

การใช้ถั่วแระเป็นอาหารสัตว์
3. สัตว์เคี้ยวเอื้องและกระต่าย

บุญล้อม ชีวะอิสรากุล¹ ศิริลักษณ์ พรสุศิริ¹ และ สุชน ตั้งทวีพัฒน์¹

THE USE OF PIGEON PEA AS ANIMAL FEED
3. RUMINANTS AND RABBITS

Boonlom Cheva-Isarakul¹ Siriluck Pornsuksiri¹ and Suchon Tangtaweeewipat¹

Abstract : The potential use of pigeon pea seeds (PPS), substituted for soybean meal (SBM) in concentrate ration for ruminants and rabbits or directly supplemented to low quality feed, was carried out in sheep and rabbits. Three groups of 18 sheep with initial liveweight 13.5 kg was fed *ad libitum* rice straw (RS), plus 500 g/day fresh para grass and supplemented with 1 of the 3 concentrate feeds at 250 g/day. There were SBM as a main protein source, 50% of SBM was substituted with PPS, or PPS plus minerals. Feeding trial lasted 16 weeks, followed by a 10 days digestibility trial which total collection method was compared to internal indicator (Acid insoluble ash, AIA) method. No significant difference was found on DM intake (3.0% liveweight/day), nutrient digestibility, feed conversion ratio (FCR; 8.4, 8.2 and 8.7) and average daily gain (ADG; 58.9, 63.6 and 64.3 g). The result indicated the potential use of PPS as ruminant feed. The digestibility determination using acid insoluble ash (AIA) as internal indicator was similar to that of the total fecal collection method.

In the study with growing rabbits, 30 heads of both sexed cross bred zika-Z x NZ white were randomly allocated to 5 treatments each with 6 replicates. They were penned individually and fed every morning with concentrate diet containing 0, 10, 20, 30 and 40% of PPS at 90% of their *ad libitum* intake, while the afternoon feed was fresh para grass (*ad lib*). It was found that PPS could be used at 40% of concentrate ration, equal to the substitution of SBM at 43%.

¹ ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

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

บทคัดย่อ : การใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนเพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องและแกะดำ ได้ทำการศึกษาในแกะรุ่นเพศเมียจำนวน 12 ตัว แดงเพศผู้จำนวน 6 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 13.5 กก. แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม เติบโตบนเคคอกพื้นแบบขังเดี่ยว ให้ได้รับฟางข้าว (โพธิ์แดง) และหญ้าขนสดวันละ 500 กรัม/ตัว เป็นอาหารหยาบ ส่วนอาหารข้นให้ได้รับชนิดใดชนิดหนึ่ง ดังต่อไปนี้ คือ 1) ชนิดที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน ชนิดที่ใช้เมล็ดถั่วมะแฮะแทนที่กากถั่วเหลือง 50% หรือเทียบเท่ากับใช้เมล็ดถั่วมะแฮะ 24% ในอาหาร และชนิดที่ใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นแหล่งโปรตีนล้วน (97% ของสูตรอาหาร) โดยให้ในอัตราวันละ 250 กรัม/ตัว ทำการเลี้ยงและเก็บข้อมูลด้านสมรรถภาพในการผลิต เป็นเวลา 16 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการย่อยได้ของอาหารทุกสูตร โดยใช้วิธีเก็บข้อมูลทั้งหมดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากฟางข้าวที่ไม่ย่อยในกรด (AIA) เป็นตัวบ่งชี้ภายใน ส่วนในการค่ายใช้กากถั่วเหลืองผสมกับพืชพันธุ์พืชกับนิวซีแลนด์ขาว หลังหย่านม จำนวน 30 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว เลี้ยงในกรงขังเดี่ยว ให้อาหารข้นที่มีส่วนผสมของเมล็ดถั่วมะแฮะในสูตรอาหารระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40% โดยให้ในช่วงเช้าในอัตรา 90% ของปริมาณที่กินได้เต็มที่เมื่อเทียบกับอายุและน้ำหนักตัว ส่วนในช่วงบ่ายให้กินหญ้าขนสดอย่างเต็มที่ ปรากฏว่าแกะที่ได้รับอาหารข้นทั้ง 3 สูตร กินอาหารได้คิดเป็นปริมาณร้อยละ (รวมอาหารหยาบและข้น) ไม่แตกต่างกัน (3% นน.ตัว/วัน) มีการย่อยได้ของโภชนาในอาหาร และอัตราการผลิตน้ำนม (8.4, 8.2 และ 8.7) ตลอดจนอัตราการเจริญเติบโต (58.9, 63.6 และ 64.3 กรัม/วัน) ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าเมล็ดถั่วมะแฮะสามารถใช้เป็นแหล่งของโปรตีนและพลังงานทดแทนส่วนหนึ่งของกากถั่วเหลือง รำ และข้าวโพดในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ หรือใช้ผสมกับเกล็ดและแร่ธาตุเสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำพวกฟางข้าวได้โดยตรง โดยไม่มีผลเสียต่อปริมาณอาหารที่กินได้ การย่อยได้ และสมรรถภาพการผลิต ในขณะที่การค่ายสามารถใช้เมล็ดถั่วมะแฮะได้ถึงระดับ 40% ของสูตรอาหาร หรือแทนที่กากถั่วเหลืองได้ในระดับ 43% โดยมีแนวโน้มว่า อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการผลิตน้ำนมจะลดลงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่า การหาการย่อยได้ในแกะโดยใช้ AIA ได้ผลไม่ต่างจากวิธีในแกะทั้งหมด.

คำนำ

การลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์เป็นหัวใจสำคัญของการผลิตสัตว์ทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับเกษตรกรรายย่อย การนำวัตถุดิบชนิดใหม่ที่ยังไม่นิยมใช้เป็นอาหารกันแพร่หลายมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ก็เป็นวิธีทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์ให้ต่ำลงได้ ในกรณีของสัตว์เคี้ยวเอื้องการปรับปรุงอาหารหยาบคุณภาพต่ำโดยเสริมด้วยอาหารที่มีคุณภาพสูงกว่า เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้การกิน และการย่อยได้ของอาหารหยาบนั้นดีขึ้น ทำให้สัตว์ได้รับโภชนาที่สูงขึ้น ช่วยให้สมรรถภาพในการผลิตสัตว์ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูกาลที่ขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี.

ถั่วมะแฮะ (*Pigeon pea; Cajanus cajan*) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่น่าจะมีความเหมาะสมในการแทนที่กากถั่วเหลืองในอาหารข้น และ/หรือเสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของอาหารนั้นให้ดีขึ้นได้ มันสามารถปลูกได้ทั้งในสภาพที่ราบและที่สูง สามารถปรับตัวได้ดีในเขตที่แล้ง ดินเลว ใบและเมล็ดมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง มีโปรตีนประมาณ 20% ของวัตถุดิบ สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ปีก (Tangtaweeewipat และ Elliott, 1989; ตั้งทวีพัฒน์ และ ชีวะอิสระกุล 2532; 2534) และสุกรได้ดีพอสมควร (Falvey and Visitpanich, 1980a, b; Visitpanich *et al.*, 1985).

ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้มีรายงานถึงผลการปล่อยวัวเข้าไปแทะเล็มในทุ่งหญ้าที่มีต้นถั่วมะแฮะ (Akinola *et al.*, 1975) หรือผลของอัตราการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มที่มีต่อผลผลิตของต้นถั่ว และอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ (Wijnberg และ Whiteman, 1985) ระยะการปลูกและ

การตัดที่มีผลต่อผลผลิตและคุณค่าทางอาหารของใบถั่วมะแฮ (หัตตะโกเทศ และคณะ, 2533) ตลอดจนการย่อยได้ของใบถั่วมะแฮในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Park *et al.*, 1989, และชีวะอิสระกุล, 2534) และการนำใบถั่วมะแฮมาใช้เป็นอาหารหยาบและอาหารข้น (Brown *et al.*, 1988; หัตตะโกเทศ และศิริ, 2529; Parades *et al.*, 1986; สรวมศิริ และหัตตะโกเทศ, 2531).

ในกระต่าย Aduku *et al.* (1989) รายงานว่า ใบถั่วมะแฮมีความน่ากินสูงพอควร ใกล้เคียงกับใบมันสำปะหลัง ซึ่งสูงกว่าใบผักโขมและใบมะละกอ แต่ต่ำกว่าต้นข้าวโพด ใบถั่วฝัก (Cow pea) ใบถั่วฮามาต้า และใบกระถิน.

เมล็ดถั่วมะแฮมีคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้สูงกว่าใบ โดยมีโภชนะต่างๆ คิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบแห้ง (DM) คือ โปรตีน (CP) 20.0%, ไขมัน (EE) 2.3%, เถ้า (Ash) 4.4%, เยื่อใย (CF) 9.6%, คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) 63.7% (ชีวะอิสระกุล, 2534) และมีการย่อยได้ของโภชนะในกระต่ายและแกะดังนี้คือ วัตถุดิบแห้ง 75.4 และ 72.2%, อินทรีย์วัตถุ 76.9 และ 73.3%, โปรตีน 70.4 และ 65.1%, ไขมัน 76.8 และ 34.4%, เยื่อใย 50.9 และ 28.0% และ NFE 89.1 และ 84.2% (ปัญจทวี, 2527; และชีวะอิสระกุล 2534) แต่การนำเมล็ดถั่วมะแฮมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องและกระต่ายยังไม่พบรายงานในปัจจุบัน จึงเห็นควรทำการศึกษาดังนี้ :

1. การใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้นหรือใช้ผสมแร่ธาตุเพื่อเป็นอาหารเสริมฟางข้าวสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยตรง.
2. หาระดับที่เหมาะสมของเมล็ดถั่วมะแฮที่สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้นสำหรับกระต่ายขุน โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 : การศึกษาในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากขาดแคลนวัวสำหรับใช้ทดลอง จึงใช้แกะเป็นสัตว์ทดลองแทน โดยได้แบ่งแกะรุ่นเพศเมีย จำนวน 12 ตัว และเพศผู้ จำนวน 6 ตัว รวม 18 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 13.5 ก.ก. ออกเป็น 3 กลุ่ม เลี้ยงแบบขังเดี่ยวในคอกยกพื้น ให้ทุกกลุ่มได้รับอาหารซึ่งประกอบด้วยฟางข้าวหั่นยาวประมาณ 3-4 นิ้ว ให้กินเต็มที่ (*ad libitum*) และให้หญ้าขนสดวันละ 500 กรัม (เริ่มให้ในสัปดาห์ที่ 7) เพื่อเป็นแหล่งวิตามินและแร่ธาตุ ส่วนอาหารข้นให้ได้รับตัวละ 250 กรัม โดยมีสูตรต่างกันดังนี้ : กลุ่มที่ 1 มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน, กลุ่มที่ 2 ใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทนที่กากถั่วเหลือง 50%, กลุ่มที่ 3 ใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทน (97%) ผสมเกลือและแร่ธาตุ 3%. อาหารข้นทุกสูตรมีโปรตีนใกล้เคียงกัน ส่วนประกอบของอาหารข้นแสดงไว้ในตารางที่ 1.

ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 8:30 และ 16:30 น. เก็บตัวอย่างอาหารหยาดทุกเดือน และอาหารชั้นทุกครั้งที่ผสม สะสมไว้เพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.

ชั่งน้ำหนักตัวแกะ 3 วันติดต่อกันเมื่อเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลอง และชั่งน้ำหนักตัวแกะทุกสัปดาห์ในระหว่างการทดลอง ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ คือ ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึงมิถุนายน 2533 โดยทำการทดลองที่หน่วยสัตว์ทดลอง ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 ข่ายแกะทดลองทั้งหมดไปยังกรงหาการย่อยได้ (Metabolism cage) ทำการเก็บมูล ปัสสาวะ และบันทึกข้อมูล ตลอดจนวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างอาหาร, มูล และปัสสาวะ เช่นเดียวกับที่ได้รายงานไว้โดยชีวะอิสระกุล (2534).

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ และหาความแตกต่างระหว่างพวก โดยวิธี Least significant difference (จันทลักษณ์, 2523).

Table 1. Composition of experimental concentrate rations.

Ingredients	Group 1	Group 2	Group 3
Ground corn	41.0	25.5	-
Rice bran	30.0	30.0	-
Soybean meal	17.0	8.5	-
Kapok seed meal	10.0	10.0	-
Ground pigeon pea seed	-	24.0	97.0
Salt	0.5	0.5	1.0
Limestone	0.5	0.5	1.0*
Mineral Premix	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0

* Use dicalcium phosphate instead of limestone due to the absence of rice bran, a phosphorus source.

นอกจากนี้ยังได้ทำการเก็บมูลเป็นเวลา 12:00 น. จำนวน 20 กรัมทุกวัน สะสมไว้ในตู้แช่แข็ง -20°C เพื่อเป็นตัวแทนของมูลทั้งหมด นำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่ไม่ละลายในกรด (AIA) โดยวิธีของ Van Keulen and Young (1977) เพื่อศึกษาถึงความแม่นยำในการใช้เป็น ตัวบ่งชี้ภายใน (Internal indicator) เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลทั้งหมด.

การคำนวณหาการย่อยได้ของวัตถุดิบโดยวิธี AIA ใช้สูตร :

$$C_i = \frac{(C_1 \times I_1) + (C_2 \times I_2) + (C_3 \times I_3)}{I_1 + I_2 + I_3}$$

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ} (\% \text{ DMD}) = \frac{C_f - C_i}{C_f} \times 100$$

เมื่อ C_i คือ เปอร์เซ็นต์ AIA ในอาหารทั้งหมด C_1 , C_2 , และ C_3 คือ % AIA (DM basis) ในฟาง หญ้า และอาหารข้น ตามลำดับ C_f คือ เปอร์เซ็นต์ AIA ในมูล.

และคำนวณหาความแม่นยำของวิธีใช้ถ้าไม่ละลายในการเทียบกับวิธีเก็บมูลทั้งหมด โดยใช้สูตร :

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\% \text{ การย่อยได้ของวัตถุดิบโดยวิธี AIA}}{\% \text{ การย่อยได้ของวัตถุดิบโดยวิธีเก็บมูลทั้งหมด}} \times 100$$

Table 2. Composition of concentrate rations for rabbits containing different levels of pigeon pea seed.

In ration	Level of pigeon pea seed (%)				
	0	10	20	30	40
Substitute soybean meal	0	11	21	32	43
Soybean meal	23.7	21.13	18.62	16.12	13.62
Pigeon pea seed	0	10	20	30	40
Yellow corn	48.3	40.87	33.38	25.88	18.38
Rice bran	25	25	25	25	25
Vitamins-Minerals	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Oyster shell	1	1	1	1	1
Dicalcium phosphate	1	1	1	1	1
Vegetable oil	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Calculated chemical composition (% Air dry basis)					
Crude protein	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
ME (kcal/kg)	2750	2700	2570	2470	2370
Crude fibre	6.44	6.71	6.99	7.27	7.54
Ether extract	5.18	5.01	4.84	4.68	4.51

การทดลองที่ 2 : การศึกษาในกระต่าย ใช้กระต่ายลูกผสมพันธุ์จากเซด (Zika-Z) กับ นิวซีแลนด์ขาว (New Zealand White) หลังหย่านม อายุประมาณ 8 สัปดาห์ จำนวน 30 ตัว เป็นเพศผู้และเมียอย่างละครึ่ง แบ่งโดยสุ่มเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว เลี้ยงในกรงขังเดี่ยว ขนาด 2 x 3 ตารางฟุต ให้ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 18% เท่ากันทุกกลุ่ม โดยมีส่วนผสมของ เมล็ดถั่วและแฉะซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีตามที่ได้รายงานไว้โดย Tangtawceewipat and Elliott (1989) ผสมที่ระดับ 0, 10, 20, 30 หรือ 40% ของสูตรอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 2 ให้อาหาร วันละ 2 เวลา โดยช่วงเช้าให้อาหารข้นคิดเป็นปริมาณ 90% ของที่กระต่ายกินได้อย่างเต็มที่เมื่อเทียบกับอายุและน้ำหนักตัว (แสดงปริมาณไว้ในตารางที่ 3.) สำหรับช่วงบ่ายให้กินหญ้าสดอย่างเต็มที่ สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสดและอาหารข้นสัปดาห์ละครั้ง อบแห้ง และสะสมไว้ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโภชนาอย่างหยาบเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองตามวิธีการของ AOAC (1980) บันทึกน้ำหนักตัวเพิ่มของกระต่ายทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Duncan's new multiple range test (จันทลักขณา, 2523).

งานทดลองกระทำที่ฟาร์มกระต่าย และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ของภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2532 - มีนาคม 2533.

Table 3. Amount of feed consumed by rabbits at different age and weight.

Age (weeks)	Liveweight (g)	<i>ad libitum</i> (g/day)	90% of <i>ad libitum</i> (g/day)
6	700-900	60	54.0
7	900-1100	65	58.5
8	1100-1300	70	63.0
9	1300-1700	75	67.5
10	1500-1700	80	72.0
11	1700-1900	85	76.5
12	1900-2100	90	81.0
13	2100-2300	95	85.5
14	2300-2500	100	90.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีของ ฟาง หญ้าสด อาหารข้นสูตร 1 (ใช้กากถั่วเหลืองและกากนุ่นเป็นแหล่งโปรตีน) อาหารข้นสูตร 2 (ใช้เมล็ดถั่วหมักทดแทนที่กากถั่วเหลือง 50% หรือเท่ากับปริมาณเมล็ดถั่วหมัก 24% ในสูตรอาหาร) และอาหารข้นสูตร 3 (ใช้ถั่วหมักล้วนผสมเกลือแร่) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าอาหารข้นทุกสูตรมีโปรตีนและอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกัน คือประมาณ 20 และ 93% ของวัตถุแห้งตามลำดับ แต่มีปริมาณไขมัน เยื่อใย และองค์ประกอบของผนังเซลล์ต่างกันมาก โดยสูตร 3 จะมีไขมันต่ำเพียง 2.5% เทียบกับ 10.5 และ 9.5% ในสูตร 1 และ 2 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วหมักมีไขมันต่ำเพียง 2.3% (ชีวะอิสระกุล, 2535) ขณะที่รำ และข้าวโพด ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอาหารสูตร 1 และ 2 มีไขมัน 15.1% และ 4.2% ตามลำดับ (NRC, 1984) ปริมาณเยื่อใย ผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) เพิ่มขึ้นตามระดับเมล็ดถั่วหมักในสูตรอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วหมักมีองค์ประกอบดังกล่าวสูง หญ้าสดที่ใช้มีวัตถุแห้ง 18.8% โปรตีน 12.1% และองค์ประกอบของผนังเซลล์ 72.7% ซึ่งใกล้เคียงกับที่รายงานโดย Cheva-Isarakul (1989) ขณะที่ฟางมีองค์ประกอบดังกล่าว 96.4, 4.5 และ 74.9% ตามลำดับ.

สมรรถภาพในการผลิต จากการทดลองให้แกะรุ่นได้รับฟางอย่างเต็มที่ และหญ้าสด 500 กรัม/ตัว/วัน โดยเริ่มให้ในสัปดาห์ที่ 7 แล้วเสริมด้วยอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน (กลุ่ม 1) หรือมีเมล็ดถั่วหมักทดแทนกากถั่วเหลือง 50% (กลุ่ม 2) หรือใช้เมล็ดถั่วหมักล้วนเสริมด้วยเกลือและแร่ธาตุ (กลุ่ม 3) โดยอาหารข้นทุกสูตรมีโปรตีนใกล้เคียงกันประมาณ 20% เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวเป็นเวลา 16 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้ :

ปริมาณอาหารที่กินได้ แกะทุกกลุ่มกินอาหารข้นคิดเป็นวัตถุแห้งประมาณ 1.2% ของน้ำหนักตัว กินหญ้าประมาณ 0.3% น้ำหนักตัว และกินฟางประมาณ 1.5% น้ำหนักตัว รวมปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ คิดเป็นวัตถุแห้งประมาณ 3% น้ำหนักตัว หรือ 62 กรัม/กก. น้ำหนักตัว^{0.75} (ตารางที่ 4.) ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณวัตถุแห้งที่แกะกินได้ เมื่อได้รับฟางเสริมใบกระถินแห้ง 0.5% ของน้ำหนักตัว (ชีวะอิสระกุล, 2531) และสูงกว่าเมื่อแกะกินฟางแต่เพียงอย่างเดียว Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) แกะกลุ่มที่ได้รับเมล็ดถั่วหมัก (กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3) มีแนวโน้มในการกินฟางเพิ่มขึ้น แม้ว่าความแตกต่างนี้จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม.

Table 4. Chemical composition (% DM basis) of concentrate mixture, rice straw and para grass.

