ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้จากการทดสอบโดยวิธีใช้ถุงไนล่อนและวิธีการใช้เอนไซม์เป๊ปซิน – เซลลูเลสในพืชอาหารสัตว์เขตร้อน

พิมพาพร เวาหุดี [1/] **ฉายแสง ไผ่แก้ว** [1/]
จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์ [2/] **วัชรินทร์ บุญภักดี** [1/]

บทคัดย่อ

จากการวิเคราะห์ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) ของตัวอย่างพืชอาหารสัตว์เขตร้อน 21 ชนิด (หญ้า 14 ชนิด และถั่ว 7 ชนิด) ที่มีอายุการตัดต่าง ๆ กัน จำนวน 73 ตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบค่าการย่อยได้จากวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีคือ (1) วิธีใช้ถุงไนล่อน (Nylon bag, NB) โดยการบรรจุอาหารใส่ลงในถุงไนล่อนและสอดเข้าไปในกระเพาะรูเมนเป็นระยะเวลานาน 0, 6, 24, 46, และ 72 ชม. และ (2) วิธีการใช้เอนไซม์เป๊ปซิน – เซลลูเลส (pepsin – cellulase technique, pc) พบว่าค่าการย่อยได้โดยวิธี NB จะมีความสัมพันธ์โดยตรง (P<0.01) กับค่าการย่อยได้โดยวิธี PC โดยที่ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation,r) จะสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการย่อยในกระเพาะรูเมน ยาวนานขึ้น คือมีค่า r เท่ากับ 0.529, 0.643, 0.776, และ 0.790 สำหรับการย่อยที่ 0, 6, 24, 48 และ 72 ชม. ตามลำดับ

ค่าการย่อยได้โดยวิธี NB จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการย่อยในกระเพะรูเมนยาวนานขึ้น แต่ตัวอย่างส่วนใหญ่จะมีค่าการย่อยได้ที่ 48 และ 72 ชม. ที่ไม่แตกต่างกัน (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบค่าการย่อยได้โดยวิธี NB และPC พบว่า ค่า NB ที่ 48 ชม. จะมีค่าที่ไม่แตกต่างจากค่าที่ได้จากการทดสอบโดยวิธี PC ในขณะที่ค่า NB ที่ 24 ชม. จะมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า และที่ 72 ชม. จะมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า (P<0.01) ในระหว่างพืชชนิดเดียวกันที่มีอายุ การตัดต่างกันค่าการย่อยได้ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยวิธี PC หรือ NB (ที่ 48 หรือ 72 ชม.) จะมีค่าลดลงเมื่อพืชมีอายุการตัดที่ยาวนานขึ้น หรือเมื่อตัวอย่างพืชอาหารสัตว์มีคุณค่าทางอาหารต่ำลง การทดสอบโดยวิธี PC สามารถบอกความแตกต่าง (P<.05) ของค่าการย่อยได้ของตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ ที่มีอายุการตัดต่างกันได้มากกว่าการทดสอบโดยวิธี NB เนื่องจากมีค่าความแปรปรวนในระหว่างซ้ำที่ต่ำกว่า

---

* โครงการวิจัยลำดับที่ 34 – 1308 – 19

1/ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น

2/ กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

Relation between *In Vivo* Nylon Bag and pepsin cellulase *In* Vitro Dry Matter Digestibility of som Yropical Forage Species*

Pimpaporn Devahuti [1/] Chaisang Phaikaew [1/]
Hitraporn Tawatun [2/] Watcharin Boonpukdee [1/]

Abstract

The dry matter digestibility (DND) of 73 tropical forage samples (14 species of grassed and 7 species of legumes) were determined by two techniques (1) in vivo nylon bag techique (NB) by incubation nylon bags containing forage samlies in the rumen of fistulated cattle,. And (2) in vitro pepsin-cellulase (PC) digestion with enzyme cellulase and pepsin. The results indicated that there were some correlations between the DMD determined by PC and NB even at the 0, 6, 24, 48, or 72 hour of incubation. The correlation coefficient ® trened to increase as the incubation periods increased, i.e.form 0.529 for 0 hr to 0.643, 0.776, 0.740 and for 6, 24, 48, and 72 hr NB,respectively.

The DMD values determined by NB were increased as the incubation periods were extended. However, in most samples there was no significant difference between 48 hr and 72 hr nylon bag. Between the two techiques, the average DMD values determined by 48 hr NB were not different from those of PC where as the values at 24 hr were lower and at 72 hr were higher ($P<0.01$) Within the same forage with different cutting intervals, the DMD values whether determined by PC or NB (48 or 72) were reduced as the cutting periods were extended or as the nutritive values of the samlies were dropped. The PC technique was able to detect the differences ($P<0.05$) of the DMD between the forage sample more than the NB technique. This was due to the lower variation between the replicates of the PC technique than those of the NB technique

