

การใช้ถั่วมะแฮเป็นอาหารสัตว์
2. การย่อยได้ของใบและเมล็ดในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล¹

THE USE OF PIGEON PEA AS ANIMAL FEED
2. DIGESTIBILITY OF LEAVES AND SEEDS IN RUMINANTS

Boonlom Cheva-Isarakul¹

ABSTRACT : Digestibility of dry pigeon pea leaves (PPL) and pigeon pea seeds (PPS) was determined in sheep by differential and regression methods respectively, with rice straw (RS) as a basal diet. It revealed that PPS contained higher nutritive value and palatability than PPL. On dry matter (DM) basis, both feeds contained 19.8 and 20.0% CP, 7.3 and 2.3% EE, 23.2 and 9.6% CF, 6.0 and 4.4% ash, 43.7 and 63.7% NFE, 61.0 and 51.7% NDF, and 29.4 and 17.5% ADF. The trypsin inhibitor activity in the seed was 3 times of that in the leaves (19.5 vs 7.0 mg TIA/g DM). Their digestibility were 50.2 and 72.2% DM, 52.7 and 73.3% OM, 51.0 and 65.1% CP, 45.8 and 34.4% EE, 30.8 and 28.0% CF, 0 and 84.2% NFE, 47.3 and 75.8% NDF, and 0.5 and 38.2% ADF, respectively. With increasing level of PPS intake from 200 to 800 g air dry/day, DM intake increased from 3.0 to 3.6% live weight. Digestibility of most nutrients also increased with the exception of CF, ADF and EE. Digestible energy (DE), Total digestible nutrient (TDN) and N-balance of sheep fed solely PPS estimated by regression method was 3.2 kcal/g, 71.1% and 6.3 g/d respectively.

บทคัดย่อ : ได้ศึกษาการย่อยได้ของใบแห้งและเมล็ดถั่วมะแฮในแกะโดยวิธีหาค่าต่างและใช้สมการถดถอยตามลำดับ โดยใช้ฟางข้าวเป็นอาหารฐาน ผลปรากฏว่า เมล็ดมีคุณค่าทางอาหารและความน่ากินมากกว่าใบ โดยมีโภชนาการต่างๆ คิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบดังนี้ :- โปรตีน 19.8 และ 20.0%, ไขมัน 7.3 และ 2.3%, เยื่อใย 23.2 และ 9.6%, เถ้า 6.0 และ 4.4%, คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) 43.7 และ 63.7%, ใยหยาบ (NDF) 61.0 และ 51.7% และใยในเซลล์ (ADF) 29.4 และ 17.5% เมล็ดมีสารยับยั้งการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน (Trypsin inhibitor) มากกว่าใบ 3 เท่า (19.5 เทียบกับ 7.0 มก/กรัม วัตถุดิบแห้ง) การย่อยได้ของโภชนาการในใบและเมล็ดมีค่าดังนี้คือ วัตถุดิบแห้ง 50.2 และ 72.2%, อินทรีย์วัตถุ 52.7 และ 73.3%, โปรตีน 51.0 และ 65.1%, ไขมัน 45.8 และ 34.4%, เยื่อใย 30.8 และ 28.0%

¹ ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

NFE 0 และ 84.2%, NDF 47.3 และ 75.8% และ ADF 0.5 และ 38.2% ตามลำดับ เมื่อให้แกะได้รับเมล็ดถั่วมั่วและเพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 800 กรัม/วัน มันจะกินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบได้เพิ่มขึ้นจาก 3.0 เป็น 3.6% น้ำหนักตัว การย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นตามระดับเมล็ดถั่วมั่วและ ยกเว้นเมื่อใช้ ไซวัน และ ADF พลังงานย่อยได้ (DE) และยอดโภชนะย่อยได้ (TDN) ตลอดจนเนยคูลยีน ไตรเจนของแกะที่ได้รับเมล็ดถั่วมั่วและใช้เป็นอาหารแต่เพียงอย่างเดียวที่ให้น้ำ โดยใช้ในการทดลองมีค่า 3.2 กิโลแคลอรี/กรัม, 71.1% และ 6.3 กรัม/วัน ตามลำดับ.

คำนำ

ปัญหาการขาดแคลนอาหารทั้งในด้านอาหารหยาบและอาหารข้น ได้ทวีความรุนแรงขึ้นเป็นลำดับเนื่องจากการผลิตสัตว์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา นักวิจัยได้พยายามศึกษาถึงศักยภาพในการนำวัตถุดิบชนิดใหม่ๆ ที่ไม่นิยมใช้เป็นอาหารมนุษย์มาใช้เป็นอาหารสัตว์ เพื่อลดปัญหาการแย่งแย่งตลอดจนปรับปรุงอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าว และวัสดุเศษเหลืออื่นๆ ในไร่นา เพื่อให้สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น.

ถั่วมั่วและเป็นพืชที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี เนื่องจากมีโปรตีนสูงทั้งในส่วนของใบและเมล็ด มันเป็นพืชค้างปีที่มีลำต้นเป็นพุ่มขนาดกลาง สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพที่แล้ง ดินเค็ม นิยมปลูกกันในหลายประเทศเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ช่วยป้องกันการชะล้างหน้าดิน เพื่อเลี้ยงครั่ง และเพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์ ในประเทศไทยปลูกกันบนที่สูง ชาวเขาใช้ฝักอ่อนเป็นอาหารบ้าง.

ปัจจุบันมีการศึกษาคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมให้เหมาะกับการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ ลูกผสมส่วนใหญ่มีโปรตีนในใบและเมล็ดคิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบ 20 และ 21% ตามลำดับ ซึ่งเทียบเท่ากับครึ่งหนึ่งของที่มีในกากถั่วเหลือง แต่เนื่องจากมันมีข้อจำกัดบางประการ เช่น โปรตีนมีคุณภาพไม่สู้ดีนัก คือ มีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ในสภาพไม่สมดุล มีสารยับยั้งการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน เช่น Trypsin และ Chymotrypsin inhibitors เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำและใบมีเชื้อราสูงอีกด้วย จึงทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวในระดับสูงได้ถ้าไม่นำไปผ่านความร้อนเสียก่อน (Falvey and Visitpanich, 1980a, b; Visitpanich *et al.*, 1985; Tangtaweewipat and Elliott, 1989; อ้างอิงโดย ชีวะอิสระกุล และคณะ 2534 และ ตั้งทวีวิวัฒน์ และชีวะอิสระกุล 2534).