	Conc.1	Conc.2	Conc.3	Rice straw	Para grass
Dry matter	88.9	88.7	89.4	96.4	18.8
Organic matter	92.4	92.9	93.7	80.5	87.1
Crude protein	20.6	19.1	19.7	4.5	12.1
Ether extract	10.5	9.5	2.5	2.5	3.1
Crude fiber	7.5	11.3	9.8	35.2	31.6
NFE	53.7	53.1	61.7	38.4	40.4
Ash	7.6	7.1	6.3	19.5	12.9
NDF	21.4	27.6	34.6	74.9	72.7
ADF	11.3	14.7	17.1	54.1	43.0

Conc. 1 = used soybean meal (SBM) as a main protein source

Conc. 2 = substituted 50% of SBM with pigeon pea seeds (PPS) ; the level of PPS in the ration was 24%

Conc. 3 = 97% of PPS + 3% mineral mixtures.

อัตราการเพิ่มน้ำหนักของแกะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 16 สัปดาห์ (112 วัน) ในการทดลองนี้เฉลี่ยประมาณ 62 กรัม/วัน ซึ่งนับว่าสูงกว่าการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดปีของแกะที่เลี้ยงแบบพื้นบ้าน ซึ่ง Cheva-Isarakul (1988a) ได้รายงานไว้ (54 กรัม/วัน) เล็กน้อย และสูงกว่าการเจริญเติบโตของแกะรุ่นน้ำหนักเริ่มต้น 26.5 กก. ที่ได้รับฟางเสริมด้วยใบกระถินแห้งใน ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5% ของน้ำหนักตัวที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งชีวะอิสระกุล (2531) ได้รายงานไว้ว่ามีการเจริญเติบโตต่อวัน 24.5, 39.5 และ 54.5 กรัม ตามลำดับ.

ค่าการเจริญเติบโตของแกะในการทดลองนี้ ใกล้เคียงกับแกะน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 20 กก. ที่เลี้ยงด้วยฟางหมักหรือฟางสดด้วยยูเรีย-กากน้ำตาล และเสริมด้วยใบกระถินสดวันละ 1 กก. เป็นเวลา 10 สัปดาห์มาก แสดงว่าการให้แกะได้รับฟางเสริมด้วยอาหารชั้นที่ผสมกาก ถั่วเหลืองและ/หรือเมล็ดถั่วมะแฮะบด หรือใช้เมล็ดถั่วมะแฮะบดผสมแร่ธาตุเสริมฟางโดยตรงใน อัตรา 1% ของน้ำหนักตัว สามารถทำให้สัตว์เติบโตได้ในระดับเดียวกับการใช้ฟางที่ปรับปรุง คุณภาพแล้วเสริมด้วยใบกระถินสด ซึ่งดีกว่าการเลี้ยงพื้นบ้านโดยทั่วไป หรือดีกว่าการใช้ฟาง ธรรมชาติเสริมด้วยใบกระถินแห้งเล็กน้อย.

Djanegara and Ranguti (1989) ได้รวบรวมข้อมูลจากการทดลองอาหาร และพบว่าการเลี้ยงแกะด้วยหญ้าในเขตร้อนเพียงอย่างเดียว หรือคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบที่ย่อยได้ (Digestible dry matter) ที่แกะได้รับ 200-250 กรัม/วัน จะเพียงพอแก่เพื่อการดำรงชีพเท่านั้น การจะ

ให้แกะมีการเจริญเติบโต หรือให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องให้ได้รับอาหารเสริมด้วย แกะน้ำหนักตัว 12-21 กก. ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เป็นอาหารหยาบ และเสริมด้วยใบพืชที่มีโปรตีนสูง เช่น กระถิน แมคฝรั่ง แคไทย หรือใบมันสำปะหลัง เป็นต้น สามารถเติบโตได้วันละ 35-100 กรัม ในขณะที่กลุ่มไม่ได้เสริมเติบโตวันละประมาณ 20-35 กรัม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองนี้ คือ ปริมาณวัตถุดิบที่ย่อยได้ที่แกะทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับมีปริมาณสูงกว่า 250 กรัม คือ = 295.3, 313.5 และ 349.4 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6.).

อัตราแลกน้ำหนักของแกะทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5.) คือ เท่ากับ 8.4, 8.2 และ 8.7 กก.วัตถุดิบแห้ง/กก.น้ำหนักตัว สำหรับแกะกลุ่ม 1 กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3 ตามลำดับซึ่งใกล้เคียงกับแกะที่เลี้ยงด้วยฟางหมักยูเรียเสริมใบกระถินสด (Cheva-Isarakul, 1988b) แต่ดีกว่าพวกที่ได้รับฟางธรรดาเสริมใบกระถินแห้งในอัตรา 0.5-1.5% น้ำหนักตัวมาก (FCR = 32.4-17.9) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาหารชั้นในงานทดลองนี้มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าในการทดลองดังกล่าวมาก ดังจะเห็นได้จากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ในงานทดลองทั้ง 2 (การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง = 61.3-64.0% เทียบกับ 49.2-48.0%) และเปอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารที่ได้รับทั้งสูตรรวมอาหารหยาบและอาหารชั้น (ตารางที่ 5.) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่า ปริมาณโปรตีนที่แกะได้รับคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบที่กินทั้งหมดประมาณ 12% เทียบกับ 7.2-11.7% ในการทดลองเสริมฟางด้วยใบกระถินแห้ง (ชีวะอิสระกุล, 2531) ซึ่งระดับดังกล่าวสูงกว่าที่ Milford and Minson (1968; อ้างอิงโดย Devendra, 1989) ได้รายงานไว้ คือ ถ้าแกะได้รับโปรตีนต่ำกว่า 7% จะทำให้การกินอาหารได้ลดลง.

จากการที่เมล็ดถั่วมะเษะบดสามารถใช้ทดแทนส่วนหนึ่งของกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้น สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง หรือใช้ผสมกับเกล็ดและแร่ธาตุแล้วเสริมอาหารหยาบให้แกะกินโดยตรงในอัตรา 1% ของน้ำหนักตัว โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตนี้ สามารถเสนอแนะให้เป็นทางเลือกอันหนึ่งของเกษตรกรในการใช้ปรับปรุงคุณภาพของอาหารหยาบในฤดูแล้ง โดยถ้าเกษตรกรสามารถปลูกถั่วมะเษะมาใช้เสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ ก็จะทำให้สัตว์เคี้ยวเอื้องไม่ต้องสูญเสียน้ำหนักตัวในฤดูแล้ง อันเกิดมาจากการได้รับโภชนาไม่เพียงพอ อาหารมีการย่อยได้ดี และมีความน่ากินน้อยได้.

Table 5. Weight change, dry matter intake and feed conversion ratio of sheep fed 3 different concentrate rations.