---

* Rusearch project No. 34 – 1308 – 19

1/ Knon Kaen Animal Nutrition Research Center

2/ Animal Nutrition Labolatory, Division of Animal Nutrition

คำนำ

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ของพืชอาหารสัตว์นั้นสามารถศึกษาได้โดยตรงจากการเก็บบันทึกน้ำหนักของอาหารที่สัตว์กินและ น้ำหนักมูลที่ขับถ่ายออกมาแต่ละวัน (Total collection) เพื่อประเมินว่าอหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้วจะถูกย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ต่อสัตว์ได้เท่าไร การศึกษาวิธีนี้เป็นการศึกษาในระบบที่ใช้กับตัวสัตว์ (*in vivo*) ซึ่งจำเป็นต้องใช้อาหารทดลองจำนวนมาก ใช้เวลานานต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด จึงใช้แรงงานและเงินทุนมาก จากข้อจำกัดต่าง ๆ จึงได้มีการศึกษาการย่อยได้ โดยใช้ระบบนอกตัวสัตว์ (*in vivo*) ขึ้น โดยมีหลักการที่พยายามจะเลียนแบบสภาวะการย่อย ให้เหมือนกับระบบการย่อยในสัตว์เคี้ยวเอื้องจริง ๆ โดยการนำเอาของเหลวในกระเพาะรูเมนจากสัตว์มาย่อยอาหารที่ทดสอบในหลอดแก้ว และตามด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์เป๊ปซิน (Rumen fluid pepsin digstion) วิธีนี้ยังมีปัจจัยที่ทำให้ค่าที่ได้มีความแปรปรวนอยู่มาก อีกวิธีการหนึ่งคือ วิธีการย่อยโดยใช้เอนไซม์เป๊ปซิน- เซลลูเลส (Pepsin cellulase techique) ซึ่งทำได้ง่าย และสะดวก เป็นวิธีวิเคราะห์โดยใช้สารเคมีทั้งหมด ให้ค่าประมาณโดยตรงมากกว่า แต่ต้องใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพงกว่า

เทคนิคอีกอันหนึ่ง ที่สามารถศึกษาการย่อยได้ของอาหารในตัวสัตว์คือการใช้ถุงไนล่อน (Nylon bag rechnique) โดยการใช้ถุงไนล่อนบรรจุอาหารที่ใช้ทดสอบ สอดเข้าไปไว้ในกระเพาะรูเมนของสัตว์ที่เจาะกระเพาะ และปล่อยให้ถูกย่อยอยู่ในกระเพาะรูเมน ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน จากนั้นจึงนำถุงออกมาล้างอบแห้ง และประเมินการย่อยได้โดยมีกรรมวิธีที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอนของการทดสอบ เช่น การเตรียมอาหารบรรจุถุง การล้างถุง อบแห้ง เป็นต้น วิธีการนี้จัดเป็นการวิเคราะห์แบบ in sacco สามารถวัดได้ทั้งอัตราและปริมาณการย่อยสลายของอาหารในกระเพะรูเมน โดยประเมินจากน้ำหนักของอาหารที่หายไปในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน นับว่าเป็นวิธีที่ง่ายและสะดงวก เหมาะสำหรับการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถและลักษณะการย่อยสล่ยของอาหารในกระเพาะรูเมนวิธีหนึ่ง

การทดสอบนี้เป็นการศึกษาถึงผลของการย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์โดยวิธีการใช้ถุงไนล่อนสอดเข้าไปในกระเพาะรูเมน และโดยวิธีการใช้เอนไซม์เป๊ปซิน-เซลลูเลส ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาหาวิธีที่เหมาะสม ในการประเมินค่าการย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์ต่อไป โดยทำการทดลองศึกษาในพืชอาหารสัตว์เขตร้อน จำนวน 21 ชนิด ที่มีอายุการตัดต่าง ๆ กัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ตัวอย่างหญ้าและถั่วพืชอาหารสัตว์ จำนวน 21 ชนิด ที่มีอายุการตัดต่าง ๆ กัน จากศูนย์วิจัยอาหารสัตว์และสถานีอาหารสัตว์ต่าง ๆ 1 แห่ง รวม 73 ตัวอย่าง โดยมีหญ้า 14 ชนิด (59 ตัวอย่าง) ได้แก่

รูซี่ (Brachiaria ruzizensis)

ซิกแนลตั้ง (B. brizantha)

ซิกแนลนอน (B. decumbens)

ซิกแนลเลื้อย (b. humidicola)

มอริซัส (B. mutica)

โคไร (B. miliformis)

บัฟดฟิล (Cenchrus ciliaris)

พลิแคทูลั่ม (Paspalum plicatulum)

เฮมิล (Panicum maximum cv. Hamil)

กรีนพานิก (P.maximum var. trichoglume

เนเปียร์(Pennisetum purpureum)

กัมบ้า(Andropogon gayanus)

สตาร์ (Cynoson plectostachyus)

ซอกั้ม(Sorghum bico;or)

และถั่ว 7 ชนิด (14 ตัวอย่าง) ได้แก่

เวอนสโนสไตโล(Stylosanthes hamata cv. Verano)

ขอนแก่นสไตดล (S. humilis cv. Khon Kaen)

แกรมสไตดล (S.guainensis cv. Graham)

ซีราโตร (Macroptilium atropurpureum)

เซ็นโตร (Centrocema purbescens)

ถั่วลิสงนา (Alyaicarpus vaginalis)

เฮจน์ลูเซิน (Desmanthus virgatus)

นำตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดสอบมาอบแห้ง แล้วบดผ่านตระแกรงขนาด 1 มม. นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีและเยื่อใย และทดสอบการย่อยได้ 2 วิธีคือ

1. Pepsin-cellulase technique (pc) ตามวิธีของ Mcleod and Minson (1978) โดยใช้ตัวอย่าง 0.5 กรัมตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำไปย่อยด้วย pepsin ในสภาพเป็นกรดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วจึงย่อยต่อไปอีก 48 ชั่วโมงด้วย cellulase acetate buffer ที่อุณหภูมิ 39 ซ. คำนวณค่าการย่อยได้จากน้ำหนักตัวอย่างที่หายไป หลังจากการย่อย แล้วปรับตัวเลขที่ได้โดยใช้สมการ Regression ที่คำนวณจากตัวอย่างมาตรฐาน (3 ตัวอย่าง) ที่ทราบค่าการย่อยได้แล้วทั้งโดยวิธี in vivo และ pepsin – cellulase โดยทำการทดสอบที่ฝ่ายวอเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

2. Nylon bay technique (NB) ตามวิธีของ Orskov et al. ซม. ขนาดของรู 58 ไมครอน) มัดปากถุงด้วยเชือกไนล่อน ผูกรวมกันเป็นพวงแล้วนำไปผูกที่ปลายโซ่ถ่วง ซึ่งมีสายยาวประมาณ 20 – 30 ซม. จากกนั้นจึงนำไปสอดเข้าไว้ในกระเพาะรูเมนส่วนล่างของโคที่เจาะกระเพาะ

(Rumen cannulated steers) จำนวน 3 ตัว ซึ่งมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 420 กก. และเลี้ยงด้วยอาหารข้น (โปรตีน 15 %, Total digestible nutrient 76.5 %) 2 กก./ตัว/วันและหญ้ารูซี่แห้ง (โปรตีน 5%) 3 กก./ตัว/วัน โดยทำการทดสอบคราวละ 2 – 5 ตัวอย่าง และปล่อยให้ถุงไนล่อนอยู่ในกระเพาะรูเมนเป็นเวลานาน 0, 6, 24, 48 และ 72 ชม. จึงนำถุง (คราวละอย่างต่ำ 3 ถุง/ตัวอย่าง/ช่วงเวลา) ออกมาล้างด้วยน้ำประปาจนน้ำที่ล้างใส บีบน้ำออกจากถุงเบา ๆ แล้วนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 60 ซ. จนแห้งสนิท (48 ชม.) ชั่งน้ำหนักของถุงและอาหารที่เหลือ คำนวณค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (Dry matter digestibility, DMD) ที่ระยะเวลาต่าง ๆกัน โดยใช้สูตร

$$\% \text{ วัตถุแห้งที่ย่อยได้ (DND)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งที่หายไป}}{\text{น้ำหนักแห้งที่เริ่มต้น}} \times 100$$

โดยทำการทดสอบที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่นนำค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งจากการทดสอบทั้ง 2 วิธี มาหาคำสัมพันธ์ (Correlation,r) และความสัมพันธ์โดยวิธี Regression พร้อมทั้งศึกษาเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิด และที่ระยะเวลาตัดต่าง ๆ กัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ส่วนประกอบทางเคมีและค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลองจำนวน 73 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดสอบมีคุณค่าทางอาหารที่ค่อนข้างแตกต่างกันทั้งเนื่องจากชนิดพืช อายุการตัด แหล่งผลิต (ความอุดมสมบูรณ์ของดิน)และการใส่ปุ๋ยบำรุงแปลงปลูก โดยมีค่าโปรตีนหยาบในช่วง 3.1 –17.0 %ในหญ้า และ 16.5 – 25.1 ในถั่ว มีค่าเยื่อใย (Acid detergent fibre,ADF)อยู่ในช่วง 33.7 – 50.6% ในหญ้าและ 28.1 – 41.9% ในถั่วโดยทั่วไปค่าโปรตีนจะต่ำลงและค่าเยื่อใยจะสูงขึ้นเมื่ออายุการตัดพืชยาวนานขึ้น และในถั่วจะมีค่าโปรตีนที่สูงและเยื่อใยที่ต่ำกว่าในหญ้า

จากการทดสอบการย่อยได้ของวัตถุแห้งพบว่า ในหญ้าจะมีค่าโดยเฉลี่ยต่ำกว่าในถั่วจากการทดสอบโดยวิธี PC มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (% DMD) อยู่ในช่วง 45.8 – 76.9% (เฉลี่ย 60.5%) ในหญ้า และ 55.2 – 30.7%(เฉลี่ย 72.0%) ในถั่วสำหรับค่าเฉลี่ยได้วิเคราะห์โดยวิธี NB ที่ 72 ชม. พบว่ามีค่า DMD อยู่ในช่วง 52.2 – 88.4 % (เฉลี่ย 66.7%) ในหญ้า และ 61.8 – 83.2% (เฉลี่ย 72.5%) ในถั่ว โดยที่ค่า DMD จะสูงขึ้นเมื่อระยะการย่อยในกระเพาะรูเมนยาวนานขึ้น (จาก 0 ถึง 72 ชม.) ตามตารางที่ 1 อย่างไรก็ตามตัวอย่างส่วนใหญ่ (88%) จะมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่ 48 ชม. และ 72 ชม. ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) หรืออาจกล่าวได้ว่าตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่ชี้ทดสอบส่วนใหญ่จะถึงจุดที่มีการย่อยสูงสุด (Potential of degradation) ที่ 48 ชม. หลังจาก 48 ชม. ไปแล้ว การย่อยได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จาการย่อยได้ และส่วนประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ ที่ใช้ทดสอบ ถ้านำมาศึกษาถึงความสัมพันธ์จะพบว่า ค่า DMD ไม่ว่าทดสอบโดยวิธี PC หรือ NB (ที่ 72 ซม.) จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณเยื่อใย (NDF และ ADF) และมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าโปรตีน (CP) ในระหว่างค่าของเยื่อใยนั้น ค่าของ ADF จะมีความสัมพันธ์กับค่าการย่อยได้สูงกว่าค่า NDF โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่า DMD วิเคราะห์โดยวี PC กับ CP กับค่า CP, NDF และ ADF เท่ากับ 0.669 – 0.587 และ – 0.700ทตามลำดับ ในขณะที่ค่า r ระหว่างค่า DMD วิเคราะห์โดยวิธี NB (ที่ 72 ซม.) กับค่า CP, NDF และADF มีค่าเท่ากับ 0.489 – 0.580 และ – 0.701 ตามลำดับ โดยทุกคู่จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

2. **ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งโดย เป๊ปซิน-เซลลูโลส**(PC)**และวิธีใช้ถุงไนล่อน** (NB)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) โดวิธี Pc และ NB ที่ 0, 6, 24, 48 และ 72 ซม. ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ค่า DMD วิเคราะห์โดยวิธี NB มีความสัมพันธ์โดยตรง (P<0.01) กับค่า DMD วิเคราะห์โดยวิธี PC ไม่ว่าที่ 0, 6, 24, 48 และ 72 ซม โดยค่าความสัมพันธ์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อช่วงระยะเวลาการย่อยในกระเพาะรูเมนนานขึ้น คือมีค่าสหสัมพันธ์ (r) เพิ่มขึ้นจาก 0.529 ที่ 0 ซม. เป็น 0.643, 0.776, 0.740 และ 0.790 ที่ 6,24, 48 และ 72 ซม. ตามลำดับ

โดยทั่วไปค่าการย่อยได้โดยวิธี NB ที่ 48 ซม. จะมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับค่าการย่อยได้โดยวิธี PC มากที่สุด (63.0 vs 62.7%, P>0.01) ในขณะที่ค่าการย่อยได้ที่ 72 ซม. จะมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า (67.72, P<0.01) และที่ 24 ซม. จะมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า (53.7 อห 62.72, P>0.01) การวิเคราะห์โดยวิธี PC

ตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่มีค่าการย่อยได้ วิเคราะห์โดยวิธี NB (ที่ 48 ซม.) ที่ใกล้เคียง (แตกต่างกันไม่เกิน 10 %) กับค่าที่วิเคราะห์โดยวิธี PC ทุกช่วงระยะเวลาการตัดได้แก่ (เฮมิล(เลย) บัฟเฟิล(เชียงยืน) โคไร(เชียงยืน) ซิกแนลเลื้อย(ปากช่อง) ซิกแนลตั้ง(ปากช่อง) มอริซัส (ชัยนาท) และเนเปียร์(ชัยนาท) สำหรับถั่วโดยเฉลี่ยค่าการย่อยได้โดยใช้ PC มีแนวโน้มว่ามีค่าการย่อยได้ที่สูงกว่า (P=0.07) การย่อยได้โดยสวิธี NB มีเพียงถั่วเฮดจ์ลูเซิน ซึ่งมีค่าการย่อยได้ที่ค่ากว่าเล็กน้อย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมี (%วัตถุแห้ง) และค่าเฉลี่ย(± SD) การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (% DND) โดยวิธี pepsis – cellulase (PC) และ Nylon bag (NB) ที่ 0, 6, 24,48 และ 72 ซม. ของหญ้าและถั่วฮามาต้าบางชนิด ที่อายุการตัดต่างๆ กัน

ชนิดพืช แหล่งผลิต	ระยะตัด (วัน)	ส่วนประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง) CP	ON	NDF	ADF	Pepsin Cellulase	%การย่อยได้ของวัตถุแห้ง Nylon bag 0	6	24	48	72
						ก.หญ้า					
ซีเ											
- เลย	45	6.3	91.4	67.5	37.0	66.6±0.85	24.5±1.37	29.2±2.62	47.0±7.37	65.5±7.85	74.6±3.60
	60	5.0	88.1	71.0	40.3	57.6±0.37	25.5±1.01	32.1±1.39	56.8±8.15	67.2±3.31	70.4±1.52
	75	4.2	92.5	68.0	40.2	51.3±0.57	25.5±0.52	34.8±2.90	56.3±4.09	68.1±2.03	72.4±2.44
- เชียงยืน	45	10.1	92.7	60.1	35.9	75.3±0.85	37.1±0.16	46.8±3.48	68.4±2.82	77.0±2.57	78.3±2.88
	60	8.0	88.1	57.9	40.8	69.0±0.66	32.7±0.59	43.0±2.31	64.5±5.64	75.1±3.13	77.1±3.33
	75	4.8	91.6	68.3	41.9	51.1±0.38	22.2±0.76	32.8±2.28	55.0±3.51	65.5±3.26	66.5±4.29
เฮมิล											
- เลย	45	9.3	91.3	72.9	42.8	58.3±0.47	19.1±0.17	27.0±3.44	50.5±2.52	60.6±4.89	65.5±3.63
	60	7.8	88.1	75.5	44.8	58.5±0.88	22.0±0.47	29.2±3.91	51.8±4.76	61.8±2.25	64.1±1.68
	75	8.5	88.5	73.9	44.1	52.4±1.07	19.5±0.57	31.6±1.67	49.6±3.79	54.0±8.82	61.5±4.07
- ห้วยสีทน	45	5.9	88.1	69.9	42.5	52.0±0.25	21.0±0.52	30.0±1.30	45.2±3.46	58.7±4.93	59.0±3.45
	60	5.0	92.7	72.5	46.4	46.8±0.22	19.5±0.09	27.2±1.94	46.5±5.08	52.2±2.53	59.4±5.61
	75	4.6	92.0	70.4	46.4	47.3±0.47	19.5±0.09	23.2±4.07	33.7±2.64	49.2±5.66	57.0±1.67
ปัฟเฟิล											
- เชียงยืน	45	9.3	91.5	65.9	44.2	61.3±0.57	24.1±2.40	26.2±3.62	55.2±7.98	65.3±1.64	64.8±2.00
	60	9.8	93.3	64.6	42.1	61.7±0.54	24.6±1.34	28.9±3.35	50.7±0.18	63.8±2.16	67.0±1.97
	75	7.3	91.3	71.8	49.1	47.6±0.60	14.5±1.76	17.3±4.11	42.7±7.95	51.1±3.12.	52.9±0.73

-	ร้อยเอ็ด	45	10.1	94.5	61.8	39.9	71.3±0.15	24.3±0.60	29.7±3.81	56.6±9.41	67.4±2.53	70.1±2.85
		60	10.6	92.9	74.8	48.9	62.1±0.17	11.3±0.71	16.8±1.45	46.8±6.33	56.6±1.91	60.8±4.17
		75	10.1	93.4	78.5	50.7	51.9±0.15	9.9±0.53	13.1±1.50	38.7±7.95	46.3±3.05	52.2±4.43
กัมบ้า												
-	เชียงยืน	45	9.9	87.0	58.4	39.7	58.6±0.86	23.8±1.91	26.9±2.58	53.9±3.33	65.6±4.86	70.6±1.86
		60	9.2	89.5	65.2	41.3	67.4±0.54	30.2±3.35	36.1±0.15	57.1±4.17	68.4±3.19	73.2±3.53
		75	5.8	93.0	72.5	44.8	52.6±0.23	15.4±1.01	18.3±2.15	45.2±4.17	59.4±4.67	67.0±4.297
-	ชุมพร	45	15.1	89.9	62.3	36.8	74.5±2.26	16.9±1.40	21.3±1.51	45.1±10.20	71.6±2.85	4.1±4.65
		60	12.2	94.9	65.4	41.1	58.9±0.83	13.2±1.32	20.0±1.49	18.8±4.11	65.3±1.93	68.0±2.81
		75	10.4	92.7	69.9	41.6	55.8±0.11	12.9±2.44	18.5±0.33	35.5±7.61	64.3±1.18	65.2±4.58

<u>ตารางที่ 1</u> ต่อ

ชนิดพืช แหล่งผลิต		**ระยะตัด (วัน)**	**ส่วนประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง)**				Pepsin Cellulase	**%การย่อยได้ของวัตถุแห้ง** Nylon bag				
			CP	ON	NDF	ADF		0	6	24	48	72
							ก.หญ้า					
โคไร												
-	เชียงยืน	45	11.8	87.7	57.4	40.7	75.5±0.61	32.2±1.77	39.7±2.35	65.7±2.61	71.4±3.13	75.7±0.64
		60	10.1	86.7	63.2	39.4	62.6±1.21	30.9±0.73	38.2±3.90	61.7±0.68	64.3±3.65	68.6±0.46
		75	5.5	94.9	69.0	43.2	54.7±1.01	20.4±1.18	27.1±2.62	50.0±1.66	56.4±3.62	63.5±2.02
-	ชุมพร	45	15.4	90.8	62.2	37.0	76.9±0.42	32.0±1.06	42.7±3.79	63.8±3.00	75.5±6.68	88.4±1.41

	60	12.5	89.4	66.7	38.3	74.4±0.10	24.6±048	39.0±2.09	74.2±3.51	79.2±13.18	78.5±0.49
	75	9.0	90.1	69.5	42.8	60.7±1.43	20.2±0.09	29.1±1.50	70.0±2.62	60.3±9.07	70.9±1.45
ซิกแนลเลื้อย											
- ยโสธร	45	4.3	94.9	78.7	42.6	53.2±0.06	17.6±1.22	22.7±2.07	42.4±3.58	67.6±9.89	62.0±3.74
	60	3.5	95.5	72.6	41.5	51.2±0.02	15.4±0.28	21.7±2.40	40.3±5.92	52.0±4.00	61.3±3.37
	75	3.1	96.0	70.9	40.6	51.9±0.33	16.9±0.80	23.3±2.80	44.6±3.74	55.8±2.79	59.7±4.63
- ปากช่อง	45	17.0	89.8	58.1	33.7	74.2±0.10	27.3±0.29	ND	64.0±1.65	72.1±4.04	75.5±1.50
	60	13.5	94.3	60.2	ND	71.0±0.06	31.3±0.09	ND	64.6±1.00	69.2±4.20	71.9±1.52
	75	11.8	91.2	63.4	35.6	49.5±0.77	28.0±1.68	ND	59.1±1.35	66.6±3.07	70.7±1.24
กรีนพานิก											
- ขอนแก่น	45	10.2	91.5	68.9	45.0	53.5±034	19.9±0.59	29.3±0.94	53.8±7.49	64.8±2.13	68.0±1.61
	60	7.6	94.1	71.6	47.6	52.4±0.30	18.1±0.83	21.8±3.73.	38.2±8.89	55.6±4.91	64.2±0.12
	75	7.4	94.4	74.2	49.4	45.9±0.09	18.5±0.11	27.9±1.38	43.8±6.46	58.1±1.74	57.8±1.48
ซิกแนลนอน											
- ปากช่อง	45	7.8	89.5	63.2	39.4	76.0±0.13	23.3±0.49	32.9±2.99	64.9±8.82	71.8±9.96	76.8±2.16
	60	4.2	89.3	67.8	41.4	63.0±0.29	24.1±0.27	31.7±2.02	58.2±8.47	66.5±6.40	70.9±2.16
	75	3.8	88.6	69.6	43.8	50.0±0.40	18.4±0.45	24.8±0.89	47.8±7.21	58.1±7.67	64.3±3.30

ตารางที่ 1 ต่อ

ชนิดพืช แหล่งผลิต	ระยะตัด (วัน)	ส่วนประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง)				Pepsin Cellulase	%การย่อยได้ของวัตถุแห้ง Nylon bag				
		CP	ON	NDF	ADF		0	6	24	48	72
ซิกแนลตั้ง											
- ปากช่อง	45	8.7	89.9	66.2	42.3	36.5±0.16	25.2±0.36	32.5±4.71	57.3±8.14	67.7±7.93	71.5±2.07
	60	5.1	90.0	61.8	42.3	56.5±0.14	17.5±2.19	26.8±4.16	51.7±4.40	58.0±8.55	65.5±3.08
	75	4.4	89.8	72.6	45.8	54.6±0.36	18.4±0.73	24.8±4.78	45.2±5.14	55.3±4.73	59.9±3.67
- มอริชัส											
ชัยนาท	45	7.7	88.7	65.0	38.0	60.5±0.16	25.4±0.77	32.2±2.28	53.5±1.85	63.0±0.62	65.2±1.07
	60	6.5	89.5	63.7	39.5	57.3±0.25	23.5±0.74	30.9±1.20	48.4±5.53	58.8±0.77	63.2±0.34
	75	6.0	88.0	70.2	42.0	51.9±0.37	17.5±0.46	23.1±1.25	42.1±2.14	51.2±0.30	55.6±0.75
พลิแคทูลัม											
- ยโสธร	45	7.7	93.7	67.9	41.5	51.1±0.43	17.5±0.11	25.1±2.48	46.1±3.85	66.5±13.97	63.3±6.76
	60	5.2	94.0	66.9	41.3	49.3±0.13	18.2±0.45	26.6±1.19	43.3±5.48	57.2±4.83	58.7±7.69
	75	6.3	94.2	68.1	43.1	44.7±0.35	20.7±0.38	25.8±1..40	41.2±4.57	54.9±7.16	55.6±5.81
ซอกั้มแดง											
- ชัยนาท	45	9.6	92.4	68.1	39.9	71.1±0.04	18.2±0.29	23.8±1.00	51.0±15.39	64.1±14.16	75.3±4.25
	60	8.1	89.7	73.3	40.1	68.1±0.25	12.4±0.32	18.0±0.87	46.9±13.48	60.6±14.92	67.9±9.66
	75	6.6	90.4	68.6	40.5	66.0±0.20	17.5±0.72	22.8±0.68	47.7±12.26	62.5±10.95	68.9±9.31
เนเปียร์											
- ชัยนาท	45	11.6	84.9	65.8	38.6	69.9±0.42	20.9±0.18	32.1±3.98	54.4±5.75	67.7±2.16	67.5±2.45
	60	10.3	83.9	66.9	40.6	69.3±1.16	16.2±0.79	26.5±3.05	52.3±4.47	65.4±1.56	64.9±2.53
	75	8.4	84.2	68.0	42.0	64.2±0.01	16.1±0.75	24.4±3.48	48.6±5.91	62.4±2.69	63.4±1.96

สตาร์											
- ขอนแก่น	45	14.9	70.6	71.8	37.2	67.5±0.30	23.1±0.98	27.5±3.19	48.6±6.26	58.0±7.32	62.6±1.65
	60	12.3	93.4	72.9	36.6	69.1±0.22	25.0±0.14	27.1±2.23	56.7±0.19	62.5±4.76	62.8±4.03
	เฉลี่ย (หญ้า)					60.3	21.4	27.9	51.4	62.7	66.7

<u>ตารางที่ 1</u> ต่อ

ชนิดพืช	**ระยะตัด**	**ส่วนประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง)**				Pepsin	**%การย่อยได้ของวัตถุแห้ง Nylon bag**				
แหล่งผลิต	**(วัน)**	CP	ON	NDF	ADF	Cellulase	0	6	24	48	72
						ข.ถั่ว					
แกรมสไตดล											
- กุดรัง	45	21.5	87.1	43.3	28.1	87.3±0.27	32.3±0.57	59.7±1.16	84.4±0.37	80.0±1.34	83.2±3.01
	60	20.9	88.4	39.0	29.1	84.9±1.10	29.1±0.45	64.7±2.15	81.7±0.36	77.5±2.79	80.5±.3.80
ขอนแก่นสไตโล											
- ร้อยเอ็ด	60	25.1	89.9	56.2	ND	90.7±0.11	26.9±2.9	ND	75.6±1.14	81.0±1.19	ND
	75	19.7	91.6	50.9	41.6	71.7±1.08	16.2±1.56	28.5±7.13	53.8±6.34	61.1±2.68	61.8±2.26
เวอราโนสไตโล											
- เชียงยืน	75	17.0	88.8	35.1	29.8	87.2+0.44	29.7+2.26	45.5+2.60	23.0+5.59	79.8+3.20	79.2+3.25
เซ็นโตร											
- ชัยนาท	45	26.3	93.4	52.8	32.7	69.2±0.47	22.6±0.86	ND	55.5±4.02	54.7±1.46	ND
	60	25.0	90.7	56.6	36.6	66.0±0.49	21.8±0.66	ND	53.2±4.56	54.6±1.87	ND
	75	16.9	92.4	56.9	38.4	66.2±1.12	19.4±1.70	ND	54.9±5.65	56.3±3.96	ND

ซีราโตร											
- สกลนคร	45	16.4	92.4	50.3	38.1	71.4±9.11	28.7±0.95	ND	58.5±8.36	58.0±4.78	ND ND
	60	16.4	92.6	48.1	39.9	65.1±0.39	25.1±1.48	ND	55.4±5.56	53.1±1.60	
ถั่วลิสงนา											
- เชียงยืน	60	16.2	86.8	47.8	35.5	68.4±0.35	27.7±5.24	40.4±6.66	58.5±3.83	64.0±1.96	ND
	75	14.5	78.6	49.8	41.9	66.7±0.23	32.6±3.80	38.9±8.76	56.0±3.22	63.6±2.70	ND
เฮจ์บลูเซอร์น											
- ชัยนาท	45	20.0	97.0	35.1	31.1	57.6±0.23	12.2±0.38	ND	55.2±8.07	59.2±3.48	65.2±2.70
	60	18.6	91.	44.3	34.9	55.2±0.18	12.6±0.47	ND	54.6±7.00	56.3±4.11	64.9±2.35
เฉลี่ย (ถั่ว)						72.0	25.1	46.3	62.2	64.2	72.5
เฉลี่ย(รวม หญ้า+ถั่ว)						62.7	22.1	29.7	53.5	63.0	67.1

ND = not deteralned CP =crude protein OK =organic matter

NDF = neutral detergeat fober ADF = acid detergent ibre

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (%DMD) วิเคราะห์โดยวิธีเป๊ปซิน-เซลลูเลส (PC) และค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง วิเคราะห์โดยวิธีใช้ถุงไนล่อน (NB) ที่ 0, 6, 24, 48 และ72 ซม.

ชั่วโมงกายย่อย	**สหสัมพันธ์ (r)**	RSD	Regression equation	**จำนวนค่าสังเกตุ**
0	0.529**	8.9	PC =42.5+0.917 NB	73
6	0.643**	8.0	PC =40.5+0.713 NB	62
24	0.776**	6.6	PC =20.6+0.788 NB	73
48	0.740**	7.1	PC =0.28+0.991 NB	73
72	0.790**	6.4	PC =-12.4+1.11 NB	65