ถั่วมั่วและน่าจะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เดี่ยวเองได้ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์เดี่ยวเองมีจุลินทรีย์ในกระเพาะส่วนหน้าที่สามารถสร้างกรดอะมิโนที่จำเป็นได้ ทำให้ไม่ต้องห่วงเรื่องคุณภาพโปรตีนมากนัก นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังสามารถย่อยเยื่อใยได้ดี และมีรายงานว่าสามารถทำลายสารพิษในอาหารได้หลายชนิดอีกด้วย.

มีการศึกษาถึงคุณค่าทางอาหารของใบถั่วมั่วและ ระยะการปลูก และการตัดที่เหมาะสม (สิดะโกเศศ และคณะ, 2533) การปลูกต้นถั่วมั่วและเพื่อให้สัตว์ลงแทะเล็ม (Whiteman and

Norton, 1981; Akinola *et al.*, 1975; Wijnberg and Whiteman, 1985) หรือการนำใบถั่วมะแฮมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Parades *et al.*, 1986; ศีตะโกเศศ และศิริ, 2529; Brown *et al.*, 1988; Park *et al.*, 1989; สรวทศิริ และศีตะโกเศศ, 2531) พบว่า ได้ผลดีพอสมควร (อ้างอิงโดยชีวะอิสระกุล และคณะ, 2534) อย่างไรก็ตามก็ตีข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของใบและเมล็ดถั่วมะแฮยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด จึงเห็นควรทำการศึกษาถึงการย่อยได้ของโภชนะในใบและเมล็ด โดยใช้วิธีหาผลต่าง (Differential method) และวิธีใช้สมการถดถอย (Regression method) ตามลำดับ โดยใช้ฟางข้าวเป็นอาหารฐาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องตามความเป็นจริงมากขึ้น เพราะในการใช้เลี้ยงโดยทั่วไป มักต้องໃใบ และ/หรือเมล็ดร่วมกับอาหารหยาบอื่นอยู่แล้ว.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เนื่องจากขาดแคลนสัตว์ทดลอง คอก และอุปกรณ์ที่จะทำการทดลองกับวัวโดยตรง จึงได้ทำการทดลองกับแกะแทน โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ :

การทดลองที่ 1 หากการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในใบถั่วมะแฮโดยวิธีหาผลต่าง ใช้แกะตัวผู้โตเต็มที่จำนวน 6 ตัว เลี้ยงขังเดี่ยวในกรง Metabolism cage ที่มีรางรองรับมูลและปัสสาวะแยกออกจากกันได้กรง ให้แกะได้รับฟางเป็นอาหารฐานตัวละ 100 กรัม/วัน และให้ได้รับใบถั่วมะแฮแห้งเต็มที่ ให้แร่ธาตุผสมเสริมในอัตรา 5 กรัม/ตัว/วัน แบ่งการทดลองออกเป็นระยะปรับตัว (Preliminary period) 14 วัน และระยะเก็บข้อมูล (Collection period) 10 วัน.

ใบถั่วมะแฮได้จากต้นถั่วมะแฮที่ปลูกในแปลง โดยใช้พันธุ์ที่ถูกผสมที่ทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ โดยสถานีวิจัยพืชไร่ เชียงใหม่ ทำแห้งโดยรูตใบถั่วออกจากกิ่ง ตากบนผ้าใบผืนใหญ่ ประมาณ 2 แดดจนแห้งดี เก็บใส่กระสอบไว้ใช้โดยไม่บด.

ซึ่งนำหนักตัวแกะติดต่อกัน 3 วัน เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง ให้อาหารแกะวันละ 2 ครั้ง เวลา 8:30 และ 15:30 น. บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ อาหารที่เหลือ บันทึกปริมาณมูลทั้งหมดที่ถ่ายออกวันละ 2 ครั้งก่อนให้อาหารครั้งถัดไป สุ่มเก็บตัวอย่างครั้งละ 10% นำไปแช่แข็ง ส่วนปัสสาวะใช้ขวดที่ใส่กรดกำมะถัน 18 N 15 มล./วัน รองรับไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียไนโตรเจน บันทึกปริมาณปัสสาวะวันละครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่าง 10% แช่แข็งสะสมไว้ตลอดการทดลองเช่นเดียวกับตัวอย่างมูล สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ และมูลมาวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM), เถ้า (Ash), โปรตีน (Crude protein, CP), ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1980) ปริมาณไนโตรเจนในมูลและปัสสาวะ วิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างสดทั้งนี้เพื่อป้องกันการสูญเสียไนโตรเจน นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย (Neutral detergent fiber, NDF)

และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) โดยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970) วิเคราะห์หาปริมาณพลังงาน (Gross energy, GE) โดยใช้เครื่อง Adiabatic bomb calorimeter, IKA-C400 และวิเคราะห์หาปริมาณ Trypsin inhibitor activity (TIA) โดยวิธีของ Kakade *et al.* (1974).

คำนวณปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ (Digestible nutrient) ของอาหารทั้งสูตร (ฟาง + ถั่วมะแฮะ) และการย่อยได้ของใบถั่วมะแฮะ โดยใช้สูตร :

ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ = ปริมาณโภชนาที่กินจากฟางและใบถั่วมะแฮะ - โภชนาที่ขับออกในมูล

% การย่อยได้ของโภชนาในใบถั่วมะแฮะ

$$= \frac{\text{โภชนาที่ย่อยได้เนื่องจากฟางและใบถั่วมะแฮะ} - \text{โภชนาที่ย่อยได้จากฟาง}}{\text{โภชนาที่กินจากใบถั่วมะแฮะ}} \times 100$$

การทดลองที่ 2 หากการย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในเมล็ดถั่วมะแฮะด้วยวิธีใช้สมการถดถอย ใช้แกะพื้นเมืองเพศผู้โตเต็มที่ 10 ตัว เลี้ยงในกรงขังเดี่ยวแบบ Metabolism cage แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ครั้ง แต่ละครั้งแบ่งแกะออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว รวม 2 การทดลองเป็นแกะ 4 กลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มได้รับฟางข้าวเป็นอาหารฐาน (Basal diet) และเมล็ดถั่วมะแฮะบดเป็นอาหารเสริมในปริมาณต่างๆ กัน ดังนี้คือ กลุ่ม 1 = 900 + 200, กลุ่ม 2 = 800 + 400, กลุ่ม 3 = 700 + 600 และกลุ่ม 4 = 600 + 800 กรัม/ตัว/วัน.

