำกว่าและโปรตีนที่สูงกว่าถั่วทั้ง 2 ชนิด ไม่ว่าจะตัดที่ 75 หรือ 45 วัน

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมี(% ของ นน.แห้ง)ของตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนประกอบทางเคมี (% ของวัตถุดิบแห้ง)	ถั่วเวอร์ราโน		ถั่วลิสงนา		กระถิน (ใบและยอด)
	ตัด		ตัด		
	45 วัน	75 วัน	45 วัน	75 วัน	
Organic matter(OM)	88.68	88.99	93.20	93.00	92.81
Crude protein(CP)	19.24	12.55	21.70	15.47	24.89
NDS	53.01	43.41	57.82	48.50	61.81
NDF	46.99	56.59	42.18	51.50	38.19
ADF	32.59	43.61	34.63	40.35	28.91
Hemicellulose	14.40	12.98	7.55	11.15	9.82
Cellulose	28.06	36.39	28.68	32.65	18.27
Lignin (ADL)	4.53	7.22	5.95	7.70	10.64

NDS - neutral detergent soluble.

ADL - acid detergent lignin.

NDF - neutral detergent fibre.

Hemicellulose = NDF - ADF.

ADF - acid detergent fibre.

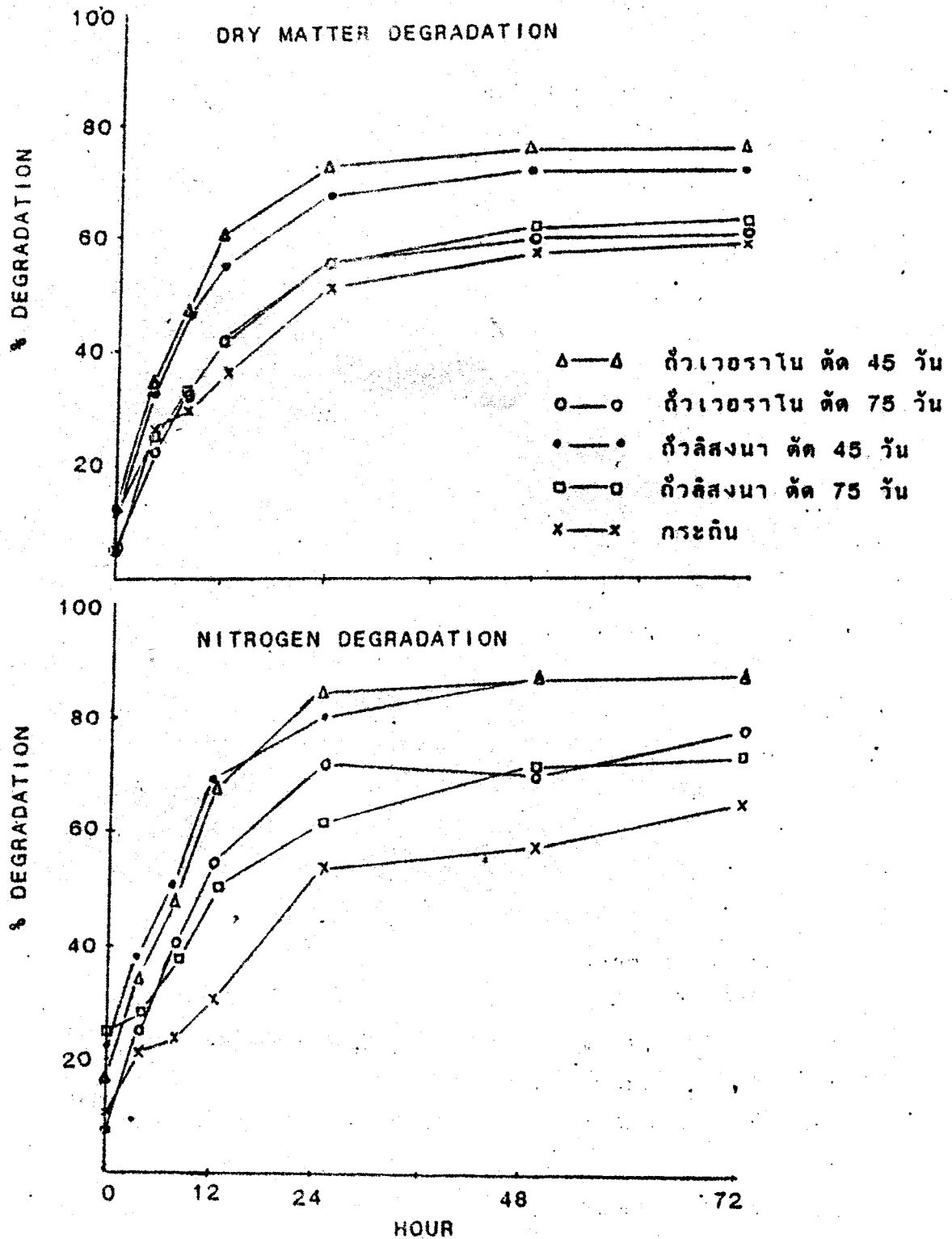
Cellulose = ADF - ADL.

