ผลของการใช้กระถินป่นในอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ

นางสาวศิรินทร์ทิพย์ ไตรยขันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2552

EFFECTS OF UTILIZATION OF LEUCAENA MEAL IN CONCENTRATE DIETS ON FEED INTAKE, NUTRIENT DIGESTIBILITY AND RUMEN FERMENTATION OF MEAT GOATS

Sirinthip Traiyakun

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 2009

ผลของการใช้กระถินป่นในอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร.พงษ์ชาญ ณ ลำปาง)
ประธานกรรมการ

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

(ผศ. ดร.เฉลิมพล เยื้องกลาง)
กรรมการ

(ผศ. ดร.พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์)
กรรมการ

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(ผศ. ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ศิรินทร์ทิพย์ ไตรยขันธ์ : ผลของการใช้กระถินป่นในอาหารข้น ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ (EFFECTS OF UTILIZATION OF LEUCAENA MEAL IN CONCENTRATE DIETS ON FEED INTAKE, NUTRIENT DIGESTIBILITY AND RUMEN FERMENTATION OF MEAT GOATS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ แพงคำ, 86 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของการใช้กระถินป่นในอาหารข้น ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของกระถินป่นในแพะเนื้อ โดยใช้แพะเนื้อ อายุเฉลี่ยประมาณ 7-8 เดือน และน้ำหนักเฉลี่ย 20±5.0 กิโลกรัม ตามแผนการทดลองแบบ double 4x4 Latin square โดยมีทรีทเมนต์งานทดลอง 4 ทรีทเมนต์ ตามระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้น คือ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก (%BW และ g/kgBW$^{0.75}$) เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.01$) ตามระดับของกระถินป่นที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณการกินได้ทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างทรีทเมนต์ เช่นเดียวกันกับปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) เยื่อใย (NDF) และค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ก็ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ อย่างไรก็ตามปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง pH (หลังจากการให้อาหาร 6 ชั่วโมง) ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน ปริมาณการดูดซึมไนโตรเจน การกักเก็บไนโตรเจนในร่างกาย และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratically, $p<0.01$) เมื่อเพิ่มระดับของกระถินป่น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารข้น จะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ

การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ Casleurea (กากมันสำปะหลัง กระถินป่น และยูเรีย โดยการเอ็กซ์ทรูด) ในอาหารข้น โดยใช้แพะเนื้อ อายุเฉลี่ยประมาณ 7-8 เดือน และน้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น 20±5.0 กิโลกรัม ตามแผนการทดลองแบบ double 4x4 Latin square โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ ตามระดับการเสริมกระถินป่นใน Casleurea (45% CP) คือ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมด ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะความสมดุลไนโตรเจน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และ

สัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างทรีทเมนต์ ดังนั้น สามารถใช้ Casleurea ที่มีระดับกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารข้นได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ

จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่า สามารถทดแทนโปรตีนของกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นได้ 50 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงการอัดเม็ดของ Casleurea ที่มีระดับกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ และไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงควรส่งเสริมให้มีการใช้กระถินป่นเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในฟาร์มแพะของเกษตรกร นอกจากนี้ในกระถินป่นยังเป็นแหล่งที่ดีของคอนเดนซ์แทนนิน หรือเป็นแหล่งของโปรตีนไหลผ่าน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SIRINTHIP TRAIYAKUN : EFFECTS OF UTILIZATION OF LEUCAENA MEAL IN CONCENTRATE ON FEED INTAKE, NUTRIENT DIGESTIBILITY AND RUMEN FERMENTATION OF MEAT GOATS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PRAMOTE PAENGKOUM, Ph.D., 86 PP.

LEUCAENA MEAL /CASLEUREA / MEAT GOATS

The aim of this study was to examine the effects of utilization of leucaena (*Leucaena leucocephala*) meal in concentrate diets on feed intake, nutrient digestibility and rumen fermentation of meat goats. This research was consisted of 2 experiments.

The first experiment was carried out to investigate the effect of leucaena meal in concentrate diet of meat goats. Eight goats of 7-8 months old and an average body weight (BW) of 20±5.0 kg were used in double 4x4 Latin square design. The treatments were assigned into the four levels of leucaena meal replacement for soybean meal in concentrates at 0, 25, 50 and 75% of crude protein. The results showed that roughage intake (%BW and g/kg$BW^{0.75}$) increased linearly ($p<0.01$) with increasing levels of leucaena meal while total intake was not significantly different among dietary treatments. Similarly, dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) digestibility and ruminal ammonia nitrogen (NH_3-N) were not significantly different among dietary treatments. However, crude protein (CP) digestibility, ruminal pH (6 hr after feeding), nitrogen (N) intake, N absorption, N retention and total volatile fatty acids (TVFA) increased quadratically ($p<0.01$) with the increasing levels of leucaena meals. It could be concluded that leucaena meal

could replace up to 50% of soybean meal in the diet without any negative effect on feed intake, nutrient digestibility and rumen fermentation of meat goats.

The second experiment was aimed to study the effects of substitution of Casleurea (extrusion-processed mixture of cassava pulp, urea and leucaena meal) in concentrates. Eight goats with 7-8 months old and an average of initial BW of 20±5.0 kg were used in double 4x4 Latin square design. The treatments were four levels substitution of Casleurea (45% CP) in concentrates at 0, 25, 50 and 75%. The results showed that feed intake, nutrient digestibility, N balance, ruminal ammonia N, blood urea N (BUN) and TVFA were not significantly different among dietary treatments. It could be concluded that Casleurea could replace up to 75% of the concentrates without any negative effect on feed intake, nutrient digestibility and rumen fermentation of meat goats.

It was concluded that leucaena meal could substitute up to 50% protein of soybean meal without any negative performance of meat goats. Moreover, extrusion-processed mixture of leucaena (Casleurea) could replace 75% of concentrates without any negative effect on feed intake, nutrient digestibility and rumen fermentation of meat goats. Leucaena meal should recommend to be produced and used on farm for meat goats in the tropics as a good source of protein, which contained condensed tannins or by-pass protein sources.

School of Animal Production Technology Student's Signature _____

Academic Year 2009 Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ รวมทั้งได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ซึ่งได้แก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ แพงคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือด้านวิชาการ ให้คำแนะนำปรึกษาตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล เยื้องกลาง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ประจำสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาด้านวิชาการและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชาญ ณ ลำปาง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาตรวจทานและให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องในรูปเล่มวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องในรูปเล่มวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

เพื่อนและพี่บัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ที่มีส่วนในการช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง โดยเฉพาะ คุณวลัยลักษณ์ แก้ววงษา, คุณรุ่งนภา ญาณี, คุณวันวิสา หาระโคตร และ คุณสุปรีณา ศรีใสคำ ที่ได้ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ท้ายสุดนี้ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประสพชัย ไตรยขันธ์ คุณแม่ยงค์เจริญ ไตรยขันธ์ ที่ให้ความรัก ความปรารถนาดีและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอดและขอบคุณพี่สาว ที่คอยเป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันที่สำคัญให้มีความตั้งใจและมีความอดทนในการทำงานจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ศิรินทร์ทิพย์ ไตรยขันธ์

สารบัญ

หน้า

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

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.5 รายการอ้างอิง 3
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 สถานการณ์และแนวโน้มในการผลิตแพะ 4
2.2 ลักษณะและวิธีการเลี้ยงแพะ 4
2.2.1 การเลี้ยงแบบผูกล่าม 4
2.2.2 การเลี้ยงแบบปล่อย 4
2.2.3 การเลี้ยงแบบขังคอก 5
2.2.4 การเลี้ยงแบบการผสมผสานกับการปลูกพืช 5
2.3 พันธุ์แพะที่นิยมเลี้ยง 5
2.3.1 แพะพื้นเมืองในประเทศไทย 5
2.3.2 แพะพันธุ์ต่างประเทศ 5
2.4 การจัดการด้านอาหาร 6

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.1 การตัดใบไม้ให้กิน 6
2.4.2 การปล่อยแปลง 7
2.5 ความสำคัญและชนิดของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง 7
2.5.1 อาหารหยาบ 7
2.5.2 อาหารข้น 8
2.6 การแปรรูปอาหารสัตว์ 8
2.6.1 การแปรรูปโดยใช้ความร้อน 9
2.6.2 การแปรรูปโดยการแยกน้ำมัน 9
2.7 เคมีและคุณสมบัติของแป้ง 10
2.7.1 การพองตัวและการละลาย 10
2.7.2 การเกิดเจลาติไนเซชั่น 11
2.8 การใช้สตาเรีย (Starea) เป็นแหล่งโปรตีน 12
2.8.1 บทบาทการใช้สตาเรีย (Starea) เป็นแหล่งโปรตีน 12
2.8.2 ผลของการใช้สตาเรีย (Starea) เป็นแหล่งโปรตีน 13
2.9 ข้อมูลทั่วไปของกระถิน 13
2.9.1 คุณค่าทางโภชนะของกระถิน 15
2.9.2 กรรมวิธีลดปริมาณมิโมซิน 18
2.10 ผลของการใช้กระถินในสัตว์เคี้ยวเอื้อง 20
2.11 รายการอ้างอิง 23
3 การศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้น ที่ระดับแตกต่างกัน 29
3.1 คำนำ 29
3.2 วัตถุประสงค์ 29
3.3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 29
3.4 การเก็บข้อมูล 32
3.4.1 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ 32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.2 เก็บตัวอย่างอาหาร ... 32
3.4.3 เก็บของเหลวในกระเพาะรูเมน ... 32
3.4.4 เก็บมูลแพะ ... 33
3.4.5 เก็บปัสสาวะแพะ ... 33
3.4.6 ชั่งน้ำหนักแพะ ... 33
3.4.7 เก็บตัวอย่างเลือด ... 33
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ... 34
3.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทดลอง ... 34
3.7 ผลการทดลอง ... 35
3.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองและกระถินป่น ... 35
3.7.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง ... 35
3.7.3 ปริมาณการกินได้ ... 36
3.7.4 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ ... 37
3.7.5 ความสมดุลของไนโตรเจน ... 39
3.7.6 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ... 40
3.7.7 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ... 41
3.7.8 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ... 42
3.7.9 ค่าของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ... 43
3.8 วิจารณ์ผลการทดลอง ... 46
3.9 สรุปผลการทดลอง ... 49
3.10 รายการอ้างอิง ... 50
4 การศึกษาผลของการใช้กระถินป่นในสูตรอาหารข้นด้วย Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน ... 54
4.1 คำนำ ... 54
4.2 วัตถุประสงค์ ... 54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 54
4.4 การเก็บข้อมูล 56
4.4.1 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ 56
4.4.2 ชั่งน้ำหนักแพะ 56
4.4.3 เก็บตัวอย่างเลือด 56
4.4.4 เก็บของเหลวในกระเพาะรูเมน 56
4.4.5 การจัดเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง 57
4.4.6 เก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะ 57
4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 57
4.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทดลอง 57
4.7 ผลการทดลอง 57
4.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง 57
4.7.2 ปริมาณการกินได้ 58
4.7.3 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ 60
4.7.4 ความสมดุลของไนโตรเจน 60
4.7.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมน 61
4.7.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน 62
4.7.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด 63
4.7.8 ค่าของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมน 64
4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง 67
4.9 สรุปผลการทดลอง 70
4.10 รายการอ้างอิง 71
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 74
5.1 สรุปผลการทดลอง 74

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ข้อเสนอแนะ 75
ภาคผนวก 76
ภาคผนวก ก วิธีการทำ Casleurea (45% CP) 77
ภาคผนวก ข สูตรการคำนวณสมดุลไนโตรเจน และวิธีการวิเคราะห์ยูเรียไนโตรเจน
ในกระแสเลือด (Blood urea nitrogen, BUN) 81
ประวัติผู้เขียน 86

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของกระถินป่น 16
2.2 การย่อยได้ของใบกระถินในสัตว์ชนิดต่าง ๆ 17
2.3 กรรมวิธีลดปริมาณมิโมซินในใบกระถิน 19
2.4 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ ต่อการสลายตัวของมิโมซิน 20
3.1 วัตถุดิบและส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรการทดลอง
และราคาต้นทุนในการผลิต 31
3.2 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองและกระถินป่น 35
3.3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง 36
3.4 ปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง
ที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน 38
3.5 ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง
ที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน 39
3.6 ค่าความสมดุลของไนโตรเจนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง
ที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน 40
3.7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะ
ที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลือง
ด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน 41
3.8 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน
ของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น
ที่ระดับแตกต่างกัน 42
3.9 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ในของเหลว
จากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลือง
ด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน 43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

3.10 กรดไขมันระเหยได้ง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารทดลอง ที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน 45

4.1 วัตถุดิบและส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรการทดลอง 56

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของ Casleurea (45% CP) 58

4.3 ปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้น ในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน 59

4.4 ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน 60

4.5 ค่าความสมดุลของไนโตรเจนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้น ในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน 61

4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับ กระถินป่นในสูตรอาหารข้นในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน 62

4.7 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลว จากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้น ในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน 63

4.8 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ในของเหลว จากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้น ในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน 64

4.9 กรดไขมันระเหยได้ง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน 66

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การพองตัวของเม็ดแป้ง 10
2.2 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งขณะให้ความร้อน 11
2.3 การใช้ประโยชน์ของแป้งและยูเรียโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะรูเมน 12
2.4 กระถิน (*Leucaena leucocephala*) 14

คำอธิบายคำศัพท์และคำย่อ

กระถินป่น	=	ใบรวมกิ่งและก้านใบตากแดดให้แห้ง และบด
Casleurea	=	กากมันสำปะหลังผสมกับยูเรีย และกระถินป่น แปรรูปโดยการเอ็กซ์ทรูด
%BW	=	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว
g/kg $BW^{0.75}$	=	กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก
Gelatinization	=	เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในการอัดเม็ดโดยการใช้ความร้อนและความชื้นที่อุณหภูมิที่เหมาะสม ทำให้แป้งมีความหนืดและความใส
ADF	=	Acid detergent fiber
ADL	=	Acid detergent lignin
BUN	=	Blood urea nitrogen
C	=	Cubic trend
CF	=	Crude fiber
CP	=	Crude protein
DM	=	Dry matter
EE	=	Ether extract
L	=	Linear trend
ML	=	Macerated leaves
NDF	=	Neutral detergent fiber
NFE	=	Nitrogen free extract
NH_3-N	=	Ammonia nitrogen
NS	=	Not significant
OM	=	Organic matter
P	=	Period
Q	=	Quadratic trend
T	=	Treatment
TVFA	=	Total volatile fatty acid
VFA	=	Volatile fatty acid
WL	=	Whole leaves

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยได้มีการพัฒนา การเลี้ยงให้มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมากจนกระทั่งทำเป็นธุรกิจอุตสาหกรรม เกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ทั้งในด้านพันธุ์สัตว์ อาหารสัตว์ การจัดการดูแล และการป้องกันโรค เข้ามาช่วยทำให้การเลี้ยงสัตว์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์นิยมหันมาเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว เป็นสัตว์ที่กินอาหารง่าย และสามารถกินอาหารได้หลายชนิดทั้งหญ้าและถั่ว และไม้ยืนต้น สิ่งที่สำคัญคือให้ผลตอบแทนได้อย่างรวดเร็วกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น แพะที่เลี้ยงกันทั่วไปเป็นพันธุ์พื้นเมืองในไทย (Thai native goat) หรือแพะลูกผสมระหว่างแพะพันธุ์พื้นเมืองกับแพะพันธุ์แองโกลนูเบียน หรือพันธุ์ซาแนน (วินัย ประลมพ์กาญน์, 2542) แต่อุปสรรคและปัญหาในการเลี้ยงสัตว์อีกอย่างหนึ่งคือ อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์มีราคาสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบอาหารหลักที่ใช้ในสูตรอาหาร มีแนวโน้มราคาสูงขึ้นตลอด เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่การผลิตภายในประเทศมีไม่พอต่อความต้องการและมีราคาแพง จึงได้มีการนำเข้าจากต่างประเทศโดยเฉพาะกากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นแหล่งที่โปรตีนที่สำคัญในอาหารสัตว์ จึงมีผลทำให้ราคาของอาหารสัตว์และต้นทุนการเลี้ยงสัตว์สูงขึ้น

การนำพืชตระกูลถั่วมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ เช่น กระถิน โดยเฉพาะในอาหารแพะเนื้อเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้ เนื่องจากเกษตรกรสามารถปลูกเพื่อผลิตขึ้นใช้เองในประเทศไทย หรือเกษตรกรจะนำพืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ หรือใบพืชอื่น ๆ ที่เป็นเศษเหลือทางการเกษตรมาใช้เป็นอาหารในการเลี้ยงแพะเนื้อก็สามารถทำได้ และพืชตระกูลถั่วเหล่านี้มีโปรตีนสูงเฉลี่ยประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (นพวรรณ ชมชัย, 2541) สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนได้อย่างดี ช่วยเพิ่มการสร้างจุลินทรีย์โปรตีน (microbial protein) โดยเฉพาะในแบคทีเรียกลุ่มที่ย่อยเซลลูโลส (Hungate, 1996) อีกทั้งยังสามารถนำมาแปรรูปได้โดยการอัดเม็ด โดยอาศัยกระบวนการ gelatinization ของแป้งซึ่งเกิดจากการอัดเม็ด ภายใต้สภาวะความร้อน และความชื้นสูง ซึ่งส่งผลให้มีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมาใช้ประโยชน์ในกระเพาะรูเมนโดยจุลินทรีย์อย่างช้า ๆ (สุรศักดิ์ จิตตะโคตร์, 2542) จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เลี้ยงแพะเนื้อเพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร กระถิน (*Leucaena leucocephala*) ก็เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่มีโปรตีนสูง 18 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง

1,600 กิโลกรัม/ไร่ และมีโภชนะที่ย่อยได้ 58 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ 66 เปอร์เซ็นต์ และกระถินเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีอายุหลายปีมีระบบรากแก้วลึก สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้นเป็นแบบตั้งตรง (สายัณห์ ทัดศรี, 2540) ได้รับยกย่องให้เป็นไม้อเนกประสงค์เนื่องจากนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิง ไม้ก่อสร้าง อาหาร ปุ๋ย พืชสด เป็นไม้ให้ร่มเงา ฯลฯ ที่สำคัญยังใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เพราะมีคุณค่าทางโภชนะสูงใกล้เคียงกับถั่วอัลฟัลฟ่า (*Medicago sativa*) ในเขตหนาว และเป็นแหล่งวิตามินเอในธรรมชาติ จากข้อมูลที่ได้กล่าวมา จึงได้นำกระถินมาเพื่อใช้ในการเลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียน ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนค่าอาหารข้นอีกด้วย

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กระถินป่น ซึ่งประกอบด้วยใบและก้านของกระถินตากแห้งและบดในอาหารแพะเนื้อต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และอัตราการเจริญเติบโต เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของอาหารให้มีคุณภาพสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของกระถินป่นในสูตรอาหารข้นด้วย Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกันของแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง และแองโกลนูเบียน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้น ในแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง และแองโกลนูเบียน อายุเฉลี่ยประมาณ 7-8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 20±5.0 กิโลกรัม ที่ได้รับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับ 0, 25, 50 และ75 เปอร์เซ็นต์ ที่มีผลต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

1.3.2 ศึกษาผลของกระถินป่นในสูตรอาหารข้นด้วย Casleurea (45% CP) ในแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง และแองโกลนูเบียน อายุเฉลี่ยประมาณ 7-8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 20±5.0 กิโลกรัม ที่ได้รับกระถินป่นใน Casleurea (45% CP) ที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ที่มีผลต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้อาหารข้นสำหรับแพะเนื้อที่มีส่วนผสมของกระถินป่น

1.4.2 เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนในการผลิตแพะเนื้อ สำหรับเกษตรกรต่อไปในอนาคต

1.5 รายการอ้างอิง

นพวรรณ ชมชัย. (2541). การใช้ใบพืชอาหารสัตว์เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับเลี้ยงไก่. **รวมบทความวิชาการด้านอาหารสัตว์ ครั้งที่ 2** (หน้า 101-104). กรุงเทพฯ: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. (2542). **การผลิตแพะเนื้อและแพะนมในเขตร้อน.** ศูนย์บรรณสารและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

สายัณห์ ทัดศรี. (2540). **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน.** การผลิตและการจัดการ. กรุงเทพฯ: ลินคอร์.

สุรศักดิ์ จิตตะโคตร์. (2542). ผลของการใช้แคสซาเรีย ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองต่อปริมาณการกินได้กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก การย่อยได้ และการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในโคนมที่ได้รับฟางหมักยูเรียเป็นอาหารหยาบ. สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Hungate, R. E. (1996). **The Rumen and its Microbes.** New York: Academic Press Inc.