	Group 1 ¹	Group 2 ¹	Group 3 ¹
Initial weight (kg)	13.5 ^a ±2.1	13.5 ^a ±1.4	13.4 ^a ±1.3
Final weight (kg)	20.1 ^a ±2.3	20.6 ^a ±2.3	20.6 ^a ±2.7
Live weight gain (kg) (112 days)	6.6 ^a ±1.2	7.1 ^a ±1.3	7.2 ^a ±1.5
Average daily gain (g)			
- Week 0-6, 42 days	51.6±13.9	73.8±16.7	69.0±19.0
- Week 7-16, 70 days	63.10±11.2	57.1±8.6	62.8±12.9
- Week 0-16, 112 days	58.9±10.7	63.4±11.6	64.3±13.4
Total dry matter intake (DMI)			
- g/head/day	482.7 ^a ±39.8	508.8 ^a ±43.3	547.1 ^a ±39.8
- % BW	2.9±0.3	3.0±0.1	3.2±0.3
- g/kgW ^{0.75}	58.4±4.2	60.8±2.3	65.6±3.7
Dry matter intake (g/head/day)			
- from rice straw	201.8±39.8	228.1±43.3	264.8±39.8
- from grass	58.8±0	58.8±0	58.8±0
- from concentrate	222.2±0	221.9±0	223.5±0
Feed conversion ratio	8.4 ^a ±1.1	8.2 ^a ±1.1	8.7 ^a ±1.1
(kg DM feed/kg weight gain)			
Crude protein (% of DMI)	12.8	11.7	11.5

¹ Fed with concentrate ration 1, 2, 3, respectively (see table 1)

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนาโดยวิธีใช้หญ้าไม่ละลายในกรด

การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งที่คำนวณโดยอาศัยหญ้าที่ไม่ละลายในกรด (AIA) เป็นตัวบ่งชี้ภายในเทียบกับค่าที่คำนวณได้โดยวิธีเก็บมูลทั้งหมด แสดงไว้ในตารางที่ 6. พบว่าค่าที่ได้จากวิธี AIA มีค่าต่ำกว่าที่ได้จากวิธีเก็บมูลทั้งหมดเพียงเล็กน้อย คือ 60.3, 59.9 และ 61.9 เทียบกับ 61.3, 61.8 และ 64.0% สำหรับแกะกลุ่ม 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็น 98.4, 96.0 และ 96.7% ของวิธีปกติ แสดงว่าการใช้ AIA ในการทดลองหาการย่อยได้ครั้งนี้มีความแม่นยำสูง สอดคล้องกับรายงานการเสริมฟางข้าวด้วยใบกะเทาะแห้ง 3 ระดับ (ชีวะอิสระกุล, 2531) ที่พบว่ามีความแม่นยำ 96.6, 102.8 และ 103% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) ด้วย.

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ ของโภชนะในอาหารที่กินทั้งสูตร (รวมอาหารหยาบและอาหารข้น) ของแกะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น ซึ่งใช้เมล็ดถั่วพุ่มแทนที่กากถั่วเหลือง (กลุ่ม 2) หรือใช้เมล็ดถั่วพุ่มเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานเพียงอย่างเดียวในอาหารข้น (กลุ่ม 3) มีแนวโน้มดีกว่ากลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้น (กลุ่ม 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของเยื่อใย และผนังเซลล์ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุม (กลุ่ม 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.).

Table 6. Nutrient intake and digestible nutrient consumed by sheep fed rice straw, and para grass supplemented with 3 different concentrate rations and digestibility of dry matter calculated from AIA method compared to that of conventional method.

		DM	OM	CP	EE	CF	NFE	NDF	ADF
Total nutrient intake (g/head/day)									
Group ¹	I	482.8 ^a	418.8 ^a	62.0 ^{ab}	30.1 ^a	106.4 ^b	220.5 ^b	241.4 ^b	159.6 ^b
	II	508.8 ^a	440.8 ^a	59.7 ^b	28.4 ^a	123.8 ^{ab}	229.0 ^b	275.0 ^{ab}	173.8 ^{ab}
	III	547.1 ^a	473.7 ^a	62.9 ^a	13.8 ^b	133.7 ^a	263.3 ^a	318.6 ^a	206.7 ^a
Digestibility coefficient of nutrient (%)									
Group	I	61.3 ^a	65.7 ^a	82.7 ^a	78.4 ^a	51.3 ^b	65.7 ^a	48.5 ^c	41.5 ^a
	II	61.8 ^a	66.1 ^a	81.6 ^a	76.1 ^a	58.9 ^a	64.1 ^a	52.6 ^b	42.5 ^a
	III	64.0 ^a	68.0 ^a	84.4 ^a	68.2 ^b	61.5 ^a	67.1 ^a	57.9 ^a	45.2 ^a
Digestible nutrient consumption (g/head/day)									
Group	I	295.3 ^b	274.5 ^b	51.3 ^a	23.6 ^a	54.5 ^b	144.5 ^b	116.3 ^c	66.2 ^b
	II	313.5 ^b	290.6 ^b	48.7 ^b	21.6 ^b	73.1 ^a	146.3 ^b	144.6 ^b	73.8 ^b
	III	349.4 ^a	321.4 ^a	53.0 ^a	9.5 ^c	82.1 ^a	176.3 ^a	183.8 ^a	93.0 ^a
		Group I			Group II		Group III		Average
DM digestibility (AIA method)		60.3+3.2			59.9+4.1		61.9+2.8		60.7
% Recovery		98.4			96.0		96.7		97.0

^{a-c} Mean within column with different superscripts are significantly different (P<0.05)

¹ Fed with concentrate ration 1,2,3 respectively (see table 1)

การย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่ที่ดีขึ้นในแกะกลุ่ม 2 และ 3 สอดคล้องกับปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ ที่มีแนวโน้มว่าเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับรายงานของ Blaxter (1962) ที่กล่าวว่ายิ่งอาหารมีการย่อยได้ดีขึ้น สัตว์เคี้ยวเอื้องยิ่งกินอาหารได้มากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ไขมันในกลุ่มที่ได้รับถั่วพุ่มเป็นอาหารข้น (กลุ่ม 3) มีการย่อยได้น้อยกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมล็ดถั่วพุ่มมีไขมันต่ำ.

ปริมาณโภชนาที่กิน และปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ ที่ได้รับแสดงไว้ในตารางที่ 6 แกะทุกกลุ่มได้รับวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุทั้งหมด (รวมอาหารหยาบ และอาหารข้น) ในปริมาณไม่ต่างกัน แต่เนื่องจากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มดีกว่า 2 กลุ่มแรกเล็กน้อย จึงทำให้ปริมาณวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุย่อยได้ที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับสูงกว่า 2 กลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ปริมาณโปรตีนที่กินของแกะกลุ่ม 2 ต่ำกว่ากลุ่ม 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากแกะกลุ่ม 3 กินฟางได้มากกว่า อีกทั้งอาหารข้นสูตรที่ 3 ก็มีโปรตีนสูงกว่าสูตรที่ 2 เล็กน้อย (ตารางที่ 4.) จึงทำให้แกะกลุ่มที่ 3 ได้รับโปรตีนสูงกว่า การย่อยได้ของโปรตีนในแกะทั้ง 3 กลุ่มไม่ต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่ม 2 มีการย่อยได้ต่ำกว่าเล็กน้อย จึงเป็นเหตุให้แกะกลุ่ม 2 ได้รับโปรตีนย่อยได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ.

ปริมาณไขมันที่กิน การย่อยได้ของไขมัน และปริมาณไขมันย่อยได้ที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับต่ำกว่ากลุ่ม 2 และกลุ่ม 1 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณไขมันของเมล็ดถั่วมะพร้าวที่ต่ำกว่าข้าวโพด และรำตงได้กล่าวมาแล้ว.