ลักษณะและปริมาณการย่อยสลายของวัตถุดิบ ไปรติน และเฮียวไฮนกระเพาะรูเมน

1. การย่อยสลายของวัตถุดิบ

ทั้งถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนา มีลักษณะการแตกตัวหรือการย่อยสลายของวัตถุดิบที่คล้ายกัน (รูปที่ 1) คือ มีการแตกตัวถึงจุดสูงสุดที่ 24 ชม. ยกเว้นถั่วลิสงนาตัดที่ 75 วัน มีการย่อยสลายที่ช้ากว่าคือถึงจุดสูงสุดที่ 48 ชม. สำหรับกระถินซึ่งใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบนั้น มีลักษณะการแตกตัวที่ช้ากว่าถั่วทั้ง 2 ชนิด โดยเฉพาะในช่วง 4-8 ชม. และมีการย่อยสลายถึงจุดสูงสุดที่ 48 ชม. เช่นเดียวกับถั่วลิสงนาตัดที่ 75 วัน

จากการคำนวณค่า a, b และ c ตามวิธีของ Orskov *et al.* และ Miller ปรากฏว่าเมื่อนำมาคำนวณค่าปริมาณการแตกตัวในกระเพาะรูเมน (ED) ตามสมการที่ 2 โดยใช้ค่า 0.05 h^{-1} เป็นค่าอัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมน พบว่า ให้ค่าที่ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ตามตารางที่ 2 ดังนั้น จึงใช้ค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 วิธีมาพิจารณาจากการทดลองพบว่า ถั่วทั้ง 2 ชนิดที่อายุการตัดเท่ากันจะมีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุดิบใน



รูปที่ 1 การย่อยสลายของวัตถุดิบแห้ง (Dry Matter Degradation) และไนโตรเจน (Nitrogen Degradation) ที่ช่วงระยะเวลาต่างๆ กันในกระเพาะรูเมน ของถั่วเวอราโน ถั่วลิสงนา และกระถิน

กระเพาะรูเมนที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แม้ว่าถั่วลิสงนาเมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบทางเคมี จะมีแนวโน้มว่ามีคุณภาพที่ดีกว่า ปริมาณการย่อยสลายของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด เมื่อตัดที่อายุ 45 วัน มีค่าเฉลี่ย 52.88% ซึ่งสูงกว่า ($P < 0.05$) ปริมาณการย่อยสลายที่อายุการตัด 75 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 40.30 % สำหรับกระณินพบว่าปริมาณการย่อยสลายของวัตถุดิบต่ำที่สุดคือเหียง 36.66 % ซึ่งไม่แตกต่าง ($P > 0.05$) กับถั่วที่ตัดที่อายุ 75 วัน