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถานการณ์และแนวโน้มในการผลิตแพะ

การเลี้ยงแพะในประเทศไทย จะเลี้ยงกันทั่วไปแต่จะมีการเลี้ยงอย่างหนาแน่นในภาคใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ตอนล่างซึ่งประกอบด้วยจังหวัดสงขลา ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สตูล ตรัง และพัทลุง โดยประชาชนส่วนใหญ่เป็นชาวมุสลิมซึ่งนอกจากจะเลี้ยงเพื่อการบริโภค และจำหน่าย เกษตรกรยังเลี้ยงแพะเพื่อนำมาประกอบพิธีทางศาสนาอิสลามทำให้ความต้องการแพะของตลาดค่อนข้างสูง ส่งผลให้ในปัจจุบันมีการเลี้ยงแพะกันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นทางภาคภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เนื่องจากใช้พื้นที่ในการเลี้ยงไม่มาก และให้ผลตอบแทนในการเลี้ยงที่คุ้มค่า แพะที่เลี้ยงส่วนมากเป็นแพะพันธุ์พื้นเมือง และลูกผสมพื้นเมือง นิยมเลี้ยงกันมากในเกษตรกรรายย่อย รายละ 10-20 ตัว เท่านั้น ยังไม่มีการลงทุนหรือมีการลงทุนน้อยมากเพื่อเลี้ยงแพะในระบบประณีต และลักษณะการเลี้ยงในแต่ละพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกันไป (ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา, วิโรจน์ วนาสิทธชัยวัฒน์ และจีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์, 2549)

2.2 ลักษณะและวิธีการเลี้ยงแพะ

2.2.1 การเลี้ยงแบบผูกล่าม การเลี้ยงแบบนี้ใช้เชือกผูกล่ามที่คอแพะแล้วนำไปผูกให้แพะหาหญ้ากินรอบบริเวณที่ผูก โดยปกติเชือกที่ใช้ผูกล่ามแพะมักมีความยาวประมาณ 5-10 เมตร การเลี้ยงแบบนี้ผู้เลี้ยงจะต้องมีน้ำและอาหารแร่ธาตุไว้ให้แพะกินเป็นประจำด้วย ในเวลากลางคืนก็ต้องนำแพะกลับไปเลี้ยงไว้ในคอกหรือเพิงที่มีที่หลบฝน การผูกล่ามแพะควรเลือกพื้นที่ที่มีร่มเงาที่แพะสามารถหลบแดดหรือฝนไว้บ้าง หากจะให้ดีเมื่อเกิดฝนตกควรได้นำแพะกลับเข้าเลี้ยงในคอก (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.2.2 การเลี้ยงแบบปล่อย การเลี้ยงแบบปล่อยนี้เกษตรกรมักปล่อยแพะให้ออกหาอาหารกินในเวลากลางวัน โดยเจ้าของจะคอยดูและตลอดเวลาหรือเป็นบางเวลาเท่านั้น ลักษณะการเลี้ยงแบบนี้เป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากในบ้านเราเพราะเป็นการเลี้ยงที่ประหยัด เกษตรกรไม่ต้องตัดหญ้ามาเลี้ยงแพะ การปล่อยแพะหาอาหารกินอาจปล่อยในแปลงผักหลังการเก็บเกี่ยวหรือปล่อยให้กินหญ้าในสวนยาง แต่จะต้องระมัดระวังอย่าให้แพะทำความเสียหายแก่พืชที่เกษตรกรเพาะปลูก ทั้งนี้เพราะแพะกินพืชได้หลายชนิด การปล่อยแพะออกหาอาหารกินไม่ควรปล่อยในเวลาที่แดดร้อน

จัดหรือฝนตกเพราะแพะอาจเจ็บป่วยได้ โดยปกติเกษตรกรมักปล่อยแพะหาอาหารกิน ตอนสายแล้วไล่ต้อนกลับเข้าคอกตอนเที่ยง หรือปล่อยเพะออกหาอาหารกินตอนบ่ายแล้วไล่ต้อนกลับเข้าคอกตอนเย็น (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.2.3 การเลี้ยงแบบขังคอก การเลี้ยงแบบนี้เกษตรกรขังแพะไว้ในคอกรอบ ๆ คอก อาจมีแปลงหญ้าและมีรั้วรอบแปลงหญ้าเพื่อให้แพะได้ออกกินหญ้าในแปลง บางครั้งเกษตรกรต้องตัดหญ้าเนเปียร์หรือกินนีให้แพะกินบ้าง ในคอกต้องมีน้ำและอาหารข้นให้กิน การเลี้ยงวิธีนี้ประหยัดพื้นที่และแรงงานในการดูแล แต่ต้องลงทุนสูง เกษตรกรจึงไม่นิยมทำการเลี้ยงกัน (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.2.4 การเลี้ยงแบบผสมผสานกับการปลูกพืช การเลี้ยงแบบนี้ทำการเลี้ยงได้ 3 ลักษณะที่กล่าวข้างต้น แต่ การเลี้ยงลักษณะนี้เกษตรกรจะเลี้ยงแพะปะปนไปกับการปลูกพืช เช่น ปลูกยางพารา ปลูกปาล์มน้ำมัน และปลูกมะพร้าว ในภาคใต้ของประเทศไทย มีเกษตรกรจำนวนมากที่ทำการเลี้ยงแพะควบคู่ไปกับการทำสวนยาง โดยให้แพะหากินหญ้าใต้ต้นยางที่มีขนาดโตพอสมควร การเลี้ยงแบบนี้ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้นกว่าการเพาะปลูกเพียงอย่างเดียว (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.3 พันธุ์แพะที่นิยมเลี้ยง

2.3.1 แพะพื้นเมืองในประเทศไทย มีหลายพันธุ์ด้วยกัน แพะทางแถบตะวันตก เช่น ที่จังหวัดตาก จังหวัดกาญจนบุรี เป็นแพะมาจากแถบประเทศอินเดีย หรือปากีสถานมีรูปร่างสูงใหญ่กว่าแพะทางใต้ ส่วนแพะทางใต้ของประเทศไทย มีขนาดเล็กเข้าใจกันว่ามีสายพันธุ์เดียวกันกับแพะพื้นเมืองของมาเลเซีย คือพันธุ์แกมบิงกัตจัง แพะพื้นเมืองทางใต้มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 20-25 กิโลกรัม ให้ผลผลิตทั้งเนื้อและน้ำนมต่ำ (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.3.2 แพะพันธุ์ต่างประเทศ เนื่องจากแพะพื้นเมืองของประเทศไทยมีขนาดเล็กให้ผลผลิตต่ำ กรมปศุสัตว์จึงมีเป้าหมายที่จะปรับปรุงพันธุ์แพะของประเทศไทยให้มีคุณภาพสูงขึ้น ให้แพะเป็นสัตว์ที่ให้ผลผลิตทั้งเนื้อและนม ดังนั้นจึงได้นำแพะพันธุ์ต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงและขยายพันธุ์ให้เกษตรกรนำไปผสมพันธุ์กับแพะพันธุ์พื้นเมือง เพื่อให้คุณภาพของแพะดีขึ้นสำหรับแพะพันธุ์ต่างประเทศที่กรมปศุสัตว์นำเข้ามาขยายพันธุ์ได้แก่

- แพะพันธุ์ซาแนน เป็นแพะนมที่มีขนาดใหญ่ให้ผลผลิตนมสูงกว่าแพะพันธุ์อื่น ๆ แพะพันธุ์นี้มีขนสั้น ดั้งจมูกและใบหน้ามีลักษณะตรง ใบหูเล็กและตั้งชี้ไปข้างหน้า ปกติจะไม่มีเขาทั้งเพศผู้และเพศเมียแต่เนื่องจากมีแพะกระเทยในแพะพันธุ์นี้มาก จึงควรคัดเฉพาะแพะที่มีเขาไว้เป็นพ่อพันธุ์ เพราะมีรายงานว่าลักษณะกระเทยมีความสัมพันธุ์กันทางพันธุกรรมอยู่กับลักษณะของการ

ไม่มีเขา และพันธุ์นี้มีสีขาว สีครีม หรือสีน้ำตาลอ่อน ๆ น้ำหนักโตเต็มที่ประมาณ 60 กิโลกรัม สูงประมาณ 70-90 เซนติเมตร ให้น้ำนมประมาณวันละ 2 ลิตร ระยะเวลาการให้นมนานถึง 200 วัน มีหลายประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เลี้ยงแพะพันธุ์นี้มาก เช่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และประเทศไทย (กรมปศุสัตว์, 2544)

- แพะพันธุ์แองโกลนูเบียน แพะพันธุ์นี้มีขนาดใหญ่น้ำหนักตัวเมื่อโตเต็มที่ประมาณ 75 กิโลกรัม ดั้งจมูกมีลักษณะโค่งและงุ้ม ใบหูยาวและปรกลง ปกติแพะพันธุ์นี้จะไม่มีเขา แต่หากมีเขาเขาจะสั้นและเอนแนบติดกับหนังหัว ขนสั้นละเอียดเป็นมัน มีขายาวซึ่งช่วยให้เต้านมอยู่สูงกว่าระดับพื้นมากและทำให้ง่ายต่อการรีดนม และยังช่วยให้เต้านมไม่ได้รับบาดเจ็บ เนื่องจากหนามวัชพืชเกี่ยว แพะพันธุ์นี้มีหลายสีเช่น ดำ เทา ครีม น้ำตาล น้ำตาลแดง และอาจมีจุดหรือด่างขนาดต่าง ๆ ได้ผลผลิตน้ำนมประมาณ 1.5 ลิตรต่อวัน ระยะเวลาให้น้ำนมประมาณ 165 วัน (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.4 การจัดการด้านอาหาร

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องคล้ายโค แพะมีกระเพาะรูเมน ซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในย่อยอาหารและสังเคราะห์ไวตามิน ดังนั้นการให้อาหารข้นเสริม ก็ควรระมัดระวังอย่าให้อาหารที่มีสารต้านหรือทำลายจุลินทรีย์โดยเฉพาะอาหารสำหรับแพะมักมีสารดังกล่าวอยู่ ในปัจจุบันการผสมอาหารข้นสำหรับแพะ-แกะ จำหน่ายยังไม่แพร่หลาย เกษตรกรอาจใช้อาหารโคนมผสมสำเร็จที่มีขายอยู่ทั่วไป เลี้ยงแพะแทนอาหารข้นสำหรับแพะ หรือหากต้องการผสมอาหารข้นเลี้ยงแพะเอง ก็สามารถทำได้ตามสูตรอาหารปกติแพะมีความต้องการอาหารหยาบเช่น หญ้าสดต่าง ๆ ในปริมาณวันละประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวแพะ และต้องการอาหารข้นประมาณวันละ 0.5-1.0 กิโลกรัม ในแพะอายุ 4 เดือนขึ้นไป นอกจากนั้นแพะยังต้องการน้ำและแร่ธาตุเสริมเป็นประจำอีกด้วย แพะต้องการน้ำกินวันละประมาณ 5-9 ลิตร ความต้องการน้ำมากน้อยขึ้นอยู่กับสภาพตัวแพะและภูมิอากาศ เกษตรกรที่เลี้ยงแพะแบบพื้นบ้านมักไม่ค่อยคำนึงถึงเรื่องการจัดหาน้ำให้แพะกิน จึงทำให้มีปัญหาแพะเจ็บป่วยอยู่เสมอ สำหรับแร่ธาตุที่ให้แพะกิน ผู้เลี้ยงจะใช้แร่ธาตุก้อนสำเร็จที่มีขายอยู่ให้แพะกินก็ได้ แต่ควรคำนึงด้วยว่าแร่ธาตุก้อนนั้นไม่ควรแข็งเกินไป ทั้งนี้เพราะลิ้นของแพะสั้นกว่าลิ้นของโค การเลียแร่ธาตุแต่ละครั้งจึงได้ปริมาณที่น้อย (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.4.1 การตัดใบไม้ให้กิน การตัดใบไม้ให้กินควรจะเลือกกิ่งที่มีใบมาก ๆ ไม่แก่เกินไปหากจะให้ดีควรตัดใบพืชตระกูลถั่ว เช่น ใบกระถิน แค ทองหลางให้แม่แพะที่อุ้มทอง หรือกำลังเลี้ยงลูก และวิธีการให้ต้องผูกกิ่งไม้แขวนไว้เหนือพื้นเพื่อให้แพะได้เลือกกินได้ หากจะให้ดีควรตัดใบไม้มากกว่า 2 ชนิด ให้แพะได้เลือกกินและปลูกต้นไม้ 2-3 ชนิด ริมรั้วโรงเรือนให้กินและให้ร่มเงา

2.4.2 การปล่อยแปลง ควรปล่อยแพะลงแบบหมุนเวียน แปลงละ 4-5 สัปดาห์ เพื่อใช้แปลงอย่างมีประสิทธิภาพ และตัดวงจรของพยาธิที่สำคัญการปล่อยแพะลงแปลงหญ้าควรปล่อยช่วงสายหลังจากหมดน้ำค้างแล้ว ถ้าตัดให้กินควรตัดตอนช่วงบ่าย และตัดเหนือพื้นดิน เพื่อป้องกันพยาธิ

2.5 ความสำคัญและชนิดของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

อาหารนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการผลิตโค-กระบือ นอกเหนือจากการที่ได้สัตว์พันธุ์ดี และมีการจัดการด้านต่างๆ อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพแล้ว การจัดการด้านอาหารสัตว์แรกเกิดจนถึงช่วงอายุเจริญเติบโตเต็มที่ ที่มีบทบาทและความสำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์แต่ละตัว ทั้งนี้ก็เพราะว่าการให้ผลผลิตของสัตว์ดังกล่าว จะมีผลกระทบโดยตรงต่อด้านเศรษฐกิจและผลตอบแทนที่อาจจะได้รับของเกษตรกรผู้เลี้ยง จุดหลักของการจัดการด้านอาหาร คือ การที่ผู้เลี้ยงสามารถจัดสัดส่วนอาหารให้ถูกต้องมีความสมดุล และให้สัตว์ได้รับตามปริมาณโภชนะที่ต้องการในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนั้นแล้วอาหารที่ใช้จำเป็นจะต้องมีอยู่ในท้องถิ่น สามารถหาได้ง่ายสะดวกต่อการเก็บรักษา และการขนส่ง มีราคาค่อนข้างถูก เมื่อใช้เวลาให้ผลผลิตตอบแทนสูงต่อหน่วยต้นทุนอาหารซึ่งในเรื่องนี้ เทคโนโลยีการผสมอาหารและการให้อาหารจะมีบทบาทยิ่งต่อการเพิ่มผลผลิตของโค-กระบือ (เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิราภากร, 2533) ความสามารถในการผลิตของสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น โดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่กินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake) ซึ่งอาหารที่ได้รับจะมีผลกระทบต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และเพื่อเป็นแหล่งของกระบวนการผลิตในระยะต่างๆ ต่อไป แหล่งพืชอาหารสัตว์ที่ทำหน้าที่ได้ดีในการให้โภชนะอย่างพอเพียง และสมดุลนั้นจำเป็นจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิราภากร, 2533) คือ

- มีศักยภาพในด้านการย่อยได้และอัตราการย่อยได้สูง
- มีความสามารถที่จะทำให้เกิดอัตราการหมักสูง มีอัตราการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนสูงกว่าอัตราการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ (P/E) และมีอัตราการผลิตกรดโพรพิโอนิกสูงกว่าอัตราการผลิตกรดอะซิติก และกรดบิวทิริก
- มีความสามารถในการเป็นแหล่งโภชนะที่สำคัญ ที่สามารถไหลผ่านออกจากกระเพาะรูเมน (rumen by-pass) ได้เป็นอย่างดี

2.5.1 อาหารหยาบ เป็นอาหารที่ประกอบด้วยเยื่อใย (crude fiber, CF) มากกว่า18 เปอร์เซ็นต์ หรือมีเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกเป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และมีการย่อยได้ต่ำ (Kearl, 1982) ซึ่งสัตว์เคี้ยวเอื้องต้องได้รับอาหารหยาบอย่างน้อย 15 ส่วนใน 100 ส่วน (ฉลอง วชิราภากร, 2541) เพื่อให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะรูเมนนำไปใช้

ประโยชน์ในกระบวนการหมัก (fermentation) ให้ได้ผลผลิตสุดท้าย คือ กรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFA) ที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ตลอดจนกระตุ้นกิจกรรมการเคี้ยวเอื้องและการหลั่งน้ำลาย (เมธา วรรณพัฒน์, 2533; Preston and Leng, 1987)

2.5.2 อาหารข้น เป็นอาหารที่ประกอบด้วยเยื่อใยหยาบน้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ หรือมีเยื่อใย NDF ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารเสริมที่เป็นแหล่งพลังงาน โปรตีน ไวตามิน และแร่ธาตุ เพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะอย่างเพียงพอตามความต้องการ สำหรับใช้ในการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต อาหารข้นเป็นการนำเอาวัตถุดิบอาหารที่มีพลังงานและโปรตีน เป็นส่วนประกอบอยู่สูงมาร่วมกันในสัดส่วนที่พอเหมาะ เพื่อให้มีโภชนะให้ตรงตามความต้องการของสัตว์ (ฉลอง วชิราภากร, 2541)

2.6 การแปรรูปอาหารสัตว์

การแปรรูปอาหารสัตว์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตสัตว์ยุคปัจจุบัน เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่หากไม่มีการแปรรูปเสียก่อน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น เปลือกเมล็ดแข็งเกินไป หรือคุณสมบัติทางเคมี เช่น มีสารยับยั้งการใช้โภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้น ๆ ไม่เอื้ออำนวยให้สัตว์ได้ใช้โภชนะในวัตถุดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าได้ทำการแปรรูปเสียก่อนแล้วสัตว์ก็สามารถใช้ประโยชน์ด้วยประสิทธิภาพที่สูงขึ้น กรรมวิธีในการแปรรูปอาหารสัตว์หลัก ๆ 3 ประเภท คือ การแปรรูปให้อาหารสัตว์เปลี่ยนคุณสมบัติโดยวิธีกล (mechanical alteration) การแปรรูปโดยการใช้ความร้อนช่วย (heat treatments) และการแยกน้ำมันออก (oil separation) โดยนิยามการแปรรูปอาหารสัตว์ หมายถึง กิจกรรมใด ๆ ก็ตามซึ่งอาจเป็นกิจกรรมทางกายภาพ เคมี ความร้อน การหมัก หรืออื่น ๆ ที่กระทำให้วัตถุดิบอาหารสัตว์เปลี่ยนแปลงก่อนที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์ การแปรรูปอาหารสัตว์กระทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

- เปลี่ยนลักษณะทางกายภาพหรือขนาดของวัตถุดิบที่ประกอบเป็นอาหารสัตว์ เช่น การบด, การอัดเม็ด และการเอ็กซ์ทรูด
- เพื่อรักษาคุณภาพอาหารสัตว์ เช่น การอบแห้ง
- เพื่อแยกส่วนประกอบที่สำคัญบางส่วนออกมา เช่น การสกัดน้ำมัน การสีข้าวแยกแกลบ รำ และปลายข้าว
- เพื่อปรับปรุงรสชาติและความน่ากินของอาหารให้ดีขึ้น เช่น การเติมน้ำ การเติมไขมัน หรือกากน้ำตาล ช่วยลดฝุ่น
- เพื่อปรับปรุงการย่อยได้ให้ดีขึ้น เช่น การคั่ว นึ่ง ช่วยเพิ่มการย่อยได้ของโปรตีนในกากถั่วเหลือง

- เพื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณโภชนะที่มีอยู่ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น การเติมกรดอินทรีย์ การกะเทาะเปลือก ช่วยเพิ่มโปรตีนในถั่ว เมล็ดทานตะวัน

- เพื่อกำจัดสารพิษหรือสารยับยั้งการใช้โภชนะหรือสารยับยั้งการเจริญเติบโตในอาหารให้น้อยลงหรือหมดไป เช่น การทำมันเส้น การใช้ความร้อนถั่วเหลือง (ดุษฎี อุตภาค, ม.ป.ป.)

2.6.1 การแปรรูปโดยใช้ความร้อนช่วย

การแปรรูปโดยใช้ความร้อนแห้ง (dry heat processing) ซึ่งมีวิธีการต่างๆ คือ ปิ้งหรือย่าง (roasting) โดยอาหารที่แปรรูปสัมผัสกับเปลวไฟโดยตรง อบแห้ง (thermal หรือ heat drying) อาหารไม่สัมผัสเปลวไฟ อาจใช้ลมร้อน คั่วหรืออบสุก (toasting) อาหารไม่สัมผัสเปลวไฟโดยตรง Popping หรือ Jet-sploding คั่วหรืออบด้วยอุณหภูมิสูง (260-280°C) อาหารจะร้อนละสูญเสียความร้อนจากภายในเมล็ดออกข้างนอกจนแตกบาน อบด้วยรังสี (micronizing) คั่วหรืออบด้วยรังสีใต้แดง (infrared) จนสุก (ดุษฎี อุตภาค, ม.ป.ป.)

การแปรรูปด้วยความร้อนชื้น (moist heat processing) เช่น ต้มหรือนึ่ง (cooking หรือ steaming) exploding เป็นการนึ่งภายใต้ความดัน (steaming under pressure) จนเม็ดของอาหารพองบานออก (swelling) การอัดแผ่น (flaking) ซึ่งแบ่งวิธีการอัดเป็น 2 แบบ การอัดอาหารนึ่ง (steam flaking) อาหารถูกนึ่งนานกว่าการบุบแล้วจึงอัดเป็นแผ่น การอัดอาหารนึ่งภายใต้ความดัน (pressure flaking) อาหารถูกนึ่งภายใต้ความดันแล้วจึงอัดแผ่น การอัดเม็ด (pelleting) การอัดเม็ดเป็นการอัดเม็ดแข็งอาหารที่สุกบางส่วน (partially gelatinized) โดยปรับสภาพด้วยไอน้ำ หรือไม่มีการปรับสภาพก่อน ในกรณีหลังอาหารจะสุกจากความร้อนที่เกิดจากแรงอัด การบุบเม็ดอาหารเม็ด (crumbling) บุบอาหารที่อัดเม็ดแล้วเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้เหมาะกับขนาดของสัตว์ที่กิน และ expanding เป็นการอัดอาหารสุกผ่านวงแหวนที่ปรับขนาดช่องเปิดออกมาโดยแรงดันสูง เมื่ออาหารถูกอัดผ่านออกมาสู่บรรยากาศภายนอกก็จะเกิดการผองตัว (expand) เพิ่มขนาดขึ้น พร้อมกับดูดซับน้ำและไขมันกลับเข้าสู่อาหารในลักษณะเดียวกับการเอ็กซ์ทรูด แต่จะต่างจากการเอ็กซ์ทรูดตรงที่เกลียวหรือลูกกลิ้งในกระบอกอัดน้อยกว่า และไม่จำเป็นต้องผ่านจานอัด (die) รูปต่าง ๆ จึงทำให้มีอัตราการอัด (กิโลกรัม หรือ ตัน/ชั่วโมง) สูงกว่าการเอ็กซ์ทรูด (ดุษฎี อุตภาค, ม.ป.ป.)

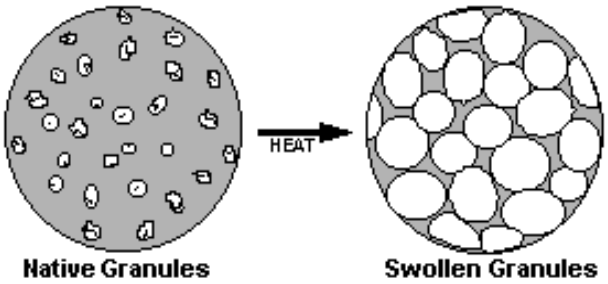
2.6.2 การแปรรูปโดยการแยกน้ำมัน

เป็นกรรมวิธีการแปรรูปพืชน้ำมัน ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืชมิใช่ขบวนการแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์โดยตรง แต่จะเป็นผลพลอยได้ คือ กากพืชน้ำมันจะมีคุณค่าทางโภชนาการผันแปรไปตามกรรมวิธีแยกน้ำมันออกจากพืชน้ำมัน รวมทั้งรำข้าวทำได้โดยวิธีการหลัก ๆ 2 วิธี คือ การอัดน้ำมัน (mechanical pressing) เป็นการอัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชด้วยแรงอัด โดยอาจอัดครั้งละชุด (batch) ด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก หรืออัดแบบต่อเนื่อง (continues pressing) ด้วยเครื่องอัดเกลียว (screw pressing หรือ expeller process) ก็ได้ และการสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี

(chemical processing) ตัวทำละลายเคมีที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืช ส่วนใหญ่จะเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เช่น hexane trichloroethylene acetone เป็นต้น (ดุษฎี อุตภาค, ม.ป.ป.)

2.7 เคมีและคุณสมบัติของแป้ง

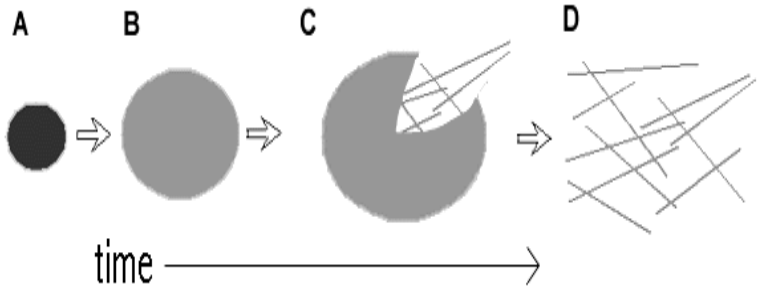
2.7.1 การพองตัวและการละลาย (Swelling and solubility) แป้งไม่ละลายในน้ำเย็นแต่จะดูดซึมน้ำไว้ได้ประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ และพองตัวน้อยมากจนไม่สังเกตเห็นได้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดเรียงตัวกันระหว่างโมเลกุลของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน (intermixed) ภายในเม็ดแป้ง ในส่วน crystallite โมเลกุลอยู่กันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบช่วยป้องกันการกระจายตัวและทำให้ไม่ละลายในน้ำเย็น ส่วนของ amorphous ซึ่งเป็นส่วนที่เกาะเกี่ยวกันอย่างหลวม ๆ ไม่เป็นระเบียบและมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระมาก สามารถเกิดปฏิกิริยาการรับน้ำ (hydration) ได้บ้างแม้ในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแป้งจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 60°C ขึ้นไปส่วน amorphous จับกับน้ำได้มากขึ้นและการจับกันของโมเลกุลในส่วน crystallite เริ่มคลายความหนาแน่นลง โมเลกุลส่วนที่เริ่มคลายตัวออกจากกันจับกับน้ำทำให้เม็ดแป้งพองตัวเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2.1) โมเลกุลในส่วน crystallite ที่เหลืออยู่เกิดสภาพคล้ายร่างแหเรียกว่า micelle network ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ทำให้เม็ดแป้งยังคงสภาพอยู่ได้ แต่อาจมีโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินซึ่งมีขนาดเล็กและอิสระกระจายตัวออกจากเม็ดแป้ง เมื่อทำให้อุณหภูมิน้ำแป้งสูงขึ้นไปอีก ส่วน crystallite ที่เหลืออยู่นี้จะคลายตัวออกทำให้เม็ดแป้งพองมากขึ้นและโมเลกุลแป้งอยู่ในสภาพสารละลายมากขึ้น



ภาพที่ 2.1 การพองตัวของเม็ดแป้ง

ที่มา: http://eu.lib.kmutt. Ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap2/chapter2_4.html.

2.7.2 การเกิดเจลาติไนเซชั่น (Gelatinization) เมื่อนำแป้งใส่ในน้ำเย็น เม็ดแป้งดูดซับน้ำได้ในปริมาณจำกัดปริมาณหนึ่ง แต่จะยังไม่พองตัวหรือพองตัวได้จำกัดมากและสังเกตได้ยาก Collison (1968) สังเกตการพองตัวของเม็ดแป้งสาลีในน้ำที่อุณหภูมิสูง พบว่าแป้งที่พองตัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 10 เท่า และปรากฏการณ์นี้สามารถผันกลับได้ (reversible) โดยเมื่อนำไปอบแห้งก็จะได้แป้งที่มีลักษณะและคุณสมบัติดังเดิม ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในส่วนที่เป็น crystallite จับตัวกันอย่างหนาแน่นแข็งแรงจึงไม่ละลายในน้ำเย็น แต่น้ำอาจจะซึมเข้าไปในส่วนของเม็ดแป้งซึ่งไม่เป็นระเบียบและมีกลุ่มไฮดรอกซิลอิสระได้บ้าง แต่เมื่อให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิหนึ่งประมาณ 60-75°C หรือใช้สารเคมี เช่นให้ความร้อน 60°C แก่แป้งสาลีจะมีผลทำให้การยึดจับกันระหว่างโมเลกุลของแป้งในส่วน crystallite ลดลงเกิดปฏิกิริยาการรับน้ำและการพองตัวของเม็ดแป้งซึ่งไม่สามารถผันกลับได้ และทำให้สารละลายแป้งมีความหนืดและความใสเพิ่มขึ้น กระบวนการนี้เรียกว่า “เจลาติไนเซชั่น” ซึ่งเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สำคัญขึ้นคือ มีการพองตัวของเม็ดแป้ง (maltase cross) ภายในเม็ดแป้งหายไป อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของแป้ง เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมีโครงสร้างส่วน crystallite ที่แตกต่างกัน ทั้งระดับการจับกัน (degree of association) และความสม่ำเสมอของการเกิดเจลาติไนซ์ไม่พร้อมกันทุกเม็ด แม้แต่ในแป้งชนิดเดียวกันจากแหล่งเดียวกันก็ตาม อาจมีช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนเซชั่นที่ห่างกันถึง 8-10°C โดยทั่วไปเม็ดแป้งขนาดใหญ่จะเกิดเจลาตินไนซ์ได้ก่อนขนาดเล็ก (Morrison and Laignelet, 1983 ; Collison, 1968) แต่เมื่อส่องดูโครงสร้างของเม็ดแป้งข้าวบาร์เลย์ซึ่งมีเม็ดแป้งขนาดเล็กอยู่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการสูญเสียจะเกิดขึ้นได้พร้อม ๆ กัน



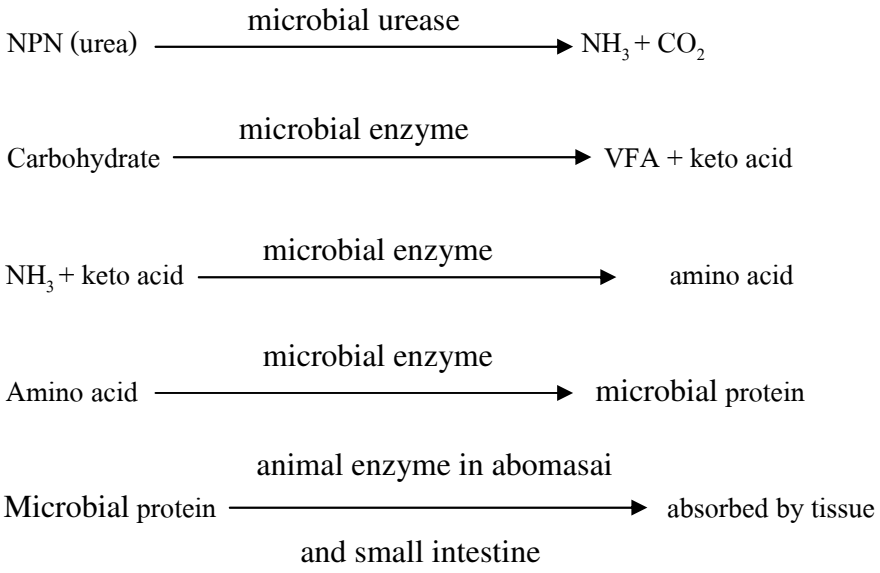
ภาพที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งขณะให้ความร้อน

ที่มา: http://eu.lib.kmutt. Ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap2/chapter2_4.html.

2.8 การใช้สตาเรีย (Starea) เป็นแหล่งโปรตีน

2.8.1 บทบาทการใช้สตาเรีย (Starea) เป็นแหล่งโปรตีน

สตาเรีย (starea) หรือ อาหารแป้ง-ยูเรีย (starch-urea) โดยสตาเรียทำจากแป้งที่ได้จากเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และข้าวโอ๊ต ร่วมกับยูเรีย แปรรูปโดยการอัดเม็ดนั้นจะเป็นการใช้ความร้อนชื้นหรือการใช้ความร้อนร่วมกับความชื้น (Bowers, 1992) เพื่อให้แป้งเกิดกระบวนการ gelatinization โดยเมื่อให้ความร้อนที่มีอุณหภูมิและมีความชื้นที่เหมาะสมต่อเม็ดแป้ง ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำเย็น (Waniska and Gomez, 1992) และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ของยูเรียในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตแอมโมเนีย (ammonia-producing bacteria) ที่อยู่ในกระเพาะรูเมนจะได้ไฮโดรไลซ์ (hydrolyses) ยูเรียให้ได้แอมโมเนียอย่างช้า ๆ จากการศึกษาการใช้ สตาเรีย มาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารนั้นพบว่า แป้งจะถูกหมักในกระเพาะรูเมน โดยจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว และได้ผลผลิตเป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย (volatile fatty acid, VFA) และกรดคีโต (keto acid) (เมธา วรรณพัฒน์, 2533) ส่วนยูเรีย เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ (non-protein nitrogen, NPN) ซึ่งสามารถแตกตัวให้แอมโมเนียอย่างช้า ๆ (slow release ammonia) ในกระเพาะรูเมนได้ โดยอาศัยเอ็นไซม์ยูรีเอสจากแบคทีเรีย แล้วจุลินทรีย์จะใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนได้ต่อไป ซึ่งกระบวนการใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ในกระเพาะรูเมน แสดงให้เห็นโดย NRC (1976 อ้างถึงใน เมธา วรรณพัฒน์, 2533, หน้า 217) ดังนี้



ภาพที่ 2.3 การใช้ประโยชน์ของแป้งและยูเรียโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะรูเมน
ที่มา: เมธา วรรณพัฒน์, 2533

และการใช้สตาเรียเป็นแหล่งโปรตีนจะทำให้ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3) ในกระเพาะรูเมนจะต่ำ แต่จะมีการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในระดับสูง (Stiles, Bartley, Meyer, Deyoe and Pfost, 1970; Schmidt, Jorgenson, Benevenga and Brungardt, 1973; Barr, Bartley and Meyer, 1974)

2.8.2 ผลการใช้สตาเรีย (Starea) เป็นแหล่งโปรตีน

Helmer, Bartley and Deyoe (1970) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้สตาเรีย ยูเรีย และ กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน ในโครีดนมพันธุ์โฮลสไตน์ โดยใช้ bromed alfalfa hay เป็นอาหารหยาบ พบว่ามีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 18.5, 13.2 และ 20.1 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในโคกลุ่มที่ได้รับสตาเรีย และกากถั่วเหลือง ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มโคที่ได้รับยูเรียเป็นแหล่งโปรตีน

Roman-Ponce, Van Horn, Marshall, Wilcox and Rendel (1974) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้กากถั่วเหลือง ยูเรีย และสตาเรีย เป็นแหล่งโปรตีน ต่อการกินได้ของชานอ้อย (sugarcane bagasse) ในโครีดนมพันธุ์โฮลสไตน์ เกิร์รซี่ และ เจอร์ซี่ จำนวน 36 ตัว พบว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 16.6, 15.1 และ 16.2 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในโคนมที่ได้รับกากถั่วเหลือง และสตาเรีย มีปริมาณการกินได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($P>0.01$) แต่ปริมาณการกินได้ของโคมีแนวโน้มสูงกว่า และแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยูเรียเป็นแหล่งโปรตีน

2.9 ข้อมูลทั่วไปของกระถิน

วงศ์ (Family) : Leguminosae

Sub-family : Mimosoideas

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

ชื่อเดิม *: Leucaena glauca* (L.) Benth.; *Mimosa glauca* (L.); *Acacia glauca* (L.) Moench; *Mimosa leucocephala* (L.)

ชื่อสามัญ : Koa haole (Hawaii), leucaena (Australia, UK), vaivai (Fiji), ipil-ipil (Philippines), lead tree (Caribbean), tan-tan (Virgin Islands), jumble bean (Bahamas), acacia bella rosa (Colombia), aroma blanco (Cuba), hediondilla (Puerto Rico), wild tamarind (West Indies), lamtoro (Indonesia), guaje (Mexico) ประเทศแถบอเมริกากลาง เรียก huaxin (Brewbaker, 1995) ส่วนในประเทศไทย เรียก กระถิน กระถินเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในอเมริกากลาง และมีการกระจาย

ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของโลกในเวลาต่อมา เริ่มกระจายมาแถบเอเชีย และประเทศในเขตร้อนทั่วโลกเมื่อสเปนมาปกครองฟิลิปปินส์ ระหว่างปี ค.ศ. 1565-1825 กระถินมี 2 สายพันธุ์หลัก คือ

- พันธุ์พื้นเมือง (Common type) เดิมเรียกว่าพันธุ์ฮาวาเอียน (Hawaiian) เป็นชนิดที่มีต้นเล็ก สูงประมาณ 5 เมตร ออกดอกเร็ว มีเมล็ดมาก จึงแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วจนกลายเป็นวัชพืช ในประเทศไทยกระถินพันธุ์นี้กลายเป็นกระถินพื้นเมืองที่พบเห็นได้ทั่วไป

- กระถินยักษ์ (Giant type) หรือเรียกว่าสายพันธุ์ซัลวาเดอร์ (Salvador) มีลำต้นสูงประมาณ 20 เมตร มีกิ่งก้านสาขาน้อย โตเร็ว ให้ผลผลิตทั้งใบและลำต้นสูง นอกจากนี้กระถินยักษ์ยังมีอีกสายพันธุ์หนึ่งที่เรียกว่าสายพันธุ์เปรู (Peru) สูงประมาณ 15 เมตร แตกกิ่งก้านสาขามากตั้งแต่โคนต้น (ฉรงค์ โฉมเฉลา, 2523 และ Bray, 1994)

ภาพที่ 2.4 กระถิน (*Leucaena leucocephala*)
ที่มา: กองอาหารสัตว์, 2547

กระถินในสกุล *Leucaena* มีหลายสปีชีส์โดยจำแนกลักษณะแต่ละสายพันธุ์ตามขนาดความสูงของลำต้น สีดอก ขนาดฝัก ซึ่งสปีชีส์เหล่านี้เกิดเนื่องจากการนำกระถินในสกุลเดียวกันมาผสมกัน ในปัจจุบันนี้ สายพันธุ์ (Cultivar) ที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่มักเป็นสายพันธุ์ที่มีขนาดลำต้นใหญ่ที่เรียกว่า กระถินยักษ์ (Giant type) ในปี ค.ศ. 1960 สายพันธุ์ Cunningham K8 K28 และ K67 มีการใช้แพร่หลายทั่วโลก (K มาจาก Koa haole หมายถึง กระถิน) แต่เมื่อปี ค.ศ. 1990 ได้มีการปรับปรุงพันธุ์ ได้สายพันธุ์ใหม่ คือ K636 และลูกผสม Kx2 และ Kx3 ซึ่งเป็นที่นิยมในเวลาถัดมา เนื่องจากให้ผลผลิตสูง ทนต่อการทำลายของแมลง และทนต่อสภาพอากาศหนาวเย็นได้ดี (Brewbaker, 1995)

กระถินส่วนใหญ่ขยายพันธุ์โดยเมล็ด แต่เนื่องผิวบริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดของกระถินมีลักษณะแข็งและมีส่วนของ Wax เคลือบอยู่ทำให้น้ำซึมเข้าไปได้ยาก ดังนั้นก่อนนำเมล็ดไปปลูกจึงควรนำเมล็ดไปลวกด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 80°C ประมาณ 2-3 นาที หรือแช่น้ำเดือดประมาณ 1 วินาที และก่อนนำเมล็ดไปปลูกควรมีการคลุกเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียม (Rhizobium) ชนิดที่ใช่กันทั่ว ๆ ไป คือ TAL1145 หรือ CB81 โดยเฉพาะบริเวณที่ยังไม่เคยปลูกกระถินมาก่อน ซึ่งชนิดของเชื้อจะมีเฉพาะสายพันธุ์ และถ้าดินมีความเป็นกรด ควรใช้ปูนขาวช่วยปรับสภาพดินเพื่อให้เชื้อไรโซเบียมเจริญเติบโตได้ดี (Shelton and Brewbaker, 1994)

กระถินเป็นพืชที่มีระบบราก 2 ระบบ คือ ระบบผิวดินซึ่งมีปมรากอยู่มากช่วยในการตรึงไนโตรเจน หาอาหารและอากาศ ส่วนอีกระบบ คือ ระบบรากแก้วอยู่ลึกประมาณ 2/3 ของความสูงลำต้น (ณรงค์ โฉมเฉลา, 2523) รากแก้วสามารถหยั่งลึกได้ถึง 5-10 เมตร จึงสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพแห้งแล้ง แต่จะให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในพื้นที่ที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลไม่เกิน 500 เมตร มีปริมาณน้ำฝน 650-3000 มิลลิเมตร เจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่มีค่า pH 8 และพบว่าจะเจริญเติบโตได้ไม่ดีในดินที่มีความเค็ม มีอะลูมิเนียมอิสระต่ำ และมีปริมาณแคลเซียมสูง นอกจากนี้กระถินมักชอบขึ้นในที่โล่งแจ้ง ในช่วงอากาศหนาวกระถินจะเริ่มออกดอกและฝัก ทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากได้รับแสงน้อย (Gutteridge and Shelton, 1994; Brewbaker, 1995)

2.9.1 คุณค่าทางโภชนะของกระถิน

กระถิน สามารถต่อสภาพอากาศแห้งแล้งได้ดี ได้รับการยกย่องให้เป็นไม้เอนกประสงค์ อีกทั้งยังใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เพราะมีคุณค่าทางโภชนะอาหารสูงส่วนขององค์ประกอบทางเคมีในใบกระถินมีความแตกต่างกัน แล้วแต่ว่าจะมีส่วนของกิ่งหรือก้านหรือฝักปนมามากน้อยเพียงใด และยังขึ้นอยู่กับอายุตลอดจนปัจจัยอื่น ๆ ด้วย อย่างไรก็ตามโปรตีนในกระถินอยู่ในเกณฑ์ที่สูง คือ 15.2-25.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นพืชอาหารสัตว์ที่ให้โปรตีนสูงและเจริญเติบโตได้ดี ดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของกระถินป่น

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	ใบป่น (leave meal)	กระถินป่น (รวมกิ่งและก้านใบ)
วัตถุแห้ง	90.1	91.2
โปรตีนหยาบ	25.9	15.2
ไขมัน	6.5	1.6
เยื่อใยหยาบ	10.5	31.6
เถ้า	11.1	13.7
NFE	44.6	38.7
ADF	22.3	36.0
NDF	28.9	51.5
ADL	9.3	11.7
แคลเซียม	2.29	1.17
ฟอสฟอรัส	0.19	0.15
TDN	76.05	45.82

NFE= nitrogen free extract, ADF= acid detergent fiber, NDF= neutral detergent fiber, ADL= acid detergent lignin

ที่มา: กองอาหารสัตว์, 2547

นอกจากนี้พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของกระถินในสัตว์เคี้ยวเอื้อง 3 ชนิด มีค่าที่แตกต่างกัน คือ แพะย่อยได้ดีกว่าแกะและโค ตามลำดับ อย่างไรก็ดีข้อมูลในตารางนี้เป็นผลจากการทดลองที่ต่างเวลาและต่างสถานที่กัน ดังนั้นนอกจากชนิดของสัตว์แล้วชนิดของอาหารที่ใช้ทดลองยังอาจมีความแตกต่างกันไปตามอายุและปัจจัยอื่น ๆ ด้วย อย่างไรก็ดีพบว่ากระถินมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 50-69 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้อง Sethi and Kulkarni (n.d.) ที่พบว่าค่าการย่อยได้ของพืชตระกูลถั่วจะอยู่ในช่วง 50-70 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การย่อยได้ของใบกระถินในสัตว์ชนิดต่าง ๆ

	% digestibility							Animal
	DM	**OM**	**CP**	**CF**	**EE**	**NFE**	**Ash**	**types**
Leucaena leaf[1/]	64.1	65.9	64.8	44.3	42.7	76.3	45.1	Sheep
Leucaena leaf[2/]	68.6	-	-	-	-	-	-	Goats
”	63.2	-	-	-	-	-	-	Sheep
”	54.8	-	-	-	-	-	-	Cattle