ฟางข้าวที่ใช้เป็นฟางข้าวเหนียว หั่นเป็นท่อนยาวประมาณ 2-3 นิ้ว ด้วยเครื่องหั่นไฟฟ้า เมล็ดถั่วมะแฮะที่ใช้เป็นลูกผสมจากออสเตรเลียสายพันธุ์ Hunt บดผ่านตะแกรงขนาด 3 มม. การให้อาหาร การเลี้ยงดูแกะ การเก็บตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างสิ่งขับถ่าย และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยทำในช่วงเดือนธันวาคม 2532 ถึงมิถุนายน 2533.

การคำนวณการย่อยได้ของโภชนาในถั่วมะแฮะ โดย Regression equation ใช้สูตร $Y = a + bX$ เมื่อ Y = สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาในสูตรอาหารทั้งหมด, X = ปริมาณโภชนาที่แกะได้รับจากถั่วมะแฮะเมื่อคิดเป็น % ของโภชนานั้นในอาหารทั้งหมด, คำนวณหา % การย่อยได้ของโภชนาในถั่วมะแฮะ (Y) โดยแทนค่า X ในสมการ = 100.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การหาการย่อยได้ของใบถั่วมะแฮโดยวิธีหาผลต่าง

องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีของใบถั่วมะแฮและฟางที่วิเคราะห์ได้ในการทดลองนี้ เปรียบเทียบใบถั่วมะแฮ ใบกระถิน และเมล็ดถั่วมะแฮในงานทดลองอื่น แสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ใบถั่วมะแฮมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าฟาง โดยมีปริมาณโภชนาที่เป็นประโยชน์คือ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (Nitrogen free extract, NFE) สูงกว่าฟาง แต่มีเยื่อใย (CF) ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ต่ำกว่าองค์ประกอบทางเคมีของใบถั่วมะแฮที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับที่ ศีตะโกเศศ และคณะ (2533) ได้รายงานไว้ แต่มีโปรตีนต่ำกว่าใบกระถินเล็กน้อย และมีผนังเซลล์ ตลอดจนถึงลิกโนเซลลูโลสสูงกว่ามาก นอกจากนี้ยังมีโปรตีนใกล้เคียงกับเมล็ดของมัน แต่มีไขมัน แ้ว เยื่อใย และองค์ประกอบของผนังเซลล์ (NDF, ADF) และพลังงานรวม (GE) สูงกว่า.

Table 1. Chemical composition (% DM basis) of pigeon pea leaves compared to rice straw, dry leucaena leaves and pigeon pea seeds (PPS).

	Pigeon pea leaves		Leucaena ^{3/}	Rice ^{1/}	PPS ^{1/}
	1/	2/	leaves	straw	
DM	96.7	34.1	89.1	96.9	87.5
CP	19.8	21.1	24.3	5.0	20.0
EE	7.3	7.2	8.8 ^a	2.3	2.3
CF	23.2	25.6	11.2 ^a	36.5	9.6
NFE	43.7	40.0	45.5 ^a	35.8	63.7
Ash	6.0	6.0	8.3	20.5	4.4
NDF	61.0	-	28.4	77.9	51.7
ADF	29.4	-	16.5	55.5	17.5
ADL	-	-	8.4	-	-
AIA	1.1	1.7	-	14.5	-
GE (kcal/g)	5.1	-	-	3.7	4.5
TIA (mg TI/g)	7.0	-	-	-	19.5

^{1/} Values investigated in this experiment

^{2/} Fresh leaves and tops (ศีตะโกเศศ และคณะ, 2533)

^{3/} ชีวะอิสระกุล (2531)

^a Cheva-Isarakul (1982, unpublished data)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในใบถั่วมะแฮที่คิดโดยวิธี Differential method ในการทดลองนี้เทียบกับค่าที่ทดลองในวัวสุกผสมบราห์มัน x พื้นเมือง โดยวิธีใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ภายใน (ศิระโกเศศ และคณะ, 2533) แสดงไว้ในตารางที่ 2. พบว่าการย่อยได้ของโภชนาส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับฟาง ยกเว้นการย่อยได้ของโปรตีนซึ่งใบถั่วมะแฮมีค่าสูงกว่าฟางอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากใบถั่วมะแฮมีโปรตีนสูงกว่า จึงช่วยให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้รับไนโตรเจนเพื่อการเจริญเติบโตและย่อยอาหารได้ดีกว่า จากการคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่กินและปริมาณโปรตีนที่ได้รับเมื่อแกะกินใบถั่วมะแฮเสริมฟาง ในอัตรา 700 : 100 กรัม/ตัว/วัน พบว่า ปริมาณโปรตีนที่ได้รับคิดเป็น 19.7% ของสูตรอาหาร ขณะที่เมื่อแกะกินฟางเพียงอย่างเดียวได้รับโปรตีนเพียง 4.8% เท่านั้น ผลอันนี้สอดคล้องกับรายงานของ Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1990) ที่พบว่า การทำให้ฟางมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะโดยการเสริมในรูปของ Natural protein, Multi-nutrient block หรือการปรุงแต่งฟางด้วยยูเรียก็ตาม มีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีนดีขึ้น.

Table 2. Digestibility coefficients of nutrients in pigeon pea leaves calculated by differential method and digestibility of rice straw.

	Pigeon pea leaves		Rice ^c straw	Leucaena leaves ^c
	a	b		
DM	50.2	65.6	48.6	60.8
OM	52.7	-	53.9	63.6
CP	51.0	69.4	16.7	61.5
EE	45.8	63.8	43.8	42.7
CF	30.8	46.1	60.5	44.3
NFE	-	77.4	50.0	76.3
NDF	47.3	-	49.8	35.9
ADF	0.5	-	49.0	-
TDN	-	-	43.1	62.8

^a Values investigated in this experiment by differential method

^b Determined in cattle by AIA method (ศิระโกเศศ และคณะ, 2533)

^c Cheva-Isarakul (1982, 1986 ; unpublished data)

อย่างไรก็ดีพบว่า การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในใบถั่วมะแฮต่ำกว่าใบกระถิน แม้ว่าพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ จะอยู่ในตระกูลถั่วเหมือนกันและมีโปรตีนใกล้เคียงกันก็ตาม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใบถั่วมะแฮมีปริมาณเยื่อใยและผนังเซลล์สูงกว่าใบกระถิน ผลอันนี้มีแนวโน้มว่าจะสอดคล้องกับการทดลองในไก่เนื้อของดิงทวีวัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2534) ที่ประเมินให้ใบถั่วมะแฮมีพลังงานใช้

ประโยชน์ (ME) ระดับเดียวกับใบกระถิน แต่เมื่อนำสูตรอาหารผสมใบถั่วมะแฮไปทดลองเลี้ยงไก่แล้ว ปรากฏว่า ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราแลกเนื้อลดลงตามการเพิ่มระดับใบถั่วมะแฮในสูตรอาหาร ซึ่งสันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากใบถั่วมะแฮมีการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ต่ำกว่าใบกระถินนั่นเอง.

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของใบถั่วมะแฮที่ได้จากการทดลองนี้ต่ำกว่าที่ ศิยะโกเศศ และคณะ (2533) ได้รายงานไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของวิธีการศึกษา ชนิดของสัตว์ทดลอง หรืออาจเนื่องจาก Associative effect คือการที่ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบตัวหนึ่งเปลี่ยนไปอันเป็นผลเนื่องมาจากการกินร่วมกับวัตถุดิบอีกตัวหนึ่ง ซึ่งผลอันนี้มักพบในการกินของสัตว์เคี้ยวเอื้องก็ได้.

ปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินได้ของแกะ เมื่อได้รับฟางเป็นอาหารฐาน (100 กรัม/ตัว/วัน) เสริมด้วยใบถั่วมะแฮแห้ง (700 กรัม/ตัว/วัน) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าการใช้ใบถั่วมะแฮเสริมฟางข้าวมีผลทำให้แกะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดีกว่าการให้แกะได้กินฟางแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งรายงานว่าน้ำหนักตัวลดลง.

Table 3. Body weight and feed intake of sheep fed 100 g rice straw (RS) plus *ad libitum* dry pigeon pea leaves (PPL).

	Avg	SD
Initial weight	30.1	3.7
Final weight	31.2	4.0
Dry matter intake (DMI, g/head/day)	750.0	23.2
% BW	2.5	0.2
g/kg $W^{0.75}$	57.9	3.8
from PPL (g)	653.1	21.2
from RS (g)	96.9	0

การใช้ใบถั่วมะแฮเสริมฟางข้าว ที่มีผลทำให้แกะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และมีการย่อยได้ของโปรตีนดีขึ้นนี้ สอดคล้องกับการทดลองของชีวะอิสระกุล (2531) ที่ใช้ใบกระถินเสริมฟางในระดับต่างๆ กันแล้วพบว่า การเพิ่มน้ำหนักตัวและการย่อยได้ของโปรตีนจะดีขึ้นตามลำดับ.

ปริมาณอาหารที่แกะกินได้ในงานทดลองนี้ คิดเป็น 2.5% ของน้ำหนักตัว หรือ 57.9 กรัม/กก. (น้ำหนักตัว)^{0.75} ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเมื่อแกะได้รับฟางแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่ง Cheva-

Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) รายงานว่ามีค่าประมาณ 2% ของน้ำหนักตัว ที่เป็นนี้อาจเนื่องมาจากบทบาทของอินโดรเจนในใบถั่วมะแฮะที่ช่วยกระตุ้นให้แกะกินอาหารเพิ่มขึ้น Crabtree and Williams (1971) พบว่า อาหารขัณฑ์ที่มีโปรตีน 19.1% สามารถกระตุ้นให้แกะกิน ฟางข้าวโอตที่มีโปรตีน 3.9% เพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตามก็พบว่า ปริมาณอาหารที่แกะกินได้ดังกล่าวยังต่ำกว่าเมื่อให้ได้รับใบกระถินเสริมฟาง (ชีวะอิสระกุล, 2531) หรือให้ได้รับใบกระถินแห้งแต่เพียงอย่างเดียว (ชีวะอิสระกุล, 2529, ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความน่ากินของใบถั่ว มะแฮะเอง ซึ่งมีกลิ่นที่สัตว์อาจไม่คุ้นเคย แม้ว่าจะให้มีการปรับตัวมาช่วงหนึ่งแล้ว (Preliminary period) ก่อนถึงระยะเก็บข้อมูลจริงก็ตาม ปริมาณ TIA ที่แกะได้รับจากใบถั่วมะแฮะในการทดลองนี้เท่ากับ 4.6 กรัม/ตัว/วัน น้อยกว่าปริมาณที่แกะได้รับในการทดลองหาค่าการย่อยได้ของเมล็ดถั่ว มะแฮะ โดยวิธีใช้สมการถดถอย (ตารางที่ 4.).

การทดลองที่ 2 การหาการย่อยได้ของเมล็ดถั่วมะแฮะโดยวิธีใช้สมการถดถอย

องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ให้ คือ เมล็ดถั่วมะแฮะบด (PPS) และฟางข้าว (RS) เทียบกับค่าในรายงานอื่น และของเมล็ดถั่วเหลือง แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมล็ดถั่วมะแฮะมีไขมันใกล้เคียงกับฟางข้าว แต่ต่ำกว่าพืชตระกูลถั่วโดยทั่วไป เช่น ถั่วเหลือง และถั่วลิสงมาก ปริมาณโปรตีนในถั่วมะแฮะสูงกว่าฟางข้าวประมาณ 5 เท่า นอกจากนี้ยังมีโภชนาอื่นเช่น อินทรีย์วัตถุ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย และพลังงานรวมสูงกว่าฟางข้าว แต่มีปริมาณเยื่อใย ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ต่ำกว่า.

Table 4. Chemical composition (% DM basis) of pigeon pea seeds, soybean seed and rice straw.