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการย่อยได้ในแกะทดลองโดยวิธี Total Collection ใน ถั่วเวอร์ราโน ฉางแสง และคณะ (2527) รายงานว่าถั่วเวอร์ราโนตัดที่อายุ 45 วัน (CP 18.1%, NDF 52.8%, ADF 42.6%) และที่ 75 วัน (CP 13.8%, NDF 55.1%, ADF 44.6%) มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีค่า 55.0 และ 50.7 % ตามลำดับ ในขณะที่การย่อยสลายของวัตถุดิบทั้งในกระเพาะรูเมนจากการทดลองนี้ มีค่าแตกต่างกันทางสถิติคือ 54.5 และ 39.7 % สำหรับถั่วเวอร์ราโนตัดที่ 45 และ 75 วัน ตามลำดับ ส่วนในถั่วลิสงนา จินดา และคณะ (2520) รายงานว่า การย่อยได้ของถั่วลิสงนา เมื่อตัดที่อายุ 50 วัน (CP 15.1% NDF 51.9%, ADF 47.1%) และที่อายุ 80 วัน (CP 12.9%, NDF 62.2%, ADF 57.3%) มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบทั้ง 44.0 และ 38.5 % ตามลำดับ ในขณะที่ผลจากการทดลองนี้มีค่าการย่อยสลายของวัตถุดิบทั้งในกระเพาะรูเมนเท่ากับ 51.3 และ 40.09 % สำหรับถั่วลิสงนาตัดที่อายุ 45 และ 75 วัน ตามลำดับ

2. การย่อยสลายของโปรตีน (หรือ ไนโตรเจน, N)

ทั้งถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนา มีลักษณะการย่อยสลายของโปรตีนหรือ N ที่คล้ายกับการย่อยสลายของวัตถุดิบ (รูปที่ 1) คือเริ่มมีการย่อยสลายถึงจุดสูงสุดที่ 24 ชม. ยกเว้นถั่วลิสงนาตัดที่ 75 วัน ซึ่งมีการย่อยสลายสูงสุดที่ 48 ชม. สำหรับกระณินพบว่าการย่อยสลายของ N อย่างช้า ๆ ในช่วงแรก (4-12 ชม.) และค่อยสูงขึ้นในช่วงหลังโดยถึงจุดสูงสุดที่ 72 ชม. ซึ่งช้ากว่าการแตกตัวของวัตถุดิบซึ่งถึงจุดสูงสุดที่ 48 ชม. ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Aii and Stobbs (1980) ซึ่งรายงานว่าการย่อยสลายของ N ในกระณินที่ช่วงเวลา 12 ชม. จะมีค่าเหียง 16 % และเพิ่มสูงขึ้นถึง 60% ในช่วง 72 ชม.

จากลักษณะการย่อยสลายของ N เมื่อคำนวณเป็นปริมาณการย่อยสลาย (ตามสมการที่ 2) พบว่าถั่วทั้งสองชนิดมีปริมาณการแตกตัวของ N ที่คล้ายกับปริมาณการแตกตัวของวัตถุดิบ คือที่อายุการตัดเท่ากันมีปริมาณการแตกตัวของ N ที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) และถั่วที่ตัดอายุ 45 วัน จะมีปริมาณการแตกตัวของ N สูงกว่า ($P < 0.05$) ที่ 75 วัน คือเฉลี่ย 62.27% และ 48.28 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การแตกตัวของ N พบว่ามีสัดส่วนที่สูงกว่าการแตกตัวของวัตถุดิบ แต่สำหรับในกระณินพบว่า นอกจากจะมีปริมาณการแตกตัวที่ต่ำกว่าถั่วทั้งสองชนิดแล้ว ปริมาณการแตกตัวของ N ยังอยู่ในสัดส่วนที่ต่ำกว่าการแตกตัวของวัตถุดิบเล็กน้อย (34.38% vs 36.66%)

ตารางที่ 2 ปริมาณการแตกตัวของ (ED, %) ของวัตถุแห้ง (DM) และไนโตรเจน (N) ของ
ถั่วเวอร์ราโน ถั่วลิสงนา และกระถิน ในกระเพาะรูเมน คำนวณโดยวิธีของ (1)
Miller(1982) และ (2) Orskor et al.(1980)

	ED of DM			ED of N		
	(1)	(2)	avg.*	(1)	(2)	avg.*
ถั่วเวอร์ราโน ตัด 45 วัน	54.48 ^a	54.46 ^a	54.47	63.30 ^a	59.72 ^{a,b}	61.51
ตัด 75 วัน	38.81 ^{c,d}	40.59 ^b	39.70	49.79 ^b	50.03 ^{a,b}	49.91
ถั่วลิสงนา ตัด 45 วัน	50.31 ^a	52.30 ^a	51.30	63.96 ^a	62.12 ^a	63.04
ตัด 75 วัน	40.52 ^c	41.31 ^b	40.91	48.83 ^b	44.50 ^c	46.66
กระถิน(ใบและยอด)	36.11 ^d	37.21 ^b	36.66	35.48 ^c	33.29 ^d	34.38