DM = dry matter, OM=organic matter, CP=crude protein, CF=crude fiber, EE= ether extract, NFE= nitrogen free extract

ที่มา: [1/]Cheva-lsarakul, 1982 [2/]Norton, 1994

แม้ว่ากระถินจะเป็นพืชตระกูลถั่วที่ให้ผลผลิตและโปรตีนสูง แต่กระถินก็ถูกจำกัดเนื่องจากมีสารที่เรียกว่า มิโมซิน (mimosine) ซึ่งพบในใบกระถิน 8-10 เปอร์เซ็นต์ (Jones, 1973) โดยมีปริมาณแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ และอายุการเจริญเติบโต เช่นในช่วงที่เมล็ดเริ่มงอก มี มิโมซิน คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง 12.3 เปอร์เซ็นต์ ในใบมี 2.6-5.1 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ดอ่อนมีมากกว่าเมล็ดที่แก่ คือเท่ากับ 6.2 และ 3.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากรายงานของ Jones (1994) ปริมาณสาร มิโมซิน นี้ พบมากบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโต เช่น ปลายรากที่เริ่มงอกจากเมล็ด เท่ากับ 8-12 เปอร์เซ็นต์ ใบอ่อน 4-6 เปอร์เซ็นต์ ในฝักอ่อนที่มีเมล็ด เท่ากับ 4-5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในประเทศไทย พบว่าใบกระถินมี มิโมซิน 3-5 เปอร์เซ็นต์ แต่กระถินป่นที่มีขายในท้องตลาดจังหวัดเชียงใหม่มีประมาณ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับกระถินพื้นเมืองในเขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม คือ 1.02-1.22 เปอร์เซ็นต์ (วิสุทธิ์ จันทวิชญสุทธิ์, 2530) และ Vearasilp, Phuagphong and Ruengpaibul (1981) รายงานว่าพบปริมาณ มิโมซิน ในใบกระถิน เท่ากับ 6.0 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนรวม หรือ เท่ากับ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง ดังนั้นการใช้ใบกระถินในสัตว์เคี้ยวเอื้องยังคงมีต่อไป แต่ต้องมีความระมัดระวังในการใช้เป็นอาหาร โดยอย่าให้มากจนเกินไปจนถึงระดับที่ มิโมซิน แสดงความเป็นพิษ ได้แก่ขนร่วง ผสมติดยาก แท้งลูก หรืออาจมีอาการคอหอยพอก สามารถแก้ไขได้โดยการเสริมไอโอดีน (Iodine) ลงในอาหาร (เทิดชัย เวียรศิลป์, 2548) ปัญหาความเป็นพิษของสารมิโมซินต่อสัตว์กระเพาะรวมมักเกิดขึ้นน้อย เนื่องจากเมื่อสัตว์เคี้ยวกระถิน เอ็นไซม์ที่อยู่ภายในจะถูกปล่อยออกมาทำการเปลี่ยนสารมิโมซินไปเป็นสาร (3,4 DHP-dihydroxypyridine) ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของสารมิโมซินที่กินเข้าไปมีการเปลี่ยนแปลงก่อนถึงกระเพาะรูเมน (Lowry, Maryanto and Tangendjaja, 1983) เมื่อกระถินที่ถูกเคี้ยวผ่านมาถึงกระเพาะรูเมนที่เหลือถูกเปลี่ยนไปเป็นสาร DHP จนหมดในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนแต่ถ้าสัตว์กิน

กระถินที่ตากแห้ง เอนไซม์ภายในเซลล์พืชจะถูกทำลาย ทำให้การเปลี่ยนแปลงสารมิโมซินไปเป็น DHP เกิดภายในกระเพาะรูเมนเท่านั้น (Jone and Megarrity, 1983) ดังนั้นจึงพบว่าสัตว์ที่กินกระถินแห้งมีการขับสารมิโมซินออกทางปัสสาวะมากกว่าปกติ แต่กรณีที่สัตว์เคยได้กินกระถินสดหรือแห้งมาแล้วจะขับออกในรูป DHP เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนสารมิโมซินไปเป็นสาร DHP มีการเพิ่มจำนวนประชากรที่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงของสารดังกล่าว ด้วยเหตุนี้จึงพบว่าสัตว์ที่กินกระถินในครั้งแรกจะมีอาการขนร่วงเนื่องจากพิษของสารมิโมซิน ส่วนพิษของ DHP ไม่เกิดรวดเร็ว แต่เป็นไปอย่างช้า ๆ นอกจากนี้ยังพบสารมิโมซินและสาร DHP จะดูดซึมผ่านผนังทางเดินอาหารได้รวดเร็ว และการกำจัดสารดังกล่าวมักเกิดขึ้นที่ไตมากกว่าที่ตับ (Jones, 1994)

2.9.2 กรรมวิธีลดปริมาณมิโมซิน

ไพโชค ปัญจะ (2526) ได้นำใบกระถินสายพันธุ์พื้นเมือง และกระถินยักษ์ที่เกษตรกรใช้กันอย่างแพร่หลายในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี มาแยกส่วนที่เป็นกิ่งก้านออกใช้ออกที่เฉพาะส่วนที่เป็นใบ พบว่าในใบกระถินพันธุ์พื้นเมือง และกระถินยักษ์มีมิโมซิน เท่ากับ 1.02 และ 1.22 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เมื่อนำมาลดมิโมซินโดยกรรมวิธีการตากแห้ง 11 ชั่วโมง นึ่งไอน้ำ 1 ชั่วโมงและแช่ใน 0.2 เปอร์เซ็นต์ $FeSO_4$ 15 นาที พบว่าสามารถลดมิโมซินในใบกระถินยักษ์ลงได้ 51.13, 13.96 และ 88.69 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกระถินพื้นเมืองลดลงเท่ากับ 33.8, 48.60 และ 90.79 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับในใบสด แสดงว่าวิธีที่ลดมิโมซินได้ดีที่สุด คือ การแช่ใน 0.2 เปอร์เซ็นต์ $FeSO_4$ 15 นาที เนื่องจาก $FeSO_4$ มีคุณสมบัติเป็นสารที่จับตัว (chelating agent) กับมิโมซินได้ดีทำให้มีการตกตะกอน และไม่สามารถดูดซึมผ่านผนังทางเดินอาหารได้ แต่การใช้สาร $FeSO_4$ ไม่ควรเกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารเนื่องจากมีแนวโน้มไปขัดขวางการใช้ประโยชน์ได้ของแร่ธาตุตัวอื่น โดยเฉพาะหมู่ฟอสเฟต (Ross and Springhall, 1963)

สุวรรณา ภาคย์วิวัฒน์ (2527) ได้นำใบกระถินที่ขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มาแยกใช้เฉพาะส่วนของใบ ได้ผลดังตารางที่ 2.3 พบว่าวิธีที่ลดมิโมซินได้ดีที่สุด คือนำใบกระถินแห้งมาแช่น้ำนาน 15 นาทีถึง 24 ชั่วโมง แล้วนำมาตากแห้ง หรือใช้ใบสดสับแช่น้ำ 24 ชั่วโมงแล้วนำมาตากแห้ง แต่ถ้าใช้ใบสดแช่น้ำเพียง 15 นาที ลดลงได้น้อยมาก (9.92 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการนำใบสดแช่ใน $FeSO_4$ ได้ผลในการลดมิโมซินต่ำกว่าที่ ไพโชค ปัญจะ (2526) รายงานไว้แต่ถ้าเป็นใบกระถินแห้งแช่ใน $FeSO_4$ จะไปผลใกล้เคียงกับการนำใบกระถินสดแช่ใน 0.2 เปอร์เซ็นต์ $FeSO_4$ 15 นาที ส่วนวิธีการผึ่งลมและผึ่งแดด ทำให้ปริมาณมิโมซินลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการลดมิโมซินที่ได้ผลควรทำโดยการนำใบกระถินไปแช่ในสารละลายเฟอรัสซัลเฟตหรือแช่ในน้ำก่อนแล้วนำมาผึ่งแดดให้แห้ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของธีระ วิสิทธิ์พานิช (2530) ที่ได้ทดลองนำใบกระถินแห้งซึ่งมีปริมาณมิโมซิน 2.28 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในกระสอบป่านแล้วนำไปแช่ในน้ำไหลเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาผึ่งแดดจน

แห้ง พบว่ามีปริมาณมิโมซินเหลืออยู่ 0.31 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็นปริมาณที่ลดลง เท่ากับ 86.40 และ 88.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ วิธีการนี้อาจจะเหมาะสมเฉพาะบริเวณที่มีทางน้ำไหลผ่าน และในช่วงฤดูกาลที่มีแสงแดดเพียงพอต่อการผึ่งใบกระถินให้แห้งเท่านั้น

ตารางที่ 2.3 กรรมวิธีลดปริมาณมิโมซินในใบกระถิน

Mimosine reduction method	**Mimosine**	
	% DM	**%Reduction**
ใบกระถินสด	3.93	0
ใบสดสับแช่ 0.2%$FeSO_4$ 15 นาที ตากแห้ง	1.06	73.03
ใบสดสับแช่ 0.4%$FeSO_4$ 15 นาที ตากแห้ง	0.87	77.86
ใบสดสับแช่น้ำ 15 นาที ตากแห้ง	3.54	9.92
ใบสดสับแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ตากแห้ง	0.39	90.08
ใบกระถินตากแห้ง	3.36	14.50
ใบแห้งแช่ 0.2%$FeSO_4$ 15 นาที ตากแห้ง	0.58	85.24
ใบแห้งแช่ 0.4%$FeSO_4$ 15 นาที ตากแห้ง	0.40	89.82
ใบแห้งแช่น้ำ 15 นาที	0.39	90.08
ใบแห้งแช่น้ำ 24 นาที	0.38	90.33
ใบแห้งบดแช่น้ำ 15 นาที ตากแห้ง	2.20	44.02
ใบกระถินผึ่งลมแห้ง	3.85	2.04

ที่มา: สุวรรณา ภาคย์วิวัฒน์, 2527

Wee and Wang (1987) ได้นำตัวอย่างใบกระถินที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มาทำการวิเคราะห์ปริมาณมิโมซิน โดยนำใบกระถินมาตากจนแห้ง เป็นเวลา 2 วัน แล้วบดด้วยโกร่ง (pestle and mortar) พบว่ามิโมซินลดลงจากเดิม คือ 5.56 เป็น 3.00 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และเปรียบเทียบระหว่างใบกระถินสดที่หั่นด้วยมีด กับที่ไม่ได้หั่น ใส่ในถุง polyethylene แช่ในอ่างน้ำ ที่อุณหภูมิ (30-100°C) จากนั้นนำมาตากให้แห้งแล้ววิเคราะห์ปริมาณมิโมซิน ได้ผลดังตารางที่ 2.4 จะเห็นได้ว่าปริมาณการลดลงของมิโมซินหลังตากแห้ง มีความแตกต่างกันไปในแต่ละรายงานซึ่งน่าจะมีผลมาจากกกระบวนการก่อนตาก เช่น การหั่น วิธีการหั่น และขนาดชิ้น เป็นต้น เนื่องจากการหั่น หรือ การทำให้เซลล์พืชแตกออกอาจช่วยให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายสารมิโมซิน มีการสัมผัสกับสารต่าง ๆ ได้ดีขึ้น หรืออาจมีผลทำให้เอนไซม์มีการเสียสภาพได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ดีพบว่ากระถินที่หั่น กับที่ไม่ได้หั่น มีปริมาณมีโมซินไม่แตกต่างกัน คือ 2.87 กับ 3.00

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการหั่นในการทดลองนี้ไม่ได้ช่วยให้เอนไซม์มีการทำงานที่ดีขึ้นจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมิโมซิน และพบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นกับระยะเวลาในการแช่น้ำร้อนมีความสัมพันธ์กับการลดลงของมิโมซิน คือเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือใช้ระยะเวลาในการแช่นานขึ้นยิ่งทำให้มิโมซินลดลง

ตารางที่ 2.4 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ ต่อการสลายตัวของมิโมซิน

Submergence	**Mimosine content (% DM)**							
Time (minute)	**0**		**5**		**10**		**20**	
Temperature (°C)	**WL**	**ML**	**WL**	**ML**	**WL**	**ML**	**WL**	**ML**
30	3.00	2.87	2.68	2.48	2.56	2.42	0.24	2.26
45	3.00	2.87	1.88	1.68	1.76	1.57	1.52	1.44
60	3.00	2.87	1.44	1.36	1.30	1.21	1.15	1.00
75	3.00	2.87	1.32	1.24	1.26	1.08	1.04	0.82
90	3.00	2.87	1.12	0.96	0.88	0.64	0.60	0.48
100	3.00	2.87	0.62	0.36	0.32	0.24	0.21	0.16

WL= Whole leaves, ML=Macerated leaves

ที่มา: Wee and Wang, 1987

แม้ว่าจะมีการค้นพบจุลินทรีย์ที่สามารถลดความเป็นพิษของสารมิโมซินลงได้ อย่างไรก็ความแตกต่างทางด้านสายพันธุ์ของสัตว์ สายพันธุ์กระถิน และความเคยชินของการกินของสัตว์ ดังนั้นปริมาณกระถินสดที่ควรให้สัตว์กินจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ดังนี้ ในโค-กระบือ ควรให้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ แพะไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารทั้งหมด (Kumar, 1992) หรือโค-กระบือสามารถกินปริมาณสารมิโมซินได้ไม่เกิน 0.18 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว แพะและแกะไม่เกิน 0.18 และ 0.14 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ตามลำดับ (Kumar and D'Mello, 1995)

2.10 ผลของการใช้กระถินในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ในประเทศไทยได้มีการนำใบกระถินทั้งในรูปสด และแห้งมาใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องดังรายงานของ จินตนา อินทรมงคล, เกศรินทร์ สิรินันทเกต, โสวัฒน์ สวนบุญลา และสุนทราภรณ์ รัตนดิลก ณ ภูเก็ต (2526) ได้ทดลองให้โคลูกผสมบราห์มัน ที่มีน้ำหนักตัวเริ่มต้น 120 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว กินใบกระถินสด คิดเป็นร้อยละ 50 ของอาหารทั้งหมด เป็นเวลา 232 วัน พบว่าโคมี

อาการเป็นพิษไม่พร้อมกัน คือ โค 1 ตัว แสดงอาการเป็นพิษหลังจากกินกระถิน 80 วัน โค 2 ตัว แสดงอาการเป็นพิษหลังกินได้ 8 เดือน และอีก 2 ตัวไม่แสดงอาการเป็นพิษ โดยอาการดังกล่าวนั้น คือ น้ำตาไหลตลอดเวลา น้ำลายไหล และน้ำหนักตัวลด แต่อาการเหล่านี้จะหายไปเมื่อไม่ให้กินกระถิน ซึ่งต่างจากรายงานของ จินดา สนิทวงศ์, ศศิธร ถิ่นนคร, อรรถยา เกียรติสุนทร และชาญชัย มณีดุลย์ (2529) ที่ใช้ใบกระถินสดเพียงอย่างเดียวขุนกระบือลูกผสมมูร่าห์เพศผู้ตอน อายุประมาณ 2 ปี 6 เดือน จำนวน 2 ตัวโดยให้กินอย่างเต็มที่นาน 768 วัน กระบือสามารถกินได้ 58.53 กิโลกรัม/ตัว/วัน หรือเท่ากับ 5.88 กิโลกรัมแห้ง/ตัว/วัน มีอัตราการเจริญเติบโตตลอดการทดลองเฉลี่ย 0.27 กิโลกรัม/ตัว/วัน มีสุขภาพสมบูรณ์ ไม่แสดงอาการอันเนื่องจากพิษมิโมซินทั้งลักษณะภายนอก และทางพยาธิของอวัยวะภายใน

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2529) ได้ศึกษาการเสริม และไม่เสริมใบกระถินแห้ง ร่วมกับฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ โดยทดลองในโครุ่นลูกผสม ขาว-ดำ อายุประมาณ 7 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 105 กิโลกรัม จำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 กินฟางหมักยูเรียเต็มที่ กลุ่มที่ 2 ฟางหมักยูเรียเสริมใบกระถินแห้ง 0.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน และทั้ง 2 กลุ่มได้รับรำละเอียด 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน เป็นเวลา 98 วัน พบว่ากลุ่มที่ 2 กินอาหารได้มากกว่ากลุ่มที่1 คิดเป็นปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ เท่ากับ 2.8 และ 2.4 กิโลกรัม/ตัว/วัน มีผลให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการอาหารดีกว่า กลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2531)ได้ทดลองเปรียบเทียบในแกะเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 19.8 กิโลกรัม แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว แต่ละกลุ่มกินฟางข้าวหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ + ใบกระถินสด 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน และฟางข้าวราดยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ + กากน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ + ใบกระถินสด 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน เป็นเวลา 69 วัน พบว่าแกะมีอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น และไม่มีอาการเป็นพิษเนื่องจาก มิโมซินเช่นกัน แม้ว่าเมื่อคิดเป็นปริมาณกระถินแห้งที่กินต่อน้ำหนักตัว เท่ากับ 1.3 เปอร์เซ็นต์

วรรณา อ่างทอง (2545) ได้ใช้ใบกระถินร่วมกับรำ 20 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใบสด โดยบรรจุในถุงพลาสติก 2 ชั้น และดูดอากาศออกด้วยปั๊มสุญญากาศทำให้ได้ใบกระถินหมักที่มีคุณภาพดี สามารถเก็บได้นานโดยไม่ทำให้คุณภาพลดลง แต่กลับทำให้เบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณสารมิโมซินลงได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ทำให้โคสามารถกินใบกระถินหมักเป็นอาหารเดี่ยวโดยไม่ทำให้เกิดอาการเป็นพิษ โดยโคสามารถกินได้ไม่ต่ำกว่า 1.47 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มีการย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่ 52-70 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น NFC ที่มีค่าสูงมาก (98.56 เปอร์เซ็นต์) และ NDF มีค่าต่ำมาก (25.94 เปอร์เซ็นต์)

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2546) นำใบกระถินสดหมักร่วมกับรำละเอียดและน้ำในอัตรา 100:20:20 แล้วนำมาใช้เลี้ยงโคนมโดยทดแทนอาหารข้น 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็นวัตถุ

แห้ง เท่ากับ 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารข้น ตามลำดับ โดยโคทุกกลุ่มได้รับโภชนะเพียงพอกับความต้องการเพื่อการสร้างน้ำนม 17±5 กิโลกรัม/วัน ให้โคกินอาหารหยาบด้วยหญ้ารูซี่หมักและหญ้ารูซี่แห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างเต็มที่และให้กินอาหารข้นในปริมาณที่กำหนด ทำการทดลองกับลูกโคผสมสายเลือด โฮลสไตล์ฟรีเชี่ยน 87.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 15 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่มเป็นเวลา 21 วัน พบว่าโคกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับกระถินหมักสามารถกินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับกระถินหมัก 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (14.20 กับ 15.04 และ 15.10 กิโลกรัม/ตัว/วัน) ส่วนผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือมีผลผลิตน้ำนมที่ปรับให้มีไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 14.81, 15.75 และ 14.84 กิโลกรัม/ตัว/วัน โดยมีไขมันนมเท่ากับ 3.01, 3.66 และ 3.28 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ที่ปรับไขมันแล้วลดลง (6.94, 6.40 และ 6.37 บาท/กิโลกรัม) หลังการทดลองมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงขึ้นตามลำดับของใบกระถินหมักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Cheva-lsarakul and Potikanond (1986) ศึกษาการไม่เสริม และเสริมใบกระถินแห้งในโคเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 90 กิโลกรัม อายุ 6-7 เดือน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กินอาหารข้น 960 กรัม/วัตถุแห้ง/ตัว/วัน และฟางหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ โดยให้กินเต็มที่ กลุ่มที่ 2 กินเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 1 แต่เสริมใบกระถินแห้ง 0.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน พบว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.42 และ 0.48 กิโลกรัม/ตัว/วัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 6.89 และ 6.51 กิโลกรัมอาหาร/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่โคกลุ่มที่ 2 ซึ่งกระถินมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 (10.9 และ 12.4 บาท/กิโลกรัม)

Rai and Harika (1992) ได้ศึกษาการใช้กระถินเป็นแหล่งอาหารโปรตีนกับแพะลูกผสม (ซาแนน x แอลไพน์ x บีทอล แอลไพน์ x ซาแนน x บีทอล แอลไพน์ x บีทอล และ ซาแนน x บีทอล) ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 4-5 เดือน มีน้ำหนัก 11.1 กิโลกรัม มีอาหาร 4 สูตร ซึ่งมีใบกระถิน 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แหล่งโปรตีนอื่น ๆ ที่ใช้คือ ถั่วลิสง และแหล่งอาหารพลังงานคือข้าวโพดและรำข้าวสาลี ใบกระถินที่ใช้มาจาก 3 สายพันธุ์ (varieties) คือ viz. “K-8” “K-28” และ Peru ถูกเก็บเกี่ยวและนำมาตากแดดให้แห้ง แล้วเก็บใบติดกับกิ่งเล็ก การให้อาหารให้แบบจำกัดแต่มีการให้ถั่วลูเซินสภาพสดอย่างเต็มที่ การให้อาหารทั้ง 2 ชนิด แยกกันต่างหาก ปริมาณอาหารผสมจะมีการปรับปริมาณการให้ทุก 2 สัปดาห์และให้เพียงวันละ 1 ครั้ง พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ของปริมาณอาหารที่กิน (กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิก) และไม่มีความแตกต่างของสัมประสิทธิ์ในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง จากการศึกษายังพบว่าปริมาณสารมิโมซิน ในใบกระถินสภาพแห้งมีค่า 3.5-4.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปผสมในปริมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และนำมาเลี้ยงแพะไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ในขณะที่การศึกษาของ Jaikisahan, Dass and Joshi (1989) พบว่าการให้แพะกินอาหารที่มีส่วนประกอบของใบกระถินในอาหารข้นมาก