ในทางตรงกันข้ามแกะกลุ่ม 3 ได้รับ CF, NFE, NDF และ ADF สูงกว่า เนื่องจากแกะกลุ่มนี้กินฟางได้มากกว่ากลุ่มอื่น อีกทั้งถั่วมะพร้าวซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของอาหารข้นสูตร 3 มีปริมาณโภชนาดังกล่าวมากกว่าข้าวโพด ถั่วเหลือง และรำซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในอาหารข้นสูตร 1 และ 2 ประกอบกับปริมาณ CF และ NDF ในเมล็ดถั่วมะพร้าวอาจมีองค์ประกอบที่ย่อยได้ง่าย (มีลิกนินต่ำ) จึงทำให้การย่อยได้ของโภชนาดังกล่าวในอาหารสูตร 3 ดีกว่าสูตร 2 และ 1 ตามลำดับ เป็นผลให้แกะกลุ่ม 3 ได้รับโภชนาที่ย่อยได้สูงกว่ากลุ่ม 2 และ 1.

น้ำหนักเพิ่มและอัตราแลกน้ำหนัก จากการที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับโภชนาทุกตัวสูงกว่า มีการย่อยได้ของโภชนาต่างๆ ดีกว่า และได้รับโภชนาที่ย่อยได้ทุกตัวมากกว่าแกะอีก 2 กลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่ม 1 ทั้งนี้ยกเว้นไขมัน จึงเป็นผลให้แกะกลุ่ม 3 มีแนวโน้มในการเพิ่มน้ำหนักตัวได้สูงกว่าแกะกลุ่ม 1 แม้ว่าความแตกต่างนี้จะไม่มีความสำคัญก็ตาม (ตารางที่ 5.).

Table 7. Chemical composition (% DM basis) of concentrates and para grass.

	Level of pigeon pea seed in diet (%)					para grass
	0	10	20	30	40	
Dry matter	93.22	94.35	94.00	93.54	94.44	18.57
Crude protein	24.16	23.37	24.20	23.86	23.56	17.40
Ether extract	6.92	6.94	6.76	6.44	7.50	5.19
Crude fibre	5.92	6.62	6.54	7.56	8.08	27.56
Ash	6.61	6.84	6.24	7.18	7.07	14.14
Organic matter	93.39	93.16	93.76	92.82	92.93	85.86

การศึกษาในกระต่าย

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารข้นสำหรับกระต่ายขุน ซึ่งมีเมล็ดถั่วมะแฮะเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารระดับ 0, 10, 20, 30 หรือ 40% ผลแสดงในตารางที่ 7 ปรากฏว่าอาหารทั้ง 5 สูตร มีโปรตีนสูงมาก (23-24%) โดยสูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ (ตารางที่ 2.) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกากถั่วเหลืองและรำละเอียดมีคุณภาพดีกว่าค่าที่ใช้สำหรับคำนวณ อย่างไรก็ตามพบว่า อาหารทั้ง 5 สูตร มีโภชนะใกล้เคียงกัน ยกเว้นเยื่อใยที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับเมล็ดถั่วมะแฮะในอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วมะแฮะมีเยื่อใยสูง นอกจากนี้หญ้าขนสดก็มีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะโปรตีนสูงกว่าหญ้าขนทั่วไป เช่น ที่ Cheva-Isarakul (1988b, 1989) รายงานว่า หญ้าขนมีโปรตีนคิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบแห้ง 14.8 และ 11.8% ตามลำดับ และ Gohl (1981) ซึ่งพบว่าหญ้าขนมีปริมาณโปรตีนผันแปรระหว่าง 4.5-15.4% ของวัตถุดิบแห้ง ทั้งนี้แล้วแต่ความแก่อ่อนของหญ้าและสภาพการเพาะปลูกด้วย การที่หญ้าขนในงานทดลองนี้มีโปรตีนสูง อาจเนื่องมาจากเป็นหญ้าที่ปลูกใช้เองแถวบริเวณข้างคอกเลี้ยงสัตว์ทดลองของภาควิชาสัตวบาล ซึ่งในบริเวณดังกล่าวมีการใส่ปุ๋ยจำพวกมูลสัตว์ตลอดเวลา ประกอบกับในระหว่างการปลูกมีการดูแลอย่างดี หญ้าขนจึงมีความอุดมสมบูรณ์กว่าปกติ.

จากการที่ให้กระต่ายได้รับอาหารข้นในช่วงเช้าคิดเป็นปริมาณ 90% ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ตามขนาดน้ำหนักตัว (ตารางที่ 3.) แล้วช่วงบ่ายให้กระต่ายได้กินหญ้าขนสดอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาทดลอง 10 สัปดาห์ ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กระต่ายทุกกลุ่มกินได้ทั้งหมดตลอดการทดลองคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบแห้งไม่ต่างกัน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากวิธีการให้อาหารที่คำนวณให้ในปริมาณ 90% ของปริมาณที่คาดว่าจะกินได้เต็มที่ตามขนาดของน้ำหนักตัว และเนื่องจากกระต่ายในทุกกลุ่มการทดลองมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน (ผลแสดงในตารางที่ 8.)

กระต่ายจึงได้รับอาหารชั้นในแต่ละวันปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนกรณีที่อาหารชั้นมีเยื่อใยเพิ่มขึ้นตามปริมาณเมล็ดถั่วมะแฮะที่ผสม พบว่าไม่มีผลต่อการกินอาหารของกระต่าย อาจเป็นเพราะกระต่ายกินอาหารตามระดับพลังงาน โดยอาหารที่มีพลังงานสูงกระต่ายจะกินอาหารได้น้อย แต่ถ้าอาหารมีพลังงานต่ำจะกินได้มาก อย่างไรก็ตามพบว่ากระต่ายชอบกินอาหารที่มีพลังงานต่ำมากกว่าอาหารที่มีระดับพลังงานสูง ดังเห็นได้จากกระต่ายกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมถั่วมะแฮะ 30 และ 40% มีแนวโน้มกินอาหารชั้นได้มากกว่า ในขณะที่กินหญ้าขนได้น้อยกว่ากลุ่มอื่น ซึ่ง Cheeke and Patton (1980) รายงานว่า อาหารที่มีพลังงานสูงเมื่อไปอยู่ในทางเดินอาหารส่วนท้าย (Hind gut) ของกระต่าย จะเป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์พวกที่เป็นโหนดร่งกาย ทำให้จุลินทรีย์เหล่านี้แพร่พันธุ์และผลิตสารพิษเพิ่มมากขึ้น ทำให้กระต่ายมีการเจริญเติบโตลดลง นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดท้องร่วงและอาจเสียชีวิตได้.

