การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกัน ร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

นางสาวนิตยา แท้ไธสง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2561

SUPPLEMENTATION OF DIFFERENT LEVELS OF CONDENSED TANNIN FROM NEEM LEAF WITH POLYETHYLENE GLYCOL ON RUMEN MICROBE POPULATION AND PRODUCTIVE PERFORMANCE IN GROWING GOATS

Nittaya Taethaisong

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Animal Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2018

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนแดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผศ. นสพ. ดร.ภคนิจ คุปพิทยานันท์)
ประธานกรรมการ

(รศ. ดร.ปราโมทย์ แพงคำ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(รศ. ดร.อมรรัตน์ โมพี)
กรรมการ

(ผศ. ดร.พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์)
กรรมการ

(อ. ดร.วลัยลักษณ์ แก้ววงษา)
กรรมการ

(ศ. ดร.สันติ แม้นศิริ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล

(ศ. ดร.หนึ่ง เตียอำรุง)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นิตยา แท้ไธสง : การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต (SUPPLEMENTATION OF DIFFERENT LEVELS OF CONDENSED TANNIN FROM NEEM LEAF WITH POLYETHYLENE GLYCOL ON RUMEN MICROBE POPULATION AND PRODUCTIVE PERFORMANCE IN GROWING GOATS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ แพงคำ, 98 หน้า.

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ *In vitro* fermentation ในการทดลองได้ทำการผสมอาหารข้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ โดยอาหารข้นที่ใช้ในการทดลองคือ อาหารข้นทดลองกลุ่มควบคุมที่ 1 (ไม่ใช้ใบสะเดาและโพลิเอทิลีนไกลคอล) อาหารข้นทดลองกลุ่มที่ 2 3 และ 4 (ไม่ใช้ใบสะเดาแต่ใช้โพลิเอทิลีนไกลคลอล ที่ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นทดลองตามลำดับ อาหารข้นทดลองสูตรที่ 5 6 7 และ 8 ใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นทดลองตามลำดับ อาหารข้นทดลองสูตรที่ 9 10 11 และ 12 ใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 4 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นทดลองตามลำดับ และอาหารข้นทดลองสูตรที่ 13 14 15 และ 16 ใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นทดลองตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้นทดลองมีอัตราการเกิดแก๊สในแต่ละชั่วโมง ค่าการผลิตแก๊สมีเทน และแอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 6 และ 12 ต่ำที่สุดของการบ่มในหลอดทดลอง

การทดลองที่ 2 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ต่อประชากรของจุลินทรีย์ และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต โดยใช้แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบียนเพศผู้จำนวน 24 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20±2.0 กิโลกรัม โดยจัดกลุ่มแพะเนื้อกลุ่มละ 6 ตัว และแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งในการทดลองใช้อาหารข้นทดลองทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ อาหารข้นทดลองสูตรที่ 1 กลุ่มควบคุม (ไม่ใช้ใบสะเดาและไม่ใช้โพลิเอทิลีนไกลคอล) อาหารข้นทดลองสูตรที่ 2 กลุ่มควบคุม (ไม่ใช้ใบสะเดาแต่ใช้โพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร) อาหารข้นทดลองสูตรที่ 3 ใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร และอาหารข้นทดลองสูตรที่ 4 ใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 6

เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวันและการกินได้ต่อน้ำหนักตัวสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 495.87 4.07 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายสูงที่สุด มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่น และยังพบว่ามีผลต่อ methanogen ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.34 และ 7.16 (lg10 copies/ml) จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินในสูตรอาหารที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกาย เพิ่มการเจริญเติบโตของแพะ ดังนั้นการใช้ใบสะเดาร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในสูตรอาหาร จึงสามารถใช้เป็นส่วนประกอบพืชโปรตีนที่เป็นประโยชน์ในอาหารข้นทดลองที่มีหญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบได้ และเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะสามารถนำมาใช้ในฤดูแล้งที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนักศึกษา นิตยา แก้วโรจน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

NITTAYA TAETHAISONG : SUPPLEMENTATION OF DIFFERENT LEVELS OF CONDENSED TANNIN FROM NEEM LEAF WITH POLYETHYLENE GLYCOL ON RUMEN MICROBE POPULATION AND PRODUCTIVE PERFORMANCE IN GROWING GOATS.
THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRAMOTE PAENGKOUM, Ph.D., 98 PP.

CONDENSED TANNIN/NEEM/POLYETHYLEANE GLYCOL/RUMEN MICROBE/PRODUCTIVE PERFORMANCE/GOAT

The objectives of this study were to observe the effect of the supplementation of different levels of condensed tannin from the Neem leaf with polyethylene glycol on the rumen microbe population and productive performance in growing goats. This report was divided into two experiments.

Experiment 1 : The effect of supplementation of different levels of condensed tannin from Neem leaf with polyethylene glycol on *in vitro* fermentation was investigated. This experiment included 16 percent protein, diet 1 control (no neem leaves and polyethylene glycol), diets group 2, 3 and 4 (no neem leaves, but have polyethylene glycol at 5, 10 and 15 percent in concentrate, respectively). The experimental diets 5, 6, 7 and 8 used 2 percent neem leaves with polyethylene glycols at 0, 5, 10 and 15 percent in concentrate, respectively. Diets 9, 10, 11 and 12 used 4 percent neem leaves with polyethylene glycol at 0, 5, 10 and 15 percent in concentrate, respectively. Finally concentrated at 13, 14, 15 and 16, used 6 percent neem leaves with polyethylene glycols at 0, 5, 10 and 15 percent in the concentrate diets, respectively.

Concentrated experimental diets supplementation of 6 percent neem leaves with 15 percent polyethylene glycol was found each hour has the lowest value of gas production, lowest methane production and ammonia nitrogen were recorded at 6 and 12 hours, also the reduced acetic acid at 12 hours of *in vitro* incubation.

Experiment 2 : Supplementation of different levels of condensed tannin from Neem leaf with polyethylene glycol on rumen microbe population and productive performance in growing goats was investigated. This experiment included average of about 20±2.0 kg of male Anglo-Nubian goat was fed with 6 groups of goats and divided into 4 groups. The experimental diets for first group diets (no neem leaves and no polyethylene glycols), second group diets (no neem leaves but have polyethylene glycol at 15 percent), the third group diets (neem leaves at 6 percent with polyethylene glycols at 0 percent). The fourth group diets (neem leaves at 6 percent with polyethylene glycols at 15 percent). Found that supplementation of neem leaves at 6 percent with polyethylene glycol at 15 percent, the highest of dry matter content per day and diet per body weight was 495.87, 4.07 and increased nitrogen retention, growth performance. The results showed that reduced methanogen at 2 and 4 h were 7.34 and 7.16 (lg10 copies/ml). In conclusion, the use of neem leaves at 6 percent with Polyethylene glycol at 15 percent increased nitrogen retention in the body and the growth of goats. Therefore, the use of neem leaves with polyethylene glycol in the recipe can be a useful protein ingredient in concentrated diets and containing to replace protein ingredient in concentrated diets containing roughage of pangolar grass.

School of Animal Production Technology	Student's Signature Nittaya Taethaisong
Academic Year 2018	Advisor's Signature
	Co-advisor's Signature Wabitucle Kae

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จด้วยดี ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ แพงคำ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาแนะนำ ช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำในการเขียน การตรวจแก้วิทยานิพนธ์ และสนับสนุนค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. วลัยลักษณ์ แก้ววงษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ ตรวจแก้วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. ภคนิจ คุปพิทยานันท์ รองศาสตราจารย์ ดร. อมรรัตน์ โมพี ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือต่างๆ ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้การสนับสนุนในการวิจัย

ขอขอบคุณพี่ๆ บุคลากรประจำอาคารเครื่องมือ 10 และ 11 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณ Tian Xingzhou NGO THI MINH SUONG คุณณราวิชย์ อ่อนใจเอื้อ และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ร่วมเรียนระดับบัณฑิตศึกษารวมถึงบุคคลอันเป็นที่รัก ที่คอยให้กำลังใจและเป็นแรงบันดาลใจในการศึกษาและการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นิตยา แท้ไธสง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฐ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฑ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สะเดา 4
2.2 หญ้าแพงโกล่า (แหล่งของอาหารหยาบ) 6
2.3 โพลิเอทิลีนไกลคอล 8
2.4 สารประกอบแทนนิน 9
2.4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแทนนิน 10
2.4.2 ชนิดของแทนนิน 11
2.5 ประโยชน์ของแทนนิน 13
2.6 บทบาทของแทนนินต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง 14
2.6.1 คุณสมบัติของแทนนินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย 14
2.6.2 กลไกการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน 14

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.3 ผลของแทนนินต่อการเผาผลาญของกระเพาะอาหารและการเจริญเติบโตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง 15
2.6.4 การก่อตัวและการแยกตัวของแทนนิน-โปรตีนและการยับยั้งกิจกรรมแบคทีเรียของแทนนินในระบบทางเดินอาหาร 15
2.6.5 ผลของแทนนินต่อการหมักในกระเพาะรูเมน 17
2.6.6 ผลของแทนนินต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน 18
2.6.7 ผลของแทนนินต่อสมรรถนะการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง 18

3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา และการวิเคราะห์การแยกปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา,การประกอบสูตรอาหารและการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดาและการวิเคราะห์ปริมารของสารคอนเดนซ์แทนนิน ในใบสะเดาและการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนว์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ต่อ *In vitro* fermentation

3.1 บทคัดย่อ 25
3.2 คำนำ 25
3.3 วัตถุประสงค์ 26
3.4 อุปกรณ์และวิธีการ 26
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 27
3.6 สถานที่ทำการวิจัย 27
3.7 ระยะเวลาทดลอง 27
3.8 แผนการทดลอง 27
3.9 ผลการทดลอง 31
3.9.1 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา 31
3.9.2 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ *In vitro* gas production 31

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.9.3 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ methane 32
3.9.4 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าแอมโมเนียไนโตรเจน 37
3.9.5 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ 39
3.10 วิจารณ์ 42
3.11 สรุปผลการทดลอง 49

4 การศึกษาผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

4.1 บทคัดย่อ 50
4.2 บทนำ 51
4.3 วัตถุประสงค์ 53
4.4 อุปกรณ์และวิธีการ 53
4.4.1 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อประชากรจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 53
4.4.1.1 แผนการทดลอง 53
4.4.1.2 การจัดการสัตว์ทดลอง 53
4.4.1.3 การจัดการให้อาหารสัตว์ทดลอง 53
4.4.1.4 วิธีการทดลองและการเก็บข้อมูล 54
4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 58
4.6 สถานที่ทำการวิจัย 58

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.7 ระยะเวลาการทดลอง 59

4.8 ผลการทดลอง 59

4.8.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร 59

4.8.2 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอนในระดับที่ต่างกันต่อการกินได้ในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 60

4.8.3 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอนในระดับที่ต่างกันต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 60

4.8.4 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอนในระดับที่ต่างกันต่อสมดุลไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 60

4.8.5 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอนในระดับที่ต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 61

4.8.6 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอนในระดับที่ต่างกันต่อค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และแอมเนียไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 61

4.8.7 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 62

4.8.8 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 62

4.9 วิจารณ์ผลการทดลอง 69

4.10 สรุปผลการทดลอง 79

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 81
รายการอ้างอิง 84
ภาคผนวก 91
ประวัติผู้เขียน 98

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 องค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา ก้านสะเดา และใบรวมก้านสะเดา 5

2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าในสัตว์เคี้ยวเอื้อง(% of dry matter unless stated) 7

3 ผลของการเสริมแทนนินต่อประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน 20

4 ผลของแทนนินต่อการเจริญเติบโตของแพะ 23

5 องค์ประกอบของอาหารข้นทดลอง 29

6 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร 30

7 ผลขององค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา 31

8 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ In vitro gas production 33

9 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อมีเทน 35

10 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อความเป็นกรด-ด่าง และค่าแอมโมเนียไนโตรเจน 37

11 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ 40

12 Primer sequences ใช้สำหรับวิเคราะห์ Real time PCR 56

13 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง 59

14 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการกินได้ของแพะที่กำลังเจริญเติบโต 63

15 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

16 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อสมดุลไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 65

17 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 66

18 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อค่ายูเรียไนโตรเจน, ความเป็นกรด-ด่างและแอมโมเนียไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 67

19 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต 68

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 โครงสร้างของโพลิเอทิลีน ไกลคอล 8

2 โครงสร้างของแทนนิน 10

3 โครงสร้างของ gallic acid (ซ้าย), ellagic acid (ขวา) 12

4 โครงสร้างโมลกุลของคอนเดนซ์แทนนิน (proanthocyanidin) (ซ้าย), Catechin (ขวา) 13

5 ผลของแทนนินต่อการเผาผลาญของกระเพาะอาหารและการเจริญเติบโตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง 16

6 ปัจจัยที่มีผลต่อการก่อตัวและการแยกตัวของแทนนิน-โปรตีนและการยับยั้งกิจกรรมแบคทีเรีย 17

7 ผลของแทนนินต่อประชากรจุลินทรีย์ในรูเมน 20

8 ผลของแทนนินต่อประชากรจุลินทรีย์ในรูเมน 21

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

a	=	Gas production from the immediately soluble fraction
a+b	=	Potential ectent of gas production
AA	=	Acetic acid
ADF	=	Acid detergent fiber
ADG	=	Average daily gain
ADFI	=	Average daily feed intake
ANOVA	=	Analysis of Variance
b	=	Gas production from the insoluble fraction
BA	=	Butyric acid
BW	=	Body weight
C	=	Gas production rate constent
CP	=	Crude protein
CT	=	Condensed Tannin
DM	=	Dry matter
DMI	=	Dry matter intake
EE	=	Ether extract
F	=	Forward
NDF	=	Neutral detergent fiber
NH_3-N	=	Ammonia nitrogen
NRC	=	National Research Council
OM	=	Organic matter
PA	=	Propionic acid
PEG	=	Polyethylean Glycol
R	=	Reverse
Real-time PCR	=	Real-time polymerase chain reaction
SD	=	Standard deviation
SEM	=	Standard error of the mean

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

TVFA	=	Total volatile fatty acid
VFA	=	Volatile fatty acid

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอาชีพการเลี้ยงแพะถือว่าเป็นอาชีพที่กำลังได้รับความนิยมจากเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่ายและตลาดแพะเป็นตลาดใหม่ที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างมาก ซึ่งแพะยังถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจทางเลือกให้กับเกษตรกรและเกษตรกรสามารถเลี้ยงแพะเป็นอาชีพหลักได้

แต่พบว่าในการเลี้ยงแพะนั้นปัจจัยในการผลิตถือว่ามีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อส่งผลต่อประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิต ตลอดจนผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อเกษตรกร โดยมากกว่าครึ่งหนึ่งของปัจจัยการผลิตคือต้นทุนค่าอาหาร ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงราคาของวัตถุดิบโดยเฉพาะแหล่งของโปรตีนเช่นกากถั่ว-เหลืองซึ่งพบว่ามีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ จากปัญหาดังกล่าวนำมาสู่แนวทางในการวิจัยของการนำพืชอาหารสัตว์ที่มีในท้องถิ่นมาใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบอาหารเพื่อให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่า ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้มีความสนใจที่จะนำพืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่นคือสะเดาซึ่งพบว่าในสะเดานั้นมีสารแทนนินที่อยู่ในรูปของคอนเดนซ์แทนนินสูง พบว่าแทนนินสามารถใช้เป็นแหล่งของโปรตีนไหลผ่านจึงนำมาเสริมในอาหารเพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหาร เมธา วรรณพัฒน์ (2533) รายงานถึงบทบาทของแทนนินในพืชอาหารสัตว์ถ้ามีปริมาณแทนนินในพืชอาหารสัตว์ระดับ 20-40 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง จะสามารถป้องกันการเกิดอาการท้องอืด (bloat) และเพิ่มการไหลผ่านของโปรตีนและกรดอะมิโนที่สำคัญตลอดจนเป็นการเพิ่มโปรตีนจากจุลินทรีย์ที่ไหลผ่านมายังตำแหน่งของลำไส้เล็ก Neizen and Robertson (1998) พบว่าแทนนินสามารถช่วยป้องกันการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมักและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้เล็กได้ นอกจากนี้ Wanapat et al. (2001) และ Makkar et al. (1995) พบว่าอาหารสัตว์ที่มีสารประกอบคอนเดนซ์แทนนินโปรตีนสามารถเพิ่มการผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์โปรตีนได้สูงขึ้น ซึ่งแทนนินสามารถช่วยลดประชากรของแบคทีเรียในรูเมน ซึ่งมีผลทำให้ประชากรโปรโตซัวลดลงนั้นอาจเกิดจากการลดลงของการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ในการศึกษาถึงอิทธิพลของประชากรของ methanogen โดยการเสริมแทนนินจะช่วยลดมีเทน (Wanapat et al., 2009; Kongmum et al., 2009) เมื่อสัตว์ได้รับแทนนินเข้าไปแทนนินจะไปมีผลต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจนในอาหารซึ่งจะไปช่วยลด methanogenesis และการ

ย่อยโปรตีนในรูเมนซึ่งจะไปเพิ่มจุลินทรีย์ในการผลิตโปรตีนไปยังลำไส้เล็กและยังพบว่าแทนนินมีผลต่อการลดลงของแบคทีเรียที่สร้างโปรตีนได้แก่ *Bytyrivibrio fibrisolven Ruminobacter amylophilus และ Streptococcus bovis* (Jones et al., 1994) และพบว่าการเสริมแทนนินจะไปลด *Fibrobacter succinogenes* ซึ่งผลของแทนนินจะมีผลโดยตรงในการยับยั้ง methanogen ในรูเมน รวมถึงการยับยั้งกิจกรรมของ methanogen โดยการดูดซึมของจุลินทรีย์ใน Cell wall แทนนินจะไปมีผลในการลดจำนวนแบคทีเรียในกลุ่ม cellulolytic bacteria ในแทนนินนั้นเป็นพวก cellulose ที่ซับซ้อนอาจจะไปมีผลในการต้านการย่อยได้ของเอนไซม์หรือความบกพร่องของการยึดเกาะพื้นผิว โดยจุลินทรีย์ในกลุ่ม Fibrolytic จะช่วยลดความพร้อมของการใช้งานของไฮโดรเจนเพื่อที่จะช่วยลดการเกิด methanogenesis ได้ (Wanapat et al., 2009; Kongmum et al., 2009) แทนนินได้รับการพิจารณาว่าเป็นสารชีวเคมีที่ต่อต้านโภชนะเนื่องจากมีผลต่อการกินได้และการใช้ประโยชน์ของโภชนะ แต่อย่างไรก็ตามในช่วงหลายปีที่ผ่านมาแทนนินได้รับการยอมรับว่าเป็นสารที่เป็นประโยชน์สำหรับการปรับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก Kumar et al. (1990) และยังพบว่าการเสริม Polyethyleane glycol (PEG) ซึ่งโพลิเอทิลีน ไกลคอลเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถเกาะติดกับแทนนินได้และไปลดการสะสมของโปรตีน-แทนนินที่มีความซับซ้อน และยังพบว่าสามารถที่ส่งผลทำให้โปรตีนไหลผ่านไปที่ลำไส้เล็กได้เร็วขึ้น ทำให้สัตว์สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ (Jones et al., 1977) ดังนั้นจึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์ในรูเมนและสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอล ต่อ *In vitro* rumen fermentation

1.2.2 เพื่อศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิ-เอทิลีน ไกลคอล ต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอล สามารถช่วยเพิ่ม rumen fermentation ได้

1.3.2 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอล สามารถช่วยเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะและปรับปรุงจุลินทรีย์ในรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

1.3.3 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอล สามารถช่วยเพิ่มสมรรถนะการผลิต

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ในการสุ่มเก็บสะเดาโดยตัดต่ำจากยอดสะเดาลงมาประมาณ 30 เซนติเมตร และทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา หาปริมาณสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา การย่อยได้ของโภชนะ ประชากรจุลินทรีย์ในรูเมน สมรรถนะการผลิต ซึ่งใช้แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบียนเพศผู้ 24 ตัว โดยแพะมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20±2 กิโลกรัม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินนร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อการปรับปรุง rumen fermentation

1.5.2 ได้ทราบผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในอาหารแพะเนื้อที่เหมาะสมต่อการย่อยได้ของโภชนะและจุลินทรีย์ในรูเมนในแพะเนื้อ

1.5.3 ได้ทราบผลของระดับการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอ-ทิลีนไกลคอลในอาหารแพะเนื้อที่เหมาะสมต่อสมรรถนะการผลิตในแพะเนื้อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พืชอาหารสัตว์หลายชนิดพบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะแห้งแล้ง และยังพบว่าสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของพืชอาหารสัตว์ให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้อีกด้วย ซึ่งพบว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารและยังส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการเลี้ยงสัตว์และยังเป็นการนำพืชหรือวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด และพบว่าพืชอาหารหยาบที่พบในประเทศไทยที่สามารถปลูกได้ง่ายและให้ผลผลิตสูงเช่น สะเดาซึ่งพบว่าเป็นพืชที่หาง่ายในท้องถิ่น และพบว่ามีการปลูกเป็นจำนวนมากในประเทศ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของอาหารให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ และหญ้าแพงโกล่าสามารถทำการถนอมไว้ใช้ยามขาดแคลนหรือในฤดูแล้งได้ เช่นการทำหญ้าแห้ง ซึ่งการทำหญ้าแห้งเพื่อถนอมไว้ใช้ในยามขาดแคลนซึ่งเป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีที่เกษตรกรสามารถปลูกหญ้าและทำหญ้าแห้งเองได้ เพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงได้

2.1 สะดา (NEEM)

สะเดาเป็นพืชตระกูลเดียวกับมะฮอกกานีใน Family Meliaceae มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Azadirachta indica* A. Juss. Var. Siamensis valeton ชื่อทางการค้าว่า Neem, Nim, Margosa, Yepa, Tamaka และชื่อพื้นเมืองว่า กะเดาหรือสะเดา ซึ่งสะเดาในประเทศไทยมี 3 ชนิดด้วยกันคือ สะเดาอินเดีย (*Azadirachta indica* A. Juss) ลักษณะขอบใบหยิกเป็นฟันเลื่อย ปลายใบแหลม โคนใบเบี้ยว ปลายใบเรียวแคบ พบประปรายทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง สะเดาไทย (*Azadirachta indica* A. Juss. Var. Siamensis) ลักษณะขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อยแต่ปลายทู่ โคนใบเบี้ยวแต่กว้างกว่า ปลายใบแหลมพบมากเกือบทุกภาคของประเทศ และสะเดาช้างหรือไม้เทียม (*Azadirachta excels* (Jack) Jacobs) ลักษณะขอบใบเรียว โคนใบเบี้ยว ขนาดใบและผลใหญ่กว่าสองชนิดแรก พบเฉพาะในภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีลงไปถึงประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2536) ส่วนของสะเดาที่ชาวบ้านนิยมนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดคือยอดและดอก ใช้รับประทานเป็นผักช่วยให้เจริญอาหาร ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการดังนี้องค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา ก้านสะเดา และใบรวมก้านสะเดา (ตารางที่ 1) ซึ่งในการรายงานพบว่า ยอดสะเดา 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 76 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยน้ำ 77.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 12.5 กรัม โปรตีน

5.4 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม มีกาก 2.2 กรัม แคลเซียม 354 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 26 มิลลิกรัม เหล็ก 4.6 มิลลิกรัม เบต้าแคโรทีน 3,611 ไมโครกรัม วิตามินบีหนึ่ง 0.06 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.07 มิลลิกรัม วิตามินซี 194 มิลลิกรัม (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรจังหวัดนครราชสีมา, 2546)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา ก้านสะเดา และใบรวมก้านสะเดา

วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง		
	ใบสะเดา	ก้านสะเดา	ใบรวมก้านสะเดา
วัตถุแห้ง	36.4	38.2	36.1
	----------%DM----------		
โปรตีน	18.3	11.7	16.3
เยื่อใย	12.1	20.4	18.9
ไขมัน	0.9	2.7	1.7
เถ้า	6.4	6.0	6.2
NDF	41.8	60.9	51.0
ADF	37.3	40.3	37.6

หมายเหตุ ; NDF =ส่วนของสารละลายที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = ส่วนของสารละลายที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด

ที่มา : สุปรีณา สีใสคำ (2552)

การศึกษาของ วิบูลย์ เข็มเฉลิม (2552) กล่าวว่า ในสะเดาตัวเดียวมีปัจจัยถึง 3 ตัวคือ เป็นยา อาหาร และเป็นไม้ใช้สอยทำที่อยู่อาศัยได้ ถ้าสะเดาอายุ 20 ปี เนื้อไม้จะแกร่งเหมือนไม้แดง ไม้ประดู่ แก่นมีสีสวย ทำไม้พื้น ทำเฟอร์นิเจอร์ได้มอดไม่กิน และคุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งคือเป็นแปรงและยาสีฟันอย่างดี ซึ่งสะเดาเป็นพืชที่ปลูกง่ายโตเร็ว ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เพียงเวลา 3 ปี สะเดาโตสูงถึง 20 ฟุต สะเดาเป็นพืชอายุยืน อาจอยู่ได้นานถึง 20 ปี

จากการรายงานขององค์กร Neem Association (2006) พบว่ายอดสะเดามีเบต้า-แคโรทีนสูง และมีมากกว่ายอดตำลึง ถูกรายงานว่า 100 กรัม ให้เบต้าแคโรทีน 699.9 ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล (1 วันผู้ใหญ่ต้องการวิตามินเอ 800 ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล) ยอดสะเดา 100 กรัม ให้เบต้า-แคโรทีนถึง 777.9 ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล สถาบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล (2545) กล่าวว่า ใบสะเดาเหมาะเป็นอาหารผู้สูงอายุ เพราะเหตุผลทางยา Neem Association ระบุว่าใบสะเดาช่วยลดความต้องการอินซูลิน (insulin) และพบว่า polysaccharides และ limonoids ที่พบในเปลือก

ใบ และผลของสะเดา ลดความเสี่ยงในการเกิดเนื้องอกและมะเร็งได้ โดยไม่ก่อผลข้างเคียงและช่วยให้การเต้นของหัวใจตรงจังหวะ นอกจากนี้ยังสามารถลดอาการเครียดลงได้

การศึกษาของ ขวัญชัย สมบัติศิริ (2552) กล่าวว่า การนำสะเดามาใช้เป็นสารฆ่าแมลงและปราบศัตรูพืชนั้นใช้ส่วนของใบ และเมล็ดของสะเดามาสกัดกับแอลกอฮอล์และน้ำเพื่อให้ได้สารสกัดที่เรียกว่า สารอะซาไดแรคติน (Azadirachtin) ซึ่งเป็นสารที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และมีคุณสมบัติไล่แมลงทำให้แมลงไม่ชอบกินอาหาร ยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง ทำให้หนอนไม่ลอกคราบหนอนตายในระยะลอกคราบ ลักษณะการออกฤทธิ์จะมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนของแมลง ทำให้มีการผลิตไข่และการฟักไข่ลดน้อยลง สำหรับกากที่เหลือจากการสกัดน้ำมันจะเรียกว่า (neem cake) สามารถใช้เป็นประโยชน์อย่างอื่นได้เช่น ผสมกับกากน้ำตาลใช้เป็นอาหารสัตว์ ทำเป็นปุ๋ยยูเรีย และใช้เป็นสารฆ่าแมลง สารฆ่าโรคพืชหรือไส้เดือนฝอยบางชนิด

นอกจากนี้ยังมีรายงานในประเทศอินเดียมากกว่า 10 รัฐ พบว่าในใบสะเดามีแทนนินเป็นส่วนประกอบ ซึ่งพบว่ามีปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน (คอนเดนซ์แทนนิน) สูงถึง 32-34 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ซึ่งมีมากกว่าใบกระถิน ซึ่งพบว่ามีปริมาณเพียง 15-18 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (Kirtikar and Basu, 1980) และจากการศึกษาของ สุปรีณา ศรีใสคำ (2552) พบว่าปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในใบรวมก้านสะเดา 100 กรัม เท่ากับ 7.90 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง

2.2 หญ้าแพงโกล่า (*Digitaria eriantha*)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) : *Digitaria eriantha* Steud. ชื่อเดิม : Digitaria decumbens Stent ชื่อสามัญ (Common name) : หญ้าแพงโกล่า, pangola grass, digit grass, common finger grass, wooly finger grass, etc. (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย, 2017)

หญ้าแพงโกล่า (*Digitaria eriantha*) เป็นหญ้าอาหารสัตว์ที่มีความน่ากินสูงและสามารถทำหญ้าแห้งได้ดี กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรมีการผลิตเพื่อจำหน่ายและเพื่อเพิ่มแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีให้เพียงพอ อายุการตัดและการจัดการแปลงที่เหมาะสมจะช่วยให้เกษตรกรผลิตหญ้าแห้งที่มีคุณภาพดีได้ (กองอาหารสัตว์, 2549) และการใช้อาหารหยาบที่มีคุณภาพดีนอกจากจะช่วยเพิ่มสมรรถนะการผลิตของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้แล้วยังช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ (Chagunda et al., 2010 ; Waghorn and Hegrarty, 2011)

ในปี 2002 ได้มีการส่งเสริมการผลิตอาหารสัตว์และได้สนับสนุนให้เกษตรกรผู้ผลิตหญ้าแห้งและหญ้าหมักแทนการปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น แทนการปลูกข้าวในที่ลุ่ม ซึ่งการเพาะปลูกหญ้าแพงโกล่าขณะนี้ได้รับการแนะนำให้ปลูกในทุกภูมิภาคในประเทศไทย และในขณะนี้ได้มีการ

ปลูกหญ้าแพงโกล่าและใช้เป็นพืชเลี้ยงสัตว์กันอย่างแพร่หลายซึ่งเป็นหญ้าที่มีคุณภาพสูง (Khemsawat and Phomburung, 2002)

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

หญ้าแพงโกล่าโดยปกติแล้วจะมีโปรตีนอยู่ในช่วง 5-12% ของวัตถุแห้งหรืออาจจะมากกว่า 15% ของวัตถุแห้งนั้นขึ้นกับอายุในการตัดและการจัดการในเรื่องการใส่ปุ๋ย (Heuze et al., 2011) ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติสำหรับคุณค่าทางโภชนาการและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าในเขตร้อนซึ่งแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่างๆ เช่นช่วงอายุในการตัด ปุ๋ย สถานที่ สภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (Kanitta et al., 2013) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (% of dry matter unless stated)

Refference	DM (%)	OM (%)	CP (%)	EE (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)
Lee et al., 2000	87.1	-	3	2	-	46.6	5
Suzuki et al., 2008	90.1	60.7	9.5	1.5	74.6	42.3	5
Suksathit et al., 2011	85.4	76.7	3.1	3.8	71.7	41.7	4.1
Chobtang et al., 2012	88.7	58.5	7	1.4	69.5	36.6	4.2
Kaewkunya et al., 2013	89.5	-	4.3	0.8	69.5	35.1	9.9
SD	2.4	7.1	2.8	1.1	2.4	4.6	2.8

หมายเหตุ ; SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, DM = สิ่งแห้ง CP= โปรตีน EE= ไขมัน NDF= เยื่อใยที่ไม่สามารถละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง ADF = เยื่อใยที่ไม่สามารถละลายได้ในสารฟอกที่เป็นกรด, ADL= ลิกนิน

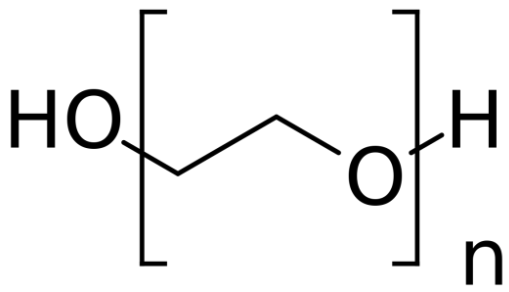
2.2.2 คุณค่าทางโภชนะของหญ้าแพงโกล่าและการใช้ประโยชน์โดยสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Leng and Preston (1976) ได้แนะนำว่าในการใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น จากพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำหรือจากผลพลอยได้จากการเกษตรซึ่งพบว่าโปรตีนนั้นเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเพื่อรักษาระบบนิเวศน์ของกระเพาะอาหารให้มีประสิทธิภาพจะช่วยกระตุ้นการกินได้ของโภชนะและปรับปรุงสมรรถนะการผลิตของสัตว์ ผลของการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับหญ้าแพงโกล่าจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับรูปแบบของการนำเสนอและชนิดของสัตว์ ซึ่งข้อสรุปทั่วไปคือการเสริมของหญ้าแพงโกล่าในรูปแบบสดหรือการเก็บรักษาไว้ในรูปหญ้าแห้งและหญ้าหมัก ซึ่งพบว่ามีผลดีต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งหญ้าแพงโกล่าเป็นหญ้าที่เหมาะที่จะนำมาเป็นแหล่งอาหารหยาบให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้องหรือปล่อยเลี้ยงในทุ่งหญ้าหรือในรูปของหญ้าแห้ง (Vendramini et al., 2012)

Lee et al. (1991) ชี้ให้เห็นว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและองค์ประกอบของวัตถุแห้งและค่าพลังงานของหญ้าแพงโกล่าและหญ้าเนเปียร์จะสูงกว่าในหญ้าที่กำลังเจริญเติบโตและลดลงเมื่อหญ้าเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ส่วน Archimede et al. (2000) รายงานว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลงตามอายุ 7 เปอร์เซ็นต์ ของการลดลงของอินทรียวัตถุทั้งหมดนั้นเกิดขึ้นระหว่าง 14 และ 28 วัน และมีค่าสอดคล้องกันสำหรับค่า NDF และ ADF ซึ่งมีค่า 75 และ 69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการศึกษาการย่อยได้ของเยื่อใยของหญ้าแพงโกล่าของแต่ละงานทดลองก็จะมีความแตกต่างกันขึ้นกับหลายปัจจัยที่มาเกี่ยวข้อง เช่นอายุในการตัด การจัดการดูแลหญ้า

2.3 โพลิเอทิลีน ไกลคอล (Polyethylene glycol)

PEG หรือ Polyethylene glycol เป็นสารประกอบโพลิเอทิลีนที่มีการใช้งานหลายประเภทตั้งแต่อุตสาหกรรมการผลิตถึงการแพทย์ และยังพบว่าเป็นสารเคมีสังเคราะห์เนื่องจากสมบัติที่ดีเช่น มีความชอบน้ำสูง ทำให้นำไปผสมกับสารอื่นๆให้เพิ่มความชอบน้ำได้ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่างๆที่เกิดสารประกอบดังกล่าว เช่น เครื่องสำอาง ครีม โลชั่น โดย PEG เองมีหลายชนิดแตกต่างกันไปตามน้ำหนัก เช่น PEG200 PEG300 PEG400 และ PEG600 เนื่องจากน้ำหนักโมเลกุลน้อยทำให้ลักษณะใส เปรียบเทียบกับ PEG3350 PEG4500 และ PEG8000 ซึ่งมีลักษณะข้นคล้ายแวกซ์ น้ำหนักโมเลกุลที่เพิ่มขึ้นนี้จะส่งผลทำให้คุณสมบัติเช่น ความสามารถในการละลายน้ำ การดูดความชื้น จุดเยือกแข็งเปลี่ยนแปลงไปด้วย และด้วยความสามารถในการละลาย (solubility) และการเข้ากันได้ (compatibility) ที่หลากหลายทำให้มีการนำ PEG เข้ามาใช้ในการเตรียมยาและเครื่องสำอางในหลายๆสูตรตำรับ PEG นั้นพบว่ามีความเป็นพิษต่ำ และมีการนำมาผลิตยาหลายชนิดในทางการแพทย์ เช่น มีการนำ PEG3350 มาเป็นยาระบายหรือมีการเพิ่ม electrolyte เข้าไปใน PEG เพื่อนำมาเตรียมให้คนไข้โดยการล้างลำไส้ก่อนการผ่าตัด นอกจากนั้นยังนำมาใช้เพื่อทำให้ยาอยู่ในร่างกายนานขึ้น เช่น PEG-interferon alpha ที่นำมาใช้รักษา hepatitis C เป็นต้น (Gennaro et al., 1995 and Lewis et al., 2000)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของโพลิเอทิลีน ไกลคอล

ที่มา : Hollander et al. (1990)

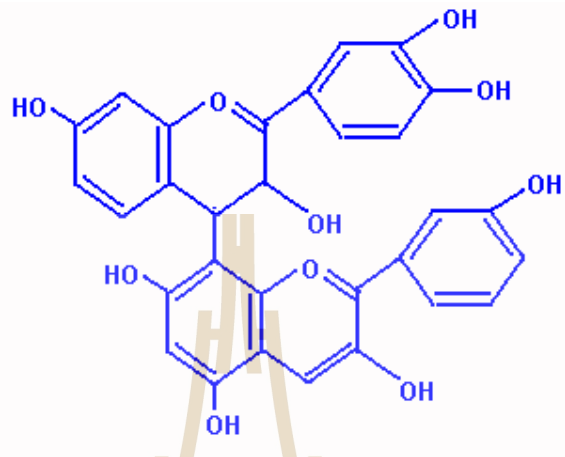
2.3.1 ผลของโพลิเอทิลีน ไกลคอล ต่อแทนนิน

โพลิเอทิลีน ไกลคอลพบว่ามีการตอบสนองกับคอนเดนซ์แทนนินและสามารถช่วยป้องกันแทนนินโปรตีนที่มีความซับซ้อน (Jones and Mangan, 1977) โพลิเอทิลีน ไกลคอล ไม่ส่งผลต่อการย่อยอาหาร และสามารถใส่เพิ่มไปในอาหารหรือให้โดยการกรอกปาก (Waghorn et al., 1999) และการเสริมโพลิเอทิลีน ไกลคอลกับคอนเดนซ์แทนนินซึ่งพบว่าแทนนินเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถเกาะติดกับแทนนินได้ และไปลดการสะสมโปรตีน-แทนนินที่มีความซับซ้อนและยังพบว่าโพลิเอทิลีน ไกลคอล จะไปช่วยปรับปรุงคุณภาพของแทนนิน แต่พบว่าการใช้โพลิเอทิลีน ไกลคอลก็มีขีดจำกัดในการใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุล ถ้ามากเกินไปอาจจะเป็นพิษต่อตัวสัตว์ได้และข้อจำกัดของ PEG-tannin พบว่ามีผลทำให้ลดความรู้สึกของการฝาดของแทนนินในปากและยังพบว่าการย่อยของโปรตีนเพิ่มขึ้น หรือไปเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใย (Loeschke et al, 1973) แต่โดยปกติแล้วเมื่อเกษตรกรต้องการที่จะประยุกต์เกี่ยวกับคุณภาพของอาหารหรือเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารที่ให้สัตว์กินและคอนเดนซ์แทนนินนั้นพบว่ามีผลต่อการกินได้ถ้าให้ในปริมาณที่มาก (Foley and Hume, 1987)

2.4 สารประกอบแทนนิน

เป็นสารที่มีโมเลกุลและโครงสร้างซับซ้อนมีสถานะเป็นกรดอ่อนรสฝาด มีคุณสมบัติเป็น alkaloid gelatin และโปรตีน ในพืชเป็นสารที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมไม้อัด ไม้แปรรูป นิยมนำมาใช้มากในการทำกาวสำหรับเกาะยึดไม้ รวมถึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อยู่กว้างขวาง อาทิ อุตสาหกรรมฟอกหนัง อาหาร ยา ซึ่งใช้ในการรักษาโรคท้องเสียได้ แทนนินมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ซึ่งแทนนินถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1796 เป็นสารประกอบจำพวกโพลีฟีนอล (polyphenol) ละลายได้ในน้ำและแอลกอฮอล์ให้สีเหลืองหรือสีน้ำตาล มีน้ำหนักโมเลกุล 500-5,000 ดาลตัน (Jackson, Barry, Lascano, and Palmer, 1996) มีโครงสร้างสลับซับซ้อนและแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด พบได้ในพืชทุกชนิดในส่วนของเปลือก ใบ ผล ซึ่งพบปริมาณมากในเปลือกไม้ และแทนนินยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (Butteret al., 2001; Max et al., 2002; Molan et al., 2000) นอกจากนี้การใช้อาหารพืชโปรตีนที่มีแทนนินยังสามารถลดการเกิดภาวะท้องอืดในโคได้ (Li et al., 1996) แทนนินมีกลไกไปจับกับ fungal protein bacteria protein หรือ viral protein อื่นๆ ของเชื้อที่รุกรานทำให้เชื้อไม่สามารถทำอันตรายกับร่างกายได้ สารกลุ่มนี้ยังสามารถแสดงคุณสมบัติของการเกิดปฏิกิริยาที่เฉพาะเจาะจงของฟีนอลได้ เช่น สามารถตกตะกอนกับโปรตีนต่างๆ (gelatin, หนังสัตว์ต่างๆ) alkaloid รวมทั้ง macromolecules เช่น cellulose และ pectin ได้ นอกจากนั้นยังสามารถตกตะกอนกับโลหะหนักพวก lead acetate zinc acetate potassium

dichromate และ ferric chloride ดังนั้นแทนนินจึงจัดเป็นสารขัดขวางโภชนะชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถพบแทนนินได้ในส่วนเปลือกของต้นไม้และแก่นไม้ ดังนั้นในการใช้อาหารโปรตีนจากพืช จึงนำคุณสมบัติของคอนเดนซ์แทนนินไปใช้ประโยชน์ (Haslam et al., 1989)



ภาพที่ 2 โครงสร้างของแทนนิน

ที่มา: Connell (2000)

2.4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแทนนิน

แทนนินส่วนมากไม่สามารถตกผลึกได้ แต่สามารถตกตะกอนได้กับสารละลายโพรแทส-เซียมไดโคเมต กรดโครมิค ซึ่งแทนนินมีรสฝาดสามารถจับตัวกับโปรตีนของหนังสัตว์ได้ดี สามารละลายได้ดีในน้ำแอลกอฮอล์ อะซิโตน ไม่ละลายในอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และทำปฏิกิริยากับเกลือของเหล็กได้สารประกอบสีน้ำเงินหรือสีเขียวในสารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง แทนนินจะดูดซับออกซิเจนเปลี่ยนสารละลายเป็นสีคล้ำขึ้น และทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเฟอริคไซยาไนด์และแอมโมเนียเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม

สำหรับพืชในประเทศไทยที่มีแทนนินเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ เปลือกทับทิม เปลือกอบเชย เปลือกมังคุด ใบขนุน ใบฝรั่ง ใบหรือเปลือกสีเสียด ใบชา ใบสะเดา ใบกระถิน พืชตระกูลถั่ว เปลือก และผลกล้วย เป็นต้น ปราโมทย์ แพงคำ และโอภาส พิมพา (2545) นอกจากนี้ Reed (1995) and Makkar (2000) รายงานว่าถ้ามีแทนนินในพืชอาหารสัตว์ต่ำกว่าหรือประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ถ้าหากใช้ในระดับที่สูงเกิน 5% ของอาหารวัตถุแห้งพบว่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและระดับไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายลดลง หากมีในอาหารถึง 9% อาจทำให้สัตว์ตายได้ (ปราโมทย์ แพงคำ, 2545)

Woodward et al. (1999) ศึกษาการใช้คอนเดนซ์แทนนินจาก *Lotus corniculatus* ในอาหารโคนมระยะปลายของการรีดนม พบว่าทำให้เพิ่มผลผลิตน้ำนมและโปรตีนในน้ำนม Barry et al. (1989) ได้ศึกษาโดยใช้พืชตระกูล (*Lotus pedeunculatus*) โดยให้มีระดับของคอนเดนซ์แทนนินอยู่ระหว่าง 2-4 % ของอาหารโดยวัตถุแห้ง ซึ่งพบว่าในระหว่างการเคี้ยวจะทำให้เกิดสารประกอบระหว่างสารประกอบแทนนินและน้ำลายในการป้องกันการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนสอดคล้องกับรายงานของ Norton (1997) โดยใช้พืชตระกูล *Calliandra calothyrsus* 2.5-3.7% ของคอนเดนซ์แทนนิน พบว่าสามารถป้องกันการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนเหมือนกันและยังสามารถเพิ่มระดับไนโตรเจนในลำไส้เล็กโดยไม่มีผลกระทบต่อระดับไนโตรเจนที่กักเก็บและหมุนเวียนในร่างกายของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

2.4.2 ชนิดของแทนนิน

แทนนินสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามความสามารถในการทนต่อการสลายตัวต่อปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส คือ

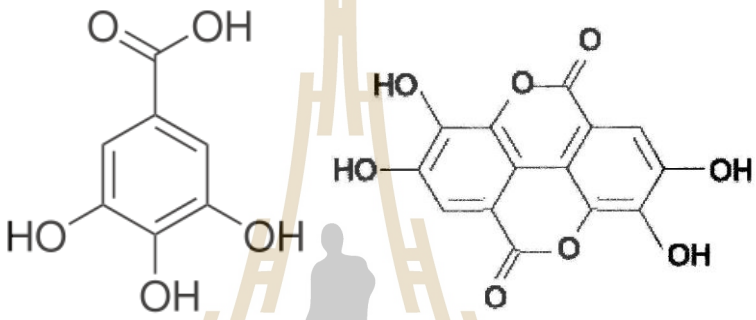
2.4.2.1 ไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน (Hydrolysable tannins)

เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนหนึ่งเป็นส่วนของน้ำตาลมักเป็นน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนใหญ่ หรือสารประกอบ polyols ส่วนที่สอง phenolic acid เช่น gallic acid หรือ hexahydroxydiphenic acid (HHDP) หรืออนุพันธ์ของ HHDP มักอยู่ในสภาพออกซิไดซ์ โดยส่วนที่เป็น phenolic acid จะมากกว่าส่วนของน้ำตาล (มักอยู่ในรูปของ gallic acid) หรือ polyols มาเชื่อมโยงกันด้วยพันธะเอสเตอร์ (ester linkage) ที่เรียกว่า depside linkage ซึ่งพันธะเอสเตอร์จะถูก hydrolyzed ในสภาวะที่มีน้ำและถูกเร่งปฏิกิริยาด้วยกรด ด่าง หรือเอนไซม์ (Swain, 1965, Haslam, 1966) หลังการแยกสลายด้วยน้ำจะได้ Carboxylicphenol acid และ alcohol เกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้วแอลกอฮอลที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นพวกน้ำตาล ส่วนกรดจะเป็นอนุพันธ์ของ gallic acid เมื่อนำไปกลั่นแบบ dry distillation สารประกอบ phenolic acid จะเปลี่ยนเป็น pyrogallol ดังนั้นไฮโดรไลเซเบิลแทนนินจึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า pyrogallol tannins (Swain, 1965, Haslam, 1966)

สารประกอบไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยดังนี้

กลุ่มแรก Gallo tannin คือแทนนินที่เกิดมาจาก gallic acid หรือเป็นสารประกอบที่ประกอบด้วย gallic acid เชื่อมต่อกับน้ำตาลกลูโคสด้วยพันธะเอสเตอร์ เมื่อสลายตัว acid hydrolysis จะได้ gallic acid และน้ำตาลกลูโคส ตัวอย่างของ gallo tannin ได้แก่ tannin acid (chinese gallotannin) และ tara gallotannin (tara tree; *Caesalpina spinosa*) (Leinmuller, Steingass and Menke, 1991) พืชที่ใช้เป็นยาหรือเป็นแหล่งของ gallo tannin ได้แก่ โกศน้ำเต้า (rhubarb) กานพลู (cloves), กลีบกุหลาบแดง (red rose petals), chinese galls, Turkish galls, hamamelis, bearberry leaves, chesnut (*Castanea sativa*) (Haslam, 1979) และ maple เป็นต้น

กลุ่มสอง Ellagi tannin คือ แทนนินที่เกิดจากกรดเอลละจิค (ellagic acid) เป็นสารประกอบโพลิฟีนอลที่ประกอบด้วย hexahydroxydiphenic acid หรือ modified form เช่น chebulic acid Dehydrohexahy diphenic acid เป็นต้น อยู่รวมกับน้ำตาล ellagi tannin เมื่อ สลายตัวแบบ acid hydrolysis ส่วนของ hexahydroxydiphenic acid จะแยกออกและเกิดปฏิกิริยา lactonization ให้ ellagic acid ตัวอย่างพืชที่เป็นแหล่งของ ellagic tannin ได้แก่ เปลือกทับทิม(pomegranate rind) ผลสมอไทย(myrabolans) เปลือกต้นโอ๊ค (Oak bark) gall oak (*Queercus infectoria*) (Leinmuller, Steingass and Menke, 1991) และใบยูคาลิปตัส (eucalyptus leaves) (Menke et al., 1991)

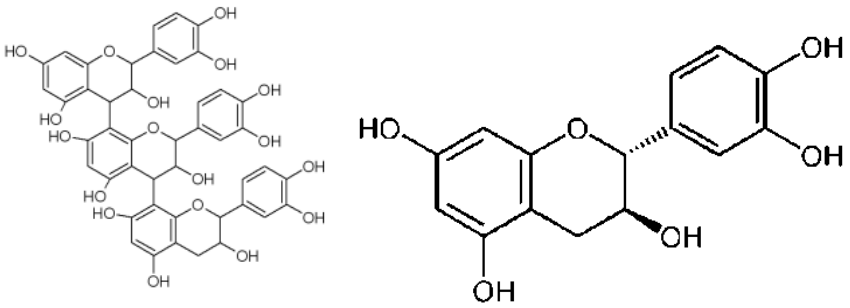


ภาพที่ 3 โครงสร้างของ gallic acid (ซ้าย), ellagic acid (ขวา)

ที่มา: Deshpande, Cheryan, and Salunkhe (1986)

2.4.2.2 คอนเดนซ์แทนนิน (Condensed tannins)

เป็นสารประกอบ Polyphenols ที่มีความซับซ้อน โครงสร้าง Polyphenols นั้นเป็นอนุพันธ์ของสารประกอบกลุ่ม flavonoids โดยเฉพาะ leucoanthocyanidin และ catechins เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า proanthocyanidins (Vickery and Vickery, 1981) เป็นสารประกอบโพลิฟีนอลที่มีความซับซ้อน มีคุณสมบัติทั่วไปเหมือนแทนนินชนิดสลายตัวได้แต่ละลายน้ำได้ไม่ดีเท่ากลุ่มไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน พืชที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินได้แก่เปลือกอบเชย เปลือกชินโคนา เปลือกหลิว เปลือกโอ๊ค เปลือกโกโก้ ใบชา เปลือกมังคุด เม็ดองุ่น เป็นต้น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูง สารประกอบกลุ่มนี้เมื่อนำมาต้มกับกรดเจือจางหรือนำมาทำปฏิกิริยาเอนไซม์จะได้สารประกอบที่เป็น polymer สีแดงไม่ละลายน้ำ ซึ่งเรียกว่า phlobaphene หรือ tannin red จึงเรียกสารกลุ่มนี้ว่า phobatannins เมื่อนำสารประกอบกลุ่มนี้มากลั่นแบบ dry distillation จะได้สารประกอบที่เป็น catechol tannins สารประกอบกลุ่มนี้จึงถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า catechol tannins หรือ catechin tannins (Haslam, 1966)



ภาพที่ 4 โครงสร้างโมลกุลของคอนเดนซ์แทนนิน (proanthocyanidin) (ซ้าย), Catechin (ขวา)
ที่มา: Deshpande et al. (1986)

2.5 ประโยชน์ของแทนนิน

สารในกลุ่ม tannin นั้นเป็นสารที่ให้รสฝาด มีฤทธิ์ฝาดสมานในทางยา เช่น มะขามป้อม สมอไทย เป็นต้น การนำมาใช้ใส่ยาสีฟันเพื่อช่วยกำจัดแบคทีเรีย (สรศักดิ์ เหลี่ยวไชยพันธุ์, 2531)

สัตว์เคี้ยวเอื้อง เมื่อกินแทนนินเข้าไปมากจะทำให้ความสามารถในการย่อยอาหารลดลง และแทนนินยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (Butter, Dawson, Wakelin, and Buttery, 2001; Max, Wakelin, Buuttery, Kinambo, Kassuku, and Mtengor, 2002; Molan, Hoskin, Barry, and McNabb, 2000) นอกจากนี้การใช้อาหารพืชโปรตีนที่มีแทนนินยังสามารถลดการเกิดภาวะท้องอืดในโคได้ (Li, Tanner, and Larkin, 1996) ใช้สำหรับเป็นสารฟอกหนังสัตว์ ทำให้โปรตีนตกตะกอน ทำให้หนังสัตว์อ่อนนุ่มช่วยเคลือบติดหนังสัตว์ทำให้ไม่เน่าเปื่อย (ชวลิต สิทธิ-สมบัติ, 2539)

นอกจากนี้แทนนินยังช่วยป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ใช้เป็นส่วนผสมของการย่อยภายในและภายนอก อาทิ ยารักษาโรคเบาหวานเพื่อช่วยควบคุมสมดุลการหลั่งฮอร์โมนจากตับอ่อน รวมถึงใช้เป็นส่วนผสมในยาถ่ายพยาธิ ยาแก้ท้องเสีย ท้องเดิน ส่วนยาใช้ภายนอกมักใช้เป็นส่วนผสมของยารักษาและสมานแผลช่วยให้เส้นเลือดหดตัว ป้องกันการสูญเสียน้ำของแผล โดยเฉพาะแผลที่โดนไฟไหม้ น้ำร้อนลวก จะช่วยให้แผลหายได้เร็ว ใช้ผสมยาลดกรดเพื่อแต่งรส รวมถึงมีฤทธิ์ช่วยลดกรดได้ด้วย (สรศักดิ์ เหลี่ยวไชยพันธุ์, 2531)

ส่วนการใช้แทนนินในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม อาทิ เบียร์ ไวน์ ชา และกาแฟ เพื่อให้มีสีใสและมีรสขม ฝาด การป้องกันการเหม็นหืน การป้องกันการต้านเชื้อแบคทีเรียในอาหาร ป้องกันการเน่าเสีย ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ช่วยต้านอนุมูลอิสระและลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ใช้เป็นอาหารเสริมในรูปของส่วนผสมแคปซูลสำหรับป้องกันการย่อยด้วยยาบริเวณกระเพาะอาหารเพื่อให้ถูกดูดกลืนบริเวณลำไส้มากที่สุด (ชวลิต สิทธิสมบัติ, 2539)

ใช้แทนนินเป็นสารจับกับโปรตีนและไอออนของโลหะในกระบวนการผลิตอาหาร เครื่องดื่ม เพื่อกำจัดกลิ่น รส ที่ไม่ต้องการ และตกตะกอนโลหะที่เจือปน ใช้สำหรับผลิตกาวไม้อัด เช่น การใช้โปรแอนโทรไซยานิดินแทนนิน แทนสารฟีนอลสังเคราะห์ในการผลิตไม้อัด ใช้แทนนินจับกับเกลือของเหล็กได้สารประกอบสีน้ำเงินสำหรับผลิตเป็นหมึกพิมพ์ สี และสีย้อม ใช้แทนนินทำปฏิกิริยากับเจลาตินสำหรับใช้เคลือบอาหารบางชนิด เช่น เนื้อสัตว์ เพื่อยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น ใช้สำหรับการย้อมแห อวน เชือก เพื่อให้เกิดสีเหลืองหรือน้ำตาล และทำให้มีความทนทานต่อสภาพความเป็นกรดและผุพัง (Haslam, 1989)

2.6 บทบาทของแทนนินต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง

2.6.1 คุณสมบัติของแทนนินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

จากรายงานของ Jones et al. (1994) ซึ่งพบว่า แทนนินมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ซึ่งความเป็นพิษของแทนนิน ต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณแทนนินที่สัตว์ได้รับ และพบว่า ไฮโดรไลเซเบิลแทนนินมีพิษต่อจุลินทรีย์น้อยกว่าคอนเดนซ์แทนนิน

จากการศึกษาของ Jayanegara et al. (2010) พบว่าแทนนินอาจจะไปลดจำนวนแบคทีเรียในกลุ่ม Cellulolytic bacteria ซึ่งในแทนนินนั้นเป็นพวก cellulose ที่ซับซ้อนอาจจะมีผลในการต้านการย่อยได้ของเอนไซม์หรือความบกพร่องของการยึดเกาะพื้นผิวโดยจุลินทรีย์ในกลุ่ม Fibrolytic จะช่วยลดความพร้อมในการใช้งานของไฮโดรเจนเพื่อลดการเกิด methanogenesis

2.6.2 กลไกการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

การยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักพบว่า จากการรายงานของ Reed et al. (1995) ได้จำแนกกลไกการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักไว้ 3 วิธีด้วยกัน คือ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จุลินทรีย์ เนื่องจากเอนไซม์เป็นสารประกอบโปรตีน ความเป็นพิษต่อผิวเซลล์จุลินทรีย์ และการจับตัวกับ metal ion ซึ่งพบว่า แทนนินมีคุณสมบัติในการจับกับโปรตีนได้ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าทำงานได้ โดยพบว่า proanthocyanidins สามารถจับกับเอนไซม์ protease ของ *Butyrivibrio fibrisolvens*

จากการศึกษาผลของคอนเดนซ์แทนนินพบว่ามี 3 กลไกที่สามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. คอนเดนซ์แทนนินไปช่วยในการลดการย่อยได้ของโปรตีนลงในกระเพาะรูเมนเพราะอาจจะไปช่วยก่อตัวให้โปรตีนมีโครงสร้างที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น (Tabacco et al., 2006)

2. แทนนินไปช่วยยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Leinmuller et al., 1990)

3. แทนนินอาจจะไปช่วยยับยั้งกิจกรรมการย่อยสลายเชื้อแบคทีเรียของโปรโตรซัว (Jouany et al., 1994)

2.6.3 ผลของแทนนินต่อการย่อยของกระเพาะรูเมนและการเจริญเติบโตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

แทนนินมีผลต่อการย่อยของกระเพาะรูเมนและการเจริญเติบโตของสัตว์เคี้ยวเอื้องดังนี้

1. แทนนินเมื่อผ่านไปที่กระเพาะรูเมน แล้วจะมีผลในการลดการย่อยได้ของโปรตีนในรูเมนและทำให้โปรตีนมีโครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้น เมื่อแทนนินไหลผ่านไปที่กระเพาะส่วนรูเมนจะถูกแยกตัวออกจากกัน และลดการย่อยสลายโปรตีนในกระเพรูเมน ลดความเข้มข้นของแอมโมเนียและการขับไนโตรเจนออกทางปัสสาวะ แต่จะไปเพิ่มการไหลเวียนอาหารพวกโปรตีนในลำไส้ทำให้ส่งผลต่อการปรับปรุงการเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น น้ำหนักตัว ขน น้ำนม การสืบพันธุ์ และภูมิคุ้มกันปรสิตในทางเดินอาหาร

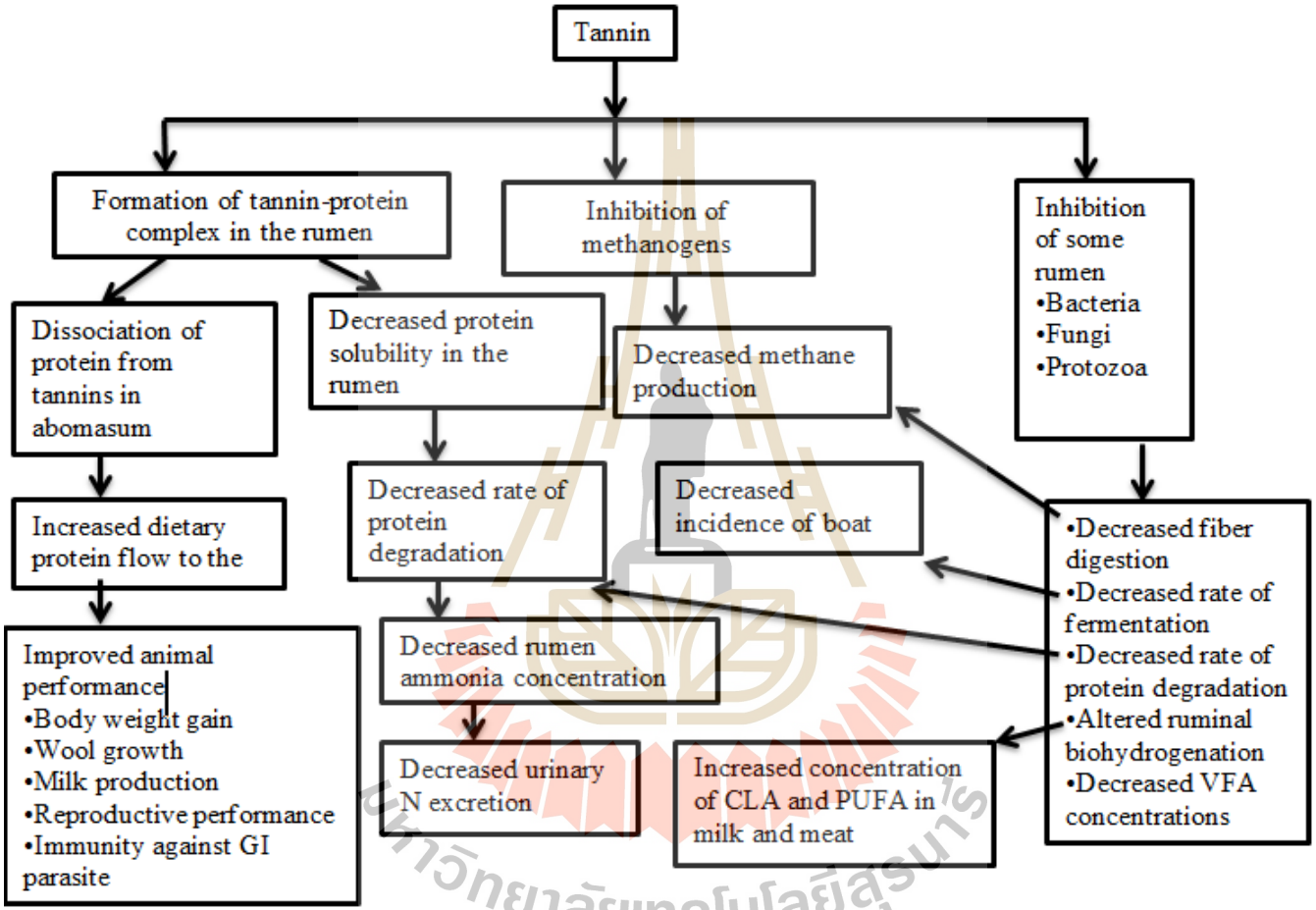
2. แทนนินไปมีผลในการยับยั้งการผลิตมีเทนส่งให้ผลการผลิตของมีเทนนั้นลดลง

3. แทนนินจะไปยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัวในรูเมน ซึ่งจะไปมีผลในการลดการย่อยของพวกเยื่อใยและยังมีผลในการช่วยลดมีเทน,ลดอัตราของกระบวนการหมักทำให้ลดอัตราการเกิดท้องอืดได้และลดอัตราการย่อยได้ของโปรตีนตลอดจนกระบวนการไบโอไฮโดรจิเนชันซึ่งจะไปเพิ่ม CLA (conjugated linoleic acids) และ PUFA (polyunsaturated fatty acids) ในน้ำนมและเนื้อ และลดความเข้มข้นของ VFA (volatile fatty acids) ซึ่งแทนนินมีผลในการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา โปรโตซัว ซึ่งก็จะส่งผลทำให้สัตว์สุขภาพที่ดีขึ้นมีการปรับปรุงการเจริญเติบโต

2.6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแทนนินและโปรตีนและการยับยั้งกิจกรรมแบคทีเรียของแทนนินในระบบทางเดินอาหาร

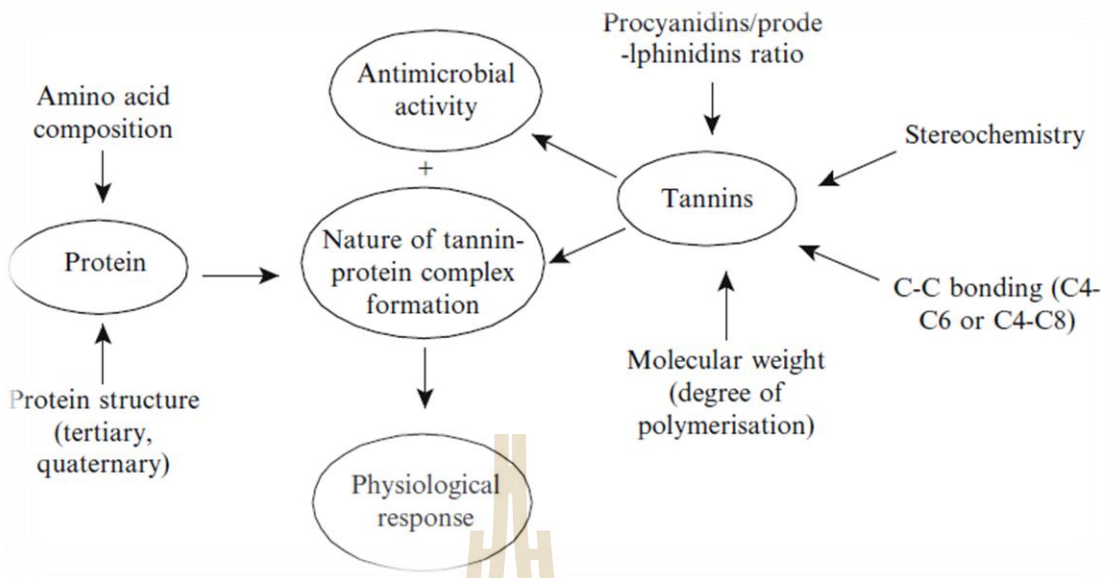
ผลของคอนเดนซ์แทนนินต่อการย่อยได้ของโปรตีนและจุลินทรีย์ในรูเมนจากภาพที่ 5 สามารถอธิบายได้ว่านั้นขึ้นกับโครงสร้างทางเคมีและน้ำหนักโมเลกุลของแทนนินอยู่ระหว่าง 500-5,000 Dalton (Jackson, Barry, Lascano, and Palmer, 1996) ซึ่งจากการศึกษาของ Barry et al. (1984) พบว่าแทนนินในอาหารนั้นอาจจะไปมีผลโดยตรงโดยการลดการย่อยได้ของโปรตีนในรูเมน และในบางกรณีจะไปปรับปรุงการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ที่ผลิตโปรตีนซึ่งจะไปเพิ่มแอมโมเนียไนโตรเจนในลำไส้เล็ก และดูดซึมจากลำไส้เล็ก ในการเพิ่มการย่อยได้ของโปรตีนในรูเมนอาจจะเกิดจากแทนนิน-โปรตีนที่มีความซับซ้อนในการยับยั้ง pH ในรูเมนและการเจริญเติบโต กิจกรรมของประชากร Proteolytic bacteria (Patra et al., 2010)

แทนนิน-โปรตีนนั้นมีพันธะเป็นเส้นตรงมีความสัมพันธ์ในการกำหนดการตอบสนองของแทนนินต่อการย่อยได้ของโปรตีนและพบว่าสามารถลดการสังเคราะห์โปรตีนซึ่งอาจจะเป็นผลโดยตรงของคอนเดนซ์แทนนินต่อเอนไซม์ซึ่งพบว่าจะไปยับยั้งเอนไซม์ที่สังเคราะห์จุลินทรีย์ที่ผลิตโปรตีนหรือผลในทางอ้อมต่อการเผาผลาญในกระเพาะรูเมนสามารถควบคุมกิจกรรมในการสังเคราะห์โปรตีนของแบคทีเรียบางชนิด (Waghorn et al., 1994)



ภาพที่ 5 ผลของแทนนินต่อการเผาผลาญของกระเพาะอาหารและการเจริญเติบโตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ที่มา : ดัดแปลงจาก Mugle, (2016)



ภาพที่ 6 : ปัจจัยที่มีผลต่อการก่อตัวและการแยกตัวของแทนนิน-โปรตีนและการยับยั้งกิจกรรมแบคทีเรียของแทนนินในระบบทางเดินอาหาร
ที่มา: Mugle et al. (2016)

2.6.5 ผลของแทนนิน ต่อการหมักในกระเพาะรูเมน

กลไกของแทนนินต่อการหมักในกระเพาะรูเมนซึ่งพบว่าแทนนินสามารถเป็นประโยชน์หรือเป็นอันตรายต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าปริมาณและสารประกอบและน้ำหนักโมเลกุลและลักษณะทางกายภาพและสรีรวิทยาของพืชที่บริโภค (Hagerman and Butler, 1991)

การหมักในกระเพาะรูเมน

การหมักในกระเพาะรูเมนพบว่าผลของแทนนินจะไปช่วยลดการย่อยได้ของโปรตีนในกระเพาะรูเมนและน้ำหนักโมเลกุลซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่ดีต่อแทนนินและค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจะช่วยในการสร้างความสัมพันธ์ของแทนนิน-โปรตีนนั้นมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปแทนนินจะไปลดการย่อยได้ของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีค่าที่ต่ำ และ non-ammonia nitrogen จะถูกไหลผ่านไปที่ลำไส้เล็ก (Barry et al., 1984) ส่วนผลกระทบของแทนนินต่อการย่อยสลายโปรตีนโดยทั่วไปคือการลดลงของการย่อยสลายและลดอัตราการย่อยสลายแม้ว่าแทนนินส่วนใหญ่จะมีผลต่อโปรตีนแต่อย่างไรก็ตามพบว่าแทนนินนั้นมีผลต่อคาร์โบไฮเดรตโดยเฉพาะเฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส แป้งและเพคติน สำหรับผลในระยะยาวของแทนนิน พบว่าแทนนินมีผลต่อการย่อยสลายของเยื่อใยซึ่งพบว่าเป็นผลในการต่อต้านโภชนะส่งผลทำให้สัตว์ได้รับโภชนะที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายถ้าในระยะยาวอาจจะทำให้สัตว์ตายได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าจากการศึกษาผลของแทนนินที่ผ่านมาที่มีการศึกษาพบว่าแทนนินมีผล

ต่อการลดการย่อยเยื่อใยในกระเพาะรูเมนในสัตว์ที่ได้รับอาหารที่อุดมไปด้วยแทนนิน (Mcsweeney et al., 2001)

แทนนินอาจจะเป็นตัวแทนในการขับไล่และอาจจะลดไอออนของโลหะบางชนิดที่จำเป็นต่อการเผาผลาญของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนซึ่งจะไปเกี่ยวข้องกับการยับยั้งของเอนไซม์ที่จะส่งผลทำให้แทนนินสามารถทำปฏิกิริยากับจุลินทรีย์(ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา) ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าแทนนินจะเปลี่ยนกิจกรรมของเอนไซม์ Proteolytic, Bacteria (เซลลูโลสและเอนไซม์อื่นๆ) ซึ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ Fibrolytic พบว่าคอนเดนซ์แทนนินจะไปยับยั้งการทำงานของเฮมิเซลลูโลสได้ดีกว่าเอนไซม์เซลลูเลสซึ่งอาจจะเป็นเพราะคอนเดนซ์แทนนินนั้นมีความเกี่ยวข้องกับผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ซึ่งในขณะที่นักวิจัยจะรายงานผลของแทนนินในการลดลงของความสามารถในการย่อยสลายของเฮมิเซลลูโลสแต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้อาจแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของแทนนิน ซึ่งจากการรายงานของ Mcallister et al., (1994) พบว่าแทนนินอาจมีผลโดยตรงต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเช่นโดยการเปลี่ยนความสามารถในการซึมผ่านของเยื่อหุ้มปอด อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์บางชนิดสามารถทนต่อแทนนินในระดับที่สูงได้ แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ซึ่งจะมีความทนต่อแทนนินที่แตกต่างกันและขึ้นอยู่กับชนิดของแทนนินด้วย

2.6.6 ผลของแทนนินต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

กลไกของแทนนินต่อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของแทนนิน โดยหากมีแทนนินเพียงจำนวนน้อยอาจจะไม่ส่งผลใดๆต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และจุลินทรีย์บางชนิดในกระเพาะรูเมนมีความทนทานต่อแทนนินในระดับที่สูง และโดยปกติจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนมีความสามารถในการลดความเป็นพิษของสารต่อต้านโภชนะต่างๆไม่เพียงเฉพาะสารประกอบแทนนินโดยปกติแล้วจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนส่วนใหญ่จะย่อยอาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นหลักก่อน และจุลินทรีย์จะเลือกใช้โปรตีนที่สามารถย่อยง่ายจากแหล่งอื่นก่อน เช่น จากยูเรีย ส่วนโปรตีนจากพืชอาหารสัตว์จะถูกย่อยได้เพียงจำนวนน้อยเท่านั้น (Reed, 1995)

ผลของแทนนินต่อแบคทีเรียในกระเพาะอาหารมีรายงานว่าขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์และชนิดหรือแหล่งของแทนนิน Jones et al., 1994 ศึกษาผลของคอนเดนซ์แทนนินของ *Legume* ต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์โปรตีนโดยแบคทีเรีย 4 ชนิดในรูเมนซึ่งพบว่าการเจริญเติบโตของ Proteolytic bacteria (*Butyrivibrio fibisolvens*, *Ruminobacter amylophilus* and *Steptococcus bovis*) นั้นลดลง แต่พบว่าคอนเดนซ์แทนนินนั้นมีผลเล็กน้อยต่อแบคทีเรียในกลุ่มของ *Prevotella ruminicola* ซึ่งแทนนินจะไปมีผลในการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียและภายนอกเซลล์ของ *Prevotella ruminicola* จะปกป้องแบคทีเรียจากผลโดยตรงของแทนนิน (Jones et al., 1994; Kumaran et al. 2004)

การเพิ่มแทนนินที่ 0.5 กรัม ในกระเพาะรูเมนจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Fibrobacter succinogenes* แต่มีผลน้อยที่สุดต่อ *Ruminococcus flavefaciens* and *Ruminococcus albus* ในขณะที่การเจริญเติบโตของ *Selenomonas ruminantium*, *Streptococcus bovis*, *Ruminobacter amylophilus* และ*Prevotella bryantii* นั้นจะถูกกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น (Wang et al., 2009) และในฤทธิ์การต้านจุลลินทรีย์ของแทนนินจะถูกกำหนดให้มีปฏิสัมพันธ์ของแทนนินกับเอนไซม์นอกเซลล์และผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของ cell wall แทนนินมีผลโดยตรงต่อการเผาผลาญของจุลินทรีย์ การกีดกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยแทนนินจะไปลดความพร้อมในการใช้งานของจุลินทรีย์ (Kunar et al., (1990; Jones et al., 1994; Scalbert et al., 1991 and Smith et al., 2005)

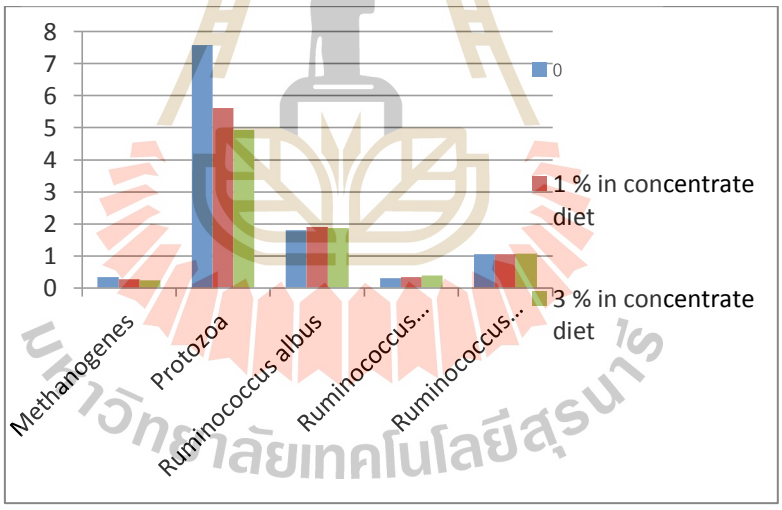
แบคทีเรีย *Streptococcus gallolyticus* เป็นแบคทีเรียที่ทนแทนนินและมีผลในทางบวกกับแทนนิน ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้จะไปช่วยเพิ่มน้ำหนักของแพะที่เลี้ยงเกิน 40 วัน และจากการศึกษาของ Kumar et al. (2013) พบว่าผลของการให้อาหารที่มีแทนนินต่อการย่อยได้ของแบคทีเรีย (*Streptococcus gallolyticus*) ต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะและการเจริญเติบโตของแพะที่ได้รับใบ *Quercus semicarpifolia* พบว่าสามารถปรับปรุงการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการให้อาหารในแพะ (Sly et al., 1997) และยังพบว่า *Streptococcus gallolyticus* ทนต่อแทนนินและมีบทบาทในการปรับปรุงการใช้ไนโตรเจนและการย่อยอาหารในแพะและแกะและยังพบว่า *Streptococcus gylloticus* จะช่วยเรื่องสุขภาพของสัตว์ได้อีกทั้งยังไปช่วยในการปรับปรุงการเจริญเติบโตของแพะได้ และยังช่วยลดการเกิดโรคเต้านมอักเสบได้ (Miller et al., 1995) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kumar et al. (2013) ได้รายงานไว้ว่าผลของการเสริมแทนนินสามารถลดจำนวนของ *Streptococcus gylloticus* ได้ อีกทั้งยังไปช่วยในเรื่องการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์ของโภชนะ และจากการศึกษาของ Miller et al. (1995) รายงานไว้ว่าการเสริมแทนนินจะไปต้าน *Streptococcus gylloticus* ซึ่งจะมีบทบาทในการปรับปรุงการย่อยได้ของไนโตรเจนในแกะ และจากการรายงานของ Garvie et al. (1979) รายงานไว้ว่าสามารถลดการเกิดโรคเต้านมอักเสบในโคได้

ตารางที่ 3 ผลของการเสริมแทนนินต่อประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

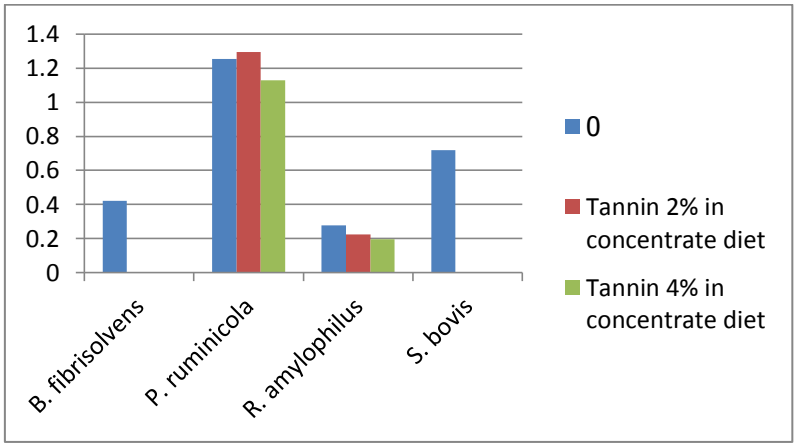
Refference	Treatment	Methanogens (+/—)	Protozoa (+/—)	RS(10^{-1}) (+/—)	RF (+/—)	FS (+/—)
Kongmum et al. (2009)	Tannin 7% in concentrate diet	___*	Nd	___*	___*	___*
Kongmum et al. (2011)	Tannin 7% in concentrate diet	+	___*	+	+	__
Wanapat et al. (2009)	Tannin 6% in concentrate diet	___*	Nd	+	__	___*

หมายเหตุ : +, - เพิ่มหรือลดจากกลุ่มคอนโทล, nd =ไม่ได้กำหนด, RF= Ruminococcus flavefaciens, RA = Ruminococcus albus, FS = Fibrobactor succinogenes

*P<0.05, significantly different from control group



ภาพที่ 7 ผลของแทนนินต่อประชากรจุลินทรีย์ในรูเมน ดัดแปลงมาจาก Liu et al. (2011)



ภาพที่ 8 ผลของแทนนินต่อประชากรจุลินทรีย์ในรูเมน ดัดแปลงมาจาก Jones et al. (1994)

ตารางที่ 3 อธิบายได้ว่า แทนนินสามารถช่วยลดประชากรของแบคทีเรียในรูเมน ซึ่งผลที่ทำให้ประชากรโปรโตซัวลดลงนั้นอาจเกิดจากการลดลงของการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ในการศึกษาถึงอิทธิพลของประชากรของ methanogen โดยการเสริมแทนนินจะช่วยลดมีเทน (Wanapat et al., 2009; Kongmum et al., 2009) ผลของแทนนินจะมีผลโดยตรงในการยับยั้ง methanogen ในรูเมน รวมถึงการยับยั้งกิจกรรมของ methanogen โดยการดูดซึมของจุลินทรีย์ใน Cell wall ซึ่งผลของการเสริมแทนนิน ต่อประชากรจุลินทรีย์กลุ่ม Cellulolytic bacteria ทั้ง 3 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าการเสริมแทนนินจะไปลด *Fibrobacter succinogenes* และการเสริมแทนนิน ที่ 7 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารก็ให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับภาพที่ 7 ซึ่งพบว่าจะไปลดประชากรของ Cellulolytic bacteria แต่อย่างไรก็ตามจากภาพที่ 8 จากการศึกษาของ Jones et al. (1994) พบว่าแทนนินนั้นมีแนวโน้มที่จะมีผลต่อการลดการย่อยโปรตีนในรูเมนซึ่งจะไปมีผลต่อการลดลงของแบคทีเรียที่สร้างโปรตีนได้แก่ *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminobacter amylophilus*,และ *Streptococcus bovis* ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดการไหลผ่านของโปรตีนไปยังลำไส้ทำให้ไปช่วยในการปรับปรุงการเจริญเติบโตของสัตว์

2.6.7 ผลของแทนนินต่อสมรรถนะการผลิตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การบริโภคแทนนินอาจมีผลต่อการบริโภคอาหารของสัตว์โดยการใช้ประโยชน์ของทางเดินอาหารจึงอาจมีผลต่อผลผลิตของสัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีแทนนิน โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลในแทนนินสูงมีผลเสียต่อผลผลิต ส่งผลทำให้สารอาหารลดลงเนื่องจากแทนนินมีโครงสร้างและโมเลกุลที่ซ้ำซ้อนขึ้น และชนิดของแทนนินและการบริโภคอาหารและการย่อยได้ของอาหารจะลดลง สรีรวิทยาทางเดินอาหารของสัตว์อาจจะลดลงและอาจส่งผลทำให้มีอาการเยื่อบุผิวเยื่อบุโพรงมดลูก จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของลูกแกะที่ให้อาหารด้วย *Lotus pedunculatus* (ซึ่งมี

ปริมาณ CT สูง 76-90 กรัมต่อกิโลกรัมสิ่งแห้ง) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปริมาณที่บริโภคจะได้รับการยอมรับมากขึ้นเนื่องจากแทนนินในอาหารสัตว์หลายชนิดอาจมีผลดีในปริมาณปานกลาง (Aerts et al., 1999) การบริโภคอาหารที่มีแทนนินต่ำกว่า 50g CT kg-1 DM (10 - 40 g kg-1 DM) สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหาร โดยสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการลดลงของการย่อยสลายโปรตีนจากกระเพาะรูเมนและทำให้ไปเพิ่ม กรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับการดูดซึมในลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น (Min et al., 2003) เมื่อเทียบกับกลุ่มของอาหารที่ไม่มีแทนนินมีผลบวกต่อการเก็บรักษาไนโตรเจนในลูกแกะที่เลี้ยงด้วย *L. corniculatus* (<50 g CT kg-1 DM) พบว่าการเลี้ยงสัตว์ด้วย *L. corniculatus* (34 g CT kg-1 DM) ช่วยลดปริมาณอาหารที่กิน แต่เพิ่มน้ำหนักตัว น้ำหนักซาก เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เติม polyethylene glycol (PEG) ซึ่งผูกกับแทนนินและทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ (Montossi et al., 1996)

ผลของแทนนินต่อสมรรถนะการผลิตของสัตว์โดยปกติแล้วถ้าให้อาหารที่มีแทนนินที่สูงจะไปลดความน่ากินของอาหาร, ลดอัตราการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและพัฒนาข้อจำกัดของอาหาร(Mueller et al., 2006) เมื่อเสริมแทนนินจาก *quebracho extract* ในอาหารของแกะที่ 0 0.5 1.5 และ 3 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว ซึ่งพบว่าไม่มีผลต่อการกินได้ (Hervas et al., 2003) ซึ่งสอดคล้องกับ (Beauchemin et al., 2007) การเสริมคอนเดนซ์แทนนินจาก *quebracho extract* จนถึง 20 กรัมต่อกิโลกรัม ของวัตถุแห้ง พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อการกินได้ในโค (Aerts et al., 1999; Barry et al., 1984; Waghorn et al., 1994 and Barry et al., 1984) พบว่าโดยปกติแล้วในอาหารที่มีแทนนินมากถึง 50 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารนั้นจะส่งผลในทางลบต่อการกินได้ของอาหารแต่ในอาหารที่มีแทนนินในระดับต่ำนั้นพบว่าไม่มีผลต่อการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ตัวอย่างเช่นเสริม *quebracho extract* ที่มีแทนนินในอาหาร 89.3 กรัมต่อกิโลกรัม ของวัตถุแห้ง พบว่าลดการกินได้ของวัตถุแห้งในแกะที่ให้อาหารที่ไม่มีแทนนิน (768 และ 956 กรัมต่อวัน) แต่พบว่าแทนนินไม่มีผลต่อการกินได้ของสิ่งแห้งในอาหารแกะ (Vasta et al., 2009)

แทนนินมีผลที่มากขึ้นเมื่อในอาหารมีระดับของแทนนินในระดับปานกลางโดยปกแล้วจะไปป้องกันการย่อยได้ของโปรตีนในกระเพาะรูเมน ซึ่งจะไปเพิ่มกรดอะมิโนจำเป็นในลำไส้เล็กและไปเพิ่มการดูดซึมของกรดอะมิโนจำเป็นเข้าสู่กระแสเลือด Al-Dobaib et al. (2009) เมื่อสารแทนนินไม่ถูกบุกรุกหรือย่อยในอาหารที่พบว่าในแกะที่ปล่อยแทะเล็ม *Lotus corniculatus* พบว่ามีการเจริญเติบโตของขนที่ดีขึ้นและน้ำหนักซากมากกว่าการปล่อยแทะเล็ม lucerne ซึ่งประกอบด้วยคอนเดนซ์แทนนิน 34 กรัมต่อกิโลกรัม ในอาหารรวมถึงการเสริม *Quebracho extract* ที่ 20 กรัมต่อกิโลกรัม และ lucerne แห้งที่มี 15 กรัม ของคอนเดนซ์แทนนิน จะไปเพิ่มน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีแทนนิน 10 และ 30 กรัมต่อกิโลกรัม ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับ Wang et al. (1996) พบว่าอาหารโคให้นมที่มี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Lotus corniculatus จะไปเพิ่มปริมาณน้ำนม Lactose และ โปรตีน โดย 21 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในระหว่างช่วงกลางและช่วงท้ายของการให้น้ำนม

ตารางที่ 4 ผลของแทนนินต่อการเจริญเติบโตของแพะ

Refference	ปริมาณ condensed tannin (g)	Initial LW (kg)	Final LW (kg)	ADG (g/day)	Intake (g/kgLW)
Bengaly et al. (2007)	0	15.9	32.2	228	42.9
	1	15.7	27.5	169	36.4
	2	17.9	31.1	173	39.7
	4	15.3	30.9	201	48.1
	8	15.4	27.4	169	41.4
Max et al. (2002)	0	24.3	44.9	-	30.1
	2.5	23.2	42.5	-	31.2
	5	23.4	41.2	-	31.6
	8	23.7	36.4	-	27.1
Dowson et al. (2000)	0	30.6	60.9	203.5	87
	1	31.3	62.1	202.2	92
	2	31.6	61.5	194.8	93
	4	32.2	61.0	190.2	88
	8	33.0	55.2	161.8	79

หมายเหตุ: Initial = น้ำหนักเริ่มต้น Final = น้ำหนักสุดท้าย ADG = อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน Intake = การกินได้

ผลของโพลิเอทิลีน ไกลคอล ต่อแทนนิน

โพลิเอทิลีน ไกลคอลพบว่ามีการตอบสนองกับคอนเดนซ์แทนนินและสามารถช่วยป้องกันแทนนินโปรตีนที่มีความซับซ้อน (Jones et al., 1977) โพลิเอทิลีน ไกลคอล ไม่ส่งผลต่อการย่อยอาหาร และสามารถใส่เพิ่มไปในอาหารหรือให้โดยการกรอกปาก (Waghorn et al., 1999) และการเสริมโพลิเอทิลีน ไกลคอลกับคอนเดนซ์แทนนินซึ่งพบว่าแทนนินเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถเกาะติดกับแทนนินได้และ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ไปลดการสะสมแทนนิน-โปรตีนที่มีความซับซ้อนและยังพบว่า โพลิเอทิลีน ไกลคอล จะไปช่วยปรับปรุงคุณภาพของแทนนิน แต่พบว่าการใช้โพลิเอทิลีน ไกลคอล ก็มีขีดจำกัดในการใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุล ถ้ามากเกินไปอาจจะเป็นพิษต่อตัวสัตว์ได้และข้อจำกัดของ PEG-tannin พบว่ามีมีผลทำให้ลดความรู้สึกของการฝาดของแทนนินในปากและยังพบว่าการย่อยของโปรตีนเพิ่มขึ้นหรือไปเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใย (Loeschke et al., 1973) แต่โดยปกติแล้วเมื่อเกษตรกรต้องการที่จะประยุกต์เกี่ยวกับคุณภาพของอาหารหรือเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารที่ให้สัตว์กินและคอนเดนซ์แทนนินนั้นพบว่ามีผลต่อการกินได้ถ้าให้ในปริมาณที่มาก (Foley et al., 1987)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดาและการวิเคราะห์ปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดาและการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ต่อ *In vitro* fermentation

3.1 บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดารวมทั้งผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ *In vitro* fermentation พบว่าองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดามีค่าใกล้เคียงกับสถาบันวิจัยต่างๆและผู้วิจัยท่านอื่นซึ่งในใบสะเดานั้นมีสารคอนเดนซ์แทนนินเป็นองค์ประกอบด้วยซึ่งคุณสมบัติของคอนเดนซ์แทนนินสามารถป้องกันการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้ได้ และผลการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ *In vitro* fermentation พบว่าอาหารข้นทดลองที่เสริมด้วยใบสะเดาที่เป็นที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า ค่าการผลิตแก๊ส ค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริกและผลรวมของกรดไขมันระเหยได้ (Total VFA) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 กรัม พบว่ามีผลต่อการลดค่าการผลิตแก๊สในแต่ละชั่วโมง การผลิตมีเทนที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 ลดการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 6 และ 12 และเพิ่มกรดโพรพิโอนิกที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 ได้

3.2 คำนำ

ปัจจุบันในการเลี้ยงสัตว์พบว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์พบว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการในอุตสาหกรรมในการเลี้ยงสัตว์และบางครั้งต้องได้มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศจึงทำให้ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการซื้อวัตถุดิบนั้นเพิ่มขึ้นไปด้วย ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีความสนใจในการนำวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่

นำมาใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์ให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นพบว่ามาจากผลพลอยได้จากการเกษตร อาทิ เช่น ข้าวโพด มันเส้น ปลายข้าว และรำละเอียด ซึ่งวัตถุดิบที่แตกต่างกันย่อมส่งผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้มีความสนใจที่จะนำใบสะเดามาเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้องและยังพบว่าในใบสะเดามีปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินที่สะสมอยู่ซึ่งพบว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะใช้พืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นการช่วยลดต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหารได้อีกด้วยซึ่งการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงได้มีการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดาและปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนในใบสะเดาและการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ *In vitro* fermentation

3.3 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบบทางเคมีของใบสะเดาและปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา รวมถึงการศึกษาถึงผลของเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลต่อ *In vitro* fermentation

3.4 อุปกรณ์และวิธีการ

3.3.1 เก็บตัวอย่างใบสะเดาบริเวณรอบๆฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยตัดต่ำจากยอดลงมา 30 เซนติเมตร แล้วนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (AOAC, 1990) นำตัวอย่างใบสะเดาที่ผ่านการอบแห้งแล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร แล้วนำตัวอย่างที่ได้เก็บใส่ภาชนะปิดให้มิดชิด เพื่อนำไปศึกษาเพื่อหาองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดาและปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนิน และนำสะเดาที่ได้จากการอบแห้งแล้วมาผสมในสูตรอาหารเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารข้นทดลอง

3.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา ดัดแปลงจาก (FAO/IAEA, 2000; Makkar et al., 1993)

CT = Absorbance value 550 nm * 78.26*dilution factor / (%DM)

*dilution factor = 0.5 ml / (Volume of extract taken)

3.3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา โดยนำตัวอย่างใบสะเดามาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) โดยทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ คือ วัตถุแห้ง โดยอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 5-6

ชั่วโมง เถ้า โดยการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โปรตีน โดยใช้วิธีการย่อยและการกลั่นด้วยวิธี Kjeldahl method ไขมัน โดยใช้เครื่อง Soxhlet auto analyzer ทำการวิเคราะห์เยื่อใย โดย Detergent analysis (Goering and Van Soest, 1970) ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) แล เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF)

3.3.4 การทำสูตรอาหาร โดยนำใบสะเดาที่ทำการบดแล้วมาผสมในสูตรอาหารร่วมกับโพลิ-เอทิลีนไกลคอล ทั้งหมด 16 สูตร ซึ่งได้ทำสูตรอาหารให้ตรงตามความต้องการของแพะเนื้อสำหรับแพะเนื้อ โดยดูความต้องการของแพะเนื้อจาก National Research Council (NRC, 1981)

3.3.5 การศึกษาใน *In vitro* fermentation นำตัวอย่างอาหารข้นทดลองทั้ง 16 สูตร ที่ผสมในสูตรอาหารข้นที่ใช้ในการทดลองที่ผสมไว้ในข้อ 3.3.4 นำมาศึกษาใน *In vitro* fermentation โดยใช้เทคนิค *In vitro* gas production (Manke and Steingass, 1988)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม fit curve เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้น และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเม้นท์ โดยใช้ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS (SAS,1998)

3.6 สถานที่ทำการวิจัย

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อาคารเครื่องมือ 10 และห้องปฏิการเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.7 ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2560 ถึง 15 ธันวาคม 2560

3.8 แผนการทดลอง

จัดแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial arrangements in complete randomized design (CRD) โดยอาหารข้นสูตรทดลองที่ใช้แบ่งเป็น 4 สูตรและแต่ละสูตรมีระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดาและระดับของโพลิเอทิลีนไกลคอลที่แตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1 : กลุ่มควบคุม

กลุ่มการทดลองที่ 2 : กลุ่มควบคุม + PEG 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 3 : กลุ่มควบคุม + PEG 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 4 : กลุ่มควบคุม + PEG 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 5 : 2% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 0 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 6 : 2% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 7 : 2% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 8 : 2% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 9 : 4% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 0 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 10 : 4% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 11 : 4% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 12 : 4% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 13 : 6% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 0 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 14 : 6% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 15 : 6% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มการทดลองที่ 16 : 6% คอนเดนซ์แทนนินจากสะเดาในสูตรอาหาร + PEG 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5 องค์ประกอบของอาหารข้นทดลอง

วัตถุดิบ	0%CT				2%CT				4%CT				6%CT			
	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG
หญ้าแพงโกล่า	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
กากถั่วเหลือง	15.1	15.00	14.57	14.57	10.1	9.70	9.30	9.64	5	5.23	4.40	4.40	1	0.82	1.50	0.20
รำละเอียด	6	2.10	5.00	4.33	5	6.00	3.60	1.93	4.8	1.80	3.30	3.30	1	0.75	0.50	0.01
มันเส้น	20	20.00	11.33	9.00	16.9	13.20	9.00	5.33	15.3	16.37	7.40	3.40	16.4	12.16	6.40	2.61
ข้าวโพด	7.8	7.00	8.00	6.00	6.4	4.50	6.50	6.50	3.8	0.80	3.80	2.80	0.5	0.50	0.50	1.08
สะเดา	0	0.00	0.00	0.00	10	10.00	10.00	10.00	20	20.00	20.00	20.00	30	30.00	30.00	30.00
เกลือ	0.4	0.40	0.40	0.40	0.4	0.40	0.40	0.40	0.4	0.10	0.40	0.40	0.4	0.40	0.40	0.40
หินฝุ่น	0.2	0.20	0.20	0.20	0.2	0.20	0.20	0.20	0.2	0.20	0.20	0.20	0.2	0.20	0.20	0.20
พรีมิกซ์	0.5	0.50	0.50	0.50	1	1.00	1.00	1.00	0.5	0.50	0.50	0.50	0.5	0.50	0.50	0.50
โพลิเอทิลีน ไกลคอล	0	5.00	10.00	15.00	0	5.00	10.00	15.00	0	5.00	10.00	15.00	0	5.00	10.00	15.00
รวม	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

หมายเหตุ : CT=คอนเดนซ์แทนนิน PEG=โพลิเอทิลีนไกลคอล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี (%DM)	**0%CT**				**2%CT**				**4%CT**				**6%CT**			
	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG	0PEG	5PEG	10PEG	15PEG
DM	88.85	87.37	85.91	84.43	83.64	82.13	80.71	79.26	78.29	76.82	75.35	73.88	73.07	71.59	70.12	68.65
Ash	6.16	6.13	5.96	5.99	6.24	6.18	6.06	6.02	6.42	6.46	6.22	6.19	6.77	6.66	6.56	6.43
CP	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
EE	2.34	2.24	2.26	2.11	2.01	1.94	1.9	1.81	1.66	1.51	1.58	1.49	1.13	1.11	1.07	1.05
NDF	52.47	52.03	50.73	50.85	53.51	53.52	51.85	51.08	55.72	55.77	54.09	53.69	57.99	57.09	56.27	55.16
ADF	24.23	24.05	23.7	23.65	26.75	26.77	26.2	25.88	29.58	29.5	29.08	28.92	32.21	31.96	31.72	31.4

หมายเหตุ : DM = สิ่งแห้ง Ash = เถ้า CP = โปรตีน EE = ไขมัน NDF = ส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง ADF = ส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด CT: คอนเดนซ์แทนนิน PEG : โพลิเอทิลีนไกลคอล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.9 ผลการทดลอง

3.9.1 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดาดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.3 พบว่าใบสะเดามีวัตถุ เถ้า 7.78 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 18.83 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.52 เปอร์เซ็นต์ NDF 41.72 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 31.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และจากตารางที่ 3.3 จากการวิเคราะห์ปริมาณสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดาด้วยเครื่องดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร พบว่าในใบสะเดา 100 กรัม มีเปอร์เซ็นต์คอนเดนซ์แทนนิน 10.66 กรัม

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีและสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดาของใบสะเดา

วัตถุดิบ	**เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง**
	ใบสะเดา
วัตถุแห้ง	36.00
---------- %DM ----------	
โปรตีน	18.83
ไขมัน	1.52
เถ้า	7.78
NDF	41.72
ADF	31.52
%CT	10.66

หมายเหตุ : DM = สิ่งแห้ง Ash = เถ้า CP = โปรตีน EE = ไขมัน NDF = ส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง ADF = ส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด CT = คอนเดนซ์แทนนิน

3.9.2 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อ *In vitro* gas production

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อ *In vitro* gas production ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.4 พบว่ามีผลต่อการผลิตแก๊สในกระเพาะหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มควบคุมมีผลต่อส่วนที่ละลายได้ (a) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 53.33 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของ

คอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์มีผลต่อส่วนที่ไม่สามารถละลายได้ (b) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 52.49 อัตราคงที่ของส่วนที่ไม่ละลาย (c) และศักยภาพของการเกิดแก๊ส (a+b) เมื่อพิจารณาการเกิดแก๊สในแต่ละชั่วโมงของการบ่มพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าแก๊สสูงสุดและและยังพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการเกิดแก๊สต่ำที่สุด

3.9.3 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อผลผลิตแก๊สมีเทน

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อผลผลิตแก๊สมีเทน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.5 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ระดับ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในอาหารข้นที่ใช้ในการทดลองพบว่ามีผลต่อผลผลิตแก๊สมีเทนและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากตารางพบว่าที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 ของการบ่มนั้นพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้นทดลองสามารถลดการผลิตแก๊สมีเทน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าจากตารางการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นทดลองที่ส่งผลทำให้มีค่าของผลผลิตแก๊สมีเทนต่ำที่สุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 8 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ *In vitro* gas production

	Gas kinetic				Total gas production (mL/g DM of substrate)						
Items	**a**	**b**	**c**	**a+b**	**3-h**	**6-h**	**9-h**	**12-h**	**24-h**	**48-h**	**72-h**	**96-h**
CT effect												
0%CT	49.08^{a}	42.65^{d}	0.05	89.00^{d}	32.00^{b}	36.25^{b}	38.25^{b}	40.25^{c}	46.25^{c}	52.00^{c}	55.21^{b}	58.00^{b}
2%CT	48.00^{b}	44.45^{c}	0.05	92.25^{b}	32.17b	35.67^{c}	38.75^{b}	41.00^{b}	47.92^{b}	54.00^{b}	55.48^{b}	56.25^{c}
4%CT	49.00^{a}	46.22^{b}	0.05	97.25^{a}	33.92^{a}	37.58^{a}	40.75^{a}	43.83^{a}	51.50^{a}	59.25^{a}	60.37^{a}	62.00^{a}
6%CT	46.50^{c}	47.21^{a}	0.05	90.17^{c}	29.67^{c}	31.08^{d}	33.00^{c}	35.25^{d}	42.75^{d}	48.50^{d}	50.55^{c}	53.08^{d}
SEM	2.03	0.05	0.01	5.15	0.51	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	5.04	0.57
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PEG effect												
0%PEG	50.83^{a}	44.68^{b}	0.05	91.25^{c}	32.33^{b}	36.58^{a}	39.75^{a}	41.83^{a}	48.67^{a}	54.50^{a}	57.39^{a}	60.75^{a}
5%PEG	47.50^{c}	44.45^{b}	0.05	92.67^{b}	33.58^{a}	35.25^{b}	37.75^{b}	40.25^{b}	47.25^{b}	53.50^{b}	55.87^{b}	56.08^{c}
10%PEG	46.17^{d}	41.92^{c}	0.05	89.42^{d}	30.50^{d}	34.00^{c}	36.75^{c}	39.25^{c}	46.50^{c}	53.00^{b}	52.70^{c}	55.25^{d}
15%PEG	48.08^{b}	49.48^{a}	0.05	95.33^{a}	31.33^{c}	34.75^{c}	36.50^{c}	39.00^{c}	46.00^{c}	52.75^{b}	55.65^{b}	57.25^{b}
SEM	2.03	0.05	0.01	5.15	0.51	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	5.04	0.57
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

หมายเหตุ: CT = คอนเดนซ์แทนนิน a =ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ละลายน้ำได้ b = ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ต้องใช้เวลาในการย่อยสลาย C = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส a+b = ศักยภาพในการผลิตแก๊ส A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของ โพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d : ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) (mL/g DM of substrate)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 8 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ *In vitro* gas production (ต่อ)

	Gas kinetic			Total gas production (mL/g DM of substrate)							
Items	**a**	**b**	**c**	**a+b**	**3-h**	**6-h**	**9-h**	**12-h**	**24-h**	**48-h**	**72-h**	**96-h**
CT*PEG effect												
0%CT*0%PEG	53.33	41.34^{i}	0.05	94.67	28.00^{g}	34.00^{e}	36.00^{f}	38.00^{d}	43.00^{gh}	47.00^{h}	53.31	64.00^{b}
0%CT*5%PEG	50.00	40.44^{j}	0.05	90.44	36.00^{a}	38.00^{bc}	40.00^{cd}	42.00^{c}	48.00^{e}	53.00^{e}	57.56	55.00^{f}
0%CT*10%PEG	44.67	41.34^{i}	0.05	86.01	28.00^{g}	32.00f	34.00^{g}	36.00^{e}	42.00^{hi}	48.00^{gh}	45.84	50.00^{h}
0%CT*15%PEG	48.33	47.40^{e}	0.05	95.81	36.00^{a}	41.00^{a}	43.00^{a}	45.00^{a}	52.00^{b}	60.00^{b}	64.13	63.00^{bc}
2%CT*0%PEG	50.67	39.40^{k}	0.05	90.07	34.00^{bc}	37.00^{cd}	40.00^{cd}	42.00^{c}	47.67^{e}	53.00^{e}	54.33	55.00^{f}
2%CT*5%PEG	48.00	44.45^{f}	0.05	92.45	33.00^{dc}	37.00^{cd}	40.00^{cd}	42.00^{c}	49.00^{de}	55.00^{d}	56.53	57.00^{e}
2%CT*10%PEG	46.00	43.46^{g}	0.05	89.46	30.33^{f}	33.00^{ef}	36.00^{f}	38.00^{d}	45.00^{f}	51.00^{f}	52.58	53.00^{g}
2%CT*15%PEG	47.33	50.48^{b}	0.05	97.81	31.33^{ef}	35.67^{d}	39.00^{de}	42.00^{c}	50.00^{cd}	57.00^{c}	58.46	60.00^{d}
4%CT*0%PEG	50.00	48.49^{d}	0.05	98.49	34.33^{bc}	38.33^{b}c	42.00^{ab}	44.33^{ab}	52.00^{b}	59.00^{b}	61.78	62.00^{c}
4%CT*5%PEG	49.33	50.49^{b}	0.05	99.82	34.33^{bc}	37.00^{cd}	40.00^{cd}	43.00^{bc}	51.00^{bc}	59.00^{b}	61.11	62.00^{c}
4%CT*10%PEG	48.67	38.42^{l}	0.05	87.09	35.00^{ab}	39.00^{b}	43.00^{a}	46.00^{a}	55.00^{a}	64.00^{a}	60.44	66.00^{a}
4%CT*15%PEG	48.00	47.47^{e}	0.05	95.47	32.00^{de}	36.00^{d}	38.00^{e}	42.00^{c}	48.00^{e}	55.00^{d}	58.15	58.00^{e}
6%CT*0%PEG	49.33	49.40^{c}	0.05	98.81	33.00^{dc}	37.00^{cd}	41.00^{bc}	43.00^{bc}	52.00^{b}	59.00^{b}	60.13	62.00^{c}
6%CT*5%PEG	42.67	42.42^{h}	0.05	85.09	31.00^{ef}	29.00^{g}	31.00^{h}	34.00^{f}	41.00^{i}	47.00^{h}	48.28	50.33^{h}
6%CT*10%PEG	45.33	44.43^{f}	0.05	89.76	28.67^{g}	32.00^{f}	34.00^{g}	37.00^{de}	44.00^{fg}	49.00^{g}	51.92	52.00^{g}
6%CT*15%PEG	48.67	52.49^{a}	0.05	101.16	26.00^{h}	26.33^{h}	26.00^{i}	27.00^{g}	34.00^{j}	39.00^{i}	41.85	48.00^{i}
SEM	2.03	0.05	0.01	5.15	0.51	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	5.04	0.57
P-value	0.13	<.0001	<.0001	0.17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.16	<.0001

หมายเหตุ: CT = คอนเดนซ์แทนนิน a =ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ละลายน้ำได้ b = ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ต้องใช้เวลาในการย่อยสลาย C = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส a+b = ศักยภาพในการผลิตแก๊ส A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d e f g h: ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) (mL/g DM of substrate)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 9 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการผลิตแก๊สมีเทน (mL/g DM of substrate)

	CH4 (mL/g DM of substrate)		
Items	**6-H**	**12-H**	**24-H**
CT effect			
0%CT	16.55[a]	16.76[b]	18.20[a]
2%CT	15.33[b]	17.37[a]	17.68[b]
4%CT	15.02[c]	16.80[b]	17.26[b]
6%CT	14.23[d]	16.11[c]	16.70[c]
SEM	0.11	0.12	0.12
P-value	<.0001	<.0001	<.0001
PEG effect			
0%PEG	15.15[ab]	16.60[b]	17.21[ab]
5%PEG	15.20[ab]	17.18[a]	17.79[a]
10%PEG	15.96[a]	16.70[b]	17.69[ab]
15%PEG	14.81[c]	16.57[b]	17.14[ab]
SEM	0.11	0.12	0.12
P-value	<.0001	<.0001	<.0001

หมายเหตุ: CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล CH4 = การผลิตมีเทน a b c d = ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (mL/g DM of substrate)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 9 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อการผลิตแก๊สมีเทน (mL/g DM of substrate) (ต่อ)

	CH4 (mL/g DM of substrate)		
Items	**6-H**	**12-H**	**24-H**
CT*PEG effect			
0%CT*0%PEG	16.68^{b}	16.26^{d}	17.78^{b}
0%CT*5%PEG	16.29^{c}	16.23^{d}	18.26^{a}
0%CT*10%PEG	17.56^{a}	17.27^{b}	18.50^{a}
0%CT*15%PEG	15.66^{de}	17.28^{b}	18.27^{a}
2%CT*0%PEG	15.45^{ef}	17.47^{b}	17.54^{bc}
2%CT*5%PEG	15.13^{fg}	18.74^{a}	18.45^{a}
2%CT*10%PEG	15.90^{d}	16.79^{c}	17.51^{bc}
2%CT*15%PEG	14.85^{gh}	16.49^{cd}	17.21^{c}
4%CT*0%PEG	14.39^{ij}	16.52^{cd}	16.75^{d}
4%CT*5%PEG	14.81^{gh}	17.59^{b}	17.21^{c}
4%CT*10%PEG	15.53^{e}	16.31^{d}	17.48^{bc}
4%CT*15%PEG	15.36^{ef}	16.78^{c}	17.58^{bc}
6%CT*0%PEG	14.09^{j}	16.13^{d}	16.77^{d}
6%CT*5%PEG	14.58^{hi}	16.17^{d}	17.25^{c}
6%CT*10%PEG	14.85^{gh}	16.41^{cd}	17.26^{c}
6%CT*15%PEG	13.39^{k}	15.72^{e}	15.51^{e}
SEM	0.11	0.12	0.12
P-value	<.0001	<.0001	<.0001

หมายเหตุ: CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล CH4 = การผลิตมีเทน a b c d e f g h I j k = ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) (mL/g DM of substrate)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.9.4 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อในระดับที่แตกต่างกันต่อ ความเป็นกรด-ด่าง และ ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ ความเป็นกรด-ด่างและค่าแอมโมเนียไนโตรเจนพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในอาหารข้นทดลอง มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบและอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 6 และ12 ซึ่งมีค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 10.43 และ 10.49 mg/dL

ตารางที่ 10 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อความเป็นกรด-ด่าง และค่าแอมโมเนียไนโตรเจน

	pH			Ammonia nitrogen mg/dl		
Items	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**
CT effect						
0%CT	6.44^{ab}	6.28^{ab}	6.11^{c}	15.62^{a}	14.46^{a}	12.77^{a}
2%CT	6.44^{ab}	6.18^{b}	6.55^{a}	12.57^{b}	12.31^{b}	11.25^{bc}
4%CT	6.43^{b}	6.28^{ab}	6.17^{b}	11.55^{c}	11.44^{c}	11.44^{b}
6%CT	6.47^{a}	6.32^{a}	6.21^{ab}	11.30^{c}	11.37^{c}	10.24^{bc}
SEM	0.01	0.01	0.04	0.27	0.38	0.92
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PEG effect						
0%PEG	6.43^{b}	6.17^{c}	6.24^{b}	13.38^{a}	12.78^{a}	11.93^{a}
5%PEG	6.43^{b}	6.25^{b}	6.36^{a}	12.85^{b}	12.39^{ab}	11.72^{b}
10%PEG	6.47^{a}	6.33^{a}	6.21^{cd}	12.60^{b}	12.21^{bc}	11.52^{b}
15%PEG	6.46^{ab}	6.31^{ab}	6.22c	12.20^{b}	12.19^{bc}	10.53^{c}
SEM	0.01	0.01	0.04	0.27	0.38	0.92
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง a b c d = ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 10 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อความเป็นกรด-ด่าง และค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (ต่อ)

	pH			Ammonia nitrogen mg/dl		
Items	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**
CT*PEG effect						
0%CT*0%PEG	6.42^{d}	6.11^{j}	6.04^{ef}	15.73^{a}	14.53^{a}	13.59^{a}
0%CT*5%PEG	6.44^{cd}	6.24^{f}	6.09^{def}	15.77^{a}	14.37^{a}	13.59^{a}
0%CT*10%PEG	6.47^{bc}	6.43^{a}	6.15^{cdef}	15.69^{a}	14.47^{a}	13.36^{a}
0%CT*15%PEG	6.44^{cd}	6.33^{c}	6.17^{cdef}	15.30^{a}	14.46^{a}	10.52^{ab}
2%CT*0%PEG	6.41^{de}	6.11^{j}	6.84^{a}	14.47^{b}	13.62^{ab}	12.49^{a}
2%CT*5%PEG	6.46^{bcd}	6.17^{h}	6.94^{a}	12.42^{c}	11.37^{cde}	11.38^{ab}
2%CT*10%PEG	6.50^{b}	6.13^{i}	6.20^{cd}	11.75^{cd}	11.65^{cde}	10.68^{ab}
2%CT*15%PEG	6.41^{de}	6.30^{d}	6.21^{cd}	11.62^{cd}	12.61^{bc}	10.46^{ab}
4%CT*0%PEG	6.37^{e}	6.19^{g}	6.06^{ef}	11.61^{cd}	11.38^{cde}	11.15^{ab}
4%CT*5%PEG	6.37^{e}	6.27^{e}	6.18^{cde}	11.53^{d}	11.56^{cde}	11.37^{ab}
4%CT*10%PEG	6.50^{b}	6.34^{c}	6.28^{bc}	11.61^{cd}	11.62^{cde}	11.41^{ab}
4%CT*15%PEG	6.49^{b}	6.33^{c}	6.15^{cdef}	11.44^{d}	11.21^{de}	11.82^{ab}
6%CT*0%PEG	6.53^{a}	6.27^{e}	6.04^{f}	11.69^{cd}	11.61^{cde}	10.49^{ab}
6%CT*5%PEG	6.46^{bcd}	6.31^{d}	6.23^{bc}	11.69^{cd}	12.28^{cd}	10.53^{ab}
6%CT*10%PEG	6.42^{d}	6.41^{b}	6.21^{cd}	11.37^{d}	11.09^{de}	10.62^{ab}
6%CT*15%PEG	6.49^{b}	6.27^{e}	6.35^{b}	10.43^{e}	10.49^{e}	9.32^{b}
SEM	0.01	0.01	0.04	0.27	0.38	0.92
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.07

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพร-ลิเอทิลินไกลคอล pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง a b c d e f = ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.9.5 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อกรดไขมันระเหยได้

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.7 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ระดับ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้นทดลองที่นำมาใช้ในการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่ากรดอะซิติก (C_2) ต่ำที่สุดที่ชั่วโมงที่ 12 มีค่าเท่ากับ 43.00 mmol/L เมื่อพิจารณาการเกิดกรดโพรพิโอนิก (C_3) พบว่าที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่ 15 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 37.00 37.00 และ 58.00 (mmol/L) ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 11 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้

	Acetic acid (mmol/L)			Propionic acid (mmol/L)			Acetic:propionate (mmol/L)			Butyric acid (mmol/L)			Total VFA (mmol/L)		
Items	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**
CT effect															
0%CT	47.25^{ab}	46.00^{d}	57.33^{a}	21.75^{d}	27.75^{c}	30.50^{c}	2.10^{a}	1.63^{b}	1.83^{b}	3.81^{b}	12.64^{a}	15.65^{a}	72.84^{d}	86.25^{d}	103.58^{c}
2%CT	46.85^{c}	53.00^{c}	56.17^{b}	25.42^{b}	32.75^{b}	36.75^{b}	1.86^{b}	1.63^{b}	1.67^{bc}	4.20^{a}	8.85^{b}	12.80^{c}	76.41^{b}	94.75^{b}	105.58^{b}
4%CT	47.77^{a}	55.50^{b}	52.17^{c}	22.25^{c}	27.00^{c}	29.00^{d}	2.16^{a}	2.06^{a}	2.00^{a}	3.38^{bc}	7.76^{c}	14.84^{b}	73.32^{c}	90.67^{c}	95.92^{d}
6%CT	47.14^{ab}	56.92^{a}	52.67^{c}	34.75^{a}	34.00^{a}	49.25^{a}	1.37^{b}	1.74^{b}	1.25^{bc}	3.78^{b}	6.92^{d}	12.93^{c}	85.66^{a}	97.58^{a}	114.92^{a}
SEM	1.25	0.60	4.80	0.54	0.58	0.58	0.07	0.04	0.22	0.06	0.12	0.06	1.31	0.98	4.87
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PEG effect															
0%PEG	47.12^{ab}	50.17^{d}	57.00^{a}	25.92^{b}	28.50^{d}	36.25^{b}	1.86^{ab}	1.79^{b}	1.75^{b}	3.64^{b}	8.48^{b}	14.19^{a}	76.65^{b}	87.17^{d}	107.25^{b}
5%PEG	47.32^{ab}	58.00^{a}	56.08^{b}	25.92^{b}	29.50^{c}	28.50^{c}	1.92^{a}	1.98^{a}	2.00^{a}	3.50^{bc}	9.31^{a}	13.95^{b}	76.61^{b}	96.83^{a}	98.83^{d}
10%PEG	47.37^{a}	52.00^{b}	54.17^{c}	26.33^{a}	30.50^{b}	36.75^{b}	1.87^{ab}	1.70^{b}	1.58^{bc}	4.02^{a}	8.42^{b}	14.30^{a}	77.80^{a}	91.00^{c}	105.08^{c}
15%PEG	47.20^{ab}	51.25^{c}	51.08^{d}	26.00^{c}	33.00^{a}	44.00^{a}	1.92^{a}	1.58^{c}	1.42^{bc}	4.00^{a}	9.95^{a}	13.79^{b}	77.18^{a}	94.25^{b}	108.83^{a}
SEM	1.25	0.60	4.80	0.54	0.58	0.58	0.07	0.04	0.22	0.06	0.12	0.06	1.31	0.98	4.87
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

หมายเหตุ: CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d = ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 11 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ (ต่อ)

	Acetic acid (mmol/L)			Propionic acid (mmol/L)			Acetic:propionate (mmol/L)			Butyric acid (mmol/L)			Total VFA (mmol/L)		
Items	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**	**6-h**	**12-h**	**24-h**
CT*PEG effect															
0%CT*0%PEG	48.33	45.00^{h}	59.67	22.00^{fgh}	24.00^{k}	26.00^{g}	2.21^{a}	1.88^{cd}	2.33^{a}	3.17^{f}	12.41^{b}	16.91^{c}	73.40^{ef}	81.33^{h}	102.67^{cd}
0%CT*5%PEG	46.37	46.00^{h}	56.00	21.00^{h}	25.00^{jk}	31.00^{de}	2.22^{a}	1.83^{cd}	1.67^{abc}	3.71^{e}	12.55^{b}	15.71^{e}	71.02^{f}	83.33^{gh}	103.00^{cd}
0%CT*10%PEG	47.55	45.00^{h}	56.67	22.00^{fgh}	28.00^{gh}	32.00^{cd}	2.14^{a}	1.55^{g}	1.67^{bc}	3.63^{e}	11.15^{c}	14.71^{g}	73.45^{ef}	84.00^{gh}	103.33^{cd}
0%CT*15%PEG	46.74	48.00^{g}	57.00	22.00^{fgh}	34.00^{cd}	33.00^{c}	2.13^{a}	1.26^{h}	1.67^{bc}	4.73^{ab}	14.45^{a}	15.28^{f}	73.47^{ef}	96.33^{de}	105.33^{cd}
2%CT*0%PEG	46.03	46.00^{h}	59.33	28.00^{c}	35.00^{bc}	33.00^{c}	1.65^{de}	1.31^{h}	1.67^{bc}	4.46^{c}	8.63^{g}	12.42^{k}	78.43^{cd}	90.00^{f}	104.33^{cd}
2%CT*5%PEG	46.80	59.00^{d}	60.33	24.67^{de}	31.00^{f}	28.00^{f}	1.90^{bc}	1.90^{cd}	2.33^{ab}	2.96^{g}	9.10^{f}	14.38^{h}	74.42^{def}	99.33^{c}	103.00^{cd}
2%CT*10%PEG	46.16	54.00^{e}	57.33	26.00^{d}	33.00^{de}	31.00^{de}	1.78^{cd}	1.64^{fg}	1.67^{cd}	4.72^{ab}	7.47^{i}	13.15^{i}	76.83^{cde}	94.33^{e}	101.33^{cd}
2%CT*15%PEG	48.43	53.00^{e}	47.67	23.00^{fg}	32.00^{ef}	55.00^{b}	2.12^{a}	1.66^{efg}	1.00^{e}	4.65^{b}	10.21^{d}	11.25^{m}	75.98^{de}	95.33^{de}	113.67^{bc}
4%CT*0%PEG	47.96	48.00^{g}	52.33	23.67^{ef}	27.00^{hi}	30.00^{e}	2.03^{ab}	1.77^{def}	2.00^{bc}	2.98^{g}	6.58^{j}	11.32^{m}	74.64^{def}	81.67^{h}	93.33^{d}
4%CT*5%PEG	48.35	63.00^{ab}	52.33	22.00^{fgh}	26.00^{ij}	28.00^{f}	2.23^{a}	2.41^{a}	2.00^{abc}	2.85^{g}	8.27^{h}	12.61^{j}	72.92^{ef}	97.67^{cd}	93.33^{d}
4%CT*10%PEG	46.18	50.00^{f}	49.00	21.33^{gh}	26.00^{ij}	28.00^{f}	2.17^{a}	1.92^{c}	2.00^{bc}	2.87^{g}	6.36^{j}	17.51^{b}	70.33^{f}	83.00^{gh}	94.00^{d}
4%CT*15%PEG	48.58	61.00^{c}	55.00	22.00^{fgh}	29.00^{g}	30.00^{e}	2.21^{a}	2.11^{b}	2.00^{abc}	4.82^{ab}	9.82^{e}	17.93^{a}	75.41^{de}	100.33^{bc}	103.00^{cd}
6%CT*0%PEG	46.19	61.67^{bc}	56.67	30.00^{b}	28.00^{gh}	56.00^{b}	1.54^{ef}	2.20^{b}	1.00^{de}	3.96^{d}	6.31^{j}	16.09^{d}	80.13^{bc}	95.67^{de}	128.67^{a}
6%CT*5%PEG	47.77	64.00^{a}	55.67	36.00^{a}	36.00^{ab}	27.00^{fg}	1.33^{fg}	1.78^{de}	2.00^{ab}	4.48^{c}	7.32^{i}	13.09^{i}	88.08^{a}	107.00^{a}	96.00^{d}
6%CT*10%PEG	49.57	59.00^{d}	53.67	36.00^{a}	35.00^{bc}	56.00^{b}	1.37^{fg}	1.69^{ef}	1.00^{de}	4.86^{a}	8.71^{g}	11.84^{l}	90.58^{a}	102.67^{b}	121.67^{ab}
6%CT*15%PEG	45.04	43.00^{i}	44.67	37.00^{a}	37.00^{a}	58.00^{a}	1.22^{g}	1.30^{h}	1.00^{de}	1.81^{h}	5.32^{k}	10.71^{n}	83.85^{b}	85.00^{g}	113.33^{bc}
SEM	1.25	0.60	4.80	0.54	0.58	0.58	0.07	0.04	0.22	0.06	0.12	0.06	1.31	0.98	4.87
P-value	0.51	<.0001	0.62	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003

หมายเหตุ: CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d e f g h I j k l m n = ในแคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

3.10 วิจารณ์ผลการทดลอง

3.10.1 องค์ประกอบทางเคมีและสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดาพบว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนของใบสะเดาที่ได้จากการทดลองนั้นมีค่าเท่ากับ 18.83 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Bais et al. (2002) และ Bhowmik et al. (2008) พบว่าโปรตีนหยาบของใบสะเดา 17.5 เปอร์เซ็นต์ และ 18.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีบางรายงานพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนของใบสะเดานั้นอาจจะมีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่ได้รายงานไว้ ในขณะที่จากการรายงานของ Ogbuewu et al.(2011) รายงานว่าในใบสะเดามีเปอร์เซ็นต์โปรตีนถึง 20.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนของใบสะเดาที่มีค่าแตกต่างกันนั้นอาจจะเป็นผลมาจากสถานที่และดินที่ปลูก สภาพดินฟ้าอากาศ การดูแลจัดการและขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างมาใช้ในการทดลอง ส่วนเถ้า (Ash) ในใบสะเดาจากการทดลองพบว่ามีค่าเท่ากับ 7.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2545) โดยได้รายงานไว้ที่ 5.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์เถ้าของใบสะเดามีค่าที่สูงอาจจะเนื่องจากในขณะเก็บตัวอย่างมาใช้ในการทดลองนั้นมีเศษดินติดปนมากับใบสะเดาด้วย ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการตากแห้งของใบสะเดาบนพื้นดินซึ่งอาศัยลมและแสงแดดจากธรรมชาติเพื่อช่วยทำให้ใบสะเดาแห้ง ส่วนปริมาณของไขมัน (EE)ที่ได้จากใบสะเดาจากการทดลองพบว่ามีค่าเท่ากับ 1.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2545) ได้รายงานไว้ที่ 1.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับกรรมวิธีและขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง และอายุของใบสะเดาที่นำมาใช้ในการทดลองด้วย และในส่วนของเปอร์เซ็นต์ ส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) และส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) จากการทดลองพบว่ามีค่าเท่ากับ 41.72 และ 31.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเปอร์เซ็นต์ของ NDF และ ADF มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ (Rumanna et al., 2000) จากการทดลองได้รายงานไว้ว่ามีเปอร์เซ็นต์ของ NDF และ ADF ของใบสะเดาเท่ากับ 38.0 เปอร์เซ็นต์ และ 27.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ (Bhowmik et al., 2008) ซึ่งในใบสะเดานั้นพบว่ามีปริมาณเยื่อใยที่ต่ำกว่าก้านสะเดา เนื่องจากในก้านสะเดานั้นมีส่วนที่เป็นองค์ประกอบที่เป็นเยื่อใยในปริมาณที่สูงเนื่องจากพืชที่มีอายุมากจะมีผนังเซลล์หนาและย่อยได้ยากและส่วนของกิ่งก้านจะมีส่วนประกอบที่เป็นลิกนิกที่สูงซึ่งย่อยไม่ได้ ซึ่งพืชที่มีอายุมากจะส่งผลทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ในใบสะเดามีเยื่อใยที่ต่ำและส่งผลทำให้มีค่าไนโตรเจนอิสระที่สูง (NFE) ที่ระดับ 53.9% จากการรายงานของ (Bhowmik et al., 2008) ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในส่วนของแหล่งคาร์โบไฮเดรตนั้นมีการหมักได้ง่ายขึ้น

จากการรายงานขององค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดามีค่าที่แตกต่างกันไปบ้างกับงานวิจัยในครั้งนี้ อาจเป็นเพราะความแตกต่างกันของสถานที่ดินที่ใช้ในการปลูก พันธุ์ สภาพดินฟ้าอากาศ และนอกจากนี้คุณค่าทางเคมีของใบสะเดาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น พันธุ์ อายุในการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ การดูแลจัดการเป็นต้น

3.10.2 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา

การวิเคราะห์ปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดาจากการทดลองมีค่าเท่ากับ 10.66เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Kirtikar et al. (1995) ที่ทำการศึกษาที่ Agricultural of Council of India รายงานไว้คือ 8.2-8.6 เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้งหรือ 82-86 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง และพบว่าในใบสะเดามีแทนนินเป็นส่วนประกอบ ซึ่งพบว่ามีปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน(คอนเดนซ์แทนนิน) สูงถึง 32-34 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ซึ่งมีมากกว่าใบกระถิน ซึ่งพบว่ามีปริมาณเพียง 15-18 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง Kirtikar and Basu (1980) และจากการศึกษาของ สุปรีณา ศรีใสคำ (2552) พบว่าปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในใบรวมก้านสะเดา 100 กรัม เท่ากับ 7.90 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งจากการรายงานพบว่าค่าปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินมีค่าแตกต่างกันออกไปในแต่ละงานทดลอง เนื่องจากสถานที่ในการปลูก สภาพภูมิอากาศ สภาพดินในบริเวณนั้นๆ และมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สายพันธุ์ของสะเดา และแหล่งที่มาของพืชที่นำมาทดลองนั้นมีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาทดลองในครั้งนี้พบว่า ปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดามีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในช่วงที่เหมาะสมตามที่เอกสารวิจัยทางวิชาการได้รายงานไว้ว่า พืชในเขตร้อนส่วนใหญ่จะมีปริมาณระดับความเข้มข้นของคอนเดนซ์แทนนินขั้นต่ำที่จะส่งผลในเชิงบวกต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยรายงานไว้ประมาณ 20-40 g/kg DM (2-4 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Barry (1993) ได้รายงานไว้ที่ 2-4 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งเป็นระดับที่สามารถเพิ่มค่า rumen escape ของอาหารโปรตีนและน้ำหนักตัว เช่น จากการศึกษาของ Turner (1990) รายงานว่าแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มพืชตระกูลถั่วมีคอนเดนซ์แทนนิน 2-4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการย่อยสลายที่กระเพาะหมักลง โดยจับตัวกับโปรตีนจากอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไป สารประกอบโปรตีนแทนนินจะไม่ถูกย่อยสลายและคงสภาพทนทานได้ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง ทำให้โปรตีนจากอาหารสามารถผ่านไปยังกระเพาะส่วนล่างมากขึ้น โปรตีนจึงถูกดูดซึมในลำไส้เล็กและเพิ่มการดูดซึมการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโนที่จำเป็น ซึ่งปริมาณของแทนนินในพืชที่แตกต่างกันย่อมมีปริมาณของแทนนินที่แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ อายุ และสภาพแวดล้อมของกระถิน โดยแทนนินจะพบมากในกระถินส่วนที่แก่มากกว่าส่วนที่อ่อน และจากการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินจากใบกระถินโดยการแยกวิเคราะห์ตามสายพันธุ์และตามส่วนต่างๆของกระถินพบว่าปริมาณแทนนินจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์และอายุของกระถินและแทนนินเป็นสารประกอบพวกฟีนอลลิค เช่นเดียวกับลิกนิน ซึ่งจัดเป็นสารประกอบทุติย

ภูมิจึงพบมากขึ้นเมื่อพืชอายุมากขึ้นคล้ายกับปริมาณสาร NDF และ ADF ซึ่งพบว่าปริมาณ ADF และปริมาณแทนนินมีความสัมพันธ์กัน

3.10.3 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ *In vitro* fermentation

3.10.3.1 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ gas production

จากการศึกษาผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ gas production แสดงไว้ในตารางที่ 3.4 พบว่ามีผลต่อการผลิตแก๊สในกระเพาะหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากผลการทดลองพบว่ามีกลุ่มควบคุมมีผลต่อส่วนที่ละลายได้ (a) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 53.33 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์มีผลต่อส่วนที่ไม่สามารถละลายได้ (b) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 52.49 อัตราคงที่ของส่วนที่ไม่ละลาย (c) และศักยภาพของการเกิดแก๊ส (a+b) เมื่อพิจารณาการเกิดแก๊สในแต่ละชั่วโมงของการบ่มพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าแก๊สสูงสุดและและยังพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการเกิดแก๊สต่ำที่สุด ซึ่งมีแนวโน้มที่จะช่วยลดอัตราการเกิดแก๊สสอดคล้องกับการรายงานของ Wilbert et al. (2011) ที่ทำการศึกษาถึงผลของการเสริม Quebracho และเมล็ดอุ่นพบว่าสามารถช่วยลดอัตราการเกิดแก๊สได้ ซึ่งจากการทดลองจากแหล่งต่างๆ พบว่าการเสริมแหล่งคอนเดนซ์แทนนินนั้นจะไปช่วยลดอัตราการเกิดแก๊สเนื่องมาจากแทนนินจะไปมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ซึ่งอาจจะไปมีผลต่อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิตแก๊สทำให้จุลิทรีย์ในกลุ่มนี้มีจำนวนลดน้อยลงและจากการศึกษาของ Robah et al. (2009) พบว่าการเสริมโพลิเอทิลีนไกลคอลร่วมด้วยสามารถช่วยลดอัตราการเกิดแก๊สได้ แต่อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับชนิดของแทนนินและปริมาณของแทนนินที่เสริมในอาหารด้วย

3.10.3.2 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการผลิตแก๊สมีเทน

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการผลิตแก๊สมีเทน ดังแสดงในตารางที่ 3.5 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อผลผลิตแก๊สมีเทน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.5 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพ-ลิเอทิลีนไกลคอลที่ระดับ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในอาหารข้นที่ใช้ในการทดลองพบว่ามีผลต่อการผลิตแก๊สมีเทนและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากตารางพบว่าที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 ของการบ่มนั้นพบว่า

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้นทดลองสามารถลดการผลิตแก๊สมีเทน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นทดลองส่งผลทำให้มีค่าของการผลิตแก๊สมีเทนต่ำที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wilbert et al. (2011) และพบว่าการเสริม Quebracho, Valonea, Myrabolan และเมล็ดองุ่น สามารถช่วยลดการผลิตแก๊สมีเทนได้ เนื่องจากคอนเดนซ์แทนนินเป็นสารประกอบโพลิฟีนอลซึ่งจะไปมีผลในการลดการผลิตแก๊สมีเทนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Kamra et al., 2006) ซึ่งในคอนเดนซ์แทนนินจะมีฤทธิ์ในการต่อต้านกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิต Methanogens ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมและยังพบว่ามีการยับยั้งโปรโตซัวซึ่งแทนนินจะไปมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มที่จะผลิตมีเทนจึงส่งผลทำให้ลดการเกิดมีเทนได้ (Animut et al., 2008) เนื่องจากการศึกษาในหลอดทดลองนี้ เปรียบเสมือนการจำลองในกระเพาะรูเมนซึ่งพบว่าในการศึกษาในครั้งนี้ใช้ใบสะเดาเป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินซึ่งในใบสะเดานั้นพบว่ามีปริมาณที่สูง ซึ่งในคอนเดนซ์แทนนินนั้นสามารถป้องกันการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้เล็กได้ เมื่อสัตว์ได้รับแทนนินเข้าไปแทนนินสามารถเพิ่มการผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตโปรตีนได้สูงขึ้น และยังพบว่าแทนนินสามารถช่วยลดประชากรของแบคทีเรียในรูเมนทำให้ประชากรโปรโตซัวลดลง เนื่องจากเกิดการลดลงของการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ จากการรายงานของ (Wanapat et al., 2009; Kongmun et al., 2009) รายงานไว้ว่าเมื่อเสริมแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินให้กับสัตว์พบว่าแทนนินจะเข้าไปมีผลต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในอาหารสามารถช่วยลด methanogenesis และการย่อยโปรตีนในรูเมน เพิ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตโปรตีนผ่านไปยังลำไส้และแทนนินจะไปลดแบคทีเรียกลุ่ม *Ruminobacter amylophilus* ที่สร้างโปรตีนได้แก่ *Butyrivibrio fibrisolven* และ *Streptococcus bovis* (Jones et al., 1994) ซึ่งการเสริมแทนนินจะไปลด *Fibrobacter succinogenes* ซึ่งผลของแทนนินจะมีผลโดยตรงในการยับยั้ง methanogen ในรูเมนรวมถึงยับยั้งกิจกรรมของ methanogen โดยการดูดซึมของจุลินทรีย์ใน cell wall แทนนินจะไปมีผลในการลดจำนวนแบคทีเรียในกลุ่ม *Cellulolytic bacteria* ซึ่งในแทนนินนั้นเป็นกลุ่มของ Cellulose ที่ซับซ้อนอาจจะไปมีผลในการต้านการย่อยได้ของเอนไซม์หรือความบกพร่องของการยึดเกาะพื้นผิวโดยจุลินทรีย์ในกลุ่ม Fibrolytic จะช่วยลดความพร้อมของการใช้งานของไฮโดรเจนเพื่อที่จะช่วยลดการเกิด methanogenesis ได้

3.10.3.3 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและแอมโมเนียไนโตรเจน

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและแอมโมเนียไนโตรเจน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.6 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในอาหารข้นทดลองมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่เสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดมีค่าเท่ากับ 6.53 ที่ชั่วโมงที่ 4 กลุ่มควบคุมที่เสริมร่วมกับโพลิเอทิลีนที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้นทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 12 มีค่าเท่ากับ 6.43 และกลุ่มที่เสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 10 เปอร์เซ็นต์ที่ชั่วโมงที่ 24 มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.94 ซึ่งจากการทดลองค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และไม่ได้มีผลที่จะส่งผลทำให้เกิดโรค acidosis ถึงแม้ว่าในการทดลองในครั้งนี้จะใช้แทนนินในระดับที่สูงเกินกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ แต่ก็ไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบ ซึ่งถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างในรูเมนมีค่าที่ต่ำนั้นอาจเนื่องมาจากสัตว์อาจจะได้รับอาหารข้นในปริมาณที่สูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารซึ่งในอาหารข้นที่ใช้ในการทดลองอาจจะมีอาหารที่มีส่วนประกอบของแป้งหรือแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายอยู่สูงจึงส่งผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าอาหารที่มีเยื่อใยหรือคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยยากสูง ซึ่งโดยปกติค่าความเป็นกรด-ด่างในรูเมนจะลดลงหลังกินอาหาร 2-6 ชั่วโมง จากการรายงานของ (ภัทรภร ทัศนพงษ์, 2553) รายงานไว้ว่าถ้าระดับค่าความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลงเนื่องจากโครับอาหารข้นสูงทำให้อัตราการย่อยได้ของอาหารเยื่อใยหยาบลดลงเพราะจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ย่อยเยื่อใยจะทำงานได้ดีที่ระดับค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6-7 และยังเหมาะสำหรับจุลินทรีย์ที่ย่อยโปรตีนได้แอมโมเนียด้วย ดังนั้นจึงทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้สูงสุด ในกรณีที่ระดับค่าความเป็นกรด-ด่างในรูเมนต่ำกว่า 5 จะมีผลทำให้ลดการทำงานและเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ได้ ต้องให้สัตว์กินสาร Buffers เช่น $NaHCO_3$ โดยการเติมในอาหารข้นจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นได้ และทำให้เพิ่มการทำงานของจุลินทรีย์ในการหมักย่อยในกระเพาะอาหารได้ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการรักษาค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เพราะถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างยิ่งต่ำมากอาจจะส่งผลทำให้สัตว์เกิดโรค Acidosis ได้ (บุญล้อม, 2541)

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นทดองมีผลต่อค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 6 และ

12 ซึ่งมีค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 10.43 และ 10.49 mg/dL เนื่องจากกระเพาะรูเมนอาจจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเมื่อดูจากค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.6 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าที่อยู่ในช่วงค่าปกติของค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน ซึ่งอาจจะเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลทำให้ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 6 12 ของการบ่มมีค่าลดลงซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ (Animut et al., 2008) รายงานว่าการเสริมคอนเดนซ์แทนนินในอาหารพบว่าไม่มีผลต่อความเข้มข้นของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในระเพาะรูเมนอย่างไรก็ตามปฏิกิริยาระหว่างคอนเดนซ์แทนนินกับโปรตีนขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและโครางสร้างของคอนเดนซ์แทนนินและปริมาณของกรดอะมิโนด้วยและจากการรายงานของ Satter and Slyter (1974) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมและระดับแอมโมเนียไนโตรเจนก็มีความสำคัญต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ด้วย ซึ่งระดับที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 4-5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่วน Wanapat and Pimpa (1999) พบว่าระดับแอมโมเนียไนโตรเจนที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 15-20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ที่จะก่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายและกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์ที่เหมาะสมด้วย และจากการรายงาของ Perdok and Leng (1990) พบว่าเมื่อระดับของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 15-30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณการกินได้และประสิทธิภาพการย่อยได้ของอาหารเพิ่มขึ้น

ซึ่งค่าแอมโมเนียไนโตรเจนเป็นแหล่งไนโตรเจนที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์และกระบวนการดูดซึมสารประกอบเหล่านี้จากกระเพาะรูเมน เพื่อไปใช้ประโยชน์ได้แก่ ชนิดของอาหาร ตลอดจนสัดส่วนระหว่างอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่สัตว์ได้รับ พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรจุลินทรีย์และรูปแบบของกระบวนการหมักในกระเพาะหมักโดยเฉพาะวัตถุดิบอาหารสัตว์ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นจะมีความแตกต่างกันมากในเรื่องของคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักและกระบวนการหมักของโภชนะต่างๆ ด้วย

3.10.3.4 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้

ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.7 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ระดับ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ระดับ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้นทดลองที่นำมาใช้ในการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่ากรดอะซิติก (C_2) ต่ำที่สุด

ที่ชั่วโมงที่ 12 เมื่อพิจารณาการเกิดกรดโพรพิโอนิก (C_3) พบว่าที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่ 15 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 37.00 37.00 และ 58.00 (mmol/L) ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าจากผลการทดลองการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลพบว่ามีผลต่อค่ากรดโพรพิโอนิกที่ชั่วโมงที่ 6 ของการบ่มนั้นเนื่องจากความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10 พบว่าที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 ของการบ่มนั้นซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงประมาณ 6-7 ซึ่งจะส่งผลทำให้ค่ากรดโพรพิโอนิกเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6 ทำให้มีผลเสียต่อค่าการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใยโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5.5 นอกจากจะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ที่ใช้กรดแลคติกแล้วยังส่งผลทำให้กรดแลคติกสะสมมาก และถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างยิ่งต่ำกว่านี้เช่น 5.0 จุลินทรีย์ที่ย่อยแป้งจะทนอยู่ไม่ได้ การเสร้างกรดโพรพิโอนิกจะลดลงและทำให้สัตว์เกิดโรค Acidosis ได้ (บุญล้อม, 2541) และจากผลการทดลองพบว่าผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลและจากตารางที่ 3.5 ที่แสดงถึงผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อมีเทนก็พบว่าสามารถลดการเกิดมีเทนได้ซึ่งพบว่าการที่สามารถลดมีเทนได้นั้นไปมีผลต่อค่าของกรดโพรพิโอนิกนั้นซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Moss et al., 2000) รายงานไว้ว่าผลของแทนนินต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนนั้นจะไปช่วยเพิ่มกรดโพรพิโอนิกจากกระบวนการไพรรูเวทซึ่งพบว่าจะไปมีผลต่อมีเทนและจากการศึกษาของ (Johnson et al., 1995) พบว่าการเสริมถั่วที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินจะไปเพิ่มกรดโพรพิโอนิกและไปลดมีเทน และจากตารางที่ 3.7 พบว่าสามารถลดกรดอะซิติกและสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Beauchemin et al., 2007) พบว่าเมื่อเสริมสารสกัดแทนนินจาก quebracho ที่ 20g/kg DM พบว่าสามารถลดความเข้มข้นของกรดอะซิติกและสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ซึ่งการผลิตกรดไขมันระเหยได้และมีเทนในกระเพาะรูเมนมีความสัมพันธ์อย่างมากกับอัตราส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ซึ่งขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นและค่าความเป็นกรด-ด่าง (Russell et al., 1998) และจากการรายงานของ (Getachew et al., 1998) กล่าวอีกนัยหนึ่งว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกพบว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราการผลิตแก๊สด้วย ซึ่งจากการทดลองสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของค่ามีเทนและสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกได้ว่า จากการทดลองการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลซึ่งพบว่าในใบสะเดานั้นเป็นแหล่งของแทนนินที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูง ซึ่งแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูงจะไปช่วยลดสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกและลดมีเทนได้ ซึ่งในกรณีนี้อัตราส่วนของกรดอะซิติกต่อกรด

โพรพิโอนิกลดลงเมื่อเสริมแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูงและสามารถลดมีเทนได้ด้วย ซึ่งอาจจะไปมีมีผลเกี่ยวข้องกับการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนแทนที่จะเป็นพียงเพราะแทนนินจะมีผลในการยับยั้ง methanogen โดยตรง (Mookiah et al., 2014)

ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์และกระบวนการดูดซึมของกรดไขมันระเหยได้จากกระเพาะรูเมนเพื่อไปใช้ประโยชน์ได้แก่ ชนิดของอาหาร คุณภาพของอาหาร ตลอดจนสัดส่วนระหว่างอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่สัตว์ได้รับพบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรจุลินทรีย์และรูปแบบของกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความแตกต่างกันมากเรื่องคุณภาพซึ่งส่งผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและกระบวนการหมักของโภชนะต่างๆ และส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

3.11 สรุปผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดาพบว่าคุณค่าทางโภชนะของใบสะเดามีค่าใกล้เคียงกับสถาบันวิจัยต่างๆและผู้วิจัยท่านอื่นซึ่งในใบสะเดานั้นมีสารคอนเดนซ์แทนนินเป็นองค์ประกอบด้วยซึ่งคุณสมบัติของคอนเดนซ์แทนนินสามารถป้องกันการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรู-เมนและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้ได้ และยังพบว่าการใช้ใบสะเดาสามารถนำมาใช้เสริมเป็นแหล่งอาหารให้กับสัตว์ได้อีกทั้งสะเดาเป็นพืชที่หาง่ายในท้องถิ่นและยังสามารถใช้ได้ตลอดทั้งปี เป็นการช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ *In vitro* fermentation พบว่าอาหารข้นทดลองที่เสริมด้วยใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าการผลิตแก๊ส ค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริกและผลรวมของกรดไขมันระเหยได้(total VFA) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองในครั้งนี้พบว่าสามารถช่วยลดการผลิตแก๊สมีเทน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มกรดโพรพิโอนิก ซึ่งการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันพบว่าแทนนินจะไปช่วยลดการผลิตแก๊สมีเทนเนื่องด้วยเมื่อสัตว์ได้รับแทนนินเข้าไปจะไปมีผลต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในอาหาร ลดการย่อยได้ของโปรตีนในรูเมนและไปเพิ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตโปรตีนผ่านไปที่ลำไส้เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้สัตว์สามารถดูดซึมกรดอะมิโนไปใช้ได้มากขึ้น ทำให้ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

4.1 บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงการศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอน-เดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโตพบว่า การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวันและการกินได้ต่อน้ำหนักตัวและมีผลต่อน้ำหนักเมทาบอลิคต่อวัน ($g/kgBW^{0.75}/d$) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 495.87 กรัมต่อวัน 4.07%BW และ 75.41 ($g/kgBW^{0.75}/d$) ตามลำดับ และมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 60.70 เปอร์เซ็นต์ และการศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะและปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกาย การทดลองในครั้งนี้ใช้ใบสะเดาเป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินซึ่งใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารพบว่าไม่ได้มีผลกระทบต่อปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายอีกทั้งยังส่งผลให้มีปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายสูงที่สุด เนื่องจากการเสริมโพลิเอทิลีนไกลคอลร่วมด้วยพบว่าโพลิเอทิลีนไกลคอลนั้นเป็นสารที่จะไปลดประสิทธิภาพของแทนนินลงได้และในการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารทำให้แพะมีการกินได้ของอาหารแห้งสูงและแพะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด มีผลต่อค่าความเข้มข้นของยูเรียในไนโตรเจนและค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และพบว่ามีผลต่อ methanogen ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.34 และ 7.16 (lg10 copies/ml), *Butyrivibrio fibrisolvens* สูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 9.27 และ 9.25 (lg10 copies/ml), *Streptococcus gyllolyticus* สูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 11.64 และ 11.61 (lg10 copies/ml) และการใช้ใบสะเดาในสูตรอาหาร

ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดจำนวน methanogen ได้

4.2 บทนำ

ปัจจุบันอาชีพการเลี้ยงแพะถือว่าเป็นอาชีพที่กำลังได้รับความนิยมจากเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่ายและตลาดแพะถือเป็นตลาดใหม่ที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างมาก ซึ่งแพะยังถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจทางเลือกให้กับเกษตรกรและเกษตรกรสามารถเลี้ยงแพะเพื่อเป็นอาชีพหลักได้ โดยในด้านตลาดของแพะนั้นพบว่าจะมีกลุ่มผู้บริโภคเป็นชาวมุสลิมที่ใช้แพะในการประกอบพิธีกรรมทางศาสนาโดยมีสองพิธีกรรมที่สำคัญคือการรับขวัญทารกแรกเกิดทั้งเพศชายและเพศหญิงหรือเรียกว่าการอากีเกาะ และการแสดงความเสียสละและศรัทธาต่อพระผู้เป็นเจ้าหรือเรียกว่า การกุรบ่าน (ซารีนา, 2550) สำหรับแพะที่ใช้ทำพิธีนั้นต้องมีอายุแน่นอนและไม่พิการ นอกจากนี้ยังใช้แพะในพิธีการพิเศษต่างๆ เช่นการขึ้นบ้านใหม่ การแต่งงาน หรือการทำบุญงานศพ ในปี ค.ศ. 1993-2003

แต่พบว่าอาชีพในการเลี้ยงแพะนั้นถือว่าเติบโตได้ช้า ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจจะมาจากเกษตรกรบางรายเลิกเลี้ยงไปกลางคัน เนื่องจากประสบปัญหาด้านต้นทุนวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงแพะนั้นเพิ่มสูงขึ้น และยังพบว่าตามหลักของอาหารฮาลาลซึ่งได้กำหนดไว้ว่าการเลี้ยงแพะตามวิถีอิสลามนั้นต้องนำวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้รับการอนุญาตในศาสนาเท่านั้น ห้ามใช้วัตถุดิบจากสัตว์ด้วยกันเช่น กระดูก สมอง ไขสันหลังหรือเศษเหลือจากสัตว์ และยังห้ามใช้ยาปฏิชีวนะ (antibiotic) และสารเร่งการเจริญเติบโต (ซารีนา, 2550) ซึ่งได้มีการเลือกสมุนไพรมากมายหลายชนิดมาใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบอาหารสำหรับเลี้ยงแพะ ได้แก่ ใบสะเดา ใบกระถิน ใบข่อย ใบมะขามเทศ และใบขนุน Sainfoin *Acacia nilotica* และ *Acacia karoo* เป็นต้น ซึ่งใบพืชต่างๆ เหล่านี้พบว่ามีสารประกอบแทนนินซึ่งมีผลต่อการลดหรือจำกัดพยาธิ (Paengkoum, 2011) และการใช้ใบพืชที่มีสารประกอบแทนนินสามารถลดลดต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหารได้ ซึ่งในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกใบสะเดามาใช้ในการศึกษาเนื่องด้วยใบสะเดาเป็นพืชที่หาง่ายในท้องถิ่นและเกษตรสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับแพะได้ตลอดทั้งปี และยังพบว่าในใบสะเดานั้นเป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูง

การใช้ใบสะเดาเป็นแหล่งอาหารให้กับสัตว์ซึ่งพบว่าสะเดาเป็นพืชที่หาง่ายในท้องถิ่นและยังมีให้ใช้ตลอดทั้งปีและยังเป็นการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้ ซึ่งคุณสมบัติของใบสะเดาพบว่าเป็นแหล่งของคอน-เดนซ์แทนนิน ในใบสะเดาพบว่ามีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินสูงถึง 32-34 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้งซึ่งมีมากกว่าในใบกระถิน (Kirtikar and Basu, 1980) เมื่อสัตว์ได้รับแหล่งอาหารที่มีแทนนินเข้าไปจะทำให้ความสามารถของการย่อยอาหารลดลง และคอนเดนซ์แทนนินนั้นเป็น

แหล่งอาหารพืชโปรตีนซึ่งสามารถลดการเกิดภาวะท้องอืดในโคได้ (Li, Tanner, and Larkin. 1996) และยังพบว่าคุณสมบัติของสะเดานั้นสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ ซึ่งเมื่อนำสะเดามาให้สัตว์กินพบว่าในใบสะเดานั้นมีคุณสมบัติในการฆ่าพยาธิได้ (Butter et al., 2011) และยังสามารถเพิ่มการไหลผ่านของโปรตีนและกรดอะมิโนที่สำคัญตลอดจนเป็นการเพิ่มโปรตีนจากจุลินทรีย์ที่ไหลผ่านมายังตำแหน่งของลำไส้ Neizen and Robertson (1998) พบว่าแทนนินสามารถช่วยป้องกันการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้เล็กได้ และยังพบว่าเมื่อสัตว์ได้รับแทนนินเข้าไปแทนนินจะไปมีผลต่อพบว่าอาหารสัตว์ที่มีสารประกอบคอนเดนซ์แทนนินโปรตีนสามารถเพิ่มการผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์โปรตีนได้สูงขึ้น ซึ่งแทนนินสามารถช่วยลดประชากรของแบคทีเรียในรูเมน ซึ่งมีผลทำให้ประชากรโปรโตซัวลดลงนั้นอาจเกิดจากการลดลงของการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ในการศึกษาถึงอิทธิพลของประชากรของ methanogen โดยการเสริมแทนนินจะช่วยลดมีเทน (Wanapat et al., 2009; Kongmum et al. 2009) เมื่อสัตว์ได้รับแทนนินเข้าไปแทนนินจะไปมีผลต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในอาหารซึ่งจะไปช่วยลด methanogenesis และการย่อยโปรตีนในรูเมนซึ่งจะไปเพิ่มจุลินทรีย์ในการผลิตโปรตีนไปยังลำไส้เล็กและยังพบว่าแทนนินมีผลต่อการลดลงของแบคทีเรียที่สร้างโปรตีนได้แก่ *Bytyrivibrio fibrisolven Ruminobacter amylophilus* และ *Streptococcus bovis* (Jones et al., 1994) และพบว่าการเสริมแทนนินจะไปลด *Fibrobacter succinogenes* ซึ่งผลของแทนนินจะมีผลโดยตรงในการยับยั้ง methanogen ในรูเมน รวมถึงการยับยั้งกิจกรรมของ methanogen โดยการดูดซึมของจุลินทรีย์ใน Cell wall แทนนินจะไปมีผลในการลดจำนวนแบคทีเรียในกลุ่ม cellulolytic bacteria ในแทนนินนั้นเป็นพวก cellulose ที่ซับซ้อนอาจจะไปมีผลในการต้านการย่อยได้ของเอนไซม์หรือความบกพร่องของการยึดเกาะพื้นผิวโดยจุลินทรีย์ในกลุ่ม Fibrolytic จะช่วยลดความพร้อมของการใช้งานของไฮโดรเจนเพื่อที่จะช่วยลดการเกิด methanogenesis ได้ (Wanapat et al., 2009; Kongmum et al. 2009)

แทนนินได้รับการพิจารณาว่าเป็นสารชีวเคมีที่ต่อต้านโภชนะเนื่องจากมีผลต่อการกินได้และการใช้ประโยชน์ของโภชนะ แต่อย่างไรก็ตามในช่วงหลายปีที่ผ่านมาแทนนินได้รับการยอมรับว่าเป็นสารที่เป็นประโยชน์สำหรับการปรับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก Kumar et al. (1990) และยังพบว่าการเสริม Polyethyleane glycol (PEG) ซึ่งโพลิเอทิลีน ไกลคอลเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถเกาะติดกับแทนนินได้และไปลดการสะสมของโปรตีน-แทนนินที่มีความซับซ้อน และยังพบว่าสามารถที่ส่งผลทำให้โปรตีนไหลผ่านไปที่ลำไส้เล็กได้เร็วขึ้น ทำให้สัตว์สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ Jones et al. (1977) ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จึงได้มีการศึกษาถึงการหาระดับที่เหมาะสมของการใช้ใบสะเดาร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลเพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารให้กับสัตว์

จึงได้ศึกษาถึงการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอล ต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

4.3 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิ-เอทิลีนไกลคอล ต่อประชากรจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

4.4 อุปกรณ์และวิธีการ

4.4.1 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่ต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอล ต่อประชากรจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

4.4.1.1 แผนการทดลอง

จัดแผนการทดลองแบบ 2*2 factorial arrangements in complete randomized design (CRD) โดยจัดการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มอาหารทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม

กลุ่มอาหารทดลองที่ 2 กลุ่มควบคุมร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้น

กลุ่มอาหารทดลองที่ 3 ได้รับใบสะเดา 6 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้น

กลุ่มอาหารทดลองที่ 4 ได้รับใบสะเดา 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้น

4.4.1.2 การจัดสัตว์ทดลอง

แพะเนื้อที่ใช้ในการทดลองเป็นแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบียนเพศผู้ จำนวน 24 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20±2.0 กิโลกรัม แบ่งเป็น 4 กลุ่มทดลอง แพะทดลองกลุ่มละ 6 ตัว มีอ่างน้ำสำหรับใส่น้ำให้กินตลอดเวลา

4.4.1.3 การจัดการให้อาหารสัตว์ทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการผสมอาหารข้นทั้งสิ้น 4 สูตร ด้วยการผสมอาหารด้วยมือ ในการจ่ายอาหารให้แก่แพะเนื้อจะให้เป็นรายตัว โดยจ่ายอาหารแยกเป็นอาหารหยาบ (roughage) และอาหารข้น (concentrate) ในอัตรส่วน 50:50 ซึ่งอาหารข้นในแต่ละกลุ่มการทดลองจะถูกประกอบให้มีโปรตีน (isonitrogenous) และพลังงานเท่ากัน (isocaloric) ดังแสดงไว้ในตารางที่

5 ซึ่งคำนวณสูตรอาหารเพื่อให้ตรงตามความต้องการของสัตว์ที่ใช้ในการทดลองโดยดูความความต้องการของสัตว์จาก National Research Council (NRC, 1981)

โดยให้แพะเนื้อได้รับอาหารข้นทดลองที่ใช้มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ตามกลุ่มทดลอง ให้ตามเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวของสัตว์แต่ละตัว ทุกกลุ่มมีหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบที่ให้แบบไม่จำกัด และจัดแพะออกเป็นกลุ่มตามแผนการทดลอง ให้อาหารสองเวลาคือ เช้า (07.30 น.) และบ่าย (16.00 น.) และมีน้ำให้กินตลอดเวลา ตลอดระยะเวลาการทดลอง

4.4.1.4 วิธีการทดลองและการเก็บข้อมูล

ทำการคัดเลือกแพะเนื้อตามกลุ่มแผนการทดลอง แล้วทำการให้อาหารและใช้เวลาในการปรับตัวสัตว์ทดลอง 2 สัปดาห์ เพื่อให้สัตว์คุ้นเคยกับสภาพคอกและอาหาร ทำการบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลาทั้งหมด 90 วัน ซึ่งมีช่วงบันทึกข้อมูลทุก 30 วัน โดยทำการบันทึกและเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. น้ำหนักตัว (body weight)

ทำการชั่งน้ำหนักแพะก่อนและหลังการทดลองและบันทึกน้ำหนักแพะแต่ละกลุ่มการทดลองเป็นรายตัว โดยชั่งน้ำหนักทุกสัปดาห์ของทุกช่วงการทดลอง โดยอดอาหารก่อนชั่ง

2. การกินได้ (feed intake)

ชั่งและบันทึกข้อมูลปริมาณการกินอาหาร จากการชั่งอาหารที่ให้สัตว์กินและส่วนที่เหลือจากการกินทุกวัน และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารข้นและอาหารหยาบเป็นรายตัว ทั้งก่อนกินและหลังกินในช่วงเก็บตัวอย่างสัปดาห์สุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง 7 วันติดต่อกันทุกวัน แล้วนำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการแบบ Proximate analysis ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โดยเครื่อง Hot air oven เถ้า (Ash) โดยการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โปรตีนหยาบ (Crude protein CP) โดยเครื่องเจลเทค (Kjeltec auto analyser) ไขมันหรือสารสกัดอีเธอร์ (Ether extract EE) โดยเครื่องซอกเลท (Soxhlet auto analyser) และ วิเคราะห์เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (Acid detergent fiber ADF) โดยวิธีการดีเทอร์เจนท์ (Detergent method) (Goering and Van Soest, 1970) แล้วคำนวณหาปริมาณการกินได้

3. สมรรถภาพการผลิต

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{จำนวนวัน}}$$

4. การสุ่มเก็บตัวอย่างมูล

โดยมีถาดรองรับมูลวางอยู่ใต้กรงเมแทบอลิซึม ทำการชั่งมูลทั้งหมดในถาดรองรับใต้กรงเมแทบอลิซึมจากแพะเนื้อทุกตัวทุกวัน ในช่วง 7 วันสุดท้ายในแต่ละระยะการทดลอง ทำการคลุกเคล้ามูลในถาดรองรับให้ผสมกัน และทำการสุ่มเก็บมูล 10 เปอร์เซ็นต์ ของมูลที่ขับถ่ายออกมาในแพะเนื้อทดลองแต่ละตัว แบ่งมูลออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกสุ่มมาร้อยละ 40 นำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปคำนวณหาวัตถุแห้ง ส่วนที่ 2 สุ่มมาร้อยละ 40 และนำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและนำไปคำนวณความสามารถในการย่อยได้ตามวิธีการของ Schnieder and Flatt (1975)

5. การสุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

มีถังรองรับปัสสาวะวางอยู่ใต้กรงเมแทบอลิซึม เติมกรดซัลฟูริก เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (10 เปอร์เซ็นต์ของ H_2SO_4) ประมาณ 10-20 มิลลิลิตร ในถังเก็บปัสสาวะ เพื่อปรับให้ปัสสาวะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 2 เพื่อป้องกันการสูญเสียของแอมโมเนีย ทำการวัดปริมาตรของปัสสาวะในถังรองรับอยู่ใต้กรงเมแทบอลิซึมจากแพะเนื้อทุกตัวทุกวัน ในช่วง 7 วันสุดท้ายในแต่ละระยะการทดลองและสุ่มเก็บปัสสาวะ 10 เปอร์เซ็นต์ของที่ขับถ่าย ในแพะเนื้อทดลองแต่ละตัวเก็บไว้รอให้ครบ 7 วัน ในตู้แช่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 7 วันนำปัสสาวะที่เก็บเอาไว้ในแต่ละวันมาผสมกันสุ่มเก็บไว้ 10 เปอร์เซ็นต์ของปัสสาวะที่ทำการผสมแล้วนำมาเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Kjedahl method (AOAC, 1990)

6. การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

โดยการเก็บตัวอย่างน้ำรูเมนในกระเพาะรูเมน (collection of rumen fluid samples) ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างสุ่มดูดเอาของเหลวในกระเพาะหมักออกมาประมาณ 100-150 มิลลิลิตร/ตัว โดยจะเก็บชั่วโมงที่ 0 2 และ 4 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำตัวอย่างดังกล่าวเพื่อมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจนและกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก โดยจะทำการศึกษาทุกช่วงการทดลอง (30 วัน) ดังต่อไปนี้ การเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองชนิดมีฝาจุก ขนาด 25 มิลลิลิตร บรรจุด้วย formaldehyde 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 9 มิลลิลิตร ซึ่งจะนำไปสกัด DNA โดยใช้วิธีการสกัดตามวิธีการของ QIAmp PowerFecal DNA kit และ PCR condition ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 12 Primer sequences ใช้สำหรับวิเคราะห์ Real time PCR

items	forward/reward	Temperature (°C)	product size (bp)	primer sequence (5'- 3')	References
Total bacteria	F	55	130	CGGCAACGAGCGCAACCC	Koike et al. (2001)
	R			CCATTGTAGCACGTGTGTAGCC	
Methanogen	F	58	140	TTCGGTGGATCDCARAGRGC	Denman et al., (2006)
	R			GBARGTCGWAWCCGTAGAATC	
Protozoa	F	55	223	CTTGCCCCTCYAATCGTWCT	Sylwesters etal. (2004)
	R			GCTTTCGWTGGTAGTGTATT	
Butyrivibrio fibrisolvens	F	58	64	ACACACCGCCCGTCACA	Klieve et al. (2003)
	R			TCCTTACGGTTGGGTCACAGA	
Streptococcus gallolyticus	F	58	419	GAAAAGTACTCAACCAAATA	Klieve et al. (2003)
	R			AGTAACGGTACTTAAATTGTTTA	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักประมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เพื่อวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างทันทีหลังจากเก็บตัวอย่าง โดยใช้เครื่อง pH meter และเครื่องวัดจะต้องได้รับการปรับ (calibrate) ด้วยการใช้ buffers ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.0 และ 4.0 ก่อน

8. แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N)

สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองชนิดมีฝาจุก (test tube with cap) ขนาด 25 มิลลิลิตร บรรจุด้วย 6N HCl ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาส่วนที่ใส (supernatant) ลงในขวดขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจุกเกลียว แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยวิธีการกลั่นของ Bromner and Keeney (1965)

9. กรดไขมันระเหยได้ (VFA)

สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำรูเมน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองชนิดมีฝาจุกขนาด 25 มิลลิลิตร บรรจุด้วย 25 เปอร์เซ็นต์ 6N HCL จากนั้นนำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเฉพาะส่วนของเหลวใส (supernatant) ลงในขวดขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจุกเกลียวเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid; VFA) ที่สำคัญ ได้แก่ acetic acid propionic acid และ butyric acid ด้วยเครื่อง High-performance liquid chromatography (HPLC) (HPLC; model RF-10AXmugil; Shimadzu; Japan) Zinn and Owens (1986)

10. การวิเคราะห์หาปริมาณของไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดสัตว์ทดลองตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 2 และ 4 จาก jugular vein โดย vacuette ® tubes (Greiner Bio-One, Greiner Bio-One GmbH Bad Haller Str. 324550 Kremsmunster, Austria)ใส่ในหลอดเก็บเลือดชนิดมีฝาจุกที่มี K_3 – EDTA เก็บไว้ในความเย็นก่อนนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ 4000 r/min 15 นาที เก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส (Sorvall™ Legened™ XT/XF Centrifuge Series, Thermo Fisher Scientific Pte Ltd., Walthman, USA) นำพลาสมาไปใส่ในหลอด 1.5 ml และเก็บที่ -80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งจะนำไปวิเคราะห์ การวิเคราะห์หา BUN โดยใช้วิธีการของ Crocker (1967)

11. การวิเคราะห์หาปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา ดัดแปลงจาก (FAO/IAEA, 2000; Makkar et al., 1993)

เก็บตัวอย่างใบสะเดาสดในกล่องมืดและปิดให้สนิทเพื่อลดกิจกรรมการสูญเสียคอนเดนซ์แทนนินระหว่างการนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการทำการหั่นตัวอย่างขนาด 1 นิ้ว จากนั้นบดตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร ชั่งตัวอย่าง 100 มิลลิกรัม ลงในบีกเกอร์ เติม 70 เปอร์เซ็นต์ ของสารอะซิโตน (acetone reagent) 10 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่อง Water bath ครั้งละ 10 นาที จำนวน 3 ครั้ง โดยพักครั้งละ 5 นาที เพื่อกระตุ้นให้คอนเดนซ์แทนนินคลายตัวอกมาจากใบพืช และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4 องศาเซลเซียส 3,500 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บเอาส่วนที่ใสลงในขวดสีชาขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจุกเกลียวเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำหลอดที่ปั่นเหวี่ยงแล้วมาเติม 70เปอร์เซ็นต์ ของสารอะซิโตน 5 มิลลิลตร เริ่มทำซ้ำตั้งแต่นำเข้าเครื่อง Water bath ลงมา แล้วจึงรวมส่วนใสทั้งหมดเข้าด้วยกัน เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน เตรียมหลอด เพื่อทำการ dilute ส่วนใสกับ 70% ของสารอะซิโตน โดยปรับอัตราส่วนต่อหลอดเท่ากับ 0.5 มิลลิลิตร เติม 95 เปอร์เซ็นต์ ของ บลูทานอล (butanol) ต่อ กรดไฮโดรคลอลิค (HCL) 3 มิลลิลิตร และ 2 เปอร์เซ็นต์ ของสารเฟอร์ริก (ferric reagent) 0.1 มิลลิลตร ทุกหลอด หลังจากนั้นปิดปากหลอด ก่อนนำเข้าเครื่อง Vortex เป็นเวลา 1 นาที และนำหลอดทั้งหมดเข้าเครื่อง Water bath ที่อุณหภูมิ 95 -100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สังเกตสีที่เปลี่ยนไปจะเป็นสีชมพูแกมม่วงหรือแดงแกมน้ำตาล จึงนำไปอ่านด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wave length 550 นาโนเมตร

CT = Absorbance value 550 nm * 78.26*dilution factor / (%DM)

*dilution factor = 0.5 ml / (Volume of extract taken)

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเม้นท์ โดยใช้ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980) ด้วยโปรแกรม SAS (SAS, 1998)

4.6 สถานที่ทำการวิจัย

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อาคารดครื่องมือ 10 และ ห้องปฏิการเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.7 ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2561 ถึง 30 มิถุนายน 2561

4.8 ผลการทดลอง

4.8.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารดังแสดงไว้ในตารางที่ 14 พบว่าค่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทดลองทั้ง 4 สูตร ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางและเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดมีค่าใกล้เคียงกัน

ซึ่งในอาหารข้นทดลองทั้ง 4 สูตร ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 ซึ่งจากตารางองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งสูตรอาหารที่ 1 และ 2 ที่ไม่ได้ใช้ใบสะเดามีค่าสิ่งแห้งใกล้เคียงกันคือ (88.85 84.43) เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอาหารข้นทดลองสูตรที่ 3 และ 4 มีค่าสิ่งแห้ง (73.07 68.65) เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาหารข้นทดลองสูตรที่ 4 ที่ใช้ใบสะเดาที่ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 6% CT15PEG มีค่าสิ่งแห้งต่ำที่สุด ส่วนองค์ประกอบทางเคมีในสูตรอาหารอื่นๆ ได้แก่ โปรตีน เถ้า ไขมัน มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อในสูตรอาหารมีสัดส่วนการใช้ใบสะเดาที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มีสัดส่วนของเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางเพิ่มขึ้นด้วย (52.47 50.85 57.99 55.16) และ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดมีค่าใกล้เคียงกัน (24.23 23.65 32.21 31.40) ตามลำดับ

ตารางที่ 13 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี(%DM)	0%CT		6%CT	
	0%PEG	15%PEG	0%PEG	15%PEG
DM	88.85	84.43	73.07	68.65
Ash	6.16	5.99	6.77	6.43
CP	16.00	16.00	16.00	16.00
EE	2.34	2.11	1.13	1.05
NDF	52.47	50.85	57.99	55.16
ADF	24.23	23.65	32.21	31.4

หมายเหตุ : DM = สิ่งแห้ง Ash = เถ้า CP = โปรตีน EE = ไขมัน NDF = ส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง ADF = ส่วนของสารละลายที่ไม่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด CT= คอนเดนซ์แทนนิน PEG =โพลิเอทิลีนไกลคอล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.8.2 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อการกินได้ของแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อ การกินได้ของแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 พบว่าปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน (gDM/d) และ การกินได้ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (%BW) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน (gDM/d) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 495.87 กรัมต่อวัน และมีผลต่อการกินได้ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (%BW) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 4.07 และยังส่งผลต่อน้ำหนักเมทาบอลิคต่อวัน ($g/kgBW^{0.75}$) มีค่าสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 75.41 $g/kgBW^{0.75}$ และจากการทดลองยังพบว่าไม่มีผลกระทบอันเนื่องมาจากการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล

4.8.3 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง (DM) อินทรียวัตถุ (OM) โปรตีน (CP) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) และ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 60.70 เปอร์เซ็นต์

4.8.4 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อสมดุลไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อสมดุลไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนที่แพะได้รับจากอาหารข้นทดลอง การขับออกของไนโตรเจนในมูลและเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะและปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายของอาหารข้นทดลองทั้ง 4 สูตร มีความความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากการทดลองพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15

เปอร์เซ็นต์มีค่าการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 48.93 เปอร์เซ็นต์ และการขับออกของไนโตรเจนในปัสสาวะพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.8.5 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 พบว่าการใช้ใบสะเดาที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้ายของแพะทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วน น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง, อัตราการเจริญเติบโตมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนของน้ำหนักของแพะสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 5.54 กิโลกรัม และมีอัตราการเจริญเติบโของแพะสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 61.56 กรัมต่อวัน

4.8.6 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อค่ายูเรียไนโตรเจน, ความเป็นกรด-ด่าง และ แอมโมเนียไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อค่ายูเรียไนโตรเจน, ความเป็นกรดด่างและแอมโมเนียไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.8 พบว่าค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดและค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากการทดลองการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 12.97 และ 14.44 mg% ตามลำดับ และ แอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 11.33 และ 10.09 mg/dL ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง จากผลการทดลองพบว่าที่ชั่วโมงที่ 0 และ 2 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และ ที่ชั่วโมงที่ 4 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15- เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 6.52 ซึ่งพบว่าไม่มีผลกระทบอันเนื่องมาจากการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล

4.8.7 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.9 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกรดอะซิติกต่ำที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 มีค่าเท่ากับ 53.48 %Molar และมีผลต่อกรดโพรพิโอนิกสูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 32.13 และ 28.51 %Molar และส่งผลให้กรดบิวทีริกที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 14.39 และ 20.35 %Molar

4.8.8 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.10 พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าประชากรแบคทีเรียที่ชั่วโมงที่ 0 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนประชากรแบคทีเรียที่ชั่วโมงที่ 4 และประชากรจุลินทรีย์ในกลุ่ม Methanogen, โปรโตรซัว, *Butyrivibrio fibrisolvens* และ *Streptococcus gylloticus* ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ประชากรของ Methanogen ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 7.34 และ 7.16 (lg10 copies/ml) และมีผลทำให้ *Butyrivibrio fibrisolvens* ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 9.27 และ 9.25 (lg10 copies/ml) และ *Streptococcus gylloticus* ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 11.64 และ 11.61 (lg10 copies/ml)

ตารางที่ 14 การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการกินได้ของแพะที่กำลังเจริญเติบโต

	0%CT		6%CT						
TRT	**0%PEG**	**15%PEG**	**0%PEG**	**15%PEG**	**SEM**	**P-value**	**CT**	**PEG**	**CT*PEG**
				Feed intake					
gDM/d	456.84^{d}	469.91^{c}	476.96^{b}	495.87^{a}	2.97	<.0001	<.0001	<.0001	0.0015
%BW	2.11^{c}	2.11^{c}	3.95^{b}	4.07^{a}	0.20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
g/kgBW $^{0.75}$	41.94^{d}	44.46^{c}	66.53^{b}	75.41^{a}	2.95	<.0001	<.0001	<.0001	0.0004

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d = ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) gDM/d = ปริมาณการกินได้ต่อวัตถุแห้งต่อวัน %BW = ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน g/kgBW$^{0.75}$ = ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิคต่อวัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 15 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

	0%CT		6%CT						
TRT	**0%PEG**	**15%PEG**	**0%PEG**	**15%PEG**	**SEM**	**P-value**	**CT**	**PEG**	**CT*PEG**
				Apparent Digestibility, % of intake					
DDM	72.80^{d}	76.83^{c}	79.85^{b}	82.03^{a}	0.76	<.0001	<.0001	<.0001	0.08
DOM	75.97^{b}	76.68^{b}	81.45^{a}	82.39^{a}	0.63	<.0001	<.0001	0.09	0.81
DCP	40.81^{c}	33.03^{d}	45.49^{b}	60.70^{a}	0.32	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
DEE	79.99c	82.18^{b}	85.95^{a}	85.55^{a}	0.58	<.0001	<.0001	0.12	0.03
DNDF	31.89^{a}	33.32^{c}	35.04^{b}	32.58^{d}	0.51	<.0001	0.0076	<.0001	0.0823
DADF	21.78^{c}	23.16^{b}	26.34^{a}	21.04^{c}	0.47	<.0001	0.0224	0.0006	<.0001

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d = ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) DDM=: ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง DOM = ความสามารถในการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ DCP = ความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีน DEE = ความสามารถในการย่อยได้ของไขมัน DEE = ความสามารถในการย่อยได้ของไขมัน DNDF = ความสามรถในการย่อยได้ของเยื่อใยที่ไม่สามาถละลายในสารละลายที่เป็นกลาง DADF = ความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใยที่ไม่สามารถย่อยได้ในสารละลายที่เป็นกรด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 16 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อสมดุลไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

	0%CT		6%CT						
TRT	**0%PEG**	**15%PEG**	**0%PEG**	**15%PEG**	**SEM**	**P-value**	**CT**	**PEG**	**CT*PEG**
N intake(g/d)	36.39^{c}	26.64^{d}	37.59^{b}	45.72^{a}	1.43	<.0001	<.0001	0.23	<.0001
N Feaces(g/d)	21.54^{a}	17.84^{c}	20.49^{b}	17.97^{c}	0.37	<.0001	0.30	<.0001	0.17
N Urine(g/d)	5.47	5.38	5.78	5.38	0.06	0.10	0.20	0.04	0.17
N absorption(g/d)	14.85^{c}	8.80^{d}	17.1^{b}	27.75^{a}	0.85	<.0001	<.0001	0.0014	<.0001
N absorption(%)	40.81^{c}	33.03^{d}	45.49^{b}	60.70^{a}	1.02	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
N retention(g/d)	9.38^{c}	3.42^{d}	11.32^{b}	22.37^{a}	0.63	<.0001	<.0001	0.04	<.0001
N retention(%)	25.78^{c}	12.84^{d}	30.11^{b}	48.93^{a}	0.48	0.0014	0.0004	0.02	0.07

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน A = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา B = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d = ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) N intake = ไนโตรเจนที่ร่างกายได้รับ N feces = ไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล N Urine = ไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ N retention = ไนโตรเจนที่เก็บไว้ในร่างกาย %N digestibility = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ย่อยได้ %N retention = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 17 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

	0%CT		6%CT						
TRT	**0%PEG**	**15%PEG**	**0%PEG**	**15%PEG**	**SEM**	**P-value**	**CT**	**PEG**	**CT*PEG**
Body weight									
Initial weight, kg	20.33	20.67	20.83	21.00	0.15	0.49	0.19	0.43	0.79
Final weight, kg	24.00	24.18	26.00	26.54	0.27	0.08	0.03	0.68	0.20
Weigh change, kg	3.67^{c}	3.51^{d}	5.17^{b}	5.54^{a}	0.19	<.0001	0.06	<.0001	0.31
ADG, g/d	40.78^{c}	39.00^{d}	57.44^{b}	61.56^{a}	3.42	<.0001	<.0001	0.12	0.46

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน CT = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา PEG = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d = ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) Initial weight = น้ำหนักเริ่มต้น Final weight = น้ำหนักสุดท้าย Weight change (kg) = น้ำหนักที่เปลี่ยนไป ADG = อัตราการเจริญเติบโต (g/d)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 18 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อค่ายูเรียไนโตรเจน, ความเป็นกรด-ด่างและแอมโมเนียไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

	0%CT		6%CT						
TRT	**0%PEG**	**15%PEG**	**0%PEG**	**15%PEG**	**SEM**	**P-value**	**T**	**P**	**T*P**
BUN Mg%									
0H	23.03	21.23	17.66	20.09	0.56	0.007	0.0022	0.73	0.03
2H	17.82[a]	14.81[b]	14.89[b]	12.97[c]	0.45	<.0001	0.0002	<.0001	0.29
4H	18.20[a]	17.82[b]	15.88[c]	14.44[d]	0.40	<.0001	<.0001	0.06	0.25
Ruminal pH									
0-H	6.76	6.67	6.74	6.90	0.04	0.41	0.27	0.66	0.17
2-H	6.58	6.53	6.69	6.68	0.03	0.30	0.06	0.59	0.71
4-H	6.43[b]	6.24[d]	6.32[c]	6.52[a]	0.02	<.0001	<.0001	0.58	<.0001
Ruminal NH_3-N mg/dl									
0-H	16.92	14.24	14.79	14.6	0.43	0.1472	0.23	0.09	0.13
2-H	15.08[a]	13.49[c]	14.23[b]	11.33[d]	0.31	<.0001	0.0003	<.0001	0.06
4-H	12.10	13.91	12.29	10.09	0.41	0.009	0.0139	0.77	0.0058

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน CT = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา PEG = ระดับของโพรลิเอทิลีนไกลคอล a b c d = ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) BUN = ความเข้มข้นของยูเรียในกระแสเลือด pH = ความเป็นกรด-ด่าง NH_3-N = แอมโมเนียไนโตรเจน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 19 ผลของการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

		0%CT		6%CT						
TRT		**0%PEG**	**15%PEG**	**0%PEG**	**15%PEG**	**SEM**	**P-value**	**CT**	**PEG**	**CT*PEG**
Total bacteria(lg10 copies/ml)	0-H	8.66	7.09	8.87	8.97	0.90	0.95	0.61	0.71	0.67
	2-H	10.57	10.64	10.53	10.70	0.03	0.10	0.83	0.03	0.34
	4-H	10.35^{d}	10.74^{a}	10.53^{c}	10.63^{b}	0.04	0.01	0.67	0.01	0.04
Methanogen(lg10 copies/ml)	0-H	7.71	7.45	7.64	7.36	0.06	0.171	0.51	0.03	0.90
	2-H	7.40^{b}	7.50^{a}	7.58^{a}	7.34^{c}	0.02	<.0001	0.81	0.02	<.0001
	4-H	7.42^{a}	7.30^{b}	7.20^{c}	7.16^{d}	0.02	<.0001	<.0001	<.0001	0.03
Protozoa(lg10 copies/ml)	0-H	4.85^{c}	6.30^{a}	5.47^{b}	3.11^{d}	1.76	0.14	0.19	0.63	0.05
	2-H	6.58^{a}	5.43^{b}	6.65^{a}	4.66^{c}	0.17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	4-H	7.35^{a}	5.35^{b}	4.39^{c}	2.34^{d}	4.90	<.0001	<.0001	<.0001	0.80
Butyrivibrio fibrisolvens(lg10 copies/ml)	0-H	8.17	8.45	8.37	8.74	0.26	0.66	0.37	0.21	0.87
	2-H	7.95^{c}	8.13^{b}	8.25^{b}	9.27^{a}	0.03	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	4-H	7.99^{c}	8.07^{b}	8.23^{b}	9.25^{a}	0.02	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Streptococus gylloticus(lg10 copies/ml)	0-H	8.66	7.09	8.87	8.97	0.90	0.95	0.61	0.71	0.67
	2-H	10.56^{b}	10.56^{b}	10.58^{b}	11.64^{a}	0.01	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	4-H	10.55^{b}	10.36^{b}	10.53^{b}	11.61^{a}	0.01	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

หมายเหตุ : CT = คอนเดนซ์แทนนิน CT = ระดับของคอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา PEG = ระดับของโพรลิเอทิลินไกลคอล a b c d = ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.9 วิจารณ์ผลการทดลอง

4.9.1 องค์ประกอบทางเคมีในสูตรอาหารข้นทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีในสูตรอาหารข้นทดลองทั้ง 4 สูตร พบว่าอาหารข้นทดลองสูตรที่ 1 และ 2 ที่ไม่ได้ใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารพบว่ามีค่าสิ่งแห้งใกล้เคียงกันและมีค่าองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนในสูตรอาหารทดลองสูงกว่าสูตรอาหารที่ใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารเนื่องจากอาหารข้นทดลองในสูตรอาหารที่ 1 และ 2 ที่ไม่มีการใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารนั้นใช้แหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในปริมาณที่สูง เนื่องจากไม่ได้ใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารซึ่งต่างจากอาหารข้นทดลองในสูตรอาหารที่ 3 และ 4 ที่ใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารข้นทดลองสามารถลดการใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของโปรตีนลดลงเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดานั้นก็พบว่าเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีปริมาณโปรตีนอยู่สูงซึ่งจะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการซื้อวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของโปรตีนที่มีราคาแพงได้ ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีในสูตรอาหารอื่นๆได้แก่ เถ้า,ไขมัน มีค่าใกล้เคียงกันและเมื่อในสูตรอาหารข้นที่มีสัดส่วนของการใช้ใบสะเดาที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มีสัดส่วนของเยื่อใยที่ไม่สามารถละลายในสารละลายที่เป็นกลางและเยื่อใยที่ไม่สามารถละลายในสารละลายที่เป็นกรดได้เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ (เมธา วรรณพัฒน์, 2529) ได้รายงานไว้ว่าเยื่อใยที่ไม่สามารถละลายในสารละลายที่เป็นกลางจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นทำให้สัดส่วนขององค์ประกอบของเซลล์ลดลง โดยพบว่าแทนนินเป็นสารประกอบฟีนอลลิค เช่นเดียวกับลิกนิน จัดเป็นสารทุติยภูมิจึงพบลิกนินมากขึ้น เมื่อพืชอายุมากขึ้นซึ่งคล้ายกับปริมาณของเยื่อใยที่ไม่สามารถละลายในสารละลายที่เป็นกลางและเยื่อใยที่ไม่สามารถละลายในสารละลายที่เป็นกรดกับแทนนินมีความสัมพันธ์ต่อกัน

ในการประกอบสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ได้มีการปรับให้มีโปรตีน (isonitrogenous) และพลังงานเท่ากัน (isocaloric) จึงต้องมีการเพิ่มและลดระดับการใช้วัตถุดิบบางตัวลงซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าการเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของวัตถุดิบอาหารในสูตรอาหารได้แก่ กากถั่วเหลือง รำละเอียด มันเส้นข้าวโพด ไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศในกระเพาะรูเมนและสมรรถนะการผลิต เนื่องจากไม่ได้มีการรายงานใดที่พบว่าจากการรายงานของ (Ghimeray et al., 2009) พบว่าการใช้ใบสะเดานั้นสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนเสริมคุณภาพดีเป็นพืชสมุนไพรที่มีสารประกอบคอนเดนซ์แทนนินที่สูงช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนด้วยการป้องกันการย่อยสลายได้ของโปรตีนของอาหารในกระเพาะรูเมนสูง เนื่องจากแทนนินจะไปจับกับโปรตีนกลายเป็นแทนนิน-โปรตีน สามารถไหลผ่านกระเพาะรูเมน ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้เลี้ยงแพะซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการใช้กากถั่วเหลืองในสูตรอาหารลง และจากการรายงานของ Norton et al. (1997) พบว่าการศึกษาการใช้คอนเดนซ์แทนนินโดยแปรปรวนจากระดับ 2.2 ถึง 5.5% ของอาหารวัตถุแห้ง สามารถยืนยันได้ว่าการย่อยได้ของโปรตีนในกระเพาะรูเมนลดลง ซึ่งจะมีการป้องกันการ

ย่อยได้อาหารโปรตีนในกระเพาะรูเมนและกรดอะมิโนจำเป็นในลำไส้เล็กได้และนอกจากนี้การใช้อาหารพืชโปรตีนที่มีแทนนิน ยังสามารถลดการเกิดภาวะท้องอืดได้ (Li et al., 1996) และยังพบว่ามีผลยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและเชื้อรากลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนและลดประชากรจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตมีเทนลดลง (Chesson et al., 1982)

4.9.2 ผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อปริมาณการกินได้ของอาหารในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

ผลการทดลองการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อปริมาณการกินได้ของอาหารในแพะที่กำลังเจริญเติบโต พบว่า การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อการกินได้ของแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 พบว่า ปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน (gDM/d) และ การกินได้ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (%BW) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน (gDM/d) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 495.87 กรัมต่อวัน และมีผลต่อการกินได้ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (%BW) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 4.07 และยังส่งผลต่อน้ำหนักเมทาบอลิคต่อวัน ($g/kgBW^{0.75}$) มีค่าสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 75.41 $g/kgBW^{0.75}$ มีบางรายงานได้กล่าวไว้ว่าไม่ควรเสริมแทนนินเกิน 8% เนื่องจากจะมีแนวโน้มทำให้การกินได้ลดลง ส่งผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงด้วย เนื่องจากหากใช้ในระดับที่สูงพบว่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกายลดลงหากมีในอาหารถึง 9% สามารถทำให้สัตว์ตายได้ ซึ่งจากการรายงานการศึกษาจากแหล่งต่างๆ พบว่าถ้ามีปริมาณแทนนินในสูตรอาหารในระดับ 2-4% ของอาหารโดยวัตถุแห้งจะสามารถป้องกันการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน และสามารถเพิ่มจุลินทรีย์โปรตีนที่ผ่านไปยังลำไส้เล็กและเพิ่มการดูดซึมการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโนที่จำเป็น (ปราโมทย์ แพงคำ, 2545) แต่อย่างไรก็ตามมีการรายงานว่าการเสริมยัคค่าในอัตรา 20-60 กรัม ต่อวันพบว่าการกินได้ของวัตถุแห้งไม่แตกต่างจากกลุ่มไม่เสริมและไม่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในกระเพาะหมักและอัตราการไหลผ่านของอนุภาคอาหาร (Hristovetal et al., 1999) ซึ่งสอดคล้องกับ Wu et al. (1994) รายงานไว้ว่าการเสริมสารสกัดแทนนินยัคค่าที่ 8 กรัมต่อตัวต่อวันไม่ได้มีผลต่อการบีบตัวของกระเพาะรูเมน แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรใช้เกิน 9% ในอาหารวัตถุแห้ง ซึ่งจะทำให้การย่อยได้ของอาหารเยื่อใยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและยังทำให้การกินได้ของอาหารลดลงอาจจะทำให้สัตว์ตายได้ (Kumar et al., 1983) ซึ่งการกินได้ของวัตถุแห้งของสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นจะผันแปรไปตามขนาด ชนิดของอาหารและระดับของโปรตีนตลอดจนระดับเยื่อใยของอาหารที่สัตว์ได้รับและชนิดและสภาพร่างกายของสัตว์รวมไปถึงการจัดการในการเลี้ยงดู

4.9.3 การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่กำลังเจริญเติบโตซึ่งจากการทดลองพบว่าอาหารข้นทดลองทั้ง 4 สูตรที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้มีผลต่อการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง (DM) อินทรียวัตถุ (OM) โปรตีน (CP) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) และ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 60.70 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ Barry et al. (1989) พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในสูตรอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งในการเคี้ยวจะทำให้เกิดสารประกอบระหว่างสารประกอบแทนนินและน้ำลายในการย่อยได้ในรูเมนและยังพบว่าการศึกษาของ Woodward et al. (1999) ศึกษาการใช้คอนเดนซ์แทนนินจาก *L. corniculatus* ในอาหารโคนมระยะปลายของการรีดนมพบว่าทำให้เพิ่มผลผลิตน้ำนม,โปรตีนในน้ำนมและการใช้คอนเดนซ์แทนนินสามารถเพิ่มจุลินทรีย์โปรตีนที่ออกมาจากกระเพาะรูเมน (Beever et al., 1986) สามารถเพิ่มผลผลิตขนในแกะได้ (Montossi et al., 1997) ซึ่งในคอนเดนซ์แทนนินสามารถป้องกันการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและสามารถเพิ่มจุลินทรีย์โปรตีนไหลผ่านไปยังลำไส้เล็กได้ เพิ่มการดูดซึมกรดอะมิโนที่จำเป็น การที่คอนเดนซ์แทนนินในโปรตีนพืชอาหารสัตว์สามารถทดแทนโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมนจากแหล่งอื่นซึ่งมีราคาแพงกว่า ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้ แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรเสริมเกิน 9% ในอาหารวัตถุแห้งเนื่องจากจะทำให้การกินได้ของอาหารลดลงและอาจจะทำให้สัตว์ตายได้ (Kumar et al., 1983)

4.9.4 การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่งกันต่อสมดุลไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อสมดุลไนโตรเจนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6 พบว่าการศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้ของโภชนะและปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Norton et al., (1997) พบว่าการใช้พืชตระกูล *Calliandra Calothyrsus* ที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินพบว่าสามารถป้องกันการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

และยังสามารถเพิ่มระดับไนโตรเจนที่กักเก็บและหมุนเวียนในร่างกาย ซึ่งจากตารางผลการทดลอง ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากอาหารทดลองสูตรที่ได้รับใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่สูงในสูตรอาหารคืออาหารข้นทดลองสูตรที่ 3 และ 4 ที่ใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ที่ 6 เปอร์เซ็นต์คอนเดนซ์แทนนินจากใบสะเดา ในสูตรอาหารซึ่งพบว่ามีการได้รับไนโตรเจนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมประกอบกับองค์ประกอบโปรตีนที่ลดลงของอาหารสูตรที่ 3 และ 4 มีผลทำให้การได้รับไนโตรเจนของแพะลดลงเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามนักวิจัยส่วนใหญ่เชื่อกันว่าการได้รับแทนนินทำให้ปริมาณการกินได้ของสัตว์ลดลงแต่หากได้รับในปริมาณที่เหมาะสมก็ไม่มีผลกระทบต่อการกินได้เช่นกัน

ส่วนปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลมีค่าเท่ากับ 21.54 17.84 20.49 และ 17.97 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะมีค่าเท่ากับ 5.47 5.38 5.78 และ 5.38 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่หมุนเวียนที่แพะได้รับในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โพลิเอทิลีนและกลุ่มควบคุมที่ใช้โพลิเอทิลีนร่วมด้วยที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองของกลุ่มควบคุมที่ใช้โพรลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลต่ำ ซึ่งโดยทั่วไปโปรตีนจากกากถั่วเหลืองจะถูกย่อยสลายในอัตราที่สูงโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในอาหารลดลง ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตในระยะยาวและในช่วงระยะที่สัตว์ให้ผลผลิตที่สูง จากที่มีการใส่กากถั่วเหลืองในปริมาณที่สูงกว่าในสูตรอาหารที่ใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าสูตรอาหารที่ได้รับโปรตีนจากกากถั่วเหลืองที่สูงขึ้นจะมีปริมาณของไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและทางปัสสาวะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งโดยทั่วไปโปรตีนจากกากถั่วเหลืองจะถูกย่อยสลายในอัตราที่สูงโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในอาหารลดลง ซึ่งจะกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตในระยะยาวและในช่วงระยะที่สัตว์ให้ผลผลิตที่สูง จากการศึกษาของ Woodward et al. (1999) รายงานว่าระดับการใช้คอนเดนซ์แทนนินในพืชอาหารสัตว์มีผลต่อระดับไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายในโคนม ถ้าในระดับที่ไม่เกิน 5% ของอาหารในรูปวัตถุแห้งจะให้ผลดีอันเป็นผลเนื่องมาจากการลดลงของการถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมน แต่อย่างไรก็ตามหากใช้สูงเกิน 5% ของอาหารพบว่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและระดับไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายลดลง แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองในครั้งนี้ใช้ใบสะเดาเป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินซึ่งใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารพบว่าไม่ได้มีผลกระทบต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์การกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายอีกทั้งยังส่งผลให้มีปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายสูงที่สุด เมื่อเสริมใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 38.30 เปอร์เซ็นต์

4.9.5 การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 พบว่า การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพรลิเอ-ทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งการใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวของแพะสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 5.54 กิโลกรัม และแพะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 61.56 กรัม/วัน ซึ่งนักวิจัยส่วนใหญ่เชื่อกันว่าระดับที่เหมาะสมที่แทนนินให้ผลดีประมาณ 2 ถึง 4% โดยสามารถป้องกันการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและเพิ่มจุลินทรีย์โปรตีนไหลผ่านไปยังลำไส้เล็ก และเพิ่มการดูดซึมการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโนที่จำเป็นและยังสามารถลดการเกิดภาวะท้องอืดได้ (Min et al., 1999) และถ้าเสริมในปริมาณที่สูงอาจจะเป็นผลเสียต่อตัวสัตว์โดยเฉพาะเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์และสรีรวิทยา เช่น การเปลี่ยนไปของอัตราการกินอาหาร หารเพิ่มการผลิตน้ำลาย ซึ่งส่งผลทำให้อัตราการกินได้ การย่อยได้ อัตราการเจริญเติบโตและการเคลื่อนที่ของกระเพาะรูเมนลดลง เนื่องจากอาจจะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์แต่ในบางรายงานพบว่าไม่ควรเสริมคอนเดนซ์แทนนินในอาหารถึง 9% ในอาหาร ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้สัตว์ตายได้เนื่องจากทำให้การกินได้ของอาหารลดลง การย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและระดับไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายลดลงด้วย (Kumar et al., 1983)

แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าการใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารขั้นทดลองถึงแม้จะมีปริมาณของคอนเดนซ์แทนนินในปริมาณที่สูงเกินกว่าระดับที่เหมาะสมจากที่มีรายงานไว้ก็พบว่าการเสริมใบสะเดาในการทดลองในครั้งนี้ที่ใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบต่อตัวสัตว์อีกทั้งยังไปช่วยเพิ่มน้ำหนักและเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของแพะด้วย ซึ่งอาจจะเป็นผลอันเนื่องมาจากในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองได้มีการเสริมโพลิเอทิลีนไกลคอลร่วมด้วย ซึ่งพบว่าในสารโพลิเอทิลีนไกลคอลนั้นเป็นสารที่ใช้ลดประสิทธิภาพของแทนนินโดยโพลิเอทิลีนไกลคอลสามารถจับตัวได้ดีกับแทนนินทำให้พิษของแทนนินนั้นลดลง จากการรายงานของ Jones et al., (1977) ได้รายงานไว้ว่าการย่อยได้ของโปรตีนภายในกระเพาะรูเมนของพืชอาหารสัตว์ที่มีแทนนินมีค่าการย่อยได้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดเดียวกันที่ได้ผสมสารโพลิเอทิลีนไกลคอลซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดประสิทธิภาพของแทนนิน

4.9.6 การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ ค่าความเข้มข้นของยูเรียในเลือด, ความเป็นกรด-ด่าง และ แอมโมเนีย ในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อ ค่าความเข้มข้นของยูเรียในเลือด ซึ่งยูเรียไนโตรเจนในเลือดเป็นค่าที่สามารถบ่งชี้ถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ มีความสัมพันธ์กับค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะรูเมนโดยแอมโมเนียไนโตรเจนที่ถูกจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่หมดจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเข้าสู่ระบบหมุนเวียน พบว่าค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดและค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากการทดลองการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสดเลือดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 12.97 และ 14.44 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ แอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 2 ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 11.33 mg/dL ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง จากผลการทดลองพบว่าที่ชั่วโมงที่ 0 และ 2 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และที่ชั่วโมงที่ 4 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 6.52 ซึ่งพบว่าไม่มีผลกระทบอันเนื่องมาจากการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล จากการรายงานของ Lewis et al. (1975) ได้รายงานไว้ว่าปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดของสัตว์กระเพาะรวมปกติแล้วมีค่าประมาณ 5-25 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ ดังนั้นปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดจึงบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการหมักย่อยของโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) ในอาหารรวมถึงการสูญเสียโปรตีนจากกระเพาะรูเมนในรูปของยูเรีย ซึ่งจากการรายงานของ (เมธา วรรณพัฒน์, 2529) พบว่าช่วงค่ามาตรฐานของยูเรียไนโตรเจนของแพะมีค่าอยู่ในช่วง 12.6-28 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรพลาสมา ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าค่ายูเรียไนโตรเจนของแพะที่ได้รับอาหารข้นทดลองทั้ง 4 สูตรมีค่าอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานของปริมาณยูเรียไนโตรเจนของแพะอีกทั้งการเสริมใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้จะสูงเกินกว่าช่วงที่เหมาะสมต่อการใช้คอนเดนซ์แทนนินในอาหารแต่พบว่าจากการทดลองยังมีค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนอยู่ในเกณฑ์ปกติที่ไม่เป็นผลเสียต่อสุขภาพของสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดจะมีค่าผันแปรออกไปโดยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ระดับโปรตีนที่สัตว์ได้รับ การย่อยได้ของโปรตีน ระดับพลังงาน การย่อยสลายโปรตีนในร่างกาย เพื่อใช้ในการสร้างพลังงานในขณะที่อดอาหารรวมถึง

กรดอะมิโนที่ไม่ได้ถูกใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนก็จะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียไนโตรเจนในเลือด ซึ่งระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดที่สูงอาจจะมีสาเหตุมาจากปริมาณโปรตีนที่สัตว์ได้รับจากอาหาร (เมธา วรรณพัฒน์, 2529)

ผลต่อความเป็นกรด-ด่าง จากผลการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.8 พบว่าการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันที่ชั่วโมงที่ 0 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนชั่วโมงที่ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 6.52 ซึ่งจากการรายงานของ เมธา วรรณพัฒน์ (2533) ได้รายงานไว้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 6.5-7.0 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน จากการทดลองพบว่าการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ผลที่ได้ของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในรูเมน จากการศึกษาของ Devenport et al. (1989) พบว่าเมื่อระดับโปรตีนในอาหารสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลง เนื่องจากเกิดกระบวนการหมักสูงสุดประมาณชั่วโมงที่ 3 และ 4 หลังจากการให้อาหาร ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองซึ่งพบว่าอาหารทดลองสูตรที่ 1 และ 2 ที่เป็นสูตรควบคุมที่ไม่ได้ใช้ใบสะเดาแต่ในสูตรอาหารนั้นมีการใช้กากถั่วเหลืองในปริมาณที่สูงกว่าสูตรอาหารที่ 3 และ 4 ที่มีการใช้ใบสะดาซึ่งพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเช่นเดียวกันนอกจากนั้นยังพบว่าสารประกอบโปรตีน-แทนนินจะส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนลดลง เนื่องจากแทนนินมีฤทธิ์เป็นกรดและจากการรายงานของ Filley et al. (2005) รายงานว่าแทนนินจะทำงานและจับกับเอนไซม์ได้อย่างเต็มที่แต่ต่างจากผลการทดลองในครั้งนี้ในสูตรอาหารที่ 3 และ 4 ที่มีการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่ได้ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอีกทั้งก็ไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบต่ออัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้จากการทดลองในสูตรอาหารที่ 3 และ 4 ที่ใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินนั้นมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และยังพบว่าทำให้แพะมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 ที่ไม่ได้มีการใช้ใบสะเดาในสูตรอาหาร และผลอีกทางหนึ่งคือการใช้โพลิเอทิลีนไกลคอลในสูตรอาหารร่วมด้วยซึ่งสอดคล้องกับการายงานของ Jones et al. (1977) พบว่าพืชอาหารสัตว์ที่มีแทนนินที่มีการผสมสารโพลิเอทิลีนไกลคอลร่วมด้วยพบว่าโพลิเอทิลีนไกลคอลเป็นสารที่จะช่วยในการลดประสิทธิภาพของแทนนิน ซึ่งทำให้จากการทดลองในครั้งนี้ที่ใช้คอนเดนซ์แทนนินสูงกว่าระดับที่เหมาะสมที่ได้มีงานวิจัยที่ได้รายงานไว้ก็พบว่าไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบ

ต่อตัวสัตว์เนื่องจากในการศึกษาในครั้งนี้ใช้โพลิเอทิลีนไกลคอลร่วมด้วย ซึ่งผลที่ได้ก็เป็นผลมาจากโพลิเอทิลีนร่วมด้วยที่ไปช่วยลดประสิทธิภาพความเป็นพิษของคอนเดนซ์แทนนิน

ผลต่อค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนซึ่งเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนซึ่งจากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่ชั่วโมงที่ 2 ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 11.33 mg/dL ซึ่งจากการศึกษาของ Wallace et al. (1979) พบว่าความต้องการแอมโมเนียไนโตรเจนเพื่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียพบว่าระดับที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 9.7-21.4 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่วน Wanapat et al. (1999) ได้รายงานไว้ว่าระดับที่เหมาะสมอยู่ที่ 17.6 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับนี้จะส่งผลให้การย่อยได้ของวัตถุแห้ง, โปรตีนและประชากรแบคทีเรียในรูเมนเพิ่มขึ้น และระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นด้วยซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระดับไนโตรเจนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Wallace et al. (1979) และ จากการรายงานของ Church et al. (1979) ได้รายงานไว้ว่าการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนในสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยทั่วไปยูเรียจะถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วในกระเพาะรูเมนโดยการทำงานของจุลินทรีย์ได้ผลผลิตสุดท้ายคือแอมโมเนีย โดยประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์จะถูกใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์ ส่วนแอมโมเนียที่เหลือจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือดและผ่านไปยังตับเพื่อเข้าสู่วัฏจักรยูเรีย แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าไนโตรเจนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นด้วย

4.9.7 การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อกรดไขมันระเหยได้ในแพะที่กำลังเจริญเติบโต พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกรดอะซิติกต่ำที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 มีค่าเท่ากับ 53.48 %Molar และมีผลต่อกรดโพรพิโอนิกสูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 32.13 และ 28.51 %Molar และส่งผลให้กรดบิวทีริกที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 14.39 และ 20.35%Molar ซึ่งกรดไขมันที่ระเหยได้เป็นแหล่งพลังงานหลักที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะรูเมนจะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดอยู่ในช่วงปกติของแพะซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Adum et al. (2016) และจากกร

รายงานของ Paengkoum et al. (2006) พบว่าอิทธิพบของระดับพลังงานในอาหารมีผลต่อค่าความเข้มข้นของกรดขันระเหยได้ทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดมีค่าสูงขึ้นตามระดับพลังงานที่เพิ่มขณะที่กลุ่มแพะที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำมีความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ลดลงตามพลังงานที่ได้รับที่มีพลังงานต่ำ โดยความเข้มข้นของกรดอะซิติกนั้นลดลงในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานสูง เพราะกรดโพรพิโอนิกที่มีมากขึ้นจากการใช้ประโยชน์ได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้สูงขึ้นจึงไปลดสัดส่วนของกรดอะซิติกลง แต่อย่างไรก็ตามการทำการทดลองในครั้งนี้ได้มีการปรับพลังงานและโปรตีนในสูตรอาหารให้เท่ากันจึงไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบต่อความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ และค่าของสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกนั้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถบ่งบอกได้ว่าสัตว์เกิดโรค จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกนั้นทั้งก่อนและหลังการให้อาหารของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบที่จะทำให้แพะเกิดโรค ซึ่งจากปริมาณของกรดอะซิติก,กรดโพรพิโอนิก และสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกที่สามารถบ่งบอกถึงการเกิดโรค Rumen acidosis ได้ ซึ่งจากการรายงานของ Hutijens et al. (1996) พบว่าโคที่มีร่างกายปกตินั้นจะมีสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกในอัตราส่วนที่มากกว่า 2.2:1 ซึ่งถ้ามีการผลิตสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกถ้าต่ำกว่านี้จะส่งผลทำให้โคเกิดโรคนี้ได้ จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นทดลองที่มีใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารและได้รับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ร่วมในสูตรอาหารด้วยไม่ได้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค rumen acidosis ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตกรดไขมันระเหยได้พบว่า กรดอะซิตกจะผลิตได้สูงเมื่อสัตว์กินอาหารหยาบ, พืชหมัก, พืชแก่ที่มีสัดส่วนของอาหารหยาบสูง แต่ถ้ามีการบดหยาบจะทำให้สัดส่วนของกรดอะซิติกลดลง การได้รับโปรตีนในระดับสูงจะส่งผลให้การผลิตกรดบิวทีริคจะเพิ่มขึ้น การอัดเม็ดธัญพืชด้วยความร้อนมีผลทำให้กรดโพรพิโอนิกผลิตสูงขึ้น

4.9.8 การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อประชากรจุลินทรีย์ในรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต

การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันต่อประชากรจุลินทรีย์ในรูเมนในแพะที่กำลังเจริญเติบโต พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าประชากรแบคทีเรียที่ชั่วโมงที่ 0 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนประชากรแบคทีเรียที่ชั่วโมงที่ 4 และ ประชากรจุลินทรีย์ในกลุ่ม Methanogen โปรโตรซัว *Butyrivibrio fibrisolvens* และ *Streptococcus gylloticus* ทั้งก่อนและหลัง

การให้อาหารที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ประชากรของ Methanogen ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 7.34 และ 7.16 (lg10 copies/ml) และมีผลทำให้ *Butyrivibrio fibrisolvens* ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 9.27 และ 9.25 (lg10 copies/ml) และ *Streptococcus gylloticus* ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 11.64 และ 11.61 (lg10 copies/ml) ซึ่งอาจเป็นเพราะในใบสะเดามีสารคอนเดนซ์แทนนินเป็นองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านแบคทีเรีย,ซึ่งจะไปช่วยลดกระบวนการหมักในกระเพาะรู-เมน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารถึงแม้ในการทดลองในครั้งนี้จะใช้คอนเดนซ์แทนนินในปริมาณที่สูงซึ่งพบว่าจะไปช่วยเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ *Streptococcus gylloticus* ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 นั้นพบว่า *Streptococcus gylloticus* จะช่วยเรื่องสุขภาพของสัตว์ได้อีกทั้งยังไปช่วยในการปรับปรุงการเจริญเติบโตของแพะได้ และยังช่วยลดการเกิดโรคเต้านมอักเสบได้ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kumar et al. (2013) ได้รายงานไว้ว่าผลของการเสริมแทนนินสามารถลดจำนวนของ *Streptococcus gylloticus* ได้ อีกทั้งยังไปช่วยในเรื่องการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์ของโภชนะและยังช่วยในการต้านโรคเต้านมอักเสบได้ และจากการศึกษาของ Miller et al. (1995) รายงานไว้ว่าการเสริมแทนนินจะไปต้าน *Streptococcus gylloticus* ซึ่งจะมีบทบาทในการปรับปรุงการย่อยได้ของไนโตรเจนในแกะ และจากการรายงานของ Garvie and Bramley, (1979) รายงานไว้ว่าสามารถลดการเกิดโรคเต้านมอักเสบในโคได้

จากการทดลองพบว่าการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถการผลิตแก๊สมีเทนได้เนื่องจากในใบสะเดามีแทนนินเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านโปรโตซัวได้ดี ทำลายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์โปรโตซัว โดยการแทรกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่ห่อหุ้มส่วนที่อยู่ภายในทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วยชั้นไขมันและโปรตีนและจากการรายงานของ Wanapat et al. (2001) รายงานไว้ว่าถ้ามีแทนนินในอาหารสัตว์ต่ำกว่า 2-4 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความสามารถในการปรับปรุงนิวเศวิทยาภายในกระเพาะรูเมน โดยเพิ่มประชากรแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนได้และสามารถเพิ่มการผลิตจุลินทรีย์โปรตีนได้สูงซึ่งจากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า การใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 ไปเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตโปรตีนคือ *Butyrivibrio fibrisolvens* แต่อย่างไรก็ตามขึ้นกับระดับของแทนนินที่ใช้และสภาพแวดล้อมของนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ความถี่และชนิดของอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Barry et al. (1984) ได้รายงานไว้ว่าในอาหารสัตว์ที่มีแทนนินที่สูง

ซึ่งแทนนินจะไปจับกับโปรตีนทำให้มีโครงสร้างที่ซับซ้อนซึ่งอาจจะไปมีผลต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใยและจะไปลดการย่อยได้ของโปรตีนในกระเพาะรูเมนซึ่งจะไปปรับปรุงจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์โปรตีนและเพิ่มการไหลผ่านของโปรตีนไปยังลำไส้เพิ่มขึ้นทำให้สัตว์สามารถดูดซึมกรดอะมิโนไปใช้ได้มากขึ้น ซึ่งจะไปช่วยในการปรับปรุงการเจริญเติบโตได้

4.10 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกัน ต่อประชากรจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโตที่ใช้ใบสะเดาเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารที่ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารและใช้โพลิเอทิลีนที่ 0 และ 15เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารตามลำดับและใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งของอาหารหยาบ พบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวันและการกินได้ต่อน้ำหนักตัวและมีผลต่อน้ำหนักเมทาบอลิคต่อวัน ($g/kgBW^{0.75}/d$) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 495.87 กรัมต่อวัน 4.07 %BW และ 75.41 $g/kgBW^{0.75}$ ตามลำดับ และมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารข้นทดลองสูตรอื่นที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในสูตรอาหารที่ส่งผลให้มีการย่อยได้ของโปรตีนสูง และการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในระดับที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะและปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกาย การใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายเพิ่มขึ้น ทำให้แพะมีการกินได้ของอาหารแห้งสูงและแพะน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเสริมโพลิเอทิลีนไกลคอลร่วมด้วย พบว่าโพลิเอทิลีนไกลคอลนั้นเป็นสารที่จะไปลดประสิทธิภาพของแทนนินลง และจากการการศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลพบว่ามีผลต่อค่าความเข้มข้นของยูเรียในไนโตรเจนและค่าแอมโมเนียไนโตรเจน แต่พบว่าไม่ได้มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างที่ชั่วโมงที่ 0 และ 2 ผลต่อกรดไขมันระเหยได้พบว่ามีผลต่อการลดกรดอะซิติกที่ชั่วโมงที่ 2 มีค่าต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 53.48%Molar และผลต่อกรดโพรพิโอนิกมีค่าสูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 32.13 และ 28.51%Molar และยังพบว่ามีผลต่อ methanogen ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.34 และ 7.16 (lg10 copies/ml), *Butyrivibrio fibrisolvens* สูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 9.27 และ 9.25 (lg10 copies/ml), *Streptococcus*

gyllolyticus สูงที่สุดที่ชั่วโมงที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 11.64 และ 11.61 และการใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดจำนวน methanogen ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา และการวิเคราะห์ปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา และการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล ต่อ *In vitro* fermentation โดยทำการเก็บตัวอย่างของใบสะเดาในบริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อมาศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ปริมาณคอนเดนซ์แทนนิน และทำการศึกษาในหลอดทดลองโดยใช้เทคนิค *In vitro* ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่า

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดา พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของใบสะเดาคุณค่าทางโภชนะของใบสะเดามีค่าใกล้เคียงกับสถาบันวิจัยต่างๆ และผู้วิจัยท่านอื่นซึ่งในใบสะเดานั้นมีสารคอนเดนซ์แทนนินเป็นองค์ประกอบด้วย ซึ่งคุณสมบัติของคอนเดนซ์แทนนินสามารถป้องกันการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมน และเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้ได้ และยังพบว่าการใช้ใบสะเดาสามารถนำมาใช้เสริมเป็นแหล่งอาหารให้กับสัตว์ได้อีกทั้งสะเดาเป็นพืชที่หาง่ายในท้องถิ่น และยังสามารถใช้ได้ตลอดทั้งปี เป็นการช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้

2. ผลการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อ *In vitro* fermentation พบว่าอาหารข้นทดลองที่เสริมด้วยใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินที่ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า ค่า gas production ค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริกและผลรวมของกรดไขมันระเหยได้ (total VFA) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินที่ 6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้นทดลองพบว่ามีผลต่อค่าการผลิตแก๊สมีเทนซึ่งพบว่าชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 ของการบ่มนั้นส่งผลให้ค่าการผลิตแก๊สมีเทนต่ำสุด กรดโพรพิโอนิกสูงที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และทำให้สามารถช่วยลดการผลิตแก๊สมีเทน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มกรดโพรพิโอนิกที่ชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 ชั่วโมงของการบ่มในหลอดทดลอง ซึ่งการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอล พบว่าแทนนินจะไปช่วยลดมีเทน เนื่องด้วยเมื่อสัตว์ได้รับแทนนินเข้าไปจะไปมีผลต่อกระบวนการหมักใน

กระเพาะรูเมน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในอาหาร ลดการย่อยได้ของโปรตีนในรูเมนและไปเพิ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตโปรตีนผ่านไปที่ลำไส้เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้สัตว์สามารถดูดซึมกรดอะมิโนไปใช้ได้มากขึ้น ทำให้ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้

การศึกษาการเสริมใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในระดับที่แตกต่างกันร่วมกับโพลิเอทิลีน ไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ในการศึกษาในครั้งนี้ใช้แพะเนื้อในการทดลองเป็นแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบียนเพศผู้จำนวน 24 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20±2.0 กิโลกรัม โดยทำการศึกษาการกินได้ของอาหาร การย่อยได้ของโภชนะ อัตราการเจริญเติบโต สมดุลไนโตรเจน ค่าชีวเคมีในเลือดและระบบนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนได้แก่ค่าความเข้มข้นของยูเรียในกระแสเลือด ความเป็นกรด-ด่าง และแอมโมเนียไนโตรเจน กรดไขมันระเหยได้ ประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน จากการศึกษาผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า

การใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีผลต่อการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และผลต่อน้ำหนักเมทาบอลิคต่อวันสูงที่สุด มีการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารข้นทดลองสูตรอื่นที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินในสูตรอาหารที่ส่งผลให้มีการย่อยได้ของโปรตีนสูง และการใช้ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะและปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายสูงที่สุด เนื่องจากการเสริมโพลิเอทิลีนไกลคอลร่วมด้วยพบว่าโพลิเอทิลีนไกลคอลนั้นเป็นสารที่จะไปลดประสิทธิภาพของแทนนินลงได้ การศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลต่ออัตราการเจริญเติบโตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในสูตรอาหารข้นทดลองที่ใช้ ใบสะเดาที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารทำให้มีการกินได้ของวัตถุแห้งสูงที่สุด แพะมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และจากการการศึกษาผลของการใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพรลิเอทิลีนไกลคอลพบว่ามีผลต่อค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนและค่าแอมโมเนียไนโตรเจน มีผลต่อประชากรแบคทีเรีย Methanogen โปรโตซัว *Butyrivibrio fibrisolvens* และ *Streptococcus gyllolyticus* และการใช้ใบสะเดาในสูตรอาหารร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลที่ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดจำนวน methanogen ได้

ดังนั้น การใช้ใบสะเดาที่เป็นแหล่งของสารคอนเดนซ์แทนนินร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลต่อประชากรของจุลินทรีย์ และสมรรถนะการผลิตในแพะที่กำลังเจริญเติบโต ในสูตรอาหารข้นที่มีศักยภาพเพียงพอ และเหมาะสมที่จะนำมาประกอบสูตรอาหารเลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบียนคือที่ 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใช้โพลิเอทิลีนที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารที่นำมาทดลอง

ซึ่งเป็นระดับการใช้ใบสะเดาที่สามารถเป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนเสริมเพื่อลดการใช้แหล่งโปรตีนอื่นที่มีราคาแพงกว่าโดยไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อแพะเนื้อ ทำให้แพะยังคงสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้ และได้รับโภชนะเพียงพอต่ออัตราการเจริญเติบโตและไม่ได้ส่งผลกระทบในทางลบต่อค่าชีวเคมีในเลือดและระบบนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน และพบว่าการใช้ใบสะเดาร่วมกับโพลิเอทิลีนในอาหารยังสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค rumen acidosis ได้ด้วยอีกทั้งยังสามารถลดประชากรโปรโตซัว และการใช้พืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่นเป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร ดังนั้นการใช้ใบสะเดาร่วมกับโพลิเอทิลีนไกลคอลในสูตรอาหาร จึงสามารถใช้เป็นส่วนประกอบพืชโปรตีนที่เป็นประโยชน์ในอาหารข้นทดลองที่มีหญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบได้ และเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อในอนาคต และสามารถนำมาใช้ในฤดูแล้งที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์

5.2 ข้อเสนอแนะ

การใช้ใบสะเดาเป็นแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ซึ่งพบว่าแหล่งของคอนเดนซ์แทนนิน ถ้าเสริมในปริมาณมากจะมีผลในการลดการย่อยได้ของโปรตีน และมีผลต่อการกินได้และอัตราการเจริญเติบโต ซึ่งในการประกอบสูตรอาหารควรมีการเสริมแหล่งของโปรตีนหลัก ได้แก่ กากถั่วเหลือง แต่ก็ควรหาแหล่งของโปรตีนอื่นมาเสริมร่วมด้วย เนื่องจากในบางฤดูกาลราคากากถั่วเหลืองอาจจะสูงซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหาร และในใบสะเดาถ้าใช้ในปริมาณที่สูงอาจจะส่งผลกระทบต่อการกินได้เนื่องจากมีรสขม ฝาด ดังนั้นถ้าเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจจะนำไปใช้ควรเสริมแหล่งของพลังงานเข้าไปด้วย เช่น กากน้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งของพลังงานอีกทางหนึ่งเพื่อไปช่วยให้อาหารมีกลิ่นหอมมีความน่ากินมากขึ้น และลดความฝาดของอาหารได้ ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้ใช้โพลิเอทิลีนร่วมด้วยซึ่งอาจจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อที่จะช่วยในการลดประสิทธิภาพและความเป็นพิษของใบสะเดาได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เลี้ยงแพะ และผู้บริโภคควรมีการศึกษาถึงการให้ผลผลิตของแพะต่อคุณภาพซาก

รายการอ้างอิง

กองอาหารสัตว์. 2549. หญ้าแพงโกล่า. **เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพ. 28 หน้า.

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2536. คำแนะนำการใช้สารสกัดสะเดาป้องกันกำจัดแมลง. อ้างถึงในการใช้สารสกัดจากพืชทดแทนการใช้เคมีภัณฑ์ทางการเกษตร. **เอกสารทางวิชาการโครงการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ**. หน้า 1-8. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ.

ปราโมทย์ แพงคำ. 2545. ความคุ้มค่าจากสารประกอบคอนเดนซ์แทนนินในพืชโปรตีนอาหารสัตว์สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 10(1): 20-25.

สถาบันวิจัยโภชนา. 2545. คู่มือสมุนไพร ประจำตู้ยา. กรุงเทพฯ: **ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล**.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2536. ชนิดของสะเดาในประเทศไทย. **ว. แก่นเกษตร**. 21(2): 61-63.

สุปรีณา ศรีใสคำ. 2552. ผลของการใช้ใบและก้านสะเดาในอาหารแพะเนื้อต่อกระบวนการหมักในกระเพาะหมักและสมรรถนะการผลิต **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.**

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. **ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรมหาวิทยาลัยขอนแก่น.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

สถาบันวิจัยโภชนาการ. 2545. คู่มือสมุนไพรประจาตู้ยา. กรุงเทพฯ: **ภาควิชาพฤกษศาสตร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.**

ศูนย์ส่งเสริมการเพาะชากล้าไม้และปลูกป่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ 4 (นครราชสีมา). (2546a). **ส่วนส่งเสริมการเพาะชากล้าไม้ สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้นครราชสีมา.**

Aerts, R. J., T. N. Barry, and W. C. McNabb. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture, Ecosystems & Environment.** 75(1-2): 1-12.

Akin, D. E., and L. L. Rigsby. 1985. Influence of Phenolic Acids on Rumen Fungi 1. **Agronomy Journal.** 77(1): 180-182.

ALDOBAIB, S. N. 2009. Effect of different levels of quebracho tannin on nitrogen utilization and growth performance of Najdi sheep fed alfalfa (Medicago sativa) hay as a sole diet. **Animal Science Journal.** 80(5): 532-541.

Archimede, H., M. Boval, G. Alexandre, and A. Xande. 2000. Effect of regrowth age on intake and digestion of digitaria decumbens consumed by black-belly sheep. **Animal feed science and technology.** 87 (3): 153-162.

Athanasiadou, S., I. Kyriazakis, I. Giannenas, and T. Papachristou. 2009. Nutritional consequences on the outcome of parasitic challenges on small ruminants, Nutritional and Foraging Ecology of Sheep and Goats. **CIHEAM-FAO-NAGREF, Zaragoza, Spain. p.** 29-40.

Barry, T., and S. Duncan. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep: 1. Voluntary intake. **British journal of nutrition.** 51(3): 485-491.

Barry, T., and T. Manley. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep: 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. **British Journal of Nutrition.** 51(3): 493-504.

Barry, T., T. Manley, and S. Duncan. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep:*4. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. **British journal of nutrition.** 55(1): 123-137.

Beauchemin, K., S. McGinn, T. Martinez, and T. McAllister. 2007. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science.** 85(8): 1990-1996.

Bengaly, K., S. Mhlongo, and I. Nsahlai. 2007. The effect of wattle tannin on intake, digestibility, nitrogen retention and growth performance of goats in South Africa. **Livestock Research for Rural Development.** 19(4): 2007.

Charles, J., and H. Godfray. 2010. Changes of food expenditure and food consumption of people living in bavi district. **Food Security.** 812-818.

Chobtang, J., W. Angthong, N. Khotprom, S. Phojun, and R. Namsilee. 2012. Effect of quality of Digitaria eriantha hay on intake, digestibility and methane emission by beef cattle. **Khon Kaen Agric.** J 40: 166-169.

Chung, K.-T., Z. Lu, and M. Chou. 1998. Mechanism of inhibition of tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. **Food and Chemical Toxicology.** 36(12): 1053-1060.

Ferreiro, H.M., T.R. Preston, and T.M. Sutherland. 1976. Investigation of dietary limitations on sugar cane based diets. **Animal production.** 2: 1.

Frutos, P., G. Hervas, F. J. Giráldez, and A. Mantecón. 2004. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research.** 2(2): 191-202.

Gennaro, M.C., C. Abrigo, E. Marengo, and C. Baldin. 1995. Determination of creatinnine in human serum statistical intercalibration of methods. **Article in the analyst.** 120 (1) : 47-51.

Heuze, Celine., Karen, Heywood, and Jeff. 2011. Southern ocean bottom water characteristics in **CMP5 models.** 1409-1414.

Hollander, E., M. Liebowitz, C. Decaria, and J. fairbank. 1990. Treatment of depersonalization with serotonin. **Molecular biology of the cell elsevier science.** 10 (3): 200-3.

Hoste, H., F. Jackson, S. Athanasiadou, S. M. Thamsborg, and S. O. Hoskin. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in parasitology.** 22(6): 253-261.

Infascelli, F., M. Cutrignelli, F. Bovera, R. Tudisco, F. Zicarelli, and S. Calabrò. 2007. Effects of polyethylene glycol supplementation on the performances of Cilentana goats grazing woodland and scrubland. **Options Méditerranéennes. Série A: Séminaires Méditerranéens.**

Jones, G., T. McAllister, A. Muir, and K.-J. Cheng. 1994. Effects of sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. **Applied and environmental microbiology.** 60(4): 1374-1378.

Kaewkunya. and D. Michael. 2013. Village-based tropical pasture seed production in thailand and laos. **Tropical grasslands forrrajes tropicales.** 2: 165-174.

Kahiya, C., S. Mukaratirwa, and S. M. Thamsborg. 2003. Effects of Acacia nilotica and Acacia karoo diets on Haemonchus contortus infection in goats. **Veterinary Parasitology.** 115(3): 265-274.

Kanitta, Jiraungkoorskul., Anisa, Ghogar, and Wannee Jiraungkoorskul. 2013. Paper flower bougainvillea spectabilis : update properties of traditional medicinal plant. **Journal of natural remedies.** 10.18311.

Khemsawat. and Phonbumrung. 2002. Pangola is being promoted as a high quality fresh grass cash crop for cultivation on former rice lands. **Journal science.** 2: 604.

Kumar, R. 1983. Chemical and biochemical nature of fodder tree leaf tannins. **Journal of Agricultural and food chemistry.** 31(6): 1364-1366.

Kumar, R., and S. Vaithiyanathan. 1990. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. **Animal feed science and technology.** 30(1-2): 21-38.

Lee, K.J., M. Freema, and H. Steller. 1991. Expression of the disconnected gene during development of drosophila melanogaster. **EMBO J.** 10: 817-826.

Lee, H., K. So, and C. Tang. 2000. The value of information sharing in a two-level supply chain. **Management science.** 46 (5): 626-643.

Lewis, J., J. Michael, J. Benjamin, N. Cristina Prescianotto, H. Riezman, R.B. Pelham, and W. Randy. 2000. Specific retrieval of the exocytic SNARE Snc1p from early yeast endosomes. **Molecufar Biology of the cell** 11.1.23.

Li, Y. G., G. Tanner, and P. Larkin. 1996. The DMACA–HCl protocol and the threshold proanthocyanidin content for bloat safety in forage legumes. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 70(1): 89-101.

Makkar, S., P. Harinder, Machael. Blummel, and Klans Becker. 1995. *In vitro* effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. **Journal science.** 481-493.

Makkar, H. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small ruminant research.** 49(3): 241-256.

Max, R., J. DAWSON, D. Wakelin, P. BUTTERY, A. KIMAMBO, A. KASSUKU, and L. MTENGA. 2002. Effect of condensed tannin extract on gastrointestinal nematodes of small ruminants. In: Proceedings of the 2nd DFID LPP Link Project (R7798) workshop for small stock keepers. **Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania,** 8-10 January 2002. 43-56.

Max, R., A. Kimambo, A. Kassuku, L. Mtenga, and P. Buttery. 2005. The effect of wattle tannin drench or an acacia meal supplement on faecal egg counts and total worm burdens of tropical sheep with an experimental nematode infection1. **Small stock in development**: 63.

Mehansho, H., A. Hagerman, S. Clements, L. Butler, J. Rogler, and D. M. Carlson. 1983. Modulation of proline-rich protein biosynthesis in rat parotid glands by sorghums with high tannin levels. **Proceedings of the National Academy of Sciences.** 80(13): 3948-3952.

Miller, S., J. D. Brooker, A. Phillips, and L. L. Blackall. 1996. Streptococcus caprinus is ineffective as a rumen inoculum to improve digestion of mulga (Acacia aneura) by sheep. **Australian Journal of Agricultural Research.** 47(8): 1323-1331.

Min, B., W. Pomroy, S. Hart, and T. Sahlu. 2004. The effect of short-term consumption of a forage containing condensed tannins on gastro-intestinal nematode parasite infections in grazing wether goats. **Small Ruminant Research.** 51(3): 279-283.

Montossi, F., F. Liu, J. Hodgson, S. Morris, T. Barry, and D. Risso. 1997. Influence of low-level condensed tannins concentrations in temperate forages on sheep performance. In: **Proceedings of the XVIIIth International Grassland Congress.** 8.1-8.2.

Mueller-Harvey, I. 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 86(13): 2010-2037.

Norton, B., and J. Ahn. 1997. A comparison of fresh and dried Calliandra calothyrsus supplements for sheep given a basal diet of barley straw. **The Journal of Agricultural Science.** 129(4): 485-494.

Ørskov, E., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science.** 92(2): 499-503.

Paolini, V., A. Frayssines, F. De La Farge, P. Dorchies, and H. Hoste. 2003. Effects of condensed tannins on established populations and on incoming larvae of Trichostrongylus colubriformis and Teladorsagia circumcincta in goats. **Veterinary Research.** 34(3): 331-339.

Patra, A. K., and J. Saxena. 2011. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 91(1): 24-37.

Ramírez-Restrepo, C., T. Barry, W. Pomroy, N. López-Villalobos, W. McNabb, and P. Kemp. 2005. Use of Lotus corniculatus containing condensed tannins to increase summer lamb growth under commercial dryland farming conditions with minimal anthelmintic drench input. **Animal Feed Science and Technology.** 122(3-4): 197-217.

Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of animal science.** 73(5): 1516-1528.

Romero-Hernández, B., A. P. Tedim, J. F. Sánchez-Herrero, P. Librado, J. Rozas, G. Muñoz, F. Baquero, R. Cantón, and R. del Campo. 2015. Streptococcus gallolyticus subsp. gallolyticus from Human and Animal Origins: Genetic Diversity, Antimicrobial Susceptibility, and Characterization of a Vancomycin Resistant Calf Isolate Carrying a vanA-Tn1546-like element. **Antimicrobial agents and chemotherapy:AAC.** 04083-04014.

Scalbert, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. Phytochemistry 30(12): 3875-3883.

Sivakumaran, S., A. L. Molan, L. P. Meagher, B. Kolb, L. Y. Foo, G. A. Lane, G. A. Attwood, K. Fraser, and M. Tavendale. 2004. Variation in antimicrobial action of proanthocyanidins from Dorycnium rectum against rumen bacteria. **Phytochemistry.** 65(17): 2485-2497.

Smith, A. H., E. Zoetendal, and R. I. Mackie. 2005. Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effects of dietary tannins. **Microbial ecology.** 50(2): 197-205.

Suksathik, S., W. Chalong, and O. Yanim. 2011. Effects of levels of ensiled pineapple waste and pangola hay feed as roughage sourcees on feed intake nutrient digestibility and ruminal fermentation of southern thai native cattle. **Songklanakarin journal of science and technology** 33 (3). 281-289.

Suzuki, K., I. Sohei, S. Akiko, and S. Hiroshi. 2008. Crystal structure of pyruvate kinase from geobacillus stearothermophilus. **Journal of biochemistry.** 305-312.

Theart, J. J. F. Forage quality of some Kalahari browse species and its ability to reduce enteric methane emission, **University of Pretoria.**

Tikam, K., C. Phatsara, C. Mikled, T. Vearasilp, W. Phunphiphat, J. Chobtang, A. Cherdthong, and K.-H. Südekum. 2013. Pangola grass as forage for ruminant animals: a **review. SpringerPlus.** 2(1): 604.

Vandramini, J., M.B. Arthington, J.D. Adesogan, A.T. 2012. Effects of incorporating cowpea in a subtropical grass pasture on forange production and quality and the performance of cows and calves. **Grass forage sci.,** 67 (1): 129-135.

Waghorn, G., and I. Shelton. 1997. Effect of condensed tannins in Lotus corniculatus on the nutritive value of pasture for sheep. **The Journal of Agricultural Science.** 128(3): 365-372.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Waghorn, G., I. Shelton, and W. McNabb. 1994a. Effects of condensed tannins in Lotus pedunculatus on its nutritive value for sheep. 1. Non-nitrogenous aspects. **The Journal of Agricultural Science.** 123(1): 99-107.

Waghorn, G., I. Shelton, W. McNabb, and S. McCutcheon. 1994b. Effects of condensed tannins in Lotus pedunculatus on its nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. **The journal of agricultural science.** 123(1): 109-119.

Waghorn, G., M. Ulyatt, A. John, and M. Fisher. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on Lotus corniculatus L. British **journal of nutrition.** 57(1): 115-126.

Wang, Y., T. W. Alexander, and T. A. McAllister. 2009. In vitro effects of phlorotannins from Ascophyllum nodosum (brown seaweed) on rumen bacterial populations and fermentation. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 89(13): 2252-2260.

Waghorn, G., and R.S. Hegarty. 2011. Production of methane emissions from ruminant husbandry. **Journal of environmental protection.** 166-167.

Wang, Y., G. Douglas, G. Waghorn, T. Barry, and A. Foote. 1996a. Effect of condensed tannins in Lotus corniculatus upon lactation performance in ewes. **The Journal of Agricultural Science.** 126(3): 353-362.

Wang, Y., G. Douglas, G. Waghorn, T. Barry, A. Foote, and R. Purchas. 1996b. Effect of condensed tannins upon the performance of lambs grazing Lotus corniculatus and lucerne (Medicago sativa). **The Journal of Agricultural Science.** 126(1): 87-98.

Wanapat, M. 2001. The role of casava hay as animal feed. Animal science 283.

Wanapat, M., Pilajun, R, and Kongmun, P. 2009. Ruminal ecology of swamp buffalo as influenced by diretary sources. **Animal feed science and technology.** 205-214.

Wiseman, J., and D. Cole. 1988. European legumes in diets for non-ruminants.

Woodward, S., M. Auldist, P. Laboyrie, and E. Jansen. 1999. Effect &Lotus corniculatus and condensed tannins on milk yield and milk composition of dairy cows. In: **PROCEEDINGS-NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION.** 152-155.

Zuraini, Ahmad., T. Vadiveloo, M. Taufik Hidayat, and Arifah Abdul. 2006. Effects of neem (Azadirachta indica) leaf extracts on lipid and c-reactive protein concentrations in cholesterol-fed rats. **Journal science.** 6(2): 109-114.

ภาคผนวก

วิธีการทดลองทางห้องปฏิบัติการ

1. การศึกษาในหลอดทดลองด้วยวิธี *In vitro* gas production

1.1 เตรียมสารเคมีสำหรับทำ In vitro gas production technique

1) Macromineral solution

Na_2HPO_4	5.7g
KH_2PO_4	6.2g
$MgSO_4$	0.6g

-ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร

-เพิ่มปริมาตรของ Macro-mineral ตามความต้องการที่จะใช้

*สารละลาย Buffer และ Macro-mineral สามารถเก็บในตู้เย็นได้นาน 3 เดือน และถ้าเก็บที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้นาน 1 เดือน

2) Buffer solution

$NaHCO_3$	35g
$(NH_4) HCO_3$	4g

- ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1ลิตร

- เพิ่มปริมาตรของสารได้ตามความต้องการที่จะใช้

3) Micromineral solution

$CaCl_2.2H_2O$	13.2g
$MnCl_2.4H_2O$	10.0g
$CoCl_2.6H_2O$	1.0g
$FeCl_2.6H_2O$	0.8g

- ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1ลิตร

- *สารละลาย Micro-mineral สามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นานถึง 1 ปี

4) Resazurin aqueous (100mg/100ml)

- ชั่ง resazurin 0.1g นำไปผสมกับน้ำปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml

- เก็บไว้ในที่มืด และเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส

5) Preparation of artificial saliva

Artificil saliva

น้ำกลั่น	475.0 ml
Macromineral solution	240.0 ml
Buffer solution	240.0 ml

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Micromineral solution	0.12 ml
Resazurin aqueous	1.22 ml
Reducing solution	
น้ำกลั่น	47.5 ml
1M NaOH	2.0 ml
$Na_2S_9.H_2O$	336 mg

1.2 การศึกษาโดยใช้เทคนิค In vitro gas production

โดยนำตัวอย่างอาหารข้นที่ได้จากการผสมทั้ง 16 สูตร นำอาหารแต่ละสูตรมาใส่ในไซริงค์ ไซริงค์ละ 500 g นำสารละลายที่เตรียมไว้มาผสมใน fask อันใหญ่ แล้วนำไปบ่มใน water bath แล้วต่อเชื่อมกับ CO2 เพื่อไล่เอาออกซิเจนออก จนกระทั่งสารละลายมีสีชมพู นำน้ำรูเมนมาผสมกับสารละลายแล้วบ่มต่อไปอีกประมาณ 15 นาที แล้วนำไซริงค์ที่ใส่ตัวอย่างแล้วมาเติมด้วยสารละลายที่เตรียมไว้ โดยเติมสารละลายไซริงค์ละ 30 ml นำไปบ่มที่ 39 องศาเซลเซียส เพื่อบันทึกปริมาตรของแก๊สในแต่ละชั่วโมงได้แก่ชั่วโมงที่ 3 6 9 12 24 48 72 และ 96 และนำตัวอย่างในชั่วโมงที่ 6 12 และ 24 มาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน มีเทน และกรดไขมันระเหยได้ (Ørskov and McDonald, 1979)

การคำนวณปริมาณแก๊สในช่วงระยะเวลาต่างๆ โดยใช้วิธีการของ (Ørskov and McDonald, 1979) ตามสมการ ดังนี้

$$Y = a+b\ (1-e-ct)$$

เมื่อ y = ปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นในแต่ละชั่วโมง

a = ส่วนที่ละลายได้ (ml)

b = ส่วนที่ละลายไม่ได้ (ml)

c = อัตราคงที่ของส่วนที่ไม่ละลาย

t = เวลาในการบ่ม (ชั่วโมง)

a+b = ศักยภาพของการเกิดแก๊ส (ml)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. การวิเคราะห์หาปริมาณของสารคอนเดนซ์แทนนินในใบสะเดา ดัดแปลงจาก (FAO/IAEA, 2000; Makkar et al., 1993)

2.1 สารเคมี

- Ascorbic acid 1g
- Acetone solution 700 ml

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร

- Ethanol 10 m.M Tris/chloride ปรับ pH ให้ได้ 8 ด้วย HCL (SDS solution)
- Butanol in HCL (95 : 5 by V/V) ละลาย HCL 5ml ใน butanol 95ml
- Ferric reagent (2% ferric ammonim sulfate in 2N HCL) (2% Ferric) เตรียม 2N HCL 1 ลิตร แล้วดูดสารละลายดังกล่าวมา 100ml เติม ferric 2g

- **วิธีการ**

1. เก็บตัวอย่างใบสะเดาแล้วนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมงหรือจนใบสะเดาแห้ง

2. นำใบสะเดาที่ผ่านการอบแห้งแล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดที่มีขนาดตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร ให้เป็นผงละเอียด

3. เมื่อได้ตัวอย่างที่บดเสร็จแล้วนำไปเก็บไว้ในขวดสีชา ส่วนที่ไม่ได้ใช้ให้เก็บในตู้แช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส

4. จากนั้นนำเอาตัวอย่างของพืชที่บดแล้วไปชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง แล้วสกัดด้วย 70 เปอร์เซ็นต์อะซิโตน โดยเทลงในหลอดจนท่วมตัวอย่าง แล้วนำไปแช่ไว้ในถังน้ำแข็งปิดฝาหลอดให้สนิท นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Uttrasonic water bath 10 นาที จำนวน 3 ครั้ง โดยพักครั้งละ 5 นาที

5. นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 3500 รอบ/นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ตัวอย่างตกตะกอน

6. นำตัวอย่างส่วนที่ใสที่ได้จากข้อ 5 ไปสกัดเพื่อล้างเอาคลอโรฟิลล์ เม็ดสี และองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ที่ไม่ใช่แทนนินออก

7. เตรียมหลอดทดลอง 10 หลอดเพื่อนำมาทำการ dilute ส่วนใสกับ 70 เปอร์เซ็นต์อะซิโตน

8. เติม 95 เปอร์เซ็นต์ Butanol 3 มิลลิลิตร และ 2 เปอร์เซ็นต์ Ferric 0.1 มิลลิลิตร ทุกหลอด หลังจากนั้นปิดปากหลอดแล้วนำไป mix ด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 1 นาที

9. นำหลอดทั้งหมดเข้าเครื่อง Water bath ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

10. นำไปอ่านด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wave length 550 nm เพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของคอนเดนว์แทนนิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 การหาประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

โดยการเก็บตัวอย่างน้ำรูเมนในกระเพาะรูเมน (collection of rumen fluid samples) ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างสุ่มดูดเอาของเหลวในกระเพาะหมักออกมาประมาณ 100-150 มิลลิลิตร/ตัว โดยจะเก็บชั่วโมงที่ 0 2 และ 4 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำตัวอย่างดังกล่าวเพื่อมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจนและกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก โดยจะทำการศึกษาทุกช่วงการทดลอง (30 วัน) ดังต่อไปนี้ การเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองชนิดมีฝาจุก ขนาด 25 มิลลิลิตร บรรจุด้วย formaldehyde 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 9 มิลลิลิตร

- **วิธีการ**

1. นำตัวอย่างที่ได้ไปสกัด DNA โดยใช้วิธีการสกัดตาม QIAmp PowerFecal DNA kit
2. นำตัวอย่างที่ได้จากการสกัด DNA แล้ว ไปทำ PCR และ Run-gel เพื่อดูแบนแล้วนำไปคำนวณหา PCR product
3. นำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 3 นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Real time PCR (Light Cycler® 480) เพื่อหาปริมาณของจุลินทรีย์แต่ละชนิดในแต่ละตัวอย่างเพื่อหาปริมาณของจุลินทรีย์ที่เราจะศึกษา

2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันระเหยได้ (VFA)

- **วิธีการ**

1. นำตัวอย่างที่ได้จากการเก็บตัวอย่างของชั่วโมงที่ 0 2 และ 4 นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 12000 รอบ/นาที ที่ 4องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
2. ดูดตัวอย่างส่วนที่ใสที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงแล้ว นำมากรองด้วยกระดาษกรองเมมเบรน ใส่ขวด Vi-all ปิดฝาให้สนิท นำไปเก็บที่ตู้ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ วิ่งในการศึกษาจะใช้เครื่อง high-performance liquid chromatography (HPLC) ในการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดไขมันระเหยได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ผ.1 primer สำหรับวิเคราะห์ real time PCR

items	forward/reward	Temperature (^{o}C)	product size (bp)	primer sequence (5'- 3')	References
Total bacteria	F	55	130	CGGCAACGAGCGCAACCC	Koike et al. (2001)
	R			CCATTGTAGCACGTGTGTAGCC	
Methanogen	F	58	140	TTCGGTGGATCDCARAGRGC	Denman et al., (2006)
	R			GBARGTCGWAWCCGTAGAATC	
Protozoa	F	55	223	CTTGCCCCTCYAATCGTWCT	Sylwesters etal. (2004)
	R			GCTTTCGWTGGTAGTGTATT	
Butyrivibrio fibrisolvens	F	58	64	ACACACCGCCCGTCACA	Klieve et al. (2003)
	R			TCCTTACGGTTGGGTCACAGA	
Streptococcus gallolyticus	F	58	419	GAAAAGTACTCAACCAAATA	Klieve et al. (2003)
	R			AGTAACGGTACTTAAATTGTTTA	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ผ.2 แสดง HPLC condition ที่ใช้ในการวิเคราะห์หา VFA

Items	Condition
Column	SBC18
Detecter	UV, 240 nm
Flow rate	0.7 ml/min
Solvent	A : KH2PO4 0.1 mM pH 2.4
	B : Acetonitrile
Absorbance	240 nm
Injection volume	20 µl

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนิตยา แท้ไธสง เกิดเมื่อวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2537 ที่จังหวัดบุรีรัมย์ ศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ จบการศึกษาปีการศึกษา 2555 เข้าศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2559 จากนั้นทำการศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในปีการศึกษา 2559

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี