วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

องค์ประกอบทางโภชนะและการย่อยสลายได้ของถั่วลิสงเถาในกระเพาะรูเมนด้วยเทคนิคถุงไนลอนของโคนม

Nutrient Composition and Ruminal Degradability of *Arachis glabata* Using Nylon Bag Technique in Dairy Cattle

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี[1*] อนันท์ เชาว์เครือ[1] วรางคณา กิจพิพิธ[1] อณัญญา ปานทอง[2] และ ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา[3]

[1]อาจารย์ สาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดเพชรบุรี 76120
[2]อาจารย์ คณะสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76120
[3]ผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76120

บทคัดย่อ

ถั่วลิสงเถา (*Arachis glabata*) เป็นพืชอาหารสัตว์ชนิดใหม่ที่ทนแล้งและมีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับการปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารโคนม การวิจัยในครั้งนี้เพื่อหาค่าองค์ประกอบทางโภชนะของถั่วลิสงเถาและการย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมนด้วยเทคนิคถุงไนลอนของโคนมแบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อยดังนี้

การทดลองย่อยที่ 1 ศึกษาค่าองค์ประกอบทางโภชนะของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ โดยใช้แผนการทดลองแบบบล๊อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) มีทั้งหมด 4 บล๊อก (4 แปลงทดลอง) 3 ทรีทเมนต์ ดังนี้ ทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 คือ ถั่วลิสงเถาพันธุ์. Florigraze, Arbook และ Ecotart ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์มีน้ำแห้งเฉลี่ย 28.26-30.75 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) โดยถั่วลิสงเถาพันธุ์ Arbook มีค่าโปรตีนรวม 19.78 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze มีค่าเฮมิเซลลูโลส 17.63เปอร์เซ็นต์และพลังงานรวม 3,830.00 กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัมสูงกว่าถั่วลิสงเถาสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองย่อยที่ 2 ศึกษาค่าย่อยสลายได้ของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ในกระเพาะรูเมนของโคนมด้วยเทคนิคถุงไนลอน โดยใช้โคนมโฮสไตน์ฟรีเซียนเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัว สุ่มเข้าสู่แผนการทดลองแบบบล๊อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) มีทั้งหมด 3 บล๊อก (โคนมเจาะกระเพาะ 3 ตัว) 3 ทรีทเมนต์ ดังนี้ ทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 คือ ถั่วลิสงเถาพันธุ์. Florigraze, Arbook และ Ecotart ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze และพันธุ์ Arbook จะมีอัตราการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุแห้ง และโปรตีนในช่วง 0-4 ชั่วโมง และช่วง 24-28 ชั่วโมงที่ดีกว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์ Ecotart แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนจลศาสตร์การย่อยสลาย (a, b, c, and p) ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุแห้ง และโปรตีน ในกระเพาะรูเมนของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

Abstract

Arachis glabata is new variety forage which tolerates drought and provide high protein. This kind of plant is suitable as dairy cow diet. The research was divided into 2 experiments,

Experiment 1 was conducted to study on nutritive value of *Arachis glabata*.The experimental design was Randomized Completely Block Design (RCBD) experiment with three treatments. Each treatment consisted of three blocks (three crops) and followed different three variety of *Arachis glabata* as Cv. Florigraze, Cv. Arbook and Cv. Ecotart. Results showed that three variety of *Arachis*

glabata were 28.26-30.75 % of dry matter (P>0.05). In addition, *Arachis glabata* Cv. Arbook was grater 19.78 % of protein than other group of *Arachis glabata* (P<0.01). Furthermore, *Arachis glabata* Cv. Florigraze was grater 17.63 of hemicelluloses and 3,830.00 kcal/kg of gross energy significant different among other group of *Arachis glabata* (P<0.05).

Experiment 2 was conducted to study on ruminal degradability of *Arachis glabata* using *In situ* technique in dairy cattle. The experimental design was Randomized Completely Block Design (RCBD) experiment with three treatments. Each treatment consisted of three blocks (three ruminally fistulated dairy cattle) and followed different three variety of *Arachis glabata* as Cv. Florigraze, Cv. Arbook and Cv. Ecotart. Results showed that *Arachis glabata* Cv. Florigraze and *Arachis glabata* Cv. Arbook was grater dry matter, organic, matter and protein degradability at 0-4 hour and 24-28 hour than *Arachis glabata* Cv Ecotart (P<0.05). In addition, kinetic of degradation (a, b, c, and p) of dry matter, organic, matter and protein were not significant different (P>0.05) among three variety of *Arachis glabata*.

คำสำคัญ : ถั่วลิสงเถา องค์ประกอบทางโภชนะ การย่อยสลายได้ เทคนิคถุงไนลอน โคนม
Keywords : *Arachis glabata*, Nutrients Composition, Degradability, Nylon Bag Technique, Dairy Cows

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Manatsanun@su.ac.th โทร. 0 3228 2978*

1.บทนำ

ภาคตะวันตกของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนจัด และมีสภาพพื้นที่เป็นดินชุดหุบกะพงที่มีลักษณะเป็นดินดานและดินเหนียวปนทราย ในช่วงฤดูแล้งจะจับตัวกันเป็นดินแข็ง มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำและขาดความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลต่อการปลูกพืชที่ให้ผลผลิตต่ำ ทั้งยังส่งผลต่อการผลิตพืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้งที่จะเกิดปัญหาการขาดแคลน พืชอาหารสัตว์ กอปรกับเขตภาคตะวันตกจะมีการเลี้ยงปศุสัตว์โดยเฉพาะโคเนื้อและโคนมที่หนาแน่น จึงทำให้มีความต้องการพืชอาหารสัตว์ในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์และเพื่อให้สัตว์ได้รับคุณค่าทางโภชนะอย่างเพียงพอ เมื่อเกิดภาวะขาดแคลนอาหารขึ้น จะส่งผลตามมาคือราคาของพืชอาหารสัตว์ทั้งในรูปแบบสดและแห้งมีแนวโน้มสูงขึ้น อันจะแปรผันตรงต่อต้นทุนการผลิตปศุสัตว์ที่สูงขึ้นตามไปด้วย ถั่วลิสงเถา (*Arachis glabrata*) มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้เป็นพืชที่ทนแล้ง เจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด เป็นพืชที่ทนต่อการเหยียบย้ำและการแทะเล็มของสัตว์ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนโดยอาศัยไรโซเบียม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการเพิ่มระดับของโปรตีนในต้นพืชและไรโซเบียมยังช่วยเป็นธาตุอาหารให้แก่ดินด้วย นำไปสู่การสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินได้ ศศิธรและคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาถึงผลผลิตและคุณภาพของถั่วลิสงเถา 11 พันธุ์ เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย พบว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigaze มีโปรตีนเฉลี่ย 17.23 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตดีทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและค่าการย่อยได้ของเยื่อใยสูง กรมปศุสัตว์จึงนำมาทดลองและส่งเสริมให้ปลูกในประเทศไทยเป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางโภชนะสูงและใช้เป็นแหล่งอาหารแห้งสำหรับสัตว์ไว้ใช้ในยามขาดแคลน ปัจจุบันมีการนำเข้าถั่วลิสงเถาพันธุ์ Arbrook และ Ecotart จากต่างประเทศ ซึ่งพบว่า ทั้ง 2 พันธุ์เป็นถั่วลิสงเถาพันธุ์ใหม่ที่ยังไม่มีการทดลองปลูกในประเทศไทยมากนักและยังไม่ค่อยเป็นที่รู้จักของเกษตรกร

ด้วยคุณสมบัติเด่นของถั่วลิสงเถาที่สามารถปรับปรุงคุณภาพดินให้มีความอุดมสมบูรณ์และสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์ได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงองค์ประกอบทางโภชนะของถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigaze, Arbrook และ Ecotart รวมถึงการหาค่าการย่อยได้ภายนอกด้วยเอมไซม์เปปซินและการย่อยสลายได้ของโภชนะใน

กระเพาะหมักของโคนม เพื่อให้องค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดงานวิจัยอันจะนำไปสู่การส่งเสริมให้เกษตรกรชุมชนใช้เป็นแนวทางในการนำใช้เป็นอาหารสัตว์ต่อไป

2.วิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของถั่วลิสงเถาและการย่อยโปรตีนได้ด้วยเอมไซม์เปปซิน

2.1.1 แผนการทดลอง

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) โดยมี 4 บล็อก (พื้นที่ในการปลูก) 3 ทรีทเมนต์ รวมทั้งหมด 12 หน่วยทดลอง ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 คือ ถั่วลิสงเถา Cv Florigraze
ทรีทเมนต์ที่ 2 คือ ถั่วลิสงเถา Cv Arbook
ทรีทเมนต์ที่ 3 คือ ถั่วลิสงเถา Cv Ecotart

A. *Arachis Glabrata* Cv. Florigraze B. *Arachis Glabrata* Cv. Arbrook C. *Arachis Glabrata* Cv. Ecotart

Figure 1 *Arachis Glabrata* (A= Cv. Florigraze, B= Cv. Arbrook, C= Cv. Ecotart)

2.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1.) ทำการเก็บถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ Florigraze, Arbrook และ Ecotart จากแปลงปลูกที่อายุการตัด 60 วัน โดยจะเก็บตัวอย่างจากแปลง แปลงละประมาณ 2 กิโลกรัม

2.) นำถั่วลิสงเถาที่ได้จากการเก็บมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และทำการบดขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร แล้วเก็บตัวอย่างใส่ถุงดูดความชื้น

3.) นำตัวอย่างถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการประมาณ (Proximate analysis) ตามวิธีของ AOAC (1985) และวิเคราะห์เยื่อใยด้วยสารฟอกตามวิธีของ Georing and Van Soest (1970)

4.) นำตัวอย่างถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ มาวิเคราะห์การย่อยได้ด้วยเอมไซม์เปปซิน (*In vitro* Pepsin Digestibility) ตามวิธีของ AOAC (1985)

2.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่าการย่อยได้ด้วยเอมไซม์เปปซิน มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วย

Duncan's New Multiple Range Test, DMRT ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปตามวิธีของมนต์ชัย (2544)

การทดลองที่ 2 การหาค่าอัตราการย่อยสลายและจลศาสตร์การย่อยสลายของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนด้วยเทคนิคถุงไนลอนในกระเพาะหมักของโคนม

2.1.4 แผนการทดลอง

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design: RCBD) โดยมี 3 บล็อก (โคนมทดลอง) 3 ทรีทเมนต์ รวมทั้งหมด 9 หน่วยทดลอง ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 คือ ถั่วลิสงเถา Cv. Florigraze
ทรีทเมนต์ที่ 2 คือ ถั่วลิสงเถา Cv. Arbook
ทรีทเมนต์ที่ 3 คือ ถั่วลิสงเถา Cv. Ecotart

2.1.2 สัตว์ทดลอง

โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian) น้ำหนักเฉลี่ย 230-250 กิโลกรัม จำนวน 3 ตัว แต่ละตัวทำการเจาะกระเพาะหมักใส่ท่อแบบถาวร (Rumen Fistulaion) ก่อนการทดลองโคนมทุกตัวได้รับอาหารข้นโปรตีนหยาบ 16 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และให้อาหารหยาบคือฟางข้าว แบบไม่จำกัด

2.1.6 ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้เทคนิคถุงไนลอน (Nylon bag technique) ตามวิธีของ (Orskov and McDonald, 1979) ขั้นตอนดังนี้

1) เตรียมถุงไนลอน (ขนาดรู 58 ไมโครเมตร) ขนาด 8×13 เซนติเมตร ด้วยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักถุงไนลอน จากนั้นจะชั่งตัวอย่างถั่วลิสงเถาปริมาณ 3-4 กรัม ใส่ในถุงไนลอน

2) นำถุงไนลอน ไปจุ่มในกระเพาะหมักของโคเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัว โดยใช้ระยะเวลาการหมัก 0, 4, 8, 16, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

3) เมื่อครบกำหนดเวลาจะนำถุงไนลอนออกจากกระเพาะหมัก แล้วค่อยๆ ล้างด้วยน้ำสะอาดล้างเศษอาหารจากกระเพาะหมักที่ติดมากับถุงออกให้หมด ค่อยๆ บีบล้างถุงให้สะอาดโดยสังเกตจากการล้างจนกระทั่งน้ำใสหลังจากนั้นค่อยๆ บีบเอาน้ำออกจนหมดแล้วนำถุงไปอบ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

4) นำถุงไนลอนที่ระยะเวลาต่างๆ มาชั่งหาน้ำหนักอาหารที่เหลือ แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (1985) แล้วคำนวณหาค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนที่ชั่วโมงต่างๆ ดังสมการ

$$\text{Degradability (\%)} = \frac{100 - (\text{ปริมาณโภชนะที่เหลือในถุงหลังบ่ม}) \times 100)}{(\text{ปริมาณโภชนะทั้งหมดก่อนบ่ม})}$$

$$\text{Nutrients loss (\%)} = \frac{100 - ((\text{Residual nutrients in bag}) \times 100)}{(\text{Original nutrients in bag } t_{ohr})}$$

5) การคำนวณจลศาสตร์การย่อยสลาย (Kinetic of degradation) เมื่อได้ค่าความสามารถในการย่อยสลายแล้วก็สามารถนำผลไปแปลความหมายหรืออธิบายผลที่ได้จากการศึกษาโดยเทคนิคใช้ถุงไนลอนต่อไปตามวิธีของ Chen (1996) จากสมการ

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

โดย P = ปริมาณที่ถูกย่อยสลาย ณ ที่เวลา t
a = ปริมาณอาหารที่ละลายในน้ำ
b = ปริมาณอาหารส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถถูกย่อยสลายในช่วงเวลา
c = อัตราการย่อยสลาย

2.1.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการวัดค่าการย่อยสลายได้ในกระเพาะหมักของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วย Duncan's New Multiple Range Test, DMRT ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปตามวิธีของมนต์ชัย (2544)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของถั่วลิสงเถาและการย่อยโปรตีนได้ด้วยเอมไซม์เปปซิน

เมื่อทำการวิเคราะห์หาความชื้นและวัตถุแห้งของถั่วลิสงเถาสดทั้งหมด 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ Florigraze, Arbrook และ Ecotart ที่อุณหภูมิ 60 และ 100 องศาเซลเซียส พบว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze, Arbrook และ Ecotart ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีจะมีปริมาณวัตถุแห้งเท่ากับ 30.759, 28.658 และ 29.739 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเท่ากับ 69.241, 71.342 และ 70.261 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนถั่วลิสงเถาที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส พบว่ามีปริมาณวัตถุแห้งเท่ากับ 29.586, 28.338 และ 28.633 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเท่ากับ 70.413, 71.662 และ 71.366 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังใน Table 1 ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางโภชนะของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ พบว่า ถั่วลิสงเถาทั้งสามพันธุ์ ไขมัน (EE) เถ้า (Ash) แคลเซียม (Ca) เยื่อใยหยาบ (CF) Neutral detergent fiber Neutral detergent soluble ลิกนิน และการย่อยได้ของโปรตีนด้วยเอมไซม์เปปซินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ถั่วลิสงเถาทั้งสามพันธุ์จะมีค่าโปรตีนหยาบคือ พันธุ์ Florigraze เท่ากับ17.780 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ Arbrook เท่ากับ 19.780 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ Ecotart เท่ากับ 16.833 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P>0.01$) ทั้งยังพบว่าค่าเฮไมเซลลูโลสของถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze จะมีค่าสูงกว่าอีก 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Arbrook และ พันธุ์ Ecotart แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

Table 1 Dry matter of fresh *Arachis Glabrata* and nutrients composition of *Arachis Glabrata*

Nutrient Composition	*Arachis Glabrata*			SEM
	Florigraze	Arbrook	Ecotart	
Fresh sample				
Dry matter (at 60 °C)	30.759	28.658	29.739	1.656
Dry matter (at 100 °C)	29.586	28.338	28.634	0.570
Dry sample (at 60 °C)				
Moisture (%)	4.103^{B}	5.887^{A}	5.577^{A}	0.257
Dry Matter (%)	95.897^{A}	94.113^{B}	94.423^{B}	0.257
Ether Extract (%)	1.453	1.880	2.143	0.264
Gross Energy (Kcal/kg)	$3,830.00^{a}$	$3,742.13^{b}$	$3,699.63^{b}$	31.47
Crude Protein (%)	17.870^{B}	19.780^{A}	16.833^{C}	1.219
Ash (%)	9.550	9.373	9.590	0.284
Acid soluble ash (%)	98.367^{B}	99.207^{A}	99.210^{A}	0.155
Acid insoluble ash (%)	1.633^{A}	0.793^{B}	0.880^{B}	0.102
Calcium (%)	2.747	2.593	2.573	0.155
Phosphorus (%)	0.300^{b}	0.300^{b}	0.327^{a}	0.010
Fiber (%)				
-Crude fiber (%)	20.473	23.127	23.403	1.219
-Neutral detergent fiber` (%)	44.210	42.633	42.790	0.706
-Acid detergent fiber (%)	26.550^{b}	30.193^{a}	31.543^{a}	1.302
-Hemicelluloses (%)	17.663^{A}	12.443^{B}	11.247^{B}	1.394
-Cellulose (%)	21.040	24.997	25.643	1.041
Neutral detergent soluble (%)	55.790	57.367	57.210	0.706
Lignin (%)	5.503	5.193	5.900	0.360
Pepsin digestibility (%)	72.750	73.037	72.483	6.393

Mean in the same row without superscript are not significantly different at P> 0.05 by DMRT.
$^{a, b, c}$ Mean in the same row with difference letter are significantly different at P≤ 0.05 by DMRT.
$^{A, B, C}$ Mean in the same row with difference letter are significantly different at P≤ 0.01 by DMRT.

เนื่องจากถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์เป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถตรึงไนโตรเจนในชั้นบรรยากาศได้โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่ม Rhizobium ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนไนโตรเจน (N) ในบรรยากาศถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย (NH_3) โดยอาศัยเอนไซม์ไนโตรจีเนส หลังจากไนโตรเจนถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียและแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ซึ่งเป็นรูปที่มีประจุจึงสามารถถูกดูดซับในดินพืชหรือแบคทีเรียสามารถนำไปใช้โดยตรงในกระบวนการ ammonium assimilation ซึ่งเป็นกระบวนการที่แอมโมเนียถูกเปลี่ยนไปเป็นโปรตีนหรือสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนอื่นๆ ซึ่งทำให้พืชตระกูลถั่วมีปริมาณโปรตีนสูง พืชตระกูลถั่วจึงถูกจัดให้เป็นพืชอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่เป็นแหล่งให้โปรตีนสำหรับสัตว์ โดยถั่วลิสงเถา 3 สายพันธุ์ต่างก็มีค่าโปรตีนสูงกว่าพืชอาหารสัตว์พันธุ์อื่นทั้งหญ้าแพงโกล่าแห้ง มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ถั่วคาวาลเคดแห้ง 17.07 เปอร์เซ็นต์ (พิมพาพร และ คณะ, 2543) ดังนั้น ถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ แต่เมื่อเทียบกันทั้ง 3 พันธุ์ มีโปรตีนสูงสุดคือ พันธุ์ Florigraze และพันธุ์ Arbrook ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธรและคณะ (2545) ได้ศึกษาถั่วลิสงเถาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ผลผลิตพืชอาหารสัตว์และคุณค่าทางโภชนะของถั่วลิสงเถา 11 พันธุ์ผลการทดลองพบว่าถั่วลิสงเถา *A. glabrata* Cv. Florigraze มีโปรตีน 17.23 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเยื่อใย NDF ประมาณ 42.48 เปอร์เซ็นต์

3.2 ผลการหาค่าอัตราการย่อยสลายและจลศาสตร์การย่อยสลายของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนด้วยเทคนิคถุงไนลอนในกระเพาะหมักของโคนม

การศึกษาอัตราการย่อยสลายสิ่งแห้งของถั่วลิสงเถาอบแห้งทั้ง 3 พันธุ์ได้แก่ Florigraze, Arbrook และ Ecotart ที่เก็บผลตัวอย่างทุกๆช่วงเวลาที่ 0, 4, 8, 16, 24 ,48 และ 72 พบว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze และ Arbrook มีอัตราการย่อยสลายของสิ่งแห้งได้ดีกว่าพันธุ์ Ecotart ในช่วงเวลาที่ 24 และที่ 48 ชั่วโมง คือ 71.897, 71.327 และ 60.110 เปอร์เซนต์ 74.147, 77.567 และ 66.350 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) การที่ถั่วลิสงเถาพันธุ์ Ecotart สามารถย่อยสลายสิ่งแห้งได้น้อยกว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze และ Arbrook เป็นผลมาจากถั่วลิสงเถาพันธุ์ Ecotart มีปริมาณลิกนินและเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรดสูง ปริมาณโปรตีนและมีปริมาณเฮไมเซลลูโลสต่ำกว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze และ Arbrook จึงทำให้ค่าอัตราการย่อยสลายของสิ่งแห้งของถั่วลิสงเถาพันธุ์ Ecotart ต่ำกว่าอีก 2 พันธุ์ ดังแสดงใน Table 2 และนอกจากนี้ถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze และ Arbrook มีลักษณะของลำต้นเล็ก ใบเยอะ ลำต้นไม่แข็งมาก ปริมาณลิกนินน้อยแต่มีเฮไมเซลลูโลสสูง จึงส่งผลทำให้ความสามารถในการย่อยสลายของสิ่งแห้งของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้ดีกว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์ Ecotrat เนื่องจากถั่วลิสงเถาสายพันธุ์นี้ มีลำต้นใหญ่แข็ง จึงส่งผลให้การย่อยสลายของสิ่งแห้งน้อยกว่าถั่วลิสงเถาที่กล่าวมาทั้ง 2 พันธุ์ อีกทั้งสิ่งแห้งของพืชหรือเยื่อใยต่างๆ มีองค์ประกอบของ เซลลูโลส, เฮไมเซลลูโลส และลิกนินหรือซิลิกา ซึ่งพบว่าจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย และเชื้อรา สามารถย่อยสลายเยื่อใยได้ดี ก่อนเริ่มการทดลองนี้พบว่าโคที่ใช้ในการทดลองได้กินอาหารข้นและอาหารหยาบเป็นประจำทุกวัน ซึ่งอาหารข้นนั้นมีผลทำให้ค่า pH ในกระเพาะหมักมีสภาวะเป็นกรด ทำให้จุลินทรีย์จำพวกโปรโตซัวสามารถเจริญเติบโตได้ดี และไปจับกินแบคทีเรียเป็นอาหาร พอเริ่มการทดลองในครั้งนี้ ได้หยุดให้โคที่ใช้ในการทดลองกินอาหารข้น โดยให้กินแต่อาหารหยาบอย่างเดียวคือ ฟางข้าว โดยอาหารหยาบมีผลทำให้ค่า pH ในกระเพาะหมักมีสภาวะเป็นด่าง จึงทำให้โปรโตซัวไม่สามารถเจริญได้ และส่งผลให้แบคทีเรียสามารถเจริญได้ดี ทำให้จำนวนแบคทีเรียมากขึ้นกว่าตอนที่กินอาหารข้นผสมอาหารหยาบ ทำให้มีการย่อยสลายสิ่งแห้งหรือเยื่อใยได้ดีขึ้น ส่วนเชื้อรามีบทบาท ที่สำคัญมากในการย่อยสลายเยื่อใยในกระเพาะหมัก

Table 2 Dry matter, Organic matter and Protein degradation of *Arachis Glabrata* by Nylon Bag Technique in Dairy Cows

Degradation (%)	*Arachis Glabrata*			SEM
	Florigraze	Arbrook	Ecotart	
Dry matter degradation (%)				
at 0 hour	29.137	29.107	28.090	1.200
at 4 hour	37.140	34.770	33.673	1.347
at 8 hour	39.400	37.423	36.120	1.823
at 16 hour	55.863	52.870	57.673	2.586
at 24 hour	71.897[a]	71.327[a]	60.110[b]	3.602
at 48 hour	74.147[a]	77.567[a]	66.350[b]	3.136
at 72 hour	78.383	79.620	77.053	1.609
Organic matter degradation (%)				
at 0 hour	27.503[ab]	29.110[a]	25.323[b]	1.226
at 4 hour	35.007[a]	34.483[a]	30.520[b]	1.280
at 8 hour	36.750	37.780	34.500	1.815
at 16 hour	54.090	52.870	52.397	1.230
at 24 hour	64.900	66.970	54.067	5.636
at 48 hour	71.940	72.150	65.183	8.885
at 72 hour	78.027	79.620	76.570	1.626
Protein degradation (%)				
at 0 hour	37.480	39.630	37.130	1.056
at 4 hour	47.577	47.497	45.130	1.102
at 8 hour	59.607	62.947	61.333	1.164
at 16 hour	78.330	77.293	77.703	2.335
at 24 hour	90.423[ab]	92.810[a]	88.130[b]	1.236
at 48 hour	95.467	95.987	94.387	1.376
at 72 hour	97.280[a]	97.770[a]	96.983[b]	1.114

Mean in the same row without superscript are not significantly different at P> 0.05 by DMRT.
[a, b] Mean in the same row with difference letter are significantly difference at P≤ 0.05 by DMRT.

ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากเชื้อรามีเอนไซม์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ได้เต็มที่ (Fonty and Joblin, 1991; Akin andBornemane, 1990) เชื้อรายังช่วยในการทำให้อาหารที่โคกินเข้าไปมีขนาดเล็กลง หรือสร้างช่องว่างของอาหารเพื่อให้แบคทีเรียเข้าไปย่อยสลายส่วนต่างๆ ได้ดีขึ้น ซึ่งจากการทดลองพบว่าอัตราการย่อยสลายของสิ่งแห้งของถั่วลิสงเถาอบแห้งทั้ง 3 พันธุ์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อให้โคกินแต่อาหารหยาบอย่างเดียว

อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุของถั่วลิสงเถาอบแห้งทั้ง 3 สายพันธุ์ คือพันธุ์ Florigraze, Arbrook และ Ecotart มีอัตราการย่อยสลายที่ชั่วโมงที่ 8, 16, 24, 48 และ 72 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 พันธุ์ Florigraze และ Arbrook มีอัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุสูงกว่าพันธุ์ Ecotart แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) เนื่องมาจากถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigraze และ Arbrook มีปริมาณโปรตีนซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่สูงกว่าสายพันธุ์ Ecotart และสารอินทรีย์บางส่วนสามารถละลายได้ในน้ำ หรือมีความสามารถในการสลายได้สูงเมื่อสัมผัสกับตัวทำละลาย สามารถเกิดการย่อยได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ในช่วงเวลาเริ่มต้นมีความแตกต่างกัน และหลังจากชั่วโมงที่ 8, 16, 24, 48 และ 72 อัตราการย่อยสลายของสิ่งแห้งของถั่วลิสงเถาอบแห้งทั้ง 3 พันธุ์มีอัตราการย่อยสลายของสิ่งแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งผลมาจากสารอินทรีย์วัตถุบางชนิด

ต้องใช้ระยะเวลานานในการย่อยสลาย หรือย่อยสลายได้ช้ากว่าสารอินทรีย์วัตถุในช่วงระยะเวลาที่ 0 และ 4 ชั่วโมง ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของโคซึ่งเกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาส่งผลให้หลังจากชั่วโมงที่ 4 ไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายโปรตีนของถั่วลิสงเถาอบแห้งทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Florigraze, Arbrook และ Ecotart ในชั่วโมงที่ 0, 4, 8, 16, 24, 48 และ 72 พบว่าในช่วงเวลาที่ชั่วโมงที่ 0, 4, 8, 16 และ 48, มีอัตราการย่อยสลายโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ถั่วลิสงเถาพันธุ์ Arbrook มีอัตรากาย่อยสลายโปรตีนของถั่วลิสงเถาได้ในชั่วโมงที่ 24 และ 48 สูงกว่าพันธุ์Florigraze และ Ecotart อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพันธุ์ Arbrook ให้ผลดีที่สุดคือ 92.810, 97.770 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลมาจากถั่วลิสงเถาพันธุ์ Arbrook มีปริมาณใบต่อต้นเยอะ ลำต้นอ่อนไม่แข็งมาก จึงสามารถเกิดการย่อยสลายของโปรตีนโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอาหารประเภทโปรตีนมีอยู่หลายจำพวกมีทั้งกลุ่มของแบคทีเรียที่ใช้โปรตีน (proteolytic bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้ใช้กรดอะมิโนเป็นแหล่งพลังงานพื้นฐาน โดยมีความหนาแน่นของประชากรอยู่ระหว่าง 10^4-10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตรของของเหลวในกระเพาะหมัก (Hungate, 1966) ในกระเพาะหมักเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนในอาหารจุลินทรีย์โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช้โปรตีน (Non Protein Nitrogen; NPN) โดยเมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไปแล้วเอนไซม์ protease ที่ผลิตจากแบคทีเรียและโปรโตซัวจะสลายพันธะของโปรตีนให้สั้นลง ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าในช่วงระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีอัตราการย่อยสลายของโปรตีนได้เยอะขึ้น ซึ่งการย่อยสลายในชั่วโมงแรกๆ พบว่าถั่วลิสงเถาทั้ง 3 สายพันธุ์แตกต่างกัน เป็นผลมาจากปริมาณเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันจึงทำให้ถั่วลิสงเถาสายพันธุ์ Arbrook ที่มีโปรตีนสูงที่สุดมีอัตราการย่อยสลายของโปรตีนได้ดีกว่าสายพันธุ์อื่น

จากการศึกษาจลศาสตร์การย่อยสลาย (Kinetic of degradation) ของถั่วลิสงเถาอบแห้ง 3 พันธุ์ พบว่า ศักยภาพในการย่อยสลาย ปริมาณสารที่ละลายในน้ำ ปริมาณอาหารที่ไม่สามารถละลายในน้ำ แต่สามารถถูกย่อยสลายได้ในช่วงเวลา และ อัตราการย่อยสลาย ของสิ่งแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนของถั่วลิสงเถา 3 สายพันธุ์ แม้ว่าถั่วลิสงเถาสายพันธุ์ Florigraze และ Arbrook เมื่อพิจารณาแล้วจะมีแนวโน้มว่ามีองค์ประกอบทางเคมีที่ดีกว่าสายพันธุ์ Ecotart แต่ค่าจลศาสตร์การย่อยสลายที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของโคไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อันเนื่องมาจากการศึกษาการย่อยสลายของสิ่งแห้ง การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ และการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะหมักดังแสดงใน Table 3 ตามลำดับ ที่แสดงให้เห็นว่าการย่อยสลายของถั่วลิสงเถาทั้ง 3 สายพันธุ์ทุกช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลองไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ค่าจลศาสตร์การย่อยสลาย (Kinetic of degradation) ของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 3 Kinetic of degradation of *Arachis Glabrata* by Nylon Bag Technique in Dairy Cows

Kinetic of degradation (%)	*Arachis Glabrata*			SEM
	Florigraze	Arbrook	Ecotart	
Dry Matter				
a	27.123	25.525	25.787	2.841
b	58.673	62.508	54.710	8.619
c	0.057	0.045	0.048	0.035
p	85.796	88.033	80.497	10.698
Organic Matter				
a	25.041	26.153	22.871	2.333
b	56.458	61.603	58.835	8.269
c	0.056	0.044	0.338	0.223
p	81.499	87.756	81.707	9.768
Protein				
a	34.958	36.664	34.432	1.048
b	64.076	62.890	63.640	1.093
c	0.069	0.070	0.069	0.011
p	99.034	99.554	98.072	0.392

Mean in the same row without superscript are not significantly different at P> 0.05 by DMRT.

p คือ ปริมาณอาหารที่ถูกย่อยสลาย ณ ที่เวลา t

a คือ ปริมาณสารที่ละลายในน้ำ

b คือ ปริมาณอาหารส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถถูกย่อยสลายได้ในช่วงเวลา

c คือ อัตราการย่อยสลาย

4. สรุป

1. ถั่วลิสงเถาสายพันธุ์ Arbrook มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด และถั่วลิสงเถาสายพันธุ์ Florigraze มีปริมาณเฮไมเซลลูโลสสูงที่สุด ส่วนค่าทางโภชนะอื่นๆและค่าการย่อยได้ของโปรตีนด้วยเอนไซม์เปปซินของถั่วลิสงเถา 3 สายพันธุ์ มีค่าใกล้เคียงกัน

2. ค่าการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนในกระเพาะหมักของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ คือ สายพันธุ์ Florigraze, Arbrook และ Ecotart ในชั่วโมงที่ 0 ถึง 72 มีค่าการย่อยสลายได้ที่ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าถั่วลิสงเถาสายพันธุ์ Florigraze และ Arbrook มีอัตราการย่อยสลายได้ของโปรตีนที่ดีกว่าสายพันธุ์ Ecotart ในกระเพาะหมักของโคนม