* ไม่มีความแตกต่าง ($P > 0.05$) ระหว่างการคำนวณโดยวิธีที่ (1) และวิธีที่ (2)
อักษร (a, b, c และ d) ตามแถวตั้งต่างกัน แสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$) ระหว่างตัว
อย่างพืช

3. การย่อยสลายของเชื้อไฮ

เนื่องจากที่ 48 ชม. เป็นช่วงที่ตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลองทุกชนิด มีการย่อย
สลายของวัตถุแห้งถึงจุดสูงสุดแล้ว (รูปที่ 1) ดังนั้น จึงนำตัวอย่างที่เหลือในถุงในล่อนเฉพาะที่
48 ชม. มาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อไฮ และเนื่องจากที่ 0 ชม. คือหลังจากนำถุงในล่อนบรรจุ
ตัวอย่างมาจุ่มและล้างทันทีด้วยน้ำตามวิธีการปกติ พบว่า มีเชื้อไฮบางส่วนที่สามารถลอดผ่านถุงไป
ได้ในระหว่างการล้างทำให้ค่าการแตกตัวของเชื้อไฮบางค่าที่ 0 ชม. มีค่าติดลบซึ่งผิดไปจาก
ความเป็นจริง ดังนั้น การคำนวณค่าการย่อยสลายของเชื้อไฮจึงคิดเทียบจากที่ 0 ชม. จากผล
การทดลอง (ตารางที่ 3) พบว่า การย่อยสลายของเชื้อไฮเกือบทุกชนิดจะต่ำลงเมื่อพืชมีอายุสูง
ขึ้น เช่นเดียวกับการย่อยสลายของวัตถุแห้งและ N ยกเว้นในถั่วลิสงนาการย่อยสลายของ ADF
และเซลลูโลส จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อพืชมีอายุเพิ่มจาก 45 วันเป็น 75 วัน ส่วนกระถินซึ่งเป็นพืช
เปรียบเทียบกับนั้นพบว่า มีการย่อยสลายของเชื้อไฮทุกชนิด (ยกเว้นเซลลูโลส) ที่ต่ำกว่า ซึ่งอาจ
เป็นเพราะกระถินมีปริมาณลิกนินที่สูงกว่าถั่วทั้ง 2 ชนิด (ตารางที่ 1) สำหรับค่าการย่อยสลาย
ของลิกนิน (ADL) นั้นพบว่า ในทุกตัวอย่างมีค่าการย่อยสลายต่ำ มีความแปรปรวนสูงและมีรูปแบบ
ที่ไม่แน่นอน ตามปกติแล้วจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจะไม่สามารถใช้ลิกนินซึ่งเป็น polymer ของ
สารพวก phenolic compounds เป็นแหล่งของพลังงานได้ และลิกนินซึ่งเป็นส่วนประกอบ
ของผนังเซลล์ยังเป็นตัวขัดขวางทำให้การย่อยได้ของเชื้อไฮต่ำลง แต่อย่างไรก็ตาม ลิกนินสามารถ
ถูกปลดปล่อยออกมาละลายน้ำได้ เมื่อมีการย่อยสลายของเชื้อไฮโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน
(Aken and Benner, 1988) ทำให้มีการย่อยสลายของลิกนินเกิดขึ้นได้

ตารางที่ 3 การย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งและเยื่อใย(% ของวัตถุดิบแห้ง) ของถั่วเวอร์ราโน ถั่วลิสงนา และกระถินที่ 48 ชม. ในกระเพาะรูเมน โดยคำนวณเปรียบเทียบกับค่าการย่อยสลายที่ 0 ชม.