	1/	Pigeonpea seeds			Soybean seed	Rice straw ^{1/}
		Malaysia (Gohl, 1981)	India (Visitpanich et al. (1985)	Visitpanich et al. (1985)	(NRC, 1984)	
DM	87.5	89.0	91.8	88.3	92.0	93.6
CP	20.0	23.4	20.2	23.1	42.8	4.4
EE	2.3	0.9	1.9	1.6	18.8	2.0
CF	9.6	10.6	6.2	8.5	5.8	35.4
NFE	63.7	60.8	67.7	61.9	27.1	41.1
Ash	4.4	4.3	4.0	4.9	5.5	17.0
NDF	51.7	-	-	-	-	74.5
ADF	17.5	-	-	-	10.0	52.8
ADL	-	-	-	-	-	4.8
Ca	-	0.14	-	-	0.27	-
P	-	0.45	-	-	0.65	-
GE (kcal/g)	4.5	-	-	-	-	3.8
TIA (mg TI/g)	19.5	-	-	29.4	-	-

^{1/} Values investigated in this experiment

ปริมาณโภชนะของเมล็ดถั่วมดและการทดลองนี้ ใกล้เคียงกับรายงานของมาเลย์เซียและอินเดีย (อ้างอิงโดย Gohl, 1981) และ Visitpanich *et al.* (1985) สารพิษ TIA ที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณ 19.5 mg TI/g DM ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ Hunt จากออสเตรเลีย ซึ่งได้นำเข้ามาก่อนหน้านี้ แต่ต่ำกว่าตัวอย่างที่ได้จากสถานีวิจัยพืชไร่มะลิที่รายงานไว้โดยตั้งทวีวัฒน์ และ ชีวะอิสระกุล (2532) คือ 19.7 และ 30.3 mg TI/g air dry ตามลำดับ.

ปริมาณอาหารที่กินได้และน้ำหนักตัวแกะ แสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่า เมื่อแกะได้รับถั่วมดเพิ่มขึ้นจะกินฟางได้ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการแทนที่ฟางด้วยถั่วมดในทางเดินอาหาร (Substitution effect) ผลอันนี้สอดคล้องกับ Mulholland *et al.* (1976), Devendra (1978) Bamualim (1986) และชีวะอิสระกุล (2531) อย่างไรก็ตามปริมาณฟางที่ลดลงนี้ยังน้อยกว่าปริมาณถั่วมดที่แกะกินเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้วัตถุดิบที่กินได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้น 9.2, 11.9 และ 12.5% ของเมื่อได้รับถั่วมดในระดับต่ำ (200 กรัม/ตัว/วัน) ตามลำดับ การที่กินวัตถุดิบได้เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลเนื่องมาจากถั่วมดมีโภชนะต่างๆ สูงกว่าฟางดังได้กล่าวมาแล้ว จึงมีผลทำให้จุลินทรีย์ได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น ทำให้อาหารย่อยได้ดีขึ้น มีการเคลื่อนที่ของอาหารผ่านทางเดินอาหารเร็วขึ้น (Rate of passage เพิ่มขึ้น) มีที่ว่างในกระเพาะที่จะจุอาหารได้มากขึ้น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Wongsrikeao and Wanapat (1985) และชีวะอิสระกุล (2531) ที่ใช้ใบกระถินเสริมฟางเป็นอาหารกระป๋องและแกะตามลำดับ และยังสอดคล้องกับรายงานของ Siebert and Kennedy (1972) ที่พบว่า การเสริมยัลฟาฟ่า หรือยูเรียและซัลเฟตลงในอาหาร จะทำให้วัวกินอาหารได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเสริมดังกล่าวเป็นการเพิ่มโภชนะที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน.

ปริมาณวัตถุดิบที่แกะกินได้เมื่อเสริมฟางด้วยถั่วมดในระดับต่างๆกัน คิดเป็น 2.9, 3.1, 3.3 และ 3.6% ของน้ำหนักตัว หรือเท่ากับ 71.5, 76.1, 80.5 และ 87.7 กรัม/กก. (น้ำหนักตัว)^{0.75} ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าเมื่อให้แกะกินฟางแต่เพียงอย่างเดียว (Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul, 1985) หรือให้แกะกินฟางเสริมด้วยใบถั่วมดแห้ง (ตารางที่ 3.) แสดงว่าเมล็ดถั่วมดมีความน่ากินสูง สามารถใช้เสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าวได้เป็นอย่างดี.

ปริมาณ TIA ที่แกะได้รับ เพิ่มขึ้นตามระดับถั่วมด โดยกลุ่มที่ได้รับถั่วมดระดับ 800 กรัม/วัน จะได้รับ TIA ถึง 13.7 กรัม/วัน หรือเท่ากับ 0.4 กรัม/กก.น้ำหนักตัว/วัน แต่ไม่พบว่าแกะแสดงอาการผิดปกติแต่อย่างใด.

Table 5. Body weight and feed intake of sheep fed rice straw (RS) plus various levels of ground pigeon pea seeds (PPS).

	Level of PPS (g air dry/head/day)			
	200	400	600	800
Avg. body weight (kg)	34.4	35.3	35.6	34.1
Dry matter intake (g/head/day)	1009.6	1098.9	1166.5	1224.8
- %BW	2.9	3.1	3.3	3.6
- g/kg W ^{0.75}	71.5	76.1	80.5	87.7
Dry matter intake from				
- RS (g/head/day)	834.5	748.8	641.3	524.5
- PPS (g/head/day)	175.1	350.1	525.2	700.3
- PPS (% of total ration)	17.3	31.9	45.0	57.2
TIA intake (g/head/day)	3.4	6.8	10.3	13.7

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ พลังงานย่อยได้ (DE) และยอดโภชนะย่อยได้ (TDN) ในอาหารทั้งสูตร ตลอดจนสมมูลย์ของไนโตรเจนเมื่อแกะทดลองได้รับฟางข้าวและถั่วมะแฮะในสัดส่วนต่างๆกัน แสดงไว้ในตารางที่ 6.

จะเห็นได้ว่าเมื่อแกะได้รับถั่วมะแฮะบดในสัดส่วนที่สูงขึ้น มีผลทำให้โภชนะส่วนใหญ่คือ วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย พลังเซลล์ และพลังงาน มีการย่อยได้ดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากถั่วมะแฮะมีโภชนะต่างๆ สูงกว่าฟางข้าว จึงช่วยทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน สามารถเพิ่มจำนวนประชากร และสามารถมีกิจกรรมในการย่อยได้ดีขึ้น ผลอันนี้สอดคล้องกับ รายงานของ Devendra (1983) และ Cheva-Isarakul (1988) และแสดงให้เห็นว่า ปริมาณ TIA ที่แกะได้รับจากเมล็ดถั่วมะแฮะไม่มีผลขัดขวางการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถทนต่อ TIA ได้ดี.