3. ถั่วลิสงเถาทั้ง 3 สายพันธุ์ มีคุณค่าทางโภชนะที่เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ หากแต่สายพันธุ์ Arbrook มีคุณสมบัติทางโภชนะที่ดีและเหมาะสมต่อการเลือกปลูกเพื่อใช้เป็นพืชอาหารสัตว์สำหรับโคนม

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยศิลปากร ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการสนับสนุนการพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ในหัวข้อวิจัยเรื่อง องค์ประกอบทางโภชนะ การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของถั่วลิสงเถาในอาหารไก่ไข่ ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี และหมวดโคนมฟาร์มสาธิตและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่อำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณนักศึกษาช่วยวิจัย 3 ท่านคือนางสาวปวีณา ศุภศรี นางสาวสุชาดา ศรีแก้วช่วง และ นายอนุพงษ์ วงศ์คำ

6. เอกสารอ้างอิง

ฉายแสง ไผ่แก้ว, กิตติ อรรคฮาต, สุจินดา สระคูพันธุ์ และ วัชรินทร์ บุญภักดี. 2535. **การทดสอบพันธุ์พืชอาหารสัตว์เบื้องต้นและถั่วลิสงเถารวมทั้งหมด 5 สายพันธุ์**. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พิมพาพร เวาหุดี ฉายแสง ไผ่แก้ว จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์ และวัชรินทร์ บุญภักดี. 2543. **กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์.** กองอาหารสัตว์ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น. **โครงการวิจัย**ลำดับที่ 34– 1308 –19 .

ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมณี ฉายแสง ไผ่แก้ว อำนาจ ปัญญาปรุ. 2545. การศึกษาถั่วลิสงเถาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์. **รายงานวิจัยประจำปี 2545** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ หน้า 112-126.

AOAC. 1985. Official method of analysis. 14th ed. **Association of Analytical Chemist**. Washington D.C.

Bowman, A.M., G.P.M. Wilson, and B.J. Gogel. 1998. Evaluate of perrenial peanuts (*Arachis spp.*) as forage on the New South Wales north coast. **Tropical Grasslands.** 32: 252-258

Chen, X.B. 1996. An Excel Application Program me for Processing Feed Degradability Data**.** User **Mannal, Rowett Research Institute**, Bucks burn, Aberdeen,.UK

Dehority, B.A. 1993**. Laboratory Manual for Classification and Morphology of Rumen Ciliate Protozoa**. Ohio Agricultural Research and Development Center. Department of Animal Science. Ohio State University, Wooster, Ohio CRC Press, Florida, U. S. A. 120-139.

Hungate, R.E. 1966. **The Rumen and Its Microbes. Academic Press**. New York. U.S. A. 533.

Robertson, J.B. and B.A. lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergentfiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animalnutrition. **J. Dairy Sci**. 74:3583-3597.

Lowis, S.E., and M.K. Theodorou, and 1987. Cellulases and xylanase of an anaerobic rumen fungus grown on wheat straw, wheat holocellulose, cellulose and xylan. **Appl. Env. Microbiol.** 53: 1216.

Minson, D.J. 1971. Influence of lignin and silicon on a summative system for assessing the organic matter digestibility of panicum**. Aust. J. Agri.** 22 : 529.

Orpin, C.G. 1975. Studies on the rumen flagellate *Neocallismastix frontalis.* **J. Gen. Microbiol.** 91: 249-262.

Orskov, E.R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements according to the rate of passage. **J. Agr. Sci**. 92: 449-503.

Russell, J.B. 1985. Fermentation of cellodextrin by cellulolytic and noncellulolytic rumen bacteria. Appl. Env. Microbiol. 49: 572.

Saldivar, A.J., W R. Ocumpaugh*, R.R. Gildersleeve, and G.M. Prine. 1992. Growth Analysis of 'Florigraze' Rhizoma Peanut**. Shoot and Rhizome Dry Matter Production.** 84: 444-449.

Satter, R.D., and R.R. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on ruminal microbialprotein production in vitro. **J. Nutr.** 32: 199-208.

Staples C.R., S.M. Emanuele, and Prine GM. 1997. Intake and nutritive value of florigraze rhizoma peanut silage for lactating dairy cows. **J Dairy Sci.** 80: 541-9.

Van Soest, P.J. 1982. Nutrition Ecology of the Ruminant**. O&B Books, Corvallis**, Oregon,U.S.A. 374 p.78,

Wood, T.M., C. A. Wilson, and S.I. McCrae. 1995. The cellulase system of the anaerobic rumen fungus Neocallismastix frontalis. **Biotechno.** 44: 177-216.