ขึ้น (100-200 กรัม/ตัว/วัน) จะมีผลทำให้แพะกินอาหารมากขึ้น ในขณะที่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนลดลง ซึ่งเป็นไปได้ว่าปริมาณมิโมซินในใบกระถินอาจทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสลดลง

Ruiz-Feria (1998) ใช้กระถินสดในปริมาณ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งผสมอาหารข้น และให้กระต่ายกินแบบเต็มที่ พบว่าใช้กระถินสดที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งทำให้อัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ปริมาณการกินได้แปรผกผันตามปริมาณกระถินที่เสริม เฉลิมพล แซมเพชร (2530) รายงานว่าโคเนื้อที่แทะเล็มอยู่บนแปลงกระถินจะทำให้น้ำหนักเพิ่ม 200-522 กรัม/ตัว/วัน

Morand-Fehr (2005) หลังจากให้แพะกินกระถินไป 7-8 สัปดาห์ แพะสามารถสลายสารมิโมซินและสามารถปรับตัวได้ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Kudo, Cheng, Majak, Hall and Costerton (1984) ที่ได้ศึกษาอัตราการทำลายสารมิโมซิน โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนที่ได้จากโคและแกะในประเทศแคนนาดาที่กินอาหารข้นเต็มที่เทียบกับที่กินอาหารหยาบเต็มที่ พบว่าของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ได้จากการกินอาหารจะมีอัตราการทำลายมิโมซินได้เร็วกว่าที่กินอาหารหยาบเต็มที่ โคมีอัตราการทำลาย เท่ากับ 2.17 และ 0.44 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร/ชั่วโมง ส่วนแกะเท่ากับ 2.88 และ 1.87 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร/ชั่วโมง

นอกจากนี้ เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์ (2549) ได้ทำการศึกษาการใช้ใบกระถินเทพาแห้งเลี้ยงแพะลูกผสมเพศเมีย น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20 กิโลกรัม จำนวน 8 ตัว แบ่งแพะเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ4 ตัว กลุ่มที่ 1 ให้กินใบกระถินเทพาแห้งอย่างเดียว และกลุ่มที่ 2 ให้กินกระถินเทพาแห้งร่วมกับหญ้ารูซี่แห้ง แพะทุกตัวได้รับอาหารข้น (โปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ตลอดระยะเวลา 90 วัน พบว่า กระถินเทพาแห้งมีความน่ากินต่ำ จึงให้แพะกลุ่มที่ได้รับใบกระถินเทพาแห้งอย่างโตช้ากว่าแพะที่ได้รับใบกระถินเทพาร่วมกับหญ้ารูซี่แห้ง อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 33.3 และ 105.6 กรัม/ตัว/วัน ขณะที่ปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินเมื่อคำนวณคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับใบกระถินเทพาแห้งร่วมกับหญ้ารูซี่แห้งมีค่าสูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับใบกระถินเทพาแห้งอย่างเดียว คือ 914.9 กรัม/ตัว/วัน เมื่อเปรียบเทียบกับ 510.6 กรัม/ตัว/วัน และ 4.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากระถิน มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์และเพิ่มผลผลิตได้อย่างสูงสุด ดังนั้นควรมีการศึกษาและพัฒนาในการนำกระถินมาใช้เลี้ยงสัตว์ ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการและให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.11 รายการอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. (2544). **การเลี้ยงแพะ.** กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองอาหารสัตว์. (2547). **ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์.** กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ดุษฎี อุตภาค. (ม.ป.ป.). **เทคโนโลยีของคาร์โบไฮเดรต** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://eu.lib.kmutt. Ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap2/chapter2_4.html.

จินดา สนิทวงศ์, ศศิธร ถิ่นนคร, อรรถยา เกียรติสุนทร, เกียรติสุรักษ์ และชาญชัย มณีดุลย์. (2529). การศึกษาการใช้ใบกระถินสดล้วน ๆ ขุนกระบือ. ใน **ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 5** (หน้า 146-158). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จินตนา อินทรมงคล, เกศรินทร์ สิรินันทเกตุ, โสวัฒน์ สวนบุญลา และสุนทราภรณ์ รัตนดิลก ณ ภูเก็ต. (2526). การใช้ใบกระถินสดในการขุนโคแบบหลังบ้าน. ใน **ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 2** (หน้า 60-70). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฉลอง วชิราภากร. (2541). การจัดการด้านอาหารโคนมต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม. ใน **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง น้ำนมโคคุณภาพสู่ผู้บริโภค** (หน้า14-32). ขอนแก่น.

เฉลิมพล แซมเพชร.(2530). **หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน.** กรุงเทพฯ: โอ. เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

ณรงค์ โฉมเฉลา. (2539). กระถินยักษ์. **ว. วิทย์. กษ.** 13(2): 161-170.

ธีระ วิสิทธิ์พานิช. (2530). ผลการใช้กระถินแช่น้ำเสริมในอาหารสุกรรุ่น **ว. เกษตร.** 3(1): 19-34.

เทิดชัย เวียรศิลป์. (2548). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง** (พิมพ์ครั้งที่ 5). เชียงใหม่: บริษัท ทรีโอแอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดียจำกัด.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2531). สมรรถภาพในการผลิตและการย่อยได้ของแกะที่ได้รับต้นข้าวโพดหวานหลังเก็บฝักหมักร่วมกับข้าวโพดบดเปรียบเทียบกับหญ้าขนสด. ใน **ประชุมวิชาการการใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์โครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน** (หน้า 206-214). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, วรรณา อ่างทอง, สมคิด หรหมมา และบุญเสริม ชีวะอิสระกุล. (2546). การใช้กระถินหมักทดแทนบางส่วนของอาหารข้นเพื่อเลี้ยงโคนม. ใน **ประชุมวิชาการครั้งที่ 41** (หน้า 170-177). สาขาสัตว์: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2529). สมรรถภาพในการผลิตในการผลิตของโครุ่นที่ได้รับฟางข้าวเสริมกระถินและรำเปรียบเทียบกับฟางปรุงแต่งและรำ. **ว.เกษตร.** 2(1): 1-16.

เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์. (2549). การใช้ใบกระถินเทพา (*Acacia mangium*) แห้งเลี้ยงแพะมีศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี. ใน **รายงานผลการวิจัยกองอาหารสัตว์** (หน้า 295-304). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ไพโชค ปัญจะ. (2526).การศึกษาหาปริมาณสารพิษไมโมซิน และวิธีการลดพิษในใบกระถิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมธา วรรณพัฒน์. (2533). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

เมธา วรรณพัฒน์. (2533). อาหารหยาบและประสิทธิภาพการผลิตโคนม. **วารสารโคนม.** 2: 44.

เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิราภากร. (2533). **เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม.** กรุงเทพฯ: ฟันนี่พลับลิชชิ่ง.

วรรณา อ่างทอง. (2545). การย่อยได้ ค่าพลังงาน และระดับที่เหมาะสมของใบกระถินหมักในอาหารโคนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิสุทธิ์ จันทวิชญสุทธิ์. (2530). การใช้ประโยชน์จากใบกระถินเป็นส่วนผสมของอาหารเลี้ยงลูกโคอ่อน.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา, วิโรจน์ วนาสิทธชัยวัฒน์ และจีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์. (2549). การเลี้ยงแพะเนื้อรูปแบบต่าง ๆ. **เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการและการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2549.** อุทัยธานี: โรงแรมห้วยขาแข้งเชษฐศิลป์.

สุวรรณา ภาคย์วิวัฒน์. (2527). การศึกษาหาคุณค่าทางโภชนะและวิธีการลดมิโมซินของใบกระถิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Barr, G. W., Barltey, E. E. and Meyer, R. M. (1974). Feed processing VIII. Estimating microbial protein in fluid with precipipitating agents or in incubate mixures of uncooked grain plus urea or starea with deferential centrifugation. **J. Dairy Sci.** 58: 1308.

Bray, R. A. (1994). Diversity within tropical tree and shrub legumes. In **Forage Tree Legumes in Tropic Agriculture** (pp.111-119). R. C. Gutteridge and H. M. Shelton, eds. CAB International, Wallingford.

Brewbaker, J. L. (1995). New Crop Fact sheet: Leucaena. Purdue University, Center for New Crop and Plant Products.

Bowers, J. (1992). **Food Theory and Applications** (2nd ed.). New York: Macmillan Publishing company.

Cheva-lsarakul, B. (1982). The composition, intake and digestibility of legume tree leaves in North Thailand. In **The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds** (pp.152-158). P. T. Doyle, ed. School of Agricultural and Forestry University of Melbourne Parkville Victoria.

Cheva-lsarakul, B. and Potikanond, N. (1986). Performance of bulls fed diets containing untreated rice straw and leucaena leaves compared to urea-treated rice straw. **Thai J. Agric. Sci.** 19: 49-57.

Collison, R. (1968). Swelling and Gelation of Starc. In **Starch and Its Derivatives** (pp 168-193). J. A. Radley, ed. Chapman and Hall Ltd.

Gutteridge, R. C and Shelton, H. M. (eds.). (1994). **The role of forage tree legumes in cropping and grazing systems.** CAB International, Wallingford.

Helmer, L. G., Bartley, E. E. and Deyoe, C. W. (1970). Feed processing. VI. Comparison of starea, urea and soybean meal as protein source for lactating dairy cow. **J. Dairy Sci.** 53: 883.

Jaikisahan, K. M. Y., Dass, R. S. and Joshi, D. C. (1986). Nutritional evaluation of subabul (*Leucaena leucocephala*) in the ration of growing goats. **Indian J. Anim. Sci.** 56: 805-808.

Jones, R. J. and Megarrity, R. G. (1983). Comparative toxicity responses of goats fed on *Leucaena leucocephaia* in Australia and Hawaii. **Aus J. Agric. Res.** 34: 781-790.

Jones, R. J. (1973). The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. **World Animal Review** (pp.13-23).

Jones, R. J. (1994). Management of anti-nutritive factors-with special reference to leucaena. In **Forage Tree Legumes in Tropic Agriculture** (pp. 216-231). R. C. Gutteridge and H. M. Shelton, eds. CAB International, Wallingford.

Kearl, L.C. (1982). **Nutrient Requirement of in Developing Countries.** Utah USA: International feedstuffs institute Utah Agricultural experiment station Utah State University Logan.

Kudo, H., Cheng, K. J., Majak, W., Hall J. W. and Costerton, J. W. (1984). Degradation of mimosine in rumen fluid from cattle and sheep in Cannada. **Can. J. Anim. Sci.** 64: 937-942.

Kumar, R. (1992). Anti-nutritional factors the potential risk of toxicity and methods to alleviate them. In **Legume tree and Other Fodder Trees as Protein Sources for Livestock** (pp. 145-160). A. Speedy and P. L. Pugliese, eds. FAO United Nation Rome.

Kumar, R. and D'Mello, J. P. F. (1995). Anti-nutritional factors in forage legumes. In **Tropical Legume in Animal Nutrition** (pp. 95-133). J. P. F. D'Mello and C. Devendra, eds. CAB International, Wallingford.

Lowry, J. Maryanto, B. and Tangendjaja, B. (1983). Autolysis of mimosine to 3-hydroxy-4-1 (H) pyridine in green tissue of *Leucaena leucocephala*. **J. Sci. Feed Agric.** 34: 529-533.

Morand-fehr P. (2005). Recent developments in goat nutrition and application : A review. **Small Ruminant Research**. 60: 25-43.

Morrison, W. R. and Laignelet, B. (1983). An Improved Colorimetric Procedure for Determining Apparent and Total Amylose in Cereal and Other Starches. **J. Cereal Sci.** 9: 20.

Norton, B. W. (1994). The nutritive value of tree legumes. In **Forage Tree legumes in Tropical Agriculture** (pp. 177-191). R. C. Gutteridge and H. M. Shelton, eds. CAB International, Wallingford.

Preston, T. R. and Leng, R. A. (1987). **Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-Tropics.** Armidale Australia: Penumbul Books.

Rai, S. N. and Harika, A. S. (1992). Effect of long-term of leucaena leaf meal (LLM) as a protein source on feed utilization and growth in crossbred kids. In **Recent Advances in Goat Production** (pp. 757-760). R. R. Lokeshwar, ed. Proceedings of and Papers Presented at V International Conference on Goats held in New Delhi, India.

Ruiz-Feria, C. A., Lukefahr, S. D. and Felker, P. (1998). Evaluations of *Leucaena leucocephala* and cactus (Opuntia sp.) as forages for growing rabbits. **Livestock Research for Rural Development.** 10(10): 1-13.

Roman-Ponce, H., Van Horn, H. H., Marshall, S. P. Wilcox, C. J. and Rendel, P. F. (1974). Complete rations for dairy cattle. V. Interaction of sugarcane bagrasse quantity and form with soybean meal, urea and starea. **J. Dairy Sci.** 58: 1320.

Ross, E. and Springhall, J. A. (1963). Evaluation of ferrous sulfate as a detoxifying agent for mimosine in *Leucaena glauca* ration for chickens. **Aust. Vet.** 39: 349-397.

Schmidt, S. P., Jorgenson, N. A., Benevenga, N. J. and Brungardt, V. H. (1973). Comparison of soybean meal, formaldehyde treated soybean meal, urea and starea for steers. **J. Anim. Sci.** 37(5): 1233.

Sethi, P. and Kulkarni, P. R. (n. d.). ***Leucaena leucocephala*** **a nutrition profile** [On-line]. Available: http://www.unu.edu/unupress/food/8F163e/8F163E08.thm.

Shelton, H. M. and Brewbaker, J. L. (1994). *Leucaena leucocephala*-the most widely used forage tree legume. In **Forage Tree legumes in Tropical Agriculture** R. C. Gutteridge and H. M. Shelton, eds. CAB International, Wallingford.

Stiles, D. A., Bartley, E. E., Meyer, R. M., Deyoe, C. W. and Pfost, H. B. (1970). Feed processing VII. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (starea) on rumen metabolism in cattle and on urea toxicity. **J. Dairy Sci.** 53: 1436.

Vearasilp, T., Phuagphong, B. and Ruengpaibul, S. (1981). A comparison of *Leucaena leucocephala* and Mimosa pigra (L) in pig diets. **Thai J. Agric. Sci.** 14: 311-317.

Waniska, R. D. and Gomez, M. H. (1992). Dispersion behavior of starch. 14(5): 44.

Wee, K. L. and Wang, S. S. (1987). Effect of post-harvest treatment on the degradation of mimosine in *Leucaena leucocephala* leaves. **J. Sci. Food Agric.** 39: 195-201.

บทที่ 3
การศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน

3.1 คำนำ

การเลี้ยงแพะในปัจจุบันเริ่มมีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย หากผู้เลี้ยงต้องการเลี้ยงแพะในปริมาณที่มากและเพียงพอต่อความต้องการของตลาด แต่ต้นทุนในการเลี้ยงแพะลดต่ำลงนั้นเป็นเรื่องที่ผู้เลี้ยงควรที่จะคำนึงถึง การลดต้นทุนในการเลี้ยงแพะอีกวิธีหนึ่งที่นิยม คือการลดต้นทุนในด้านอาหาร ซึ่งปกติแล้วแพะจะได้รับอาหารหยาบเป็นหลัก และผู้เลี้ยงมักให้อาหารข้นเป็นการเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้น แต่ในสูตรอาหารที่ให้มักจะมีส่วนผสมที่ประกอบไปด้วยกากถั่วเหลืองที่มีโปรตีนสูงและมีราคาแพง การนำเอาพืชที่มีในท้องถิ่นและสามารถหาได้ง่ายมีโปรตีนค่อนข้างสูงและมีราคาถูกมาใช้ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่ง กระถินป่นก็เป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ในการประกอบในสูตรอาหารข้นได้ แต่ในการประกอบสูตรอาหารข้นนั้นก็ควรที่จะคำนึงถึงระดับของกระถินป่นที่ใช้ในการทดแทนโปรตีนในกากถั่วเหลืองด้วย ควรใช้ในระดับใดจะไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตของแพะ Kaitho et al. (1998) ได้ศึกษาการเสริม Leucaena และ Sesbania ในแกะและแพะเอธิโอเปีย ที่ได้รับ teff straw ทำให้ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น การย่อยได้ดีขึ้นและส่งผลทำให้การเจริญเติบโตสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้

3.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน

3.3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง

แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียนอายุ เฉลี่ยประมาณ 7-8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20±5.0 กิโลกรัม เพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว รวม 8 ตัว

การทดลอง

การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design โดยมีปัจจัยการทดลอง 4 ปัจจัย ทำการจัดทรีทเมนต์งานทดลองด้วยระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ดังแสดงในตารางที่ 3.1

อาหารทดลองแบบที่ 1 = (T1) ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองแบบที่ 2 = (T2) ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้น ที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองแบบที่ 3 = (T3) ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองแบบที่ 4 = (T4) ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

การจัดการสัตว์ทดลอง

ทำการถ่ายพยาธิแพะโดยใช้ยาไอโวเม็กต์ พร้อมทั้งฉีดวิตามิน เอดี$_3$ อี ก่อนเข้างานทดลอง 1 สัปดาห์ จากนั้นสุ่มแพะแต่ละตัวในคอกขังเดี่ยว ให้อาหารแยกแต่ละตัวพร้อมน้ำสะอาดให้กิน และแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ช่วงเวลาการทดลอง (period) ช่วงเวลา 21 วัน โดยแบ่งออกเป็นระยะเวลาการปรับสัตว์ 14 วัน นำสัตว์ขึ้นกรงเมแทบอลิซึม ปรับสัตว์บนกรงเมแทบอลิซึม 2 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 7 วัน ในแต่ละช่วงเวลา เมื่อทดลองครบหนึ่งช่วงเวลาทดลอง แพะแต่ละตัวจะถูกเปลี่ยนไปรับสูตรอาหารอื่นโดยไม่ซ้ำกัน จนครบทั้ง 4 ช่วงเวลาการทดลอง ดังแผนผังของงานทดลองในหน้า 31

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองจัดทำในรูปแบบของอาหารข้น (concentrate) กำหนดให้สัตว์ได้รับ อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) โดยสัตว์ทุกตัวได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบ (roughage) อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) เช่นกัน มีรายละเอียดของอาหารดัง ตารางที่ 3.1 ในสูตรอาหารในการทดลองครั้งนี้ มีโภชนะที่สำคัญ คือ โปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ จัดให้แพะทดลองได้รับอาหารทดลองในช่วง 14 วันก่อนขึ้นกรงเมแทบอลิซึมโดยให้กินอย่างเต็มที่ และในช่วง 7 วันสุดท้ายของการเก็บตัวอย่างที่ขึ้นกรงเมแทบอลิซึม ให้อาหาร 80 เปอร์เซ็นต์ของการกินได้ โดยแบ่งให้อาหาร 2 เวลา ในตอนเช้า 07.00 นาฬิกา และเวลา 17.00 นาฬิกา

แผนผังของงานทดลองที่ 1

	ซ้ำที่1 (Male)				ซ้ำที่2 (Female)			
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
P1	T1	T2	T3	T4	T2	T4	T1	T3
P2	T4	T1	T2	T3	T1	T3	T4	T2
P3	T3	T4	T1	T2	T4	T2	T3	T1
P4	T2	T3	T4	T1	T3	T1	T2	T4

P = period, T = treatment

ตารางที่ 3.1 วัตถุดิบและส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร และราคาต้นทุนในการผลิต

วัตถุดิบ	**อาหารทดลอง**			
	0 เปอร์เซ็นต์	**25 เปอร์เซ็นต์**	**50 เปอร์เซ็นต์**	**75 เปอร์เซ็นต์**
กากมันสำปะหลัง	66.4	61.9	57.6	54.9
รำละเอียด	10.0	14.0	18.0	20.0
กากถั่วเหลือง	15.0	11.2	7.5	3.8
กระถินป่น	0	3.8	7.5	11.2
กากน้ำตาล	5.0	5.0	5.0	5.0
ยูเรีย	1.9	2.1	2.3	2.6
น้ำมันปาล์ม	0	0.3	0.4	0.8
กำมะถัน	0.2	0.2	0.2	0.2
เกลือ	0.5	0.5	0.5	0.5
พรีมิกซ์	1.0	1.0	1.0	1.0
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0
ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	5.24	5.11	5.00	4.80

3.4 การเก็บข้อมูล

3.4.1 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และที่เหลือ ในตอนเช้าและเย็นทุกวัน คำนวณปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งในแต่ละวัน คำนวณได้จากการกินได้วัตถุแห้งของแต่ละวัน คำนวณได้จากสมการปริมาณการกินได้ต่อวัน (วัตถุแห้ง, DM)

ปริมาณการกินได้ = [ปริมาณอาหารให้ตอนเช้า (วัตถุแห้ง) - ปริมาณอาหารเหลือตอนเช้า (วัตถุแห้ง)] + [ปริมาณอาหารให้ตอนเย็น (วัตถุแห้ง) - ปริมาณอาหารเหลือตอนเย็น (วัตถุแห้ง)]

3.4.2 การเก็บตัวอย่างอาหาร สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบ และอาหารข้น เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (dry matter, DM) เถ้า (ash) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) และไขมัน (ether extract, EE) ตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางหรือผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