ปริมาณโปรตีนที่กระต่ายได้รับมีปริมาณใกล้เคียงกัน (20-22 กรัม) แต่เนื่องจากเมล็ดถั่วมะแฮะมีสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ชนิดสารยับยั้งทริปซิน (Visitpanich *et al.*, 1985) และสารยับยั้งโคโมทริปซิน (Jumbunathan and Singh, 1981) จึงอาจเป็นเหตุให้การเจริญเติบโตของกระต่ายในกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีเมล็ดถั่วมะแฮะผสมอยู่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักตัวเพิ่มต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ (14.5-16.4 เปรียบเทียบกับ 17.8 กรัมต่อตัวต่อวัน) แต่ไม่พบนัยสำคัญ (ตารางที่ 8.) ซึ่งมีส่วนสอดคล้องกับรายงานของ Cheeke *et al.*, (1982) ที่รายงานว่ากระต่ายเมื่อได้รับถั่วเหลืองดิบที่มีสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ มีการย่อยได้ของโปรตีนลดลง ตัวอ่อนขยายขนาดเพิ่มขึ้น และยังมีอาการเจริญเติบโตลดลง.

สำหรับผลด้านประสิทธิภาพการใช้อาหารปรากฏว่า ในกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีเมล็ดถั่วมะแฮะผสมอยู่ 40% มีแนวโน้มว่า มีอัตราแลกน้ำหนักทั้งในด้านปริมาณอาหารที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวหรือปริมาณโปรตีนที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ที่ได้รับเมล็ดถั่วมะแฮะระดับต่ำ ทั้งนี้อาจมีผลมาจากสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ที่มีในเมล็ดถั่วมะแฮะดังได้กล่าวมาแล้ว (ตารางที่ 8).

Table 8. Nutrient intake, weight change and feed conversion ratio of rabbits fed diets containing various levels of pigeon pea seeds (PPS) during 10 weeks¹.

	Level of PPS in concentrate ration (%)					$\bar{X} \pm SD$
	0	10	20	30	40	
DM intake (g/head/day)	103.66 $\pm$ 15.22	98.01 $\pm$ 14.43	93.50 $\pm$ 10.92	101.85 $\pm$ 9.07	102.81 $\pm$ 9.30	100.10 $\pm$ 11.88
Concentrate	62.71 $\pm$ 12.59	57.84 $\pm$ 16.76	53.62 $\pm$ 9.05	63.05 $\pm$ 7.43	64.57 $\pm$ 7.74	60.45 $\pm$ 11.34
Para grass	40.95 $\pm$ 3.46	40.17 $\pm$ 4.87	39.88 $\pm$ 2.44	38.80 $\pm$ 2.31	38.24 $\pm$ 2.13	39.65 $\pm$ 3.18
CP intake (g/head/day)	22.28	20.51	19.92	21.79	21.87	21.27 $\pm$ 1.01
OM intake (g/head/day)	247.9 $\pm$ 25.66	239.6 $\pm$ 18.31	234.7 $\pm$ 18.30	237.9 $\pm$ 15.97	236.8 $\pm$ 15.60	239.6 $\pm$ 18.40
Initial BW (g/head)	995.0 $\pm$ 300.4	988.3 $\pm$ 195.7	850.0 $\pm$ 144.0	985.0 $\pm$ 331.0	1120 $\pm$ 210.6	987.9 $\pm$ 246.0
Final BW (g/head)	2242 $\pm$ 533.3	2100 $\pm$ 432.4	1950 $\pm$ 447.2	2133 $\pm$ 422.7	2140 $\pm$ 216.2	2118 $\pm$ 407.2
BW gain						
g/head	1247 $\pm$ 389.6	1112 $\pm$ 352.8	1100 $\pm$ 557.4	1148 $\pm$ 346.3	1020 $\pm$ 260	1130 $\pm$ 367.4
g/head/day	17.81 $\pm$ 5.57	15.88 $\pm$ 5.04	15.71 $\pm$ 7.96	16.40 $\pm$ 4.95	14.57 $\pm$ 3.71	16.14 $\pm$ 5.25
Feed conversion ratio						
Feed/LW gain	5.82	6.17	5.95	6.21	7.06	6.24 $\pm$ 0.48
CP/LW gain	1.25	1.29	1.27	1.33	1.50	1.33 $\pm$ 0.10

¹ No Significant differences.

สรุปผลการทดลอง

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮะทดแทนที่ครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร (เทียบเท่ากับปริมาณเมล็ดถั่วมะแฮะในสูตรอาหาร 24%) หรือใช้เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารข้น (97% ของสูตรอาหาร) ทำให้อาหารมีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับสูตรอาหารข้นปกติที่มีข้าวโพด รำ และกากถั่วเหลืองเป็นหลัก โดยมีโปรตีนประมาณ 20% ของวัตถุดิบแห้ง แต่มีปริมาณไขมันลดลง และมีผนังเซลล์ (NDF, ADF) เพิ่มขึ้นตามปริมาณเมล็ดถั่วมะแฮะในสูตรอาหาร.

แกะที่ได้รับฟางธรรมชาติเสริมด้วยหญ้าสดวันละ 500 กรัม และได้รับอาหารข้นปกติที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน (กลุ่ม 1) หรือที่มีเมล็ดถั่วมะแฮแทนที่ 50% ของกากถั่วเหลือง (กลุ่ม 2) หรือที่มีเมล็ดถั่วมะแฮล้วน (กลุ่ม 3) กินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบแห้งได้ ประมาณ 3% น้ำหนักตัว* หรือ 62 กรัม/กก. น้ำหนักตัว^{0.75} โดยกินอาหารข้น 1.2% น้ำหนักตัว หญ้า 0.3% น้ำหนักตัว และฟาง 1.5% น้ำหนักตัว แกะกลุ่ม 2 และ 3 มีแนวโน้มว่ากินอาหารคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบแห้ง และอินทรีย์วัตถุได้สูงกว่ากลุ่ม 1 เล็กน้อย ในขณะที่แกะกลุ่ม 2 ได้รับโปรตีนต่ำกว่ากลุ่ม 3 อย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณเฉลี่ย การโยเยตรงที่ข่อยได้ง่าย และองค์ประกอบของผนังเซลล์ที่แกะกลุ่ม 3 ได้รับสูงกว่าแกะกลุ่ม 1 อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ไขมันเป็นไปในทางตรงกันข้าม.

การย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่ในแกะกลุ่ม 3 มีแนวโน้มว่าดีกว่ากลุ่ม 2 และ 1 ตามลำดับ ยกเว้นไขมันเป็นผลให้แกะกลุ่ม 3 ได้รับโภชนะย่อยได้ดีกว่ากลุ่ม 1 อย่างมีนัยสำคัญ.

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแกะทั้ง 3 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 16 สัปดาห์ เท่ากับ 58.9, 63.4 และ 64.3 กรัม โดยมีอัตราแลกน้ำหนัก 8.4, 8.2 และ 8.7 ตามลำดับ.

ปริมาณโปรตีนที่ได้รับคิดเป็นร้อยละของอาหารที่กินทั้งหมด (รวมอาหารหยาบ และอาหารข้น) เท่ากับ 12.8, 11.7 และ 11.5%.

การใช้หญ้าไม่ละลายในกรดเป็นตัวป้องกันภายใน ในการหาการย่อยได้ ได้ผลใกล้เคียงกับการใช้วิธีการเก็บมูลทั้งหมด โดยมีความแม่นยำประมาณ 97%.

จากข้อมูลทั้งหมดพอสรุปได้ว่า เมล็ดถั่วมะแฮสดสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีน และพลังงานทดแทนส่วนหนึ่งของกากถั่วเหลือง รำ และข้าวโพด ในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ หรือใช้ผสมกับเกลือ แร่ธาตุเสริมอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้โดยตรง โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพในการผลิตแต่อย่างใด.

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮเป็นอาหารกระต่าย

การใช้เมล็ดถั่วมะแฮทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้นของกระต่าย เมื่อให้กินในปริมาณ 90% ของ *ad lib* และให้หญ้าขนสดกินเต็มที่ พบว่า สามารถใช้เมล็ดถั่วมะแฮได้สูงถึงระดับ 40% โดยมีแนวโน้มว่าอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลงเล็กน้อย แต่ไม่พบนัยสำคัญ แสดงว่า เมล็ดถั่วมะแฮสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนแทนข้าวโพด และกากถั่วเหลืองในอาหารกระต่ายได้ โดยสามารถใช้แทนกากถั่วเหลืองได้ประมาณ 43%.

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนอุดหนุน การวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยด้านการเกษตรระหว่างประเทศของออสเตรเลีย (ACIAR) ที่สนับสนุนเมล็ดถั่วมด เพื่อการวิจัยในครั้งนี้.

เอกสารอ้างอิง

- จันทลักษณ์, จริญญา. (2523). สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2531). ผลการเสริมฟางข้าวด้วยกากะตินแห้งระดับต่างๆ และความแม่นยำของการใช้เอ็นทีโมเอสลาย ในกรณีเป็นสัตว์ปีกภายในเพื่อหาการย่อยได้. วมกษตร. 4(2):95-107.
- ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2535). การใช้ถั่วมดเป็นอาหารสัตว์ 2. การย่อยได้ของใบและเมล็ดในสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วมกษตร. 8(1):71-86.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2532). การใช้เมล็ดถั่วมดเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก. 4. การเสริมเมทาไบโอทีนในสูตรอาหารที่มีถั่วมดระดับสูง. วมกษตร. 5(3):157-170.
- คังทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2534). การใช้ถั่วมดเป็นอาหารสัตว์ 1. ใบถั่วมดในอาหารไก่เนื้อ. วมกษตร 7(2):118-133.
- ปัญจทวี, สุภารัตน์. (2527). การศึกษาความสามารถในการย่อยได้ของอาหารท้องถิ่นสำหรับแกะดำ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิระโกเศศ, ปราโมช. และ ศิริ, ธนุชา. (2529). การใช้ถั่วมดเป็นอาหารเสริมในฤดูแล้ง. รายงานการวิจัย, สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการกบข., สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ศิระโกเศศ, ปราโมช., สรวมศิริ, เพลียง. และ เสือภู, กรณ์. (2533). การใช้ประโยชน์จากใบถั่วมดเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ 1. การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณค่าทางอาหารและต้นทุนการผลิต. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 28, สาขาสัตว์ สัตวแพทย์และประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 103-112.
- สรวมศิริ, เพลียง. และ ศิระโกเศศ, ปราโมช. (2531). การใช้ถั่วมดแห้งในสูตรอาหารขี้เถ้าโคขุน. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 26, สาขาสัตว์ สัตวแพทย์และประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 25-40.
- Aduku, A.O., Dim, N.I. and Hassan, W. (1989). Evaluation of tropical green forages for dry season feeding of rabbits. J. Appl. Rabbit Res. 12(2):113-115.
- Akinola, J.O., Birch, C.J., Whiteman, P.C. and Wallis, E.S. (1975). Grazing evaluation of pigeon pea. In : Proc. Aust. Conf. on Tropical Pastures. Townsville. Australia. pp 7-46.
- A.O.A.C. (1980). Association of Official Analytical Chemists, 13th ed. Washington, DC. USA.
- Blaxter, K.L. (1962). The energy metabolism of ruminants. Hutchinson, London. U.K.
- Brown, D., Salim, M., Chavalimu, E. and Fitzhugh, H. (1988). Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. Small Ruminant Res. 1(1):59-65.
- Cheeke, P.R. and Patton, N.M. (1980). Carbohydrate overload of the hindgut : A probable cause of enteritis. J. Appl. Rabbit Res. 3(3):20.

- Cheeke, P.R., Patton, N.M. and Templeton, G.S. (1982). Rabbit production. 5th ed. The Interstate Printers Publishers Inc., Danville, Illinois. USA.
- 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, Bs. (1988a). Small ruminants in northern Thailand : Present systems and outlook. In : Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues 1987. Dixon, R.M. (ed.). IDP, Canberra, Australia. pp 57-64.
- Cheva-Isarakul, Bl. (1988b). 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, Bl. (1989). Performance and digestibility of sheep fed sweet corn stover silage compared with fresh para grass. Thai J. Agric. Sci. 22(3):263-269.
- Devendra, C. (1989). Nutrition of and feeding strategies for sheep in Asia. In : Sheep Production in Asia. Proc. of the Workshop of PCARRD at Los Banos, Laguna, Philippines, April 18-23, 1988. Devendra, C. and Faylon, P.S. (eds.). IDRC. pp. 21-42.
- Djanegara, A. and Rangkuti, M. (1989). Sheep production and development in Indonesia. In : Sheep Production in Asia. Proc. of the Workshop of PCARRD at Los Banos, Laguna, Philippines, April 18-23, 1988. Devendra, C. and Fayloned, P.S. (eds.) IDRC. pp. 126-137.
- Falvey, L. and Visitpanich, T. (1980a). Nutrition of highland swine. 2. Preparation of pigeon pea seed fed in conjunction with rice bran and banana stalk. Thai J. Agric. Sci. 13:29-34.
- Falvey, L. and Visitpanich, T. (1980b). Nutrition of highland swine. 3. Grain legume supplementation and growth potential. Thai J. Agric. Sci. 13:109-118.
- Gohl, B. (1981). Tropical feeds. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Jambunathan, R. and Singh, U. (1981). Grain quality of pigeon pea. In : Proc.of the Int. Workshop on Pigeon peas. ICRISAT, Patancheru, India. VI, pp 351-356.
- National Research Council (NRC). (1984). Nutrient requirements of dairy cattle, 6th ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
- Parades, L., Acevedo, F., Capriles, M., Paz, M., Fernandez, L. and Rivero, A. (1986). Pigeon pea (*Cajanus cajan*) foliage and concentrate as a supplement to grazing for dual purpose heifers. Nutr. Abstr. Rev. (Ser. B), 57(5):283.
- Park, Y.W., Reynolds, G.A. and Stanton, T.L.(1989). Comparison of dry matter intake and digestibility of sun-cured pigeon pea, alfalfa and coastal bermuda grass by growing dairy goats. Small Ruminant Res. 2(1):11-18.
- Tangtaweewipat, S. and Elliott, R. (1989). Nutritional value of pigeon pea (*Cajanus cajan*) meal in poultry diets. Anim. Feed Sci. Technol. 25(1-2):123-135.
- Van Keulen, J. and Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci. 44:282-287.

- 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.
- Wijnberg, C. and Whiteman, P.C. (1985). Effect of stocking rate of goats and stage of crop growth when grazed on grain yield and goat production from pigeonpea (*Cajanus Cajan*). *Australian J. Exp. Agric. and Anim. Husb.* 25(4):796-805.
-