ส่วนการย่อยได้ของเยื่อใยรวม (CF) และผนังเซลล์ส่วนที่ย่อยได้ยาก (ADF) เป็นไปในทางตรงกันข้าม คือ มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนของถั่วมะแฮะในอาหารขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ถั่วมะแฮะมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) สูงกว่าฟาง จึงมีผลทำให้จุลินทรีย์จำพวก Amylolytic bacteria เพิ่มมากขึ้น ผลิกรดไขมันระเหยได้ในอัตราที่รวดเร็วเกินกว่าที่จะดูดซึมได้ทัน เป็นเหตุให้ pH ในกระเพาะรูเมนลดต่ำลง ไม่เหมาะกับการเจริญของพวก Cellulolytic bacteria จึงทำให้การย่อยได้ของเซลลูโลสลดลง (El-shazly *et al.*, 1961 และ Dixon, 1986) ซึ่งสอดคล้องกับ Mould and Oskov (1983/84) และ Hoover (1986) ที่สรุปว่า การเสริมแป้ง

Table 6. Digestibility of nutrients in rations with different levels of rice straw (RS) and ground pigeon pea seeds (PPS).

	PPS level (g air dry/head/day)			
	200	400	600	800
Dry matter intake (g/day)	1009.6	1098.9	1166.5	1224.8
- RS	834.5	748.8	641.3	524.5
- PPS	175.1	350.1	525.2	700.3
Digestibility coefficients				
Dry matter (DM)	57.4	62.0	62.1	64.9
Organic matter (OM)	62.4	66.7	66.0	68.3
Crude protein (CP)	45.9	57.7	58.4	58.1
Ether extract (EE)	79.6	60.8	59.5	57.7
Crude fiber (CF)	61.9	63.7	57.0	55.5
Nitrogen free extract (NFE)	64.8	70.5	72.2	76.2
Neutral detergent fiber (NDF)	54.5	58.1	59.7	63.5
Acid detergent fiber (ADF)	48.3	49.5	46.1	46.4
Energy	60.1	65.2	64.5	66.7
Digestible energy (DE, kcal/g)	2.4	2.6	2.7	2.8
Total digestible nutrient (TDN, %)	55.6	65.6	70.1	77.4
N - balance (g N/head/day)	0.74	2.25	3.22	5.39

หรือคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (Readily fermentable carbohydrate, RFC) แม้เพียงเล็กน้อยก็มีผลทำให้จุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยเยื่อใยลดลง เป็นเหตุให้การย่อยได้ของเยื่อใยลดลง ซึ่งผลนี้จะเห็นได้ชัดยิ่งขึ้นเมื่อ pH ในรูเมนต่ำกว่า 6.0 จากการทดลองของ Mulholland *et al.* (1976) ที่เสริมฟางข้าวไธต์ด้วยอาหารชั้นระดับต่างๆ พบว่า จะทำให้การกินได้ของวัตถุดิบแห้ง (DMI) และของอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (DOMI) เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณฟางข้าวที่กินได้และการย่อยได้ของ Cellulose ลดลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Devendra (1978) ที่เสริมฟางด้วยรำ.

สำหรับการย่อยได้ของไขมันที่ลดลง เมื่อเพิ่มระดับถั่วมะแฮขึ้นนั้น ยังไม่สามารถอธิบายได้แน่ชัดนัก ปริมาณพลังงานย่อยได้ (DE) และยอดโภชนาการย่อยได้ทั้งหมด (TDN) มีค่าสูงขึ้นตามระดับถั่วมะแฮที่ได้รับ นอกจากนี้ยังพบว่าสมมูลย์ของไนโตรเจน (NB) มีค่าสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากถั่วมะแฮมีปริมาณโปรตีนสูง เมื่อสัตว์ได้รับเพิ่มขึ้นก็จะทำให้มีการสะสมไนโตรเจนหรือโปรตีนในร่างกายสูงขึ้น.

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในเมล็ดถั่วมะแฮที่คิดโดยวิธี Regression method ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 โดยให้ค่าสัดส่วนของโภชนาที่ได้รับจากถั่วมะแฮเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของโภชนาที่ได้รับจากอาหารทั้งหมดเป็น X และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา นั้นๆ ในสูตรอาหารเมื่อมีเมล็ดถั่วมะแฮในสัดส่วนต่างๆ กัน เป็น Y พบว่าค่าดังกล่าวมี สหสัมพันธ์กันสูงมาก (r เข้าใกล้ 1.0) แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่ หาได้โดยวิธีนี้.

จากการใช้สมการ Regression ในการทำนายสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของถั่วมะแฮ ได้ ผลพลอยได้คือสามารถทำนายสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟางข้าวได้ด้วย โดยคำนวณค่า Y เมื่อ $X = 0$ นั่นคือเมื่อแกะไม่ได้รับโภชนาจากถั่วมะแฮเลย แต่ได้รับจากฟางเพียงอย่างเดียว.

จากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเมล็ดถั่วมะแฮที่คำนวณได้โดยวิธีนี้พบว่า ถั่วมะแฮมี การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในอัตราค่อนข้างสูง ประมาณ 70% โดยมีการย่อยได้ของโภชนาส่วน ใหญ่สูงกว่าฟางข้าว ยกเว้นไขมัน เยื่อใย และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ซึ่งมีการย่อยได้ลดลงเมื่อได้ รับเมล็ดถั่วมะแฮสูงขึ้น การที่ถั่วมะแฮมีการย่อยได้สูงแสดงว่าสามารถใช้เป็นประโยชน์สำหรับ สัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี.

ปริมาณพลังงานย่อยได้ (DE) มีค่า 3.2 กิโลแคลอรี/กรัมวัตถุแห้ง และมีค่า TDN = 71.1% ซึ่งต่ำกว่ากากถั่วเหลืองที่สกัดด้วยสารละลาย (44% โปรตีน) ที่ NRC (1984) ได้รายงาน ไว้ (DE = 3.7 kcal/g DM และ TDN = 84%) เพียง 13.5 และ 15.4% ตามลำดับ.

สมมูลไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของเมล็ดถั่วมะแฮในสูตรอาหาร ทั้งนี้เนื่องมาจาก ถั่วมะแฮมีโปรตีนสูง ทำให้แกะได้รับโปรตีนเพิ่มขึ้น สมมูลของไนโตรเจนเมื่อแกะกินถั่วมะแฮ เพียงอย่างเดียว ซึ่งทำนายโดยใช้สมการ Regression มีค่าเป็น +6.3 ขณะที่เมื่อให้แกะกินฟาง เพียงอย่างเดียว มีค่าเป็น -5.2 กรัม N/ตัว/วัน ตามลำดับ แสดงว่าถั่วมะแฮมีโปรตีนและการย่อย ได้สูงเพียงพอที่จะทำให้สัตว์เกิดการสะสมโปรตีนในร่างกาย สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Egan (1986) ที่สรุปว่า การเสริมโปรตีนจะช่วยเพิ่มไนโตรเจน ใน Reticulo-rumen ทำให้จุลินทรีย์มีการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น ช่วยให้การย่อยเยื่อใยดีขึ้น และยังช่วยเพิ่มกรดอะมิโนให้ถูกดูดซึมในลำไส้เล็กมากขึ้น ซึ่งจะช่วยชดเชยกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acids, EAA) ที่ขาดแคลนในอาหารอันเป็นตัวจำกัดการสร้างผลผลิต อีกทั้ง ยังอาจดูดซึมและสลายตัวให้พลังงาน Gluconeogenic substrate และ/หรือไนโตรเจนที่สามารถ หมุนเวียนกลับมาใช้ในรูเมนได้ (Recycleable N) ขณะที่เมื่อได้รับฟางเพียงอย่างเดียวเกิดการสูญเสีย ไนโตรเจน กล่าวคือ ได้รับโปรตีนไม่พอสำหรับการดำรงชีพ ต้องมีการย่อยสลายโปรตีนหรือเนื้อ เยื่อในร่างกายมาใช้ ซึ่งมีผลทำให้สัตว์มีน้ำหนักตัวลดลง ผลอันนี้สอดคล้องกับ Wongsrikeao and Wanapat (1985) ที่รายงานว่า กระบือมีน้ำหนักตัวลดลงเมื่อได้รับฟางข้าวเป็นอาหารแต่ เพียงอย่างเดียว.

Table 7. Digestion coefficients of nutrients in pigeon pea seeds (PPS) and rice straw (RS) predicted by regression equation

Dig (%)	PPS ^{1/}	RS ^{2/}	Regression equation $y = a + b x$
DM	72.2	55.1	$y = 55.1 + 0.17 x ; r = 0.95$
OM	73.3	60.7	$y = 60.7 + 0.12 x ; r = 0.89$
CP	65.1	31.0	$y = 31.0 + 0.34 x ; r = 0.90$
EE	34.4	84.9	$y = 84.9 - 0.50 x ; r = -0.87$
CF	28.0	65.2	$y = 65.2 - 0.37 x ; r = -0.87$
NFE	84.2	58.9	$y = 58.9 + 0.25 x ; r = 0.99$
NDF	75.8	51.6	$y = 51.6 + 0.24 x ; r = 0.99$
ADF	38.2	49.6	$y = 49.6 - 0.11 x ; r = -0.73$
GE	72.3	58.3	$y = 58.3 + 0.14 x ; r = 0.88$
DE (kcal/g)	3.2	2.2	$y = 2.23 - 0.009 x ; r = -0.99$
TDN (%) ^{3/}	71.1	52.5	
N balance (g N/head/day)	6.3	-5.2	$y = -5.16 + 0.11 x ; r = 0.95$

^{1/} Predicted from regression equation when $x = 100$ ^{2/} Predicted from regression equation when $x = 0$ ^{3/} Calculated by conventional method y = Digestion coefficient of nutrient (%) x = Nutrient intake from PPS as % of that from total ration r = Regression coefficient

การย่อยได้ของฟางที่คำนวณโดยวิธีนี้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของฟางข้าว 5 พันธุ์ ที่นิยมปลูกกันในภาคเหนือ ที่ Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985a; อ้างอิงโดยชีวะอิสระกุล, 2531) ได้รายงานไว้เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นผลของ Positive associative effect ซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อให้อาหารหยาบที่ขาดโภชนาบางอย่าง เช่น ไนโตรเจนที่สลายตัวได้ง่าย หรือ ซัลเฟอร์ (Fermentable N or S) ร่วมกับอาหารข้นที่สามารถเสริมโภชนาการนั้นให้แก่สัตว์ได้ (Dixon, 1986) ผลดังกล่าวนี้อาจมีส่วนทำให้การย่อยได้ของฟางดีขึ้นกว่าเมื่อให้สัตว์กินฟางมั่วเพียงอย่างเดียว.

สรุป

ใบและเมล็ดถั่วพญาและมิโปรตีนใกล้เคียงกันประมาณ 20% แต่ใบมีโภชนาที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าเมล็ดของมันและต่ำกว่าใบกระถินเล็กน้อย.

การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในใบถั่วมะแฮะใกล้เคียงกับฟางข้าว ยกเว้นโปรตีน ซึ่งมีการย่อยได้สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาที่คำนวณโดยวิธีหาผลต่างต่ำกว่าค่าที่คำนวณโดยใช้แก้วที่ไม่ละลายในกรด (AIA) และต่ำกว่าการย่อยได้ของใบกระถินแห้งที่มีผู้รายงานไว้.

การเสริมฟางข้าวด้วยเมล็ดถั่วมะแฮะบดจะทำให้แมกนินฟางได้ลดลง แต่กินวัตถุแห้งทั้งหมดได้เพิ่มขึ้น โดยปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้คิดเป็น 2.9, 3.1, 3.3 และ 3.6% ของน้ำหนักตัวเมื่อได้รับเมล็ดถั่วมะแฮะในอัตรา 200, 400, 600 และ 800 กรัม/วัน หรือเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% น้ำหนักตัว ตามลำดับ.

การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ส่วนใหญ่ในอาหารทั้งสูตรเพิ่มขึ้น เมื่อแกะได้รับถั่วมะแฮะสูงขึ้น ยกเว้นเยื่อใย (CF), ผนังเซลล์ส่วนที่ย่อยได้ยาก (ADF) และไขมัน (EE) นอกจากนี้ยังพบว่าพลังงานย่อยได้ (DE), ยอดโภชนาย่อยได้ (TDN) และสมดุลไนโตรเจน มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณถั่วมะแฮะที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าดังกล่าวมีสหสัมพันธ์กันอย่างสูงกับเปอร์เซ็นต์โภชนาที่แกะได้รับจากเมล็ดถั่วมะแฮะ.

การย่อยได้ของโภชนาในเมล็ดถั่วมะแฮะที่คำนวณโดยใช้สมการ Regression มีค่าค่อนข้างสูง ประมาณ 70% แสดงให้เห็นว่าถั่วมะแฮะสามารถย่อยได้ค่อนข้างดี พลังงานย่อยได้ และยอดโภชนาย่อยได้ทั้งหมด มีค่า 3.2 kcal/กรัม และ 71.1% ซึ่งต่ำกว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมีเพียง 13.5%, 15.4% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า แกะที่ได้รับถั่วมะแฮะเป็นอาหารเดี่ยว มีสมดุลของไนโตรเจนเป็น +6.3 g N/ตัว/วัน.

การย่อยได้ของฟางข้าวซึ่งทำนายโดยใช้สมการ Regression มีค่าสูงกว่ารายงานอื่นเล็กน้อย คือ มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งประมาณ 55% มี DE 2.2 kcal/กรัม TDN 52.5% และ NB -5.2 g N/ตัว/วัน.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยด้านการเกษตรระหว่างประเทศของออสเตรเลีย (ACIAR) ที่สนับสนุนเมล็ดถั่วมะแฮะเพื่อการวิจัยในครั้งนี้.

เอกสารอ้างอิง

- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2531). ผลการเสริมฟางข้าวด้วยกรดอินทรีย์ระดับต่างๆ และความแม่นยำของการใช้ค่าที่ไม่ละลายในกรดเป็นตัวบ่งชี้ภายในเพื่อหาการย่อยได้. วทนศร 4(2):95-107.
- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม., คังทวีวัฒน์, สุชน. และ พรสุขศิริ, ศิริลักษณ์. (2534). การใช้ถั่วมวนและพดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์. รายงานการวิจัย, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2532). การใช้ถั่วพรีเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่เนื้อ. วทนศร 5(2):137-150.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2534). การใช้ถั่วมวนเป็นอาหารสัตว์ 1. ใบถั่วมวนในอาหารไก่เนื้อ. วทนศร 7(2):118-133.
- ศิระโกเศศ, ปราโมช และ ศิริ. (2529). การใช้ดินถั่วมวนเป็นอาหารเสริมในกุนดง. รายงานการวิจัย, สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ศิระโกเศศ, ปราโมช., สรวศิริ, ธนปอง. และ เสือ, กริสน์. (2533). การใช้ประโยชน์จากใบถั่วมวนเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ 1. การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณค่าทางอาหารและต้นทุนการผลิต. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 28, สาขาสัตว์ สัตวแพทย์และปศุสัตว์, หน้า 103-112. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สรวศิริ, ธนปอง และ ศิระโกเศศ. (2531). การใช้ใบถั่วมวนแห้งในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคขุน. รายงานการประชุมทางวิชาการ. ครั้งที่ 26, สาขาสัตว์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ หน้า 25-40.
- A.O.A.C. (1980). Association of Official Analytical Chemists, 13th ed. Washington, DC: USA.
- Bamualim, A. (1986). Effect of *Leucaena* fed as a supplement to ruminants on low quality roughage diets. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (ed.) IDP, Canberra, Australia. pp. 107-114.
- Cheva-Isarakul, Bl. and Cheva-Isarakul, Bs. (1985). Variation in the nutritive value of rice straw in Northern Thailand. 2 Voluntary feed intake and digestibility by sheep. In : Proc. Relevance of Crop Residues as Animal Feeds in Developing Countries. Wanapat, M. and Devendra, C. (eds.). Funny Press, Bangkok, Thailand. pp. 43-52.
- Cheva-Isarakul, Bl. (1988). Performance of sheep fed urea-treated or urea- molasses supplemented straw with or without fresh leucaena supplement as compared with fresh grass. In : The Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1987. Dixon, R.M. (eds.). IDP, Canberra, Australia. pp. 225-238.
- Cheva-Isarakul, Bs. and Cheva-Isarakul, Bl. (1990). Multi-nutrient block for cattle raised under poor feeding conditions. Research report submitted to Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) and Deutsche Gesellschaft fuer technische Zusammenarbeit (GTZ). Goettingen Univ. W. Germany. 46 p.
- Crabtree, J.R. and Williams, G.L. (1971). The voluntary intake and utilization of roughage-concentrate diets by sheep. I. Concentrate supplements for hay and straw. Animal Production 13: 71-82.
- Devendra, C. (1978). Studies on the utilization of rice straw by sheep. V. The effect of different protein sources on voluntary feed intake. Malaysian J. of Agric. 51:280-290.
- Devendra, C. (1983). Physical treatment of rice straw for goats and sheep and the response to substitution with variable levels of cassava (*Manihot esculenta* Crants), leucaena (*Leucaena leucocephala*) and gliricidia (*Gliricidia maculata*) forages. Mardi Res. Bull. 11(3):272-290.

- Dixon, R.M. (1986). Increasing digestible energy intake of ruminants given fibrous diets using concentrate supplements. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (ed.). IDP, Canberra, Australia. pp 59-76.
- Egan, A.R. (1986). Principles of supplementation of poor quality roughages with nitrogen. In : Ruminant Feeding System Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (ed.). IDP, Canberra, Australia. pp 49-58.
- El-Shazly, K., Dehority, B.A. and Johnson, R.R. (1961). Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* and *in vivo* by rumen microorganisms. J. of Anim. Sci. 20:268-273.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. (1970). Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedure and some applications). Agriculture Handbook No. 379, Agricultural Research Service, USDA.
- Gohl, B. (1981). Tropical feeds. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Hoover, W.H. (1986). Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci. 69:2755-2766.
- Kakade, M.L., Rackis, J.J., McGhee, J.E. and Puski, G. (1974). Determination of trypsin inhibitor activity of soy products. A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem. 51:376-383.
- Mould, F.L. and Oskov, E.R. (1983/84). Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulosis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. Anim. Feed Sci. Technol. 10:1-4.
- Mulholland, J.G., Coombe, J.B. and McManus, W.R. (1976). Effect of starch on the utilization by sheep of a straw diet supplemented with urea and minerals. Australian J. of Agric. Res. 27 :139-153.
- National Research Council (NRC). (1984). Nutrient requirements of dairy cattle, 6th ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
- Siebert, B.D. and Kennedy, P.M. (1972). The utilization of spear grass (*Heteropogon contorus*) I. Factors limiting intake and utilization by cattle and sheep. Australian J. Agric. Res. 23:35-44.
- Visitpanich, T., Batterham, E.S. and Norton, B.W. (1985). Nutritional value of chickpea (*Cicer arietinum*) and pigeonpea (*Cajanus cajan*) meals for growing pigs and rats. I. Energy content and protein quality. Australian J. Agric. Res. 36:327-335.
- Wongsrikeao, W. and Wanapat, M. (1985). A comparison of untreated or urea-treated rice straw when supplemented with fresh leucaena for buffaloes. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues-1985. Dixon, R.M. (eds.) School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, Australia. pp. 49-58.