3.4.3 เก็บของเหลวในกระเพาะรูเมน ในตอนเช้าของวันที่ 21 ของแต่ละช่วงของการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid) โดยใช้ stomach tube สอดลงไปยังกระเพาะ โดยปกติท่อต้องเข้าอยู่บริเวณส่วนกลาง (dorsal) ของกระเพาะรูเมน แล้วจึงดูดของเหลวโดยใช้ vacuum pump ออกมา และทำการสุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน 3 ครั้ง คือ ในชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการให้อาหาร) ชั่วโมงที่ 3 และชั่วโมงที่ 6 โดยเก็บในปริมาตร 40-60 มิลลิลิตร วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH/temperature meter แบบสนาม (Mini Lab TSFET Model 10120) ทันทีและจดบันทึกข้อมูลที่วัดได้ จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง 4 ชั้นเก็บไว้ประมาณ 25 มิลลิลิตร แล้วหยดด้วยกรดซัลฟูริก (6 N H_2SO_4) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร (ในอัตราส่วน rumen fluid 10 ส่วน ต่อ 6 N H_2SO_4 1 ส่วน) เพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมักของจุลินทรีย์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที รินเอาของเหลวใส (supernatant) เก็บไว้ในตู้เย็นแช่แข็งอุณหภูมิ -20°C เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (NH_3-N) ด้วยวิธีการกลั่น Bromner and Keeney (1965) และนำของเหลวอีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFA) กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) model RF-10AXL; Shimadzu ตามวิธีของ Samuel, Sagathewan, Thomas and Mathen (1997)

3.4.4 เก็บมูลแพะทุกตัว โดยสัตว์ทดลองอยู่บนกรงเมแทบอลิซึม และเก็บมูลทั้งหมดแต่ละวัน (total collection) แล้วทำการชั่งน้ำหนักมูลทั้งหมดของแต่ละวัน โดยสุ่มเก็บติดต่อกัน 7 วัน ในช่วงวันที่ 14 ถึง 21 ของแต่ช่วงเวลาการทดลอง และทำการคลุกเคล้ามูลให้เข้ากันและสุ่มเก็บมูล 5 เปอร์เซ็นต์ ใส่ถุงแยกเป็นรายตัว ทำการแบ่งมูลออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปอบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้งในมูลแต่ละครั้ง เพื่อนำไปคำนวณหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C นาน 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ได้แก่ DM Ash CP NDF และ ADF เช่นเดียวกับการวิเคราะห์อาหารและคำนวณหาค่าการย่อยของโภชนะได้ตามวิธีของ Schnieder and Flatt (1975) โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\text{การย่อยได้ของโภชนะ(\%DM)} = \frac{\text{โภชนะในอาหาร (DM)} - \text{โภชนะในมูล (DM)}}{\text{โภชนะในอาหาร (DM)}} \times 100$$

3.4.5 เก็บปัสสาวะแพะทุกตัว การสุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ทำเช่นเดียวกันกับการสุ่มเก็บมูล โดยมีถังรองรับปัสสาวะวางอยู่ใต้กรงเมแทบอลิซึม เติมกรดซัลฟูริก เข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ในถังเก็บปัสสาวะ ประมาณ 80-100 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้ปัสสาวะมีค่าความเป็นกรด - ด่าง ต่ำกว่า 2-3 เพื่อป้องกันการสูญเสีย ของแอมโมเนีย ทำการวัดปริมาตรของปัสสาวะในถังรองรับอยู่ใต้กรงเมแทบอลิซึมจากแพะทุกตัวทุกวัน ในช่วง 7 วันสุดท้ายในแต่ละระยะการทดลอง และสุ่มเก็บปัสสาวะ 5 เปอร์เซ็นต์ ของที่ขับถ่ายในแพะทดลองแต่ละตัว นำมาเก็บไว้รอให้ครบ 7 วันในตู้แช่ที่อุณหภูมิ-10°C เมื่อครบ 7 วันนำปัสสาวะที่เก็บเอาไว้ในแต่ละวันมา pool สุ่มเก็บไว้ 50 เปอร์เซ็นต์ของปัสสาวะที่ทำการผสม แล้วนำมาเก็บไว้ที่ -10°C เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Kjedahl method (AOAC, 1990)

3.4.6 ชั่งน้ำหนักแพะ ก่อนเข้างานทดลอง และทำการชั่งน้ำหนักเป็นประจำทุก 1 สัปดาห์ ในตอนเช้าเวลา 07.00 น. ก่อนให้อาหาร เพื่อคำนวณการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว และเพื่อนำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยกรัมต่อวัน (g/d) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (%BW) และกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก ($g/kgBW^{0.75}$)

3.4.7 เก็บตัวอย่างเลือด ในวันที่ 21 ของแต่ละช่วงเวลาการทดลอง โดยเจาะที่เส้นเลือดดำที่คอ (jugular vein) เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมงหลังให้อาหารในตอนเช้า ประมาณ 3 มิลลิลิตร ในหลอดที่มีเฮปพาริน (heparin) เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด และนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่

ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นซีรั่มเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของยูเรียในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN) ตามวิธีของ Anino and Giese (1976) โดยใช้ spectrophotometer

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design โดยใช้ Proc MIXED (SAS, 1996) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอาหารทดลอง โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และ Multiple Orthogonal Contrasts ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980)

แบบหุ่น สำหรับการวิเคราะห์แผนการทดลองแบบจตุรัสละตินที่มีการวัดซ้ำ

$$Yijkl = \mu + Sl + Ai(l) + \rho j + \tau k + \varepsilon ijkl$$

เมื่อ $Yijk$ = ค่าสังเกตุจากแถวที่ i, คอลัมน์ที่ j, ทรีทเมนต์ที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยรวมของค่าสังเกต

Sl = อิทธิพลเนื่องจากจัตุรัส (square) ที่ระดับ l เมื่อ l = 1 และ2

$Ai(l)$ = อิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์ที่ซ้อนกันในจัตุรัส

ρj = อิทธิพลเนื่องจากเวลา (period) ที่ระดับ j เมื่อ j = 1, 2, 3 และ4

τk = อิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ (treatment) ที่ระดับ j เมื่อ j = 1, 2, 3 และ4

εijk = ความคลาดเคลื่อนของงานทดลอง

3.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อาคารเครื่องมือ 3 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ อาคารวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์ สาขาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ใช้ระยะเวลาในการทดลอง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2550

3.7 ผลการทดลอง

3.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองและกระถินป่น

จากตารางที่ 3.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหาร คือ กากถั่วเหลือง ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 90.3 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 39.9, 9.6, 90.4, 3.3, 34.7 และ 7.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วน กระถินป่น ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 96.2 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 12.5, 14.3, 85.7, 1.0, 64.1 และ 39.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 3.2 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองและกระถินป่น

องค์ประกอบทางเคมี	วัตถุดิบ	
	กากถั่วเหลือง	กระถินป่น
วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	90.3	96.2
	---------- %DM ----------	
โปรตีนหยาบ	39.9	12.5
เถ้า	9.6	14.3
อินทรีย์วัตถุ	90.4	85.7
ไขมัน	3.3	1.0
เยื่อใย NDF	34.7	64.1
เยื่อใย ADF	7.9	39.2

NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber

3.7.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

จากตารางที่ 3.3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้ง 4 ทรีทเมนต์ คือ T1 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 89.5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 14.1, 7.6, 92.4, 0.8, 30.6 และ 17.3 เปอร์เซ็นต์ T2 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 89.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 15.2, 5.2, 94.8, 1.5, 36.8 และ 19.1เปอร์เซ็นต์ T3 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 87.4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 15.1, 8.0, 92.0, 2.6,

39.4 และ 19.5 เปอร์เซ็นต์ และ T4 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 88.1 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 14.7, 8.5, 91.5, 3.0, 38.8 และ 22.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าที่ใช้เป็นแหล่งของอาหารหยาบประกอบด้วยวัตถุแห้ง 95.5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 4.0, 6.8, 93.2, 1.8, 58.2 และ 32.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	อาหารทดลอง				หญ้าแพงโกล่าแห้ง
	T1	T2	T3	T4	
วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	89.5	89.6	87.4	88.1	95.5
	---------- %DM ----------				
โปรตีนหยาบ	14.1	15.2	15.1	14.7	4.0
เถ้า	7.6	5.2	8.0	8.5	6.8
อินทรีย์วัตถุ	92.4	94.8	92.0	91.5	93.2
ไขมัน	0.8	1.5	2.6	3.0	1.8
เยื่อใย NDF	30.6	36.8	39.4	38.8	58.2
เยื่อใย ADF	17.3	19.1	19.5	22.8	32.7

NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

3.7.3 ปริมาณการกินได้ (feed intake)

ปริมาณการกินได้ของแพะจากตารางที่ 3.4 พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (กรัม/วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับ T2 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 211.6 (กรัม/วัน) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) พบว่ามีค่าสูงกว่า T4 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับ T1 และ T3 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์และ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็น

กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) พบว่า T2 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่า ทุกทรีทเมนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การทดลองลองในครั้งนี้แพะทุกทรีทเมนต์ ได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่ พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (กรัม/วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 505.2 (กรัม/วัน) แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.01$)

ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (กรัม/วัน) พบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $p<0.05$) ตามระดับของกระถินป่นที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) พบว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางทางสถิติ ($p>0.05$)

3.7.4 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ (digestible nutrient)

จากตารางที่ 3.5 แสดงปริมาณการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่า ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และ NDF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ กลับพบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $p<0.01$) โดยการย่อยได้ของโปรตีนหยาบใน T2 และ T3 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า T1 และ T4 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนปริมาณการย่อยได้ของ ADF ลดลงแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.05$) ตามระดับของกระถินป่นที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.4 ปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น /วัน								
กรัม/วัน	196.1	211.6	204.2	196.3	6.80	ns	ns	ns
%BW[2/]	0.8	0.8	0.8	0.7	0.03	ns	ns	ns
g/kgBW$^{0.75}$ [3/]	19.3^{ab}	19.7^{a}	18.4^{b}	18.5^{ab}	0.36	ns	ns	ns
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ/วัน								
กรัม/วัน	495.9	505.2	504.4	487.8	8.49	ns	ns	ns
%BW[2/]	2.0^{b}	2.1^{ab}	2.1^{a}	2.2^{a}	0.03	**	ns	ns
g/kgBW$^{0.75}$ [3/]	45.3^{b}	46.2^{ab}	47.9^{a}	48.1^{a}	0.74	**	ns	ns
ปริมาณการกินได้รวม/วัน								
กรัม/วัน	692.0	716.8	708.7	684.2	11.43	ns	*	ns
%BW[2/]	2.9	2.9	3.0	3.0	0.06	ns	ns	ns
g/kgBW$^{0.75}$ [3/]	64.1	65.2	66.8	66.0	1.38	ns	ns	ns

^{ab} ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), [1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, *($p<0.05$),** ($p<0.01$), ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]%BW=เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว, [3/]g/kgBW$^{0.75}$ =กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก, T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.5 ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
วัตถุแห้ง	71.4	73.4	72.3	72.0	1.17	ns	ns	ns
อินทรีย์วัตถุ	73.0	74.9	73.7	73.5	1.13	ns	ns	ns
โปรตีนหยาบ	56.4[b]	62.7[a]	62.2[a]	54.8[b]	1.90	ns	**	ns
NDF	62.7	63.2	63.4	61.7	1.50	ns	ns	ns
ADF	63.0	61.1	60.6	57.5	1.77	*	ns	ns

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), [1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, *($p<0.05$), ** ($p<0.01$), ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

3.7.5 ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance)

จากตารางที่ 3.6 แสดงค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล และค่าไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.50$) แต่มีค่าปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.01$) ค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะ พบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.05$) ส่วนค่าการดูดซึมของไนโตรเจน และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกาย พบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.01$) แต่ในแพะที่ได้รับ T2 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 5.3 และ 4.4 กรัม/วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 3.6 ค่าความสมดุลของไนโตรเจนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

Nitrogen	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
N intake, g/d	7.5[b]	8.3[a]	8.1[ab]	7.7[ab]	0.17	ns	**	ns
Feces N, g/d	3.1	3.0	3.1	3.0	0.12	ns	ns	ns
Urine N, g/d	0.7[b]	0.8[ab]	0.8[ab]	1.2[a]	0.17	*	ns	ns
N output, g/d	3.9	3.9	3.9	4.2	0.22	ns	ns	ns
N absorption, g/d	4.3[b]	5.3[a]	5.0[ab]	4.7[ab]	0.20	ns	**	ns
N retention, g/d	3.6 [ab]	4.4[a]	4.1[ab]	3.4[b]	0.28	ns	*	ns
N retention,%	47.4	53.4	51.2	53.5	3.30	ns	ns	ns

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), [1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, *($p<0.05$), ** ($p<0.01$), ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ (การคำนวณการสมดุลของไนโตรเจนในแพะดังภาคผนวก ข. หน้า 80)

3.7.6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

จากตารางที่ 3.7 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะ ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่หลังจากการให้อาหาร 6 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $p<0.05$) โดยเพิ่มขึ้นใน T2 และ T3 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าลดลงใน T4 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

pH	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
เวลา (ชั่วโมง)								
0	7.2	7.1	7.1	7.2	0.07	ns	ns	ns
3	7.0	7.0	7.0	7.0	0.11	ns	ns	ns
6	6.7	6.9	7.1	6.7	0.12	ns	*	ns
ค่าเฉลี่ย	7.0	7.0	7.0	7.0	0.06	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, *($p<0.05$), ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

3.7.7 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

จากตารางที่ 3.8 แสดงค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะ ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 6.2, 7.1, 7.1 และ 6.8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 3.8 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

NH_3-N[2/] (mg%)	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
เวลา (ชั่วโมง)								
0	5.8	6.3	8.6	8.1	1.18	ns	ns	ns
3	7.7	9.0	6.4	6.8	0.93	ns	ns	ns
6	5.0	6.2	6.3	5.6	0.80	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	6.2	7.1	7.1	6.8	0.62	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]NH_3-N=แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

3.7.8 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

จากตารางที่ 3.9 แสดงค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ของแพะ ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยความค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด โดยมีค่าเท่ากับ 16.3, 16.8, 16.5 และ 16.7 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 3.9 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

BUN[2/] (mg%)	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
เวลา (ชั่วโมง)								
0	16.0	16.5	17.5	17.4	0.80	ns	ns	ns
3	17.0	17.2	17.3	17.6	0.74	ns	ns	ns
6	15.9	16.5	14.6	15.2	0.99	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	16.3	16.8	16.5	16.7	0.62	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]BUN= blood urea nitrogen, T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

3.7.9 กรดไขมันระเหยได้ง่ายรวมในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Total volatile fatty acid)

จากตารางที่ 3.10 แสดงกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด (TVFAs) ก่อนให้อาหารของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ากรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.05$) โดยแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น มีค่าสูงเพิ่มขึ้น เมื่อทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นมีค่าลดลงเมื่อแพะได้รับอาหารที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด หลังให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 54.7, 52.0, 61.6 และ 51.1 m mol/l ของแพะที่ได้รับอาหาร T1 T2 T3 และ T4 ตามลำดับ

แสดงสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย (ตารางที่ 3.9) ของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน สัดส่วนของกรดอะซิติค (acetic acid, C2) ก่อนให้อาหาร และสัดส่วนของ C2 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วนของ C2 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่หลังจากการให้อาหาร 3 ชั่วโมง พบว่าสัดส่วนของ C2

ลดลงแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.05$) ค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ C2 มีค่าเท่ากับ 51.9, 50.9, 47.0 และ 50.0 m mol/l ตามลำดับ

สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิก (propionic acid, C3) ก่อนให้อาหาร หลังให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ C3 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วนของ C3 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สัดส่วนของ C3 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 30.9, 26.8, 29.6 และ 28.1 m mol/l ตามลำดับ

สัดส่วนของกรดบิวทีริค (butyric acid, C4) ก่อนให้อาหาร และสัดส่วนของ C4 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วนของ C4 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่หลังจากการให้อาหาร 3 ชั่วโมง พบว่าสัดส่วนของ C4 เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.05$) ค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ C4 มีค่าเท่ากับ 17.0, 22.1, 23.2 และ 21.7 m mol/l ตามลำดับ

สัดส่วนของกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิก (C2:C3) ก่อนให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของสัดส่วน C2:C3 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วน C2:C3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ย C2:C3 มีค่าเท่ากับ 1.7, 1.9, 1.6 และ 1.8 m mol/l ตามลำดับ

ตารางที่ 3.10 กรดไขมันระเหยได้ง่าย (volatile fatty acid) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารทดลองที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
Total VFA[2/] (m mol/l)								
0 hr	48.8[ab]	50.9[ab]	62.9[a]	35.6[b]	6.28	ns	*	ns
3 hr	60.5	53.1	60.3	66.6	6.39	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	54.7	52.0	61.6	51.1	4.58	ns	ns	ns
Molar proportion of VFA[2/] (mol/100 mol)								
Acetic acid, C2								
0 hr	51.3	52.8	53.5	44.1	4.94	ns	ns	ns
3 hr	52.4[ab]	49.0[ab]	40.5[b]	55.9[a]	3.89	ns	*	ns
ค่าเฉลี่ย	51.9	50.9	47.0	50.0	3.44	ns	ns	ns
Propionic acid, C3								
0 hr	32.1	27.5	25.8	29.9	3.32	ns	ns	ns
3 hr	29.8	26.1	33.5	26.3	3.71	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	30.9	26.8	29.6	28.1	2.66	ns	ns	ns
Butyric acid, C4								
0 hr	16.4	19.5	20.5	25.8	3.15	ns	ns	ns
3 hr	17.6	24.7	25.8	17.7	3.60	ns	*	ns
ค่าเฉลี่ย	17.0	22.1	23.2	21.7	2.27	ns	ns	ns
C2:C3								
0 hr	1.6	1.9	2.0	1.5	1.01	ns	ns	ns
3 hr	1.8	1.9	1.2	2.1	1.03	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	1.7	1.9	1.6	1.8	0.82	ns	ns	ns

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), [1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, *($p<0.05$), ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]VFA=volatile fatty acid, T1 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้น

ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

3.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง พบว่ามีค่ามีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 90.3 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ มีค่าเท่ากับ 39.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ กองอาหารสัตว์ (2457) ที่ได้รายงานไว้ คือ 90.1 และ 40.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของกระถินป่น พบว่ามีค่ามีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 96.2 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ มีค่าเท่ากับ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่างกับ กองอาหารสัตว์ (2457) ที่ได้รายงานไว้ คือ 91.2 และ 15.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบของกระถินป่น มีค่าแตกต่างกันนั้น เนื่องมาจากมีส่วนของกิ่งและก้านใบปนมามากน้อยเพียงใด และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสูตรทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 14.1, 15.2, 15.1 และ 14.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าที่ได้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบสูงกว่าค่าที่ได้คำนวณ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากค่าความแปรปรวนของคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบที่ใช้ในการคำนวณ พรพรรณ แสนภูมิ (2546) รายงานการเสริมอาหารข้นในแพะ อาหารข้นควรมีระดับโปรตีนที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้แพะได้รับโภชนะต่าง ๆ เพียงพอต่อความต้องการ ส่วนค่าองค์ประกอบทางเคมีอื่น สอดคล้องกับ คณิน บรรณากิจ (2550) ที่ศึกษาระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยแคสพูเรีย ในสูตรอาหารข้น แต่ค่าเยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ต่ำกว่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองนั้นแตกต่างกัน

การทดลองในครั้งนี้ใช้หญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบ 4.0 เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้ง เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF เท่ากับ 95.5, 6.8, 93.2, 1.8, 58.2 และ 32.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าสอดคล้องกับ วรรณา อ่างทอง, สุนันท์ น้อยอุทัย, วิวัฒน์ ไชยชอุ่ม และนพวรรณ ชมชัย (2549) จากรายงานของวรรณา อ่างทอง, สุนันท์ น้อยอุทัย และนพวรรณ ชมชัย (2550) พบว่าหญ้าแพงโกล่าแห้งที่ใช้ในการทดลองมีค่าโปรตีนหยาบต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นหญ้าที่มีคุณภาพต่ำ (กองอาหารสัตว์, 2547) การที่หญ้าแพงโกล่าแห้งมีโปรตีนต่ำอาจจะเนื่องมาจากอายุที่ตัด จึงทำให้มีผลต่อปริมาณโปรตีนของหญ้า เช่นเดียวกันกับการรายงานของ FAO (n.d.), Hsu, Chang and Hong (2004) พบว่าหญ้าแพงโกล่าที่อายุแตกต่างกันมีผลต่อปริมาณโปรตีน ยิ่งอายุการตัดเพิ่มขึ้นปริมาณโปรตีนก็จะลดต่ำตามลงไปด้วย

ปริมาณการกินได้ในการทดลองครั้งนี้แบ่งเป็น ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น ปริมาณการกินได้โดยอิสระของอาหารหยาบ และปริมาณการกินได้ทั้งหมด สำหรับการกินได้อย่างอิสระ

ของอาหารหยาบคือ หญ้าแพงโกล่าแห้ง แสดงในตารางที่ 3.3 ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ มีค่าเท่ากับ 692.0, 716.8, 708.7 และ 684.2 กรัม/วัน ตามลำดับ พบว่ามีปริมาณการกินได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว(%BW/d) เท่ากับ 2.9, 2.9, 3.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) ซึ่งสอดคล้องกับ สมชาย มีสัจจานนท์, ศักดิ์ดา ประจักษ์บุญเจษฎา และอุทัย สังข์พันธุ์ (2548) และมีค่าใกล้เคียงกันกับ Kearl (1982) รายงานไว้ว่าแพะที่มีน้ำหนัก 20 กิโลกรัม สามารถกินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้วันละ 3.1 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และเมื่อคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) มีค่าเท่ากับ 64.1, 65.2, 66.8 และ 66.0 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) ซึ่งมีค่าสูงกว่า Devendra and Burns (1983) รายงานว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณวัตถุแห้งที่ใช้สำหรับการดำรงชีพของแพะเขตร้อน ประมาณ 1.4-1.7 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณค่าทางโภชนะที่แพะได้รับด้วย ส่วนปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของอาหารข้น พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับของกระถินป่นเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ต่างจากการรายงานของ คณิน บรรณากิจ (2550) รายงานว่าปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของอาหารข้นเพิ่มสูงขึ้น ตามการเพิ่มระดับของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยแคสพูเรีย ที่สูงขึ้น

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ พบว่าปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ ของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าที่รายงานไว้โดย Yami et al. (2000) ซึ่งพบว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 51-59 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น Hove, Sibanda and Ndlovu (2001) ศึกษาเปรียบเทียบแหล่งของโปรตีน 4 ชนิดคือ native pasture hay, *Acacia angustissima, Calliandra calothyrsus, Leucaena leucocephala* และเมล็ดฝ้าย พบว่าการเพิ่มระดับการให้ *Leucaena leucocephala* ทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของวัตถุแห้ง เนื่องจากเป็นการเพิ่มแหล่งของไนโตรเจนให้กับสัตว์ ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนดีขึ้น ทำให้เพิ่มการย่อยได้ของโภชนะ (Church, 1991) ส่วนปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ พบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) สอดคล้องกับ คณิน บรรณากิจ (2550) ได้รายงานว่าปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนหยาบลดลง เมื่อระดับของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วย แคสพูเรีย สูงขึ้น ต่างจากการรายงานของ Hove et al. (2001) ที่พบว่าการเพิ่มการให้ *Leucaena leucocephala* ทำให้การย่อยได้ของไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ จากงานทดลองยัง พบว่าปริมาณการย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF มีแนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน ต่างจากการรายงานของ Helmer, Bartley and Deyoe (1970) ได้รายงานไว้ว่าโคที่ได้รับการเสริม Starea ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างจากการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และเยื่อใย NDF และ ADF

ความสมดุลของไนโตรเจน พบว่าค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล และไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน ค่าการดูดซึมของไนโตรเจน และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) อย่างไรก็ตามแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลอง T2 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน ค่าการดูดซึมของไนโตรเจน และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะสูงกว่าทุกทรีทเมนต์ ($p<0.01$) แต่มีค่าน้อยกว่า Yuangklang et al. (2007) รายงานผลของการเสริมกากมะเขือเทศทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลือง พบว่าค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ มีค่าเท่ากับ 15.4, 15.2, 15.0 และ 15.0 กรัม/วัน ในกรณีที่สัตว์ได้รับไนโตรเจนในอาหารต่ำจะลดการขับยูเรียออกทางปัสสาวะ ทำให้มีปริมาณยูเรียเวียนกลับเข้าสู่กระเพาะรูเมนได้อีก เพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์โปรตีน (Devendra, 1983)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนหลังการให้อาหาร 6 ชั่วโมง พบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p<0.05$) และลดลงเมื่อระดับของกระถินป่นเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงกว่าที่รายงานไว้โดย Yami et al. (2000) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 6.56-6.72 อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการทดลองถือว่าอยู่ในระดับปกติโดยคงที่ใกล้เคียงกับที่ pH 7.0 ตลอดทุกช่วงเวลาที่ทำการวัด แสดงให้เห็นว่ากระเพาะรูเมนของสัตว์เองพยายามรักษาความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน โดยพยายามดูดซึมแอมโมเนียและกรดไขมันที่ระเหยได้ออกจากกระเพาะรูเมน นอกจากนี้น้ำลายสัตว์เองยังมีระบบ buffer คือ HCO_3^- และ HPO_4^- ในส่วนอาหารหยาบยังมีเกลือโปรแตสเซียม ส่วนโปรตีน และกรดอะมิโนยังมี buffer ในตัวเองอีกด้วย (เมธา วรรณพัฒน์, 2533; Devant, Ferret, Calsamiglia, Casals and Gasa, 2001; Koenig, Beuchemin and Rode, 2003)

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Yami et al. (2000) ที่รายงานไว้ที่ 5.0-6.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์และสอดคล้องกับ Hadjipanayiotou (1995) ได้รายงานไว้ว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในแพะอยู่ระหว่าง 9.9-10.8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าสูงกว่า Satter and Slyter (1974) รายงานค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ว่าควรมีปริมาณ 4-5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ปริมาณไนโตรเจนในอาหารสัตว์จะเกี่ยวข้องปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ผลิตได้ภายในกระเพาะรูเมนและยังมีความเกี่ยวข้องกับระดับไนโตรเจนในกระแสเลือดด้วย

ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด มีค่าเท่ากับ 16.3, 16.8, 16.5 และ 16.7 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พิทยา ปาละนิตย์ (2536) รายงานว่าค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดสูงกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ นั้นเป็นตัวบ่งชี้ว่าเกิดการขาดโปรตีน เนื่องจากการใช้โปรตีนที่ไม่มีประสิทธิภาพเกิดแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูญเสียไป จากผลการทดลองจะเห็นว่า ระดับยูเรียในกระแสเลือดในทุกทรีทเมนต์จะสูงขึ้น หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และระดับยูเรียในกระแสเลือดจะลดลงหลังการให้อาหาร 6 ชั่วโมง เนื่องจากถูกดูดซึมผ่านกระเพาะรูเมนแล้ว เข้าสู่กระแสเลือดเข้าตับแล้วถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียผ่านวัฏจักรยูเรีย เพื่อป้องกันความเป็นพิษของแอมโมเนีย ซึ่งระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมรายงานโดย Satter and Slyter (1974, อ้างถึงใน เมธา วรรณพัฒน์, 2533) คือ 5-8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนสูงจะทำให้ยูเรียในกระแสเลือดสูงตามไป

กรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด คือ กรดอะซิติก (C2) กรดโพรพิโอนิก (C3) และกรดบิวทีริก (C4) หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่กรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด ก่อนการให้อาหาร มีค่าเพิ่มขึ้นแบบสัมโค้งกำลังสอง ($p<0.05$) เมื่อระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากภายในกระเพาะรูเมนยังไม่มีการหมักย่อยเกิดขึ้น กรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน ต่างกับรายงานของ เมธา วรรณพัฒน์ (2533) ซึ่งรายงานว่าสัดส่วนของกรดอะซิติก 65-70 mol/100mol และกรดโพรพิโอนิก 20-22 mol/100mol และสัดส่วนของกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก 1-4 mol/100mol โดยทั่วไปกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 70-130 mol/100mol (France and Siddons, 1993) และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2541) รายงานว่ากรดไขมันระเหยได้ง่ายในกระเพาะรูเมนจะผันแปรระหว่าง 70-150 mol/100mol

3.9 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองสรุปได้คือ ปริมาณการกินได้ทั้งหมด และมีปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่แพะกลุ่มที่

ได้รับอาหารทดลองใน T2 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด มีการเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง เมื่อระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาความสมดุลของไนโตรเจน พบว่าค่าการดูดซึมไนโตรเจนและค่าการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายแพะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) มีการเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง ขณะที่นิเวศวิทยาภายในกระเพาะรูเมน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน คือ กรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม พบว่า ณ เวลาชั่วโมงที่ 0 ก่อนการให้อาหาร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าสูงขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง เมื่อระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจะลดลงเมื่อแพะได้รับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยจะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ

3.10 รายการอ้างอิง

กองอาหารสัตว์. (2547). **ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์.** กรุงเทพฯ: กองอาหารสัตว์ เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองอาหารสัตว์. (2547). **มาตรฐานเสบียงอาหารสัตว์แห้ง.** กรุงเทพฯ: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณิน บรรณากิจ. (2550). ผลของการใช้แคสพูเรียเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนหยาบ ต่อสมรรถนะการผลิตโคเนื้อลูกผสมบราห์มันพื้นเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2541). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรพรรณ แสนภูมิ. (2546). ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นร่วมกับฟางข้าวหมักยูเรีย ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ลักษณะซากและการยอมรับของผู้บริโภคเนื้อแพะและแกะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิทยา ปาละนิตย์. (2536). ผลของอาหารโปรตีนที่ไม่มีถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนต่อกระบวนการหมัก ผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมในโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เมธา วรรณพัฒน์. (2533). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

วรรณา อ่างทอง, สุรนันท์ น้อยอุทัย และนพวรรณ ชมชัย. (2550). ค่าโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าแพงโกล่าคุณภาพต่ำในโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน. **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2550** (หน้า 186-198). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรรณา อ่างทอง, สุรนันท์ น้อยอุทัย, วิวัฒน์ ไชยชะอุ่ม และนพวรรณ ชมชัย. (2549). คุณค่าทางโภชนะของหญ้าแพงโกล่าแห้งที่การเจริญเติบโตต่างกัน. **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2549** (หน้า 315-326). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมชาย มีสัจจานนท์, ศักดิ์ดา ประจักษ์บุญเจษฎา และอุทัย สังข์พันธุ์. (2548). **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2548** (หน้า 318-327). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Anino, J. S. and Giese, R. W. (1976). **Clinical Chemistry: Principles and Procedures** (4th ed.). Boston, Little Brown and company.

AOAC. (1990). **Official Methods of Analysis** (15th ed.). Washington, DC. The Association of Official Analysis Chemists.

Bromner, J. M. and Keeney, D. R. (1965). Steam distillation methods of determination of ammonium, nitrate and nitrite. **Anal. Chem. Act.** 32: 485.

Church, D.C. (1991). **Livestock Feeds and Feeding.** (3rd ed.). USA: Prentice-Hall International, Inc., Englewood Cliffs.

Devant, M., Ferret, A., Calsamiglia, S., Casals, R. and Gasa, J. (2001). Effect of nitrogen source in high concentrate, low-protein beef cattle diets on microbial fermentation studied *in vitvo* and *in vitro*. **J. Anim. Sci.** 19: 1944-1953.

Devendra, C. and Burns, M. (1983). **Goat Production in Topics.** Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal.

FAO. (n.d.). ***Digitaria decumbens.*** **Animal Feed Resource Information System** [On-line]. Available: http://www. Fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG.

France, J. and Siddons, R. C. (1993). Volatile fatty acid production. In **Quantilitive aspects ruminant digestion and metabolism.** J. M. Forber and J. Frace, eds. UK: CAB International, Wallingford.

Galyean, M. (1989). **Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research.** New Mexico: Department of Animal and Rage Science. New Mexico State University.

Hadjipanayiotou, M. (1995). Effect of feeding heat treated soybean meal on the performance of lactating Damascus goats. **Small Ruminant Res.** 18: 105.

Helmer, L. G., Bartley, E. E. and Deyoe, C. W. (1970). Feed processing. VI. Comparison of starea, urea and soybean meal as protein source for lactating dairy cow. **J. Dairy Sci.** 53: 883-887.

Hove, L., Topps, J. H., Sibanda, S. and Ndlovu , L. R. (2001). Nutrient intake and utilization by goats fed dried leaves of the shrub legumes *Acacia angustissima,Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* as supplements to native pasture hay. 91: 95-106.

Hsu, F. H., Chang, S. R. and Hong, K. Y. (2004). **Effect of different cutting stages on forage yield and quality of nileegrass ang pangola grass** [On-line]. Available: http://www. Cropscience. Org.au/icsc 2004.

Kaitho, R. J., Tegegne, A., Umunna, N. N., Nsahlai, I. V., Tamminga, S., Van Bruchem, J. and Arts, J. M. (1998). Effect of Leucaena and Sesbania supplementation on body growth and scrotal circumference of Ethiopian highland sheep and goats fed teff straw basal diet. **J. Anim. Sci.** 54: 173-181.

Kearl, L. C. (1982). **Nutrient Requirement of in Developing Countries.** Utah USA: International feedstuffs institute Utah Agricultural experiment station. Utah State University Logan.

Koenig, K. M., Beuchemin, K. A. and Rode, L. M. (2003). Effect of grain processing and silage on microbial protein synthesis and nutrient digestibility in beef cattle fed barley-based diets. **J. Anim. Sci.** 80: 3336-3346.

Samuel, M., Sagathewan, S. Thomas, J. and Mathen, G. (1997). An HPLC method for estimation of volatile fatty acids of ruminal fluid. **Indian. J. Anim. Sci.** 67: 805.

SAS. (1996). **SAS User's Guide**, Version 6. (14th ed.). SAS Inst., Cary, NC.

Satter, L. D. and Slyter, L. I. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **Brit. J. Nutr.** 32: 199-208.

Schneider, B. H. and Flatt, W. P. (1975). **The Evaluation of Feed Through Digestibility Experiments.** Georgia. USA: Georgia Press.

Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. (1980). **Principles and Procedure of Statistics.** New York: McGraw Hill Book.

Yami, A., Litherland, A. J., Davis, J. J., Sahlu, T., Puchala, R. and Goetsch, A. L. (2000). Effects of dietary level of *Leucaena leucocephala* on performance of Angora and Spanish doelings. **J. Anim. Sci.** 38: 17-27.

Yuangklang, C., Vasupen, K., Srenanul, P., Wongsuthavas, S., Mitchaothai, J. and Kongwaha, K. (2007). Effect of substitution of soybean meal by dried tomato pomace on feed intake, rumen fermentation and nitrogen utilization in goats. In Proceeding of the British Society of Animal Science. 72: 213-216.

บทที่ 4
การศึกษาผลของการใช้กระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน ด้วย Casleurea (45% CP)

4.1 คำนำ

หากผู้เลี้ยงแพะต้องการเลี้ยงแพะให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด และต้นทุนการเลี้ยงต่ำนั้น ก็ควรนำพืชที่มีในท้องถิ่นมาทำการแปรรูป เพื่อใช้เป็นอาหารข้นสามารถทำได้ง่าย สะดวกในการนำไปใช้ และการเก็บรักษาที่สำคัญเป็นการช่วยลดต้นทุนค่าอาหารข้นลงได้ การนำกระถินป่นมาทำการแปรรูปโดยผ่านกระบวนการเอ็กซ์ทรูด มีส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหาร คือ กากมันสำปะหลัง ผสมกับยูเรีย และกระถินป่น เรียกว่า แคสลูเรีย (Casleurea) ซึ่งมีโปรตีนอยู่ที่ 45 เปอร์เซ็นต์ และควรใช้ระดับของกระถินป่นที่ระดับใด เพื่อให้การย่อยสลายในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตของแพะ สุรศักดิ์ จิตตะโคตร์ (2542) ได้ศึกษาผลของการใช้แคสซาเรียทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลือง พบว่าการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยแคสซาเรีย ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ และผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้

4.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการใช้กระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

4.3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง

แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียนอายุ เฉลี่ยประมาณ 7-8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 20±5.0 กิโลกรัม เพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว รวม 8 ตัว

การทดลอง

การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design โดยมีปัจจัยการทดลอง 4 ปัจจัย ทำการจัดทรีทเมนต์งานทดลองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

T1 = อาหารทดลองแบบที่ 1 กระถินป่น (0 เปอร์เซ็นต์) Control
T2 = อาหารทดลองแบบที่ 2 Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น (25 เปอร์เซ็นต์)
T3 = อาหารทดลองแบบที่ 3 Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น (50 เปอร์เซ็นต์)
T4 = อาหารทดลองแบบที่ 4 Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น (75 เปอร์เซ็นต์)

การจัดการสัตว์ทดลอง

ทำการถ่ายพยาธิแพะโดยใช้ยาไอโวเม็กต์ พร้อมทั้งฉีดวิตามิน เอดี$_3$ อี ก่อนเข้างานทดลอง 1 สัปดาห์ จากนั้นสุ่มแพะแต่ละตัวในคอกขังเดี่ยว ให้อาหารแยกแต่ละตัวพร้อมน้ำสะอาดให้กิน และแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ช่วงเวลาการทดลอง (period) ช่วงเวลา 21 วัน โดยแบ่งออกเป็นระยะเวลาการปรับสัตว์ 14 วัน นำสัตว์ขึ้นกรงเมแทบอลิซึม ปรับสัตว์บนกรงเมแทบอลิซึม 2 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 7 วัน ในแต่ละช่วงเวลา เมื่อทดลองครบหนึ่งช่วงเวลาทดลอง แพะแต่ละตัวจะถูกเปลี่ยนไปรับสูตรอาหารอื่นโดยไม่ซ้ำกัน จนครบทั้ง 4 ช่วงเวลาการทดลอง ดังแผนผังของงานทดลอง

แผนผังของงานทดลองที่ 2

	ซ้ำที่1 (Male)				**ซ้ำที่2 (Female)**			
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
P1	T1	T2	T3	T4	T2	T4	T1	T3
P2	T4	T1	T2	T3	T1	T3	T4	T2
P3	T3	T4	T1	T2	T4	T2	T3	T1
P4	T2	T3	T4	T1	T3	T1	T2	T4

P = period, T = treatment

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองจัดทำในรูปแบบของอาหารข้น Casleurea (45% CP) กำหนดให้สัตว์ได้รับ อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) โดยสัตว์ทุกตัวได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบ (roughage) อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) เช่นกัน มีรายละเอียดของอาหารดังนี้ ตารางที่ 4.1 จัดให้แพะทดลองได้รับอาหารทดลองในช่วง 14 วันก่อนขึ้นกรงเมแทบอลิซึมโดยให้กินอย่างเต็มที่ และในช่วง 7 วันสุดท้ายของการเก็บตัวอย่างที่ขึ้นกรงเมแทบอลิซึม ให้อาหาร 80 เปอร์เซ็นต์ ของการกินได้ โดยแบ่งให้อาหาร 2 เวลา ในตอนเช้า 07.00 นาฬิกา และ เวลา 17.00 นาฬิกา

ตารางที่ 4.1 วัตถุดิบและส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรการทดลอง

	อาหารทดลอง			
วัตถุดิบ	**0 เปอร์เซ็นต์**	**25 เปอร์เซ็นต์**	**50 เปอร์เซ็นต์**	**75 เปอร์เซ็นต์**
กากมันสำปะหลัง	84.60	59.76	34.94	10.11
กระถินป่น	0	25.00	50.00	75.00
ยูเรีย	15.40	15.24	15.06	14.89
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0

4.4 การเก็บข้อมูล

4.4.1 บันทึกปริมาณการให้อาหาร ทุกวันตลอดช่วงเวลาการทดลองทั้งตอนเช้า และตอนเย็น ด้วยการชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้ และอาหารที่เหลือทุกครั้งจดบันทึกปริมาณอาหารเหลือ และคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน เช่นเดียวกับงานทดลองที่ 1

4.4.2 ชั่งน้ำหนักแพะ ก่อนเข้างานทดลอง และทำการชั่งน้ำหนักเป็นประจำทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว และเพื่อนำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยกรัมต่อวัน (g/d) เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%BW) และกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก ($g/kgBW^{0.75}$)

4.4.3 เก็บตัวอย่างเลือด ในวันที่ 21 ของแต่ละช่วงเวลาการทดลอง

4.4.4 การเก็บของเหลวในกระเพาะรูเมน เก็บในวันเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างเลือดโดยทำการสุ่มตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมนก่อนให้อาหาร (ชั่วโมงที่ 0) และหลังให้อาหารในชั่วโมงที่ 3 และชั่วโมงที่ 6 โดยใช้ stomach tube สอดลงไปยังกระเพาะ แล้วจึงดูดของเหลวโดยใช้ vacuum pump ประมาณ 40-60 มิลลิลิตร

4.4.5 การจัดเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่าง อาหาร เลือด และของเหลวในกระเพาะรูเมน ดำเนินการเช่นเดียวกันกับงานทดลองที่ 1

4.4.6 การเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะ ดำเนินการเช่นเดียวกันกับงานทดลองที่ 1

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design โดยใช้ Proc MIXED (SAS, 1996) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอาหารทดลอง โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และ Multiple Orthogonal Contrasts ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980) ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980)โดยใช้แบบหุ่นการทดลองเช่นเดียวกันกับงานทดลองที่ 1

4.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อาคารเครื่องมือ 3 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ อาคารวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์ สาขาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ใช้ระยะเวลาในการทดลอง ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

4.7 ผลการทดลอง

4.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

จากตารางที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้ง 4 ทรีทเมนต์ คือ T1 คือกระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 98.4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 43.0, 6.1, 93.9, 0.1, 25.1 และ 18.0 เปอร์เซ็นต์ T2 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 98.3 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 42.0, 6.5, 93.5, 0.1, 22.1 และ 20.4 เปอร์เซ็นต์ T3 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 98.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 44.8, 6.7, 93.3, 0.1, 26.6 และ 19.6 เปอร์เซ็นต์ และ T4 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 98.2 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 42.1, 6.6, 93.4, 0.7, 28.5 และ 21.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าที่ใช้เป็นแหล่ง

ของอาหารหยาบประกอบด้วยวัตถุแห้ง 95.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เถ้า อินทรีย์วัตถุ ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 4.2, 6.7, 93.3, 2.0, 59.3 และ 33.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของ Casleurea (45% CP)

องค์ประกอบทางเคมี	Casleurea				หญ้าแพงโกล่าแห้ง
	T1	T2	T3	T4	
วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	98.4	98.3	98.6	98.2	95.6
	----------	----------	%DM	----------	----------
โปรตีนหยาบ	43.0	42.0	44.8	42.1	4.2
เถ้า	6.1	6.5	6.7	6.6	6.7
อินทรีย์วัตถุ	93.9	93.5	93.3	93.4	93.3
ไขมัน	0.1	0.1	0.1	0.7	2.0
เยื่อใย NDF	25.1	22.1	26.6	28.5	59.3
เยื่อใย ADF	18.0	20.4	19.6	21.5	33.6

DM = dry matter, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.7.2 ปริมาณการกินได้ (feed intake)

ปริมาณการกินได้ของแพะจากตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (กรัม/วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับ T4 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 131.3 (กรัม/วัน) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) พบว่า Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าทุกทรีทเมนต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.5 และ 11.9 ตามลำดับ

การทดลองลองในครั้งนี้แพะทุกทรีทเมนต์ ได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่ พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (กรัม/วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับ T4 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 599.8 (กรัม/วัน) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) พบว่า T4 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าทุกทรีทเมนต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.7 และ 59.1 ตามลำดับ

ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (กรัม/วัน) พบว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมด (กรัม/วัน) แพะกลุ่มที่ได้รับ T4 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 731.1 (กรัม/วัน) และมีค่าสูงกว่า T3 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ T1 และ T2 คือกระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control และ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับ T4 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 7.16 และสูงกว่า T3 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับ T1 และ T2 คือกระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control และ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

	Casleurea				**SEM**	**Contrast**[1/]		
	T1	**T2**	**T3**	**T4**		**L**	**Q**	**C**
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น/วัน								
กรัม/วัน	103.9	109.4	99.6	131.3	11.03	ns	ns	ns
%BW[2/]	0.4	0.4	0.4	0.5	0.04	ns	ns	ns
g/kgBW$^{0.75}$ [3/]	9.6	10.2	9.3	11.9	1.06	ns	ns	ns
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ/วัน								
กรัม/วัน	574.1	588.6	554.4	599.8	20.93	ns	ns	ns
%BW[2/]	2.6	2.6	2.5	2.7	0.09	ns	ns	ns
g/kgBW$^{0.75}$ [3/]	56.3	57.8	54.6	59.1	1.98	ns	ns	ns
ปริมาณการกินได้รวม/วัน								
กรัม/วัน	678.0^{ab}	698.1^{ab}	654.0^{b}	731.1^{a}	21.99	ns	ns	ns
%BW[2/]	3.0	3.1	3.0	3.3	0.10	ns	ns	ns
g/kgBW$^{0.75}$ [3/]	66.4^{ab}	68.6^{ab}	64.6^{b}	71.6^{a}	2.18	ns	ns	ns

^{ab} ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), [1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]%BW=เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว, [3/]g/kgBW$^{0.75}$=กรัมต่อกิโลกรัม

น้ำหนักตัวเมแทบอลิก, T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.7.3 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ

จากตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่า ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ ปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ ปริมาณการย่อยได้ของ NDF และปริมาณการย่อยได้ของ ADF มีค่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.4 ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

องค์ประกอบทางเคมี	Casleurea				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
วัตถุแห้ง	66.7	67.8	64.9	69.1	1.62	ns	ns	ns
อินทรีย์วัตถุ	68.3	69.9	66.7	70.7	1.52	ns	ns	ns
โปรตีนหยาบ	74.2	71.4	73.6	74.4	2.45	ns	ns	ns
NDF	54.7	56.8	51.3	57.9	2.46	ns	ns	ns
ADF	56.5	57.2	52.8	58.2	2.45	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.7.4 ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance)

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล ค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะ และค่าไนโตรเจนที่ขับออกทั้งหมดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.50$) แต่มีค่าปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนในแพะที่ได้รับ T3 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 12.0 g/d ส่วนค่าการดูดซึมของไนโตรเจน และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.50$)

ตารางที่ 4.5 ค่าความสมดุลของไนโตรเจนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

Nitrogen	Casleurea				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
N intake, g/d	11.4	11.3	10.9	12.0	0.87	ns	ns	ns
Feces N, g/d	2.7	2.9	3.0	2.8	0.16	ns	ns	ns
Urine N, g/d	0.3	0.3	0.3	0.3	0.03	ns	ns	ns
N output, g/d	3.2	3.1	3.3	3.1	0.17	ns	ns	ns
N absorption, g/d	8.8	8.8	7.8	8.3	0.82	ns	ns	ns
N retention, g/d	8.5	7.9	7.5	8.4	0.83	ns	ns	ns
N retention,%	69.5	69.7	69.9	70.4	2.15	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.7.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะ ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 6.7, 6.6, 6.6 และ 6.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

pH	Casleurea				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
เวลา (ชั่วโมง)								
0	6.8	6.8	6.9	6.8	0.06	ns	ns	ns
3	6.8	6.8	6.7	6.7	0.06	ns	ns	ns
6	6.3	6.3	6.2	6.3	0.05	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	6.7	6.6	6.6	6.6	0.05	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.7.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะ ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 3.6, 3.9, 3.8 และ 3.1 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

NH_3-N[2/] (mg%)	Casleurea				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
เวลา (ชั่วโมง)								
0	3.3	2.9	4.4	3.7	0.36	ns	ns	ns
3	4.2	4.4	3.4	3.5	0.41	ns	ns	ns
6	3.2	4.4	3.5	2.2	0.37	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	3.6	3.9	3.8	3.1	0.26	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]NH_3-N=แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.7.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

จากตารางที่ 4.8 แสดงค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ของแพะ ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยความค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด มีค่าเท่ากับ 14.7, 16.0, 15.1 และ 14.7 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

BUN[2/] (mg%)	Casleurea				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
เวลา (ชั่วโมง)								
0	15.1	17.0	14.3	13.7	0.96	ns	ns	ns
3	14.2	15.7	15.6	14.4	1.51	ns	ns	ns
6	14.7	15.2	15.3	15.9	0.80	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	14.7	16.0	15.1	14.7	0.65	ns	ns	ns

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05), [2/]BUN= blood urea nitrogen, T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.7.8 กรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Total volatile fatty acid)

จากตารางที่ 4.9 แสดงกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด (TVFAs) ก่อนให้อาหาร หลังให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 43.8, 38.6, 49.8 และ 50.2 m mol/l ตามลำดับ

แสดงสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย (ตารางที่4.9) ของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นในรูป Casleurea (45% CP) ที่ระดับแตกต่างกัน สัดส่วนของกรดอะซิติค (acetic acid, C2) ก่อนให้อาหาร พบว่าสัดส่วนของ C2 ลดลงแบบเส้นโค้ง (cubically, P<0.05) หลังจากการให้อาหาร 3 ชั่วโมง พบว่าสัดส่วนของ C2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ C2 พบว่าสัดส่วนของ C2 ลดลงแบบเส้นโค้ง (cubically, P<0.01)

สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิก (propionic acid, C3) ก่อนให้อาหาร หลังให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ C3 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วนของ C3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ C3 มีค่าเท่ากับ 26.0, 28.7, 27.4 และ 27.5 m mol/l ตามลำดับ

สัดส่วนของกรดบิวทีริค (butyric acid, C4) ก่อนให้อาหาร และหลังจากการให้อาหาร 3 ชั่วโมง ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วนของ C4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ C4 พบว่าสัดส่วนของ C4 เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (cubically, $P<0.05$)

สัดส่วนของกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิก (C2:C3) ก่อนให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของสัดส่วน C2:C3 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วน C2:C3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ย C2:C3 มีค่าเท่ากับ 2.1, 1.9, 2.0 และ 1.9 m mol/l ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 กรดไขมันระเหยได้ง่าย (volatile fatty acid) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกันด้วย Casleurea (45% CP)

	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
Total VFA[2/] (m mol/l)								
0 hr	42.6	38.9	48.6	48.7	4.57	ns	ns	ns
3 hr	45.1	38.2	51.1	51.7	4.62	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	43.8	38.6	49.8	50.2	3.98	ns	ns	ns
Molar proportion of VFA[2/] (mol/100 mol)								
Acetic acid, C2								
0 hr	56.8^{a}	49.8^{b}	55.6^{ab}	50.6^{b}	1.88	ns	ns	*
3 hr	55.8	54.4	57.4	55.0	1.47	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	56.3^{ab}	52.1^{c}	56.5^{a}	53.0^{bc}	1.11	ns	ns	**
Propionic acid, C3								
0 hr	26.1	30.4	27.9	29.0	1.47	ns	ns	ns
3 hr	25.8	27.1	27.0	26.0	1.13	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	26.0	28.7	27.4	27.5	0.97	ns	ns	ns
Butyric acid, C4								
0 hr	16.9	19.6	16.4	20.3	1.43	ns	ns	ns
3 hr	18.2	18.4	15.5	18.4	1.03	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	17.6^{ab}	19.0^{ab}	15.9^{b}	19.3^{a}	1.00	ns	ns	*
C2:C3								
0 hr	2.2	1.7	2.0	1.7	0.19	ns	ns	ns
3 hr	2.1	2.0	2.1	2.1	0.13	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	2.1	1.9	2.0	1.9	0.10	ns	ns	ns

^{abc} ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), [1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, *($p<0.05$), **($p<0.01$), ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]VFA=volatile fatty acid, T1= กระถินป่น 0 เปอร์เซ็นต์ Control, T2= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 25 เปอร์เซ็นต์, T3= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 50 เปอร์เซ็นต์, T4= Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์

4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ที่ประกอบไปด้วย กากมันสำปะหลัง กระถินป่น และ ยูเรีย ในสัดส่วนของกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน คือ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบที่ได้จากการวิเคราะห์ต่างจากการคำนวณ ในแต่ละทรีทเมนต์ มีโปรตีนหยาบ 43.0, 42.0, 44.8 และ 42.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ต่างจากการคำนวณ อาจจะเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการอัดเม็ด โดยความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการอัดเม็ดมีผลทำให้ยูเรียเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ซึ่งจะระเหยออกทำให้ค่าโปรตีนหยาบที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าต่ำกว่าจากการคำนวณ (รัชตาภรณ์ ลุนสิน, 2550) นอกจากนั้นการตากแดดการอบ การบด เพื่อรอการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี อาจมีผลต่อค่าที่ได้จากการวิเคราะห์เช่นกัน อย่างไรก็ตามการทำ Casleurea เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาการแปรรูปการใช้ประโยชน์จากกากมันสำปะหลัง กระถินป่น และยูเรียในรูปของการอัดเม็ดนั้น ยังไม่มีรายงานทางวิชาการขององค์ประกอบทางเคมีมาก่อน

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าแห้งมีค่าใกล้เคียงกันกับงานทดลองที่ 1 และสอดคล้องกับ วรรรณา อ่างทอง, สุรนันท์ น้อยอุทัย และนพวรรณ ชมชัย (2550) แต่มีค่าต่ำกว่า วิวัฒน์ ไชยชอุ่ม, ชัยณรงค์ คันธพนิต, สุกิจ วรรณปิยะรัตน์ และนพวรรณ ชมชัย (2550), เฉลา พิทักษณ์สินสุข, ณุทนาถ โคตรพรหม, วารุณี พานิชผล และวรรณา อ่างทอง (2550) ที่รายงานว่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่าแห้ง เท่ากับ 6.6 และ 9.4 เปอร์เซ็นต์ Walton (1984) รายงานว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องมีความต้องการโปรตีนในพืชอาหารสัตว์ 8-10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการดำรงชีพ และถ้าโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง (Milford and Minson, 1967)

ปริมาณการกินได้ในการทดลองครั้งนี้แบ่งเป็น ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น ปริมาณการกินได้โดยอิสระของอาหารหยาบ และปริมาณการกินได้ทั้งหมด ซึ่งอาหารแต่ละทรีทเมนต์เป็นอาหารอัดเม็ด Casleurea ที่มีกระถินป่นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณการกินได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 678.0, 698.1, 654.0 และ 731.1 กรัม/วัน ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก ($g/kgBW^{0.75}/d$) ก็มีแนวโน้มไปในทิศทางเช่นเดียวกันกับปริมาณการกินได้ของอาหารข้น และอาหารหยาบโดยที่ T4 คือกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ ใน Casleurea (45% CP) มีค่าสูงกว่าทุกทรีทเมนต์ ($p>0.05$) นอกจากนี้ สุรศักดิ์ จิตตะโคตร์ (2542) ได้รายงานว่าการทดแทนโปรตีนกากถั่วเหลืองด้วยแคสซาเรียในระดับ 30, 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีปริมาณการกินได้ทั้งหมดไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ พบว่าปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และADF ของแพะที่ได้รับ Casleurea ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าไม่มีความแตกต่าง

กันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าสูงกว่า สุรศักดิ์ จิตตะโคตร์ (2542) ได้รายงานว่า ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และADF อยู่ระหว่าง 56.8-60.0, 59.0-63.4, 61.0-66.5 และ 40.9-43.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มระดับของกระถินป่นใน Casleurea แต่ละทรีทเมนต์ มีวัตถุแห้ง และอินทรีย์วัตถุ ที่สามารถถูกย่อยสลายได้เร็ว ทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนสูงตามไปด้วย (Nocek and Russell, 1988; Hoover and Stokes, 1991; Aldrich, Muller and Varga, 1993; Devant et al., 2001)

ความสมดุลของไนโตรเจน พบว่าปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน ค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล ค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะ และไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมดของแพะที่ได้รับ Casleurea ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกันกับค่าการดูดซึมของไนโตรเจน และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ การที่แพะได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงเกินความต้องการ หรือได้รับอาหารที่ไม่สมดุลของโปรตีนและพลังงาน ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์โปรตีน (ไนโตรเจน) ต่ำ และเกิดการสูญเสียไนโตรเจนด้วยการขับถ่ายออกทางมูลและปัสสาวะ ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม (Tamminga, 1992; Yan, Frost, Keady, Agnew and Masyne, 2007) อาหารเป็นปัจจัยสำคัญ ที่มีผลโดยตรงต่อค่าความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพของสัตว์ ถ้าสัตว์ได้รับอาหารเกินกว่าระดับที่ใช้ในการดำรงชีพ สัตว์จะมีการเก็บกักพลังงานไว้ในร่างกาย แต่ถ้าโภชนะที่สัตว์ได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ร่างกายของสัตว์จะทำการสลายพลังงานที่เก็บกักไว้หรือสำรองไว้ออกมาใช้ (Freetly, Nienaber and Brown-Brandl, 2006)

ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ของแพะที่ได้รับ Casleurea ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.7, 6.6, 6.6 และ 6.6 สอดคล้องกับ Wachirapakorn, Wanapat, Somsungnem and Kowsunan (n.d.) ที่ได้รายไว้อยู่ในช่วง 6.56-6.69 และระดับค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนที่ปกติของสัตว์อยู่ในช่วง 5.5-7.0 (Dehority, 2003) สอดคล้องกับ วินัย ประลมพ์กาญน์ (2538) รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจะเป็นกรดเล็กน้อยแต่ไม่ต่ำกว่า 5.5 ถ้าระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนไม่เหมาะสมอาจจะมีผลกระทบต่อทั้งชนิดและประชากรจุลินทรีย์ (Moat and Foster, 1995) ซึ่ง Russell and Dombrowski (1980) รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัยแรกที่มีผลต่อชนิด และการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน แต่อย่างไรก็ตาม จากการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างในของเหลวในกระเพาะรูเมนอยู่ในระดับปกติ

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนใน

ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับ Casleurea ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.6, 3.9, 3.8 และ 3.1 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับ Preston and Leng (1987) รายงานว่าระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 5-25 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และสอดคล้องกับ Boniface, Murry and Hogan (1986) การย่อยได้จะเกิดสูงสุด เมื่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน อยู่ระหว่าง 4-12 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าน้อยกว่า Wanapat and Pimpa (1999) ค่าเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 13.6-17.6 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร โดยเฉพาะแหล่งคาร์โบไฮเดรต ศักยภาพในการเกิดกระบวนการหมักของอาหาร ความสามารถในการย่อยสลายได้ของโปรตีน และสภาพนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสม

ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับ Casleurea ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด มีค่าเท่ากับ 14.7, 16.0, 15.1 และ 14.7 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลจากการทดลองในครั้งนี้ถือว่าอยู่ในระดับปกติ คือ 14.2-17.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ เมธา วรรณพัฒน์ (2533) รายงานไว้ คือ 6.3-25.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่วน ทรงศักดิ์ จำปาวดี (2541) คือ 22.96-27.05 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลมาจากสัตว์ได้รับโปรตีนสูง แต่อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด มีความสัมพันธ์กับการรักษาความสมดุลไนโตรเจนของร่างกายสัตว์ เนื่องจากร่างกายสัตว์สามารถนำกลับยูเรียมาใช้ใหม่เป็นแหล่งไนโตรเจน ผ่านการดูดซึมของกระเพาะรูเมน และผ่านทางน้ำลาย (Church, 1979) ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดที่เหมาะสมได้ โดยนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (nitrogen recycling) จะเป็นประโยชน์มากน้อยขึ้นอยู่กับความสมดุลของไนโตรเจน ระดับโปรตีนที่สัตว์ได้รับ และสภาพสรีระวิทยาของสัตว์

กรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด คือ กรดอะซิติก (C2) กรดโพรพิโอนิก (C3) กรดบิวทีริก (C4) ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับ Casleurea ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดเท่ากับ 43.8, 38.6, 49.8 และ 50.2 mol/100mol กรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด ขึ้นอยู่กับปริมาณการกินได้ทั้งหมด (Ørskov, 1988) สอดคล้องกับ Sutton (1985) รายงานว่าการผลิตกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ โดยถ้าหากความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้การผลิตกรดไขมันระเหยได้ง่ายเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายมีอิทธิพลมาจากอาหารที่สัตว์กิน

ถ้าสัตว์ได้รับอาหารหยาบมากจะมีการผลิตกรดอะซิติกมาก แต่ถ้าสัตว์ได้รับอาหารข้นมากจะทำให้สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกเพิ่มสูงขึ้น และสัดส่วนของกรดอะซิติกจะลดลง (ฉลอง วชิราภากร, 2541) ทั้งนี้สัดส่วนของกรดไขมนที่ระเหยได้ง่ายขึ้นอยู่กับอาหารและระยะเวลาหลังจากการกิน ทำให้สัดส่วนของกรดแต่ละตัวแปรผันตามด้วย ซึ่งกรดที่มีมากที่สุด คือ กรดอะซิติก ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ กรดโพรพิโอนิก ประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ และกรดบิวทีริก ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, 2541)

เมื่อพิจารณาถึงกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายที่สำคัญทั้ง กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริก พบว่าสัดส่วนของกรดกรดอะซิติก ก่อนการให้อาหารมีค่าลดลงแบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 56.8, 49.8, 55.6 และ 50.6 mol/100mol ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับค่าเฉลี่ยมีค่าลดลงแบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p<0.01$) สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และสัดส่วนของกรดบิวทีริก พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p<0.05$) และสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก (C2:C3) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.1, 1.9, 2.0 และ 1.9 mol/100mol ตามลำดับ โดยสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ง่ายในกระเพาะรูเมนจะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

4.9 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการใช้กระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ด้วย Casleurea (45% CP) สรุปได้ดังนี้ ปริมาณการกินได้ ปริมาณการย่อยได้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยที่แพะกลุ่มที่ได้รับ Casleurea ใน T4 คือ Casleurea (45% CP) ที่มีกระถินป่น 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ และปริมาณการย่อยได้สูงที่สุด เช่นกันกับนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน รวมไปถึงผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการหมัก คือ กรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิตอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และความสมดุลของไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า สามารถใช้ Casleurea ที่มีกระถินป่นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยจะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ

4.10 รายการอ้างอิง

ฉลอง วชิราภากร. (2541). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น.** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เฉลา พิทักษณ์สินสุข, ณุทนาถ โคตรพรหม, วารุณี พานิชผล และวรรณา อ่างทอง. (2550). การประเมินคุณค่าทางโภชนะของหญ้าแพงโกล่าแห้ง. **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2550** (หน้า 222-233). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2541). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทรงศักดิ์ จำปาวดี. (2541). ผลของระดับโปรตีนและโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนผลผลิตน้ำนม และองค์ประกอบของน้ำนมในโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เมธา วรรณพัฒน์. (2533). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

รัชตาภรณ์ ลุนสิน. (2550). ผลของมันเส้นและกล้วยดิบอัดเม็ด (แคส-แบน) ต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และการใช้ประโยชน์ในโครีดนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณา อ่างทอง, สุรนันท์ น้อยอุทัย และนพวรรณ ชมชัย. (2550). ค่าโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าแพงโกล่าคุณภาพต่ำในโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน. **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2550** (หน้า 186-198). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วินัย ประลมพ์กาญน์. (2538). **อาหารและการให้อาหารแพะ.** สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

วิวัฒน์ ไชยชะอุ่ม, ชัยณรงค์ คันธพนิต, สุกิจ วรรณปิยะรัตน์ และนพวรรณ ชมชัย. (2550). การใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบในการเลี้ยงโคขุนระยะสุดท้าย. **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2550** (หน้า 165-185). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรศักดิ์ จิตตะโคตร์. (2542). ผลของการใช้แคสซาเรีย ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองต่อปริมาณการกินได้กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน การย่อยได้ และการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในโคนมที่ได้รับฟางหมักยูเรียเป็นอาหารหยาบ. สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Aldrich, J. M., Muller, J. D. and Varga, G. A. (1993). Effect of somato tropin administration and duodenal infusion of methionine and lysine on lactational performance and nutrient flow to the small intestine. **Br. J. Nutr.** 69: 49-58.

Boniface, A. N., Murry, R. M. and Hogan, P. J. (1986). Optimun level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 16: 151-154.

Church, D.C. (1979). **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants.** USA: O&B Books. Corvallis.

Delhority, B. A. (2003). **Rumen Microbiology.** Nottingham: Nottingham University Press.

Devant, M., Ferret, A., Calsamiglia, S., Casals, R. and Gasa, J. (2001). Effect of nitrogen source in high concentrate, low-protein beef cattle diets on microbial fermentation studied *in vitvo* and *in vitro*. **J. Anim. Sci.** 19: 1944-1953.

Freetly, H. C., Nienaber, J. A. and Brown-Brandl, T. (2006). Partitioning of energy during lactation of primiparous beef cow. **J. Anim Sci.** 84: 2157-2162.

Hoover, W. H. and Stokes, S. R. (1991). Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **J. Dairy Sci.** 74: 3630.

Milford, R., Minson, D. J. (1976). The Feeding value of tropical pasture. In **Topical Pastures.** W. Davies and C. R. Skidmore Faber and Farber, eds. London.

Moat, A. G. and Foster, J. W. (1995). **Microbial Phyiology**. New York: Wiley-Liss Publisher.

Nocek, J. E. and Russell, J. B. (1988). Protein and energy as an integrated system relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **J. Dairy Sci.** 71: 2070.

∅rskov, E. R. (1988). Starch digestion and utilization in ruminants. **J. Anim. Sci.** 63: 1624.

Russell, J. B. and Dombrowski, D. B