	DM	NDF	ADF	ADL	Hemi Cellulose	Cellulose
ถั่วเวอร์ราโน						
ตัด 45 วัน	72.89 ^a	62.25 ^a	61.43 ^a	39.27 ^a	64.47 ^a	67.18 ^a
ตัด 75 วัน	60.35 ^c	47.21 ^c	49.23 ^b	12.86 ^c	41.26 ^b	57.78 ^b
ถั่วลิสงนา						
ตัด 45 วัน	67.90 ^b	60.14 ^a	59.66 ^a	31.97 ^{ab}	62.19 ^a	67.32 ^a
ตัด 75 วัน	58.36 ^c	55.34 ^b	58.80 ^a	37.13 ^a	43.83 ^b	66.36 ^a
กระถิน	57.33 ^c	40.20 ^d	45.54 ^c	28.04 ^b	17.46 ^c	67.23 ^a
Pooled SD.	1.60	1.59	1.88	4.18	3.35	2.12

อักษร (a, b, c และ d) ตามแถวตั้งต่างกันแสดงความแตกต่าง ($P < 0.05$) ระหว่างพืช

DM = dry matter

NDF = neutral detergent fibre,

ADF = acid detergent fibre

ADL = acid detergent lignin

ถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนาเมื่อใช้เป็นแหล่งของโปรตีน

จากลักษณะการแตกตัวของโปรตีนในกระเพาะรูเมนเมื่อคำนวณเป็นค่าของ N ที่แตกตัวในกระเพาะรูเมนหรือค่า RDN โดยกำหนดค่าการแตกตัวของ N (ED of N) ในช่วงเวลาที่มีการแตกตัวของ DM ไปแล้ว 90% (.90 ED of DM) ตามตารางที่ 4 พบว่าถั่วลิสงนาตัดที่ 45 วัน สามารถให้ N ในกระเพาะรูเมนสูงสุดคือ 19.9 gN/kgDM (หรือ 57% ของ N ทั้งหมด) รองลงมาได้แก่ถั่วเวอร์ราโนตัด 45 วัน (16.9 gN/kgDM หรือ 55% ของ N ทั้งหมด) ถั่วลิสงนาตัด 75 วัน (10.5 gN/kgDM หรือ 42 % ของ N ทั้งหมด) และถั่วเวอร์ราโนตัด 75 วัน (8.9 gN/kgDM หรือ 45 % ของ N ทั้งหมด) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ปริมาณ N (g/kgDM) ที่แตกตัวในกระเพาะรูเมน (RDN), ส่วนที่ไม่แตกตัวในกระเพาะรูเมน (UDN) และส่วนที่ไม่แตกตัวที่สามารถย่อยสลายได้ในกระเพาะส่วนล่าง (DUN) ของถั่วเวอร์ราโน ถั่วลิสงนา และกระถิน

	crude protein	N	RDN			UDN	ADFN	DUN
			(1)	(2)	avg.			
ถั่วเวอร์ราโน								
ตัด 45 วัน	192.4	30.78	17.76 ^d	16.01 ^c	16.88	13.90	0.82	13.08 ^c
ตัด 75 วัน	125.5	20.08	9.13 ^a	8.77 ^a	8.77	11.13	3.23	7.90 ^a
ถั่วลิสงนา								
ตัด 45 วัน	217.0	34.72	20.51 ^c	19.21 ^d	19.86	14.86	2.68	12.18 ^b
ตัด 75 วัน	154.7	24.75	11.08 ^b	9.93 ^{ab}	10.50	14.25	1.82	12.43 ^b
กระถิน	248.9	39.82	12.45 ^c	10.73 ^b	11.59	28.23	5.33	22.90 ^d

อักษร (a, b, c และ d) ตามแถวตั้งต่างกันแสดงความแตกต่าง ($p < 0.05$) ระหว่างพืช

RDN = Rumen degradable nitrogen

UDN = Undegradable dietary nitrogen

ADFN = Acid detergent fibre linked nitrogen

DUN = Digestible undegradable nitrogen (UDN-ADFN)

(1) คำนวนโดยวิธีของ Miller (1982)

(2) คำนวนโดยวิธีของ Orskov *et al.* (1980)

ส่วนค่าของโปรตีน ($N \times 6.25$) ที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนและสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง (Digestible undegradable nitrogen, DUN) ซึ่งคำนวณจากค่าของโปรตีน (N) ที่ไม่แตกตัวในกระเพาะรูเมน (Total N-RDN) ลบจากค่า N ที่ติดอยู่ในส่วนของ ADF (ADFN) โดยกำหนดว่า ADFN เป็นส่วนของ N ที่มีการย่อยได้ต่ำ สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ (van Soest, 1982) จากการคำนวณโดยวิธีดังกล่าวพบว่า ถั่วเวอร์ราโนตัด 45 วัน ถั่วลิสงนาตัด 45 และ 75 วัน มีค่า DUN ที่ใกล้เคียงกันคือ 12-13 gN/kgDM (หรือ 8.1-7.5 %CP) ส่วนถั่วเวอร์ราโนตัดที่ 75 วัน มีค่า DUN ต่ำสุดคือเพียง 7.9 gN/kgDM หรือ 4.9% CP สำหรับกระถินแม้จะมีโปรตีนสูง (24.89%) แต่มีการแตกตัวของ N ในกระเพาะรูเมน

ต่ำ จึงให้ค่า RDN เพียง 11.59 gN/kgDM หรือเพียง 29% ของ N ทั้งหมด และสามารถให้ค่า DUN สูงถึง 22.9 gN/kgDM หรือคิดเป็นโปรตีนที่สามารถย่อยได้ในกระเพาะส่วนล่างซึ่งสัตว์สามารถใช้เป็นประโยชน์ได้โดยตรงต่อสูงถึง 14.3 % ซึ่งมากกว่าครึ่งหนึ่ง (57%) ของโปรตีนที่มีอยู่

จากค่า RDN ที่คำนวณได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (ตารางที่ 5) โดยกำหนดความต้องการของจุลินทรีย์ไว้เท่ากับ 30 gN ต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในกระเพาะรูเมน 1 กก. (ARC, 1980) พบว่าถั่วเวราโนและถั่วลิสงนาตัดที่อายุ 45 วัน รวมทั้งกระถิน มีปริมาณ N ที่เพียงพอสำหรับความต้องการของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในกระเพาะรูเมน และยังมีส่วนที่เหลืออีกเล็กน้อย คือ 6.1, 2.2 และ 1.7 gN/kgDM สำหรับถั่วลิสงนา และถั่วเวราโนตัด 45 วัน และกระถินตามลำดับ ส่วนถั่วที่ตัดที่อายุ 75 วัน สามารถให้ RDN ในระดับที่ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าความต้องการของจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงการปนเปื้อนของโปรตีนที่เกิดจากจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับอาหารที่เหลือในถัง ดังนั้น ค่าการแตกตัวของ N (RDN) ที่คำนวณได้จึงอาจต่ำกว่าความเป็นจริงได้

จากผลการทดลองนี้ ถ้าใช้ถั่วเวราโนและถั่วลิสงนาเป็นแหล่งของอาหารเสริมโปรตีนก็อาจประเมินได้ว่า เฉพาะถั่วที่ตัดในระยะ 45 วันสามารถใช้เป็นแหล่งของอาหารโปรตีน (N) สำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้ (ตามตารางที่ 5) แม้จะให้ปริมาณ N ได้ไม่สูงเท่ากับการให้ในรูปของ Non Protein Nitrogen (NPN) เช่นยูเรียโดยตรง แต่ N ที่ได้จากถั่วก็มีข้อได้เปรียบกว่าคือ N ที่ได้จะมาจากโปรตีนแท้ (true protein) ซึ่งสามารถให้ N นอกจากในรูปของ $\text{NH}_3\text{-N}$ แล้ว ยังให้ N ในรูปของ amino acids และ peptides ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้มีรายงานว่า มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของบักเตอรีที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของเชื้อรา และนอกจากนี้ amino acids บางชนิดเช่น valine, leucine และ isoleucine ยังสามารถใช้เป็นสารเริ่มต้น (precursors) ของ branched chain fatty acids ซึ่งจัดเป็น growth factors ของบักเตอรีหลายชนิด รวมทั้งจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในการย่อยสลายเชื้อราด้วย (Durand, 1989)

สำหรับถั่วที่ตัดที่อายุ 75 วันนั้น จากการทดลองพบว่าแม้จะสามารถใช้เป็นแหล่งของ RDN ได้ไม่ดี เนื่องจากมีการแตกตัวของโปรตีนต่ำ (ตารางที่ 5) แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีส่วนของโปรตีนที่ไม่แตกตัวในกระเพาะรูเมนและสามารถย่อยได้ในกระเพาะส่วนล่างเป็นปริมาณพอสมควร ซึ่งเป็นการเสริมโปรตีนที่ได้จากจุลินทรีย์ที่ไหลผ่านออกจากกระเพาะรูเมน สำหรับกระถินเมื่อ

เปรียบเทียบกับถั่วเวอร์ราโนและถั่วลิสงนาแล้ว ในแง่ของแหล่งโปรตีนนับว่าเหนือกว่า เพราะนอกจากจะมีส่วนที่สามารถแตกตัวและใช้เป็นแหล่งของ RDN ได้บ้างแล้ว โปรตีนส่วนใหญ่จะมีการย่อยสลายในกระเพาะส่วนล่าง ซึ่งสัตว์สามารถให้ประโยชน์ได้โดยตรงอย่างมีประสิทธิภาพกว่าการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

ตัวอย่างที่ 5 ปริมาณ (g/kgDM) ของไนโตรเจน (N) ที่ได้และใช้ในการย่อยสลายถั่วเวอร์ราโน ถั่วลิสงนา และกระถินในกระเพาะรูเมน

	ถั่วเวอร์ราโน		ถั่วลิสงนา		กระถิน
	ตัด		ตัด		(ใบและยอด)
	45 วัน	75 วัน	45 วัน	75 วัน	
- Organic Matter ที่ย่อยในกระเพาะรูเมน(g/kgDM) ^{1/}	490.2	357.3	461.7	368.2	329.9
- N ที่จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนใช้สำหรับการย่อย(g/kgDM) ^{2/}	14.7	10.7	13.8	11.0	9.9
- N ที่ได้จากการย่อยสลายของในกระเพาะรูเมน ^{3/}	16.9	8.9	19.9	10.5	11.6
- N ที่ขาดหรือเกิน	+2.2	-1.8	+6.1	-0.5	+1.7

1/ คำนวณโดยกำหนดว่าค่า Organic Matter = 90% Dry Matter (0.9 ED of DM)

2/ กำหนดความต้องการ N ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเท่ากับ 30 gN/kg ของ organic matter ที่ย่อยในกระเพาะรูเมน (ARC, 1980)

3/ คัดจากค่า RDN (ตารางที่ 2)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนในกระเพาะรูเมนของกัวเวราโนและกัวลิสงนา ตัดที่อายุ 45 และ 75 วัน เปรียบเทียบกับกระดินพบว่า

1. กัวเวราโนและกัวลิสงนาตัดที่ 45 วัน มีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนที่ไม่แตกต่างกัน และสูงกว่า ($P < 0.05$) กระดินและกัวที่ตัดที่อายุ 75 วัน (เฉลี่ย 52.9% vs 39.1%)

2. จากการย่อยสลายของโปรตีน เมื่อประเมินเป็นค่าของไนโตรเจนที่แตกตัวในกระเพาะรูเมน หรือ RDN พบว่า ทั้งกัวเวราโนและกัวลิสงนาตัดที่ 45 วัน สามารถให้ค่า RDN สูงถึง 16.9 และ 19.9 gN/kgDM ตามลำดับ ส่วนกัวที่ตัดที่อายุ 75 วันพบว่า ให้ค่า RDN ที่ต่ำกว่า ($P < 0.05$) คือเพียง 8.9 และ 10.5 gN/kgDM ตามลำดับ สำหรับกระดินแม้ว่าจะมีโปรตีนสูง แต่สามารถให้ RDN เพียง 11.6 gN/kgDM เนื่องจากกระดินมีการย่อยสลายของ N ในกระเพาะรูเมนที่ช้า และน้อยกว่ากัวทั้งสองชนิด

3. ในแง่ของแหล่งโปรตีน (N) เฉพาะกัวที่ตัดที่อายุ 45 วันเท่านั้น ที่ปริมาณของ RDN ที่มากเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนที่ใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและยังมีส่วนที่เหลือสำหรับเป็นแหล่งของ N ในการเสริมกับอาหารที่มี N ต่ำ ส่วนกัวที่ตัดที่ 75 วัน จะให้ค่า RDN ได้ในระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามกัวทั้งสองชนิดสามารถให้โปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะส่วนล่างได้ปริมาณพอสมควร

เมื่อเปรียบเทียบกับกระดินแล้ว กัวทั้ง 2 ชนิดยังมีคุณค่าที่ดียิ่งกว่า เพราะนอกจากกระดินจะให้ RDN ที่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และยังมีส่วนที่เหลืออีกเล็กน้อยแล้ว กระดินยังให้โปรตีนที่สามารถย่อยได้ในกระเพาะส่วนล่างในปริมาณที่สูงกว่า (14.3 % vs 8.1 - 4.9 %)