RSD = Residual Standard Deviation

** = P< 0.01

ค่าการย่อยได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ส่วนใหญ่จะมีค่าลดลง เมื่ออายุการตัดของพืชยาวนานขึ้น (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นผลสอดคล้องกับปริมาณเยื่อใยที่สูงขึ้นแต่อย่างไรก็ตาม ค่าความแตกต่างระหว่างการย่อยได้ วิเคราะห์โดยใช้ PC และ NB (ที่ 72 ซม) ส่วนใหญ่จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชมีอายุการตัดที่นานขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งเมื่อตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีคุณภาพต่ำลง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Monson *et al.* (1969) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ระหว่างวิธี rumen fluid pepsin digestion (PFP) กับ NB (ที่ 72 ซม.) และรายงานว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งโดยวิธี NB จะสูงกว่า RFP เมื่อพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ทดสอบมีคุณค่าทางอาหารต่ำ

การที่ค่าการย่อยได้โดยวิธี NB มีค่าที่สูงกว่าค่าการย่อยได้ วิเคราะห์โดยวิธี PC ในพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำ อาจเนื่องมาจากในพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำนั้น มักจะมีปริมาณเยื่อใยสูง การย่อยส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นในกระเพาะรูเมน ซึ่งขบวนการย่อยในกระเพาะรูเมนนี้ เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์หลายชนิดทั้ง รา (anaerobic fungi) บัคเตรี และโปรโตซัว ที่ร่วมกันย่อยสลายเยื่อใยทั้งทางด้านกายภาพ (physical degradation) และโดยเอนไซม์หลายชนิด (Orpin 1984 ; Akin *et al.*1989) ในขณะที่การย่อยโดยวิธี PC เป็นเพียงการย่อย โดยใช้เอนไซม์บริสุทธิ์ที่สกัดจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียว

จากการทดลองนี้พบว่า ผลจากการทดสอบโดยวิธี NB จะมีความแปรปรวน (Srandard deviation, SD) ค่อนข้างสูง ตามตารางที่ 1 โดยที่ค่าที่ 72 ซม. ส่วนใหญ่จะมีความแปรปรวนน้อยกว่าที่ 48 ซม. ความแปรปรวนส่วนมากเกิดจากความแปรปรวนระหว่างตัวสัตว์ สำหรับการทดสอบโดยวิธี PC จะ

มีความแปรปรวนที่ต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการทดสอบดดยวิธี PC เป็นการทดสอบในหลอดแก้วโดยใช้เอนไซม์ จึงสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการทดสอบให้สม่ำเสมอคงที่ได้มากกว่าจึงมีผลทำให้การทดสอบดดยวิธี PC สามารถบอกความแตกต่าง ($P<0.05$) ของค่าการย่อยได้ระหว่างตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ที่มีอายุการตัดแตกต่างกันได้ถึง 19 ตัวอย่างจาก 20 ตัวอย่าง ในขณะที่การทดสอบโดยวิธี NB สามารถบอกความแตกต่างกันได้เพียง 10 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม การทดสอบโดยวิธี NB เป็นการทดสอบที่ทำในตัวสัตว์ ค่าที่ได้จึงน่าจะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าการทดสอบโดยวิธี PC ซึ่งเป็นการทดลองในหลอดแก้ว

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า การทดสอบการย่อยได้ของวัตถุแห้งโดยวิธี NB มีความสัมพันธ์กันพอสมควรกับค่าการทดสอบการย่อยได้โดยวิธี PC โดที่ค่าการย่อยได้ที่ 48 ชม. จะมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่าง ($P<0.05$) จากค่าการย่อยได้โดยวิธี PC การทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้สามารถใช้ในการเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากใช้ตัวอย่างเพียงเล็กน้อยและสามารถทำได้ที่ละหลายๆ ตัวอย่างในตารางเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา คุณสุพงษ์ วรพงษ์ คุณกิตติ อรรตฮาต คุณบุญชู ชมพูสอ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือในการดำเนินการทดสอบการย่อยได้ในโคเจาะกระเพาะ คุณสุจินดา สระคูพันธ์ ที่ได้ช่วยกรุณาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี คุณนาตยา สินธุรัตน์ และคุณนวลมณี กาญจนพิบูลย์ จากกลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ ที่กรุณาช่วยเหลือด้านการวิเคราะห์ค่าการย่อยได้โดยวิธีเป๊ปซิน-เซซลูเลส

เอกสารอ้างอิง

Akin, D.E.,C.E. Lyon, W.R. Windham and L.L. Rigsby. 1989.Physical degradation of lignified stemtissues by ruminal fungi. *Appl. Environ. Microbiol*. 55:611-616.

Mcleod, M.N. and D.J. Minson. 1978. The accuracy of the pepsin-cellulase technique for eastimating the dry matter digestibility in vivo of grasses and legumes. *Ami,. Feed. Sci. Technol*. 3:277-287.

Monson W.G., R.S, Lowrey and I.Jr. Forbes. 1969. In vivo nylon bag vs. two-stage *in vitro* digestion : Comparison of two techiques for estimating dry matter digestibility of forages. *Agron. J*. 61:587 – 589.

Orpin, C.G. 1984. The role of ciliate protozoa and fungy in the rumen digestion of plant cell walls. *Anim. Feed scf. Technol*. 10 : 121 – 143.

Orskov, E.R., F.D.D. Hovell and F.Mould.1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs.*Trop. Ani. Prod*. 5:195 – 213.