เปรียบเทียบกับถั่วเวอร์นาและถั่วลิสงนาแล้ว ในแง่ของแหล่งโปรตีนนับว่าเหนือกว่า เพราะนอกจากจะมีส่วนที่สามารถแตกตัวและใช้เป็นแหล่งของ RDN ได้บ้างแล้ว โปรตีนส่วนใหญ่จะมีการย่อยสลายในกระเพาะส่วนล่าง ซึ่งสัตว์สามารถให้ประโยชน์ได้โดยตรงอย่างมีประสิทธิภาพกว่าการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

ตัวอย่างที่ 5 ปริมาณ (g/kgDM) ของไนโตรเจน (N) ที่ได้และใช้ในการย่อยสลายถั่วเวอร์นา ถั่วลิสงนา และกระถินในกระเพาะรูเมน

	ถั่วเวอร์นา		ถั่วลิสงนา		กระถิน (ใบและ ยอด)
	ตัด		ตัด		
	45 วัน	75 วัน	45 วัน	75 วัน	
- Organic Matter ที่ย่อยใน กระเพาะรูเมน(g/kgDM) ^{1/}	490.2	357.3	461.7	368.2	329.9
- N ที่จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ใช้สำหรับการย่อย(g/kgDM) ^{2/}	14.7	10.7	13.8	11.0	9.9
- N ที่ได้จากการย่อยสลายของ ในกระเพาะรูเมน ^{3/}	16.9	8.9	19.9	10.5	11.6
- N ที่ขาดหรือเกิน	+2.2	-1.8	+6.1	-0.5	+1.7

1/ คำนวณโดยกำหนดค่า Organic Matter = 90% Dry Matter (0.9 ED of DM)

2/ กำหนดความต้องการ N ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเท่ากับ 30 gN/kg ของ organic matter ที่ย่อยในกระเพาะรูเมน (ARC, 1980)

3/ คัดจากค่า RDN (ตารางที่ 2)

เอกสารอ้างอิง

ฉายแสง ไผ่แก้ว วรพงษ์ สุริยจันทร์ทอง สมจิตร อินทรมณี อุดร เสนากัสป์ พิลล กวีศราศรี
กานดา นาคมนี และไพบุณย์ พลบุญ. 2527-2528. ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสัตว์ของถั่ว
เวอร์ราโนสโตไลต์ที่อายุต่าง ๆ กัน. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2527-2528 ศูนย์วิจัย
อาหารสัตว์ขอนแก่น กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 4-17.

จินดา สนิทวงศ์ สำเริง วุฒิบุญกุล ฉายแสง ไผ่แก้ว วัชรินทร์ บุญศักดิ์ และชาญชัย มณีคุณย์.
2520-2522. การหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของถั่วลิสงนา. รายงานผลการวิจัย สาขาผลิต
ปศุสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 14-19.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1980. The Nutrient Requirements of
Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farmham Royal, U.K.

Aii, T. and T. H. Stobbs. 1980. Solubility of the protein of tropical
pasture species and the rate of its digestion in the rumen. *Anim.
Feed Sci. Technol.* 5:183-192.

Akin, D. E. and R. Benner. 1988. Degradation of polysaccharides and
lignin by ruminal bacteria and fungi. *Appl. Environ. Microbiol.*
54:1117-1125.

Durand, M. 1989. Condition for optimizing cellulytic activity in the
rumen. In M. Chenost and P. Reiniger (Editors). Evaluation of
Straw in Ruminant. Elsevier Applied Science. London and New York.
pp. 3-19.

Georing, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. In Forage Fibre Analysis.
A.R.S., U.S.D.A., Agric. Hand book 379. Washington D.C.

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

Negi, S. S., B. Singh, and H. P. S. Makker. 1988. Rumen degradability of nitrogen in typical cultivated grasses and leguminous fodders. *Anim. Feed Sci. Technol.* 22:79-89.

Negi, S. S., B. Singh, and H. P. S. Makkar. 1989. Influence of method of calculation and length of period of rumen fermentation on the effective degradability of dry matter and nitrogen in some tree forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 26:309-322.

Osrkov, 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. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant., O and B Books, Corvallis, OR, pp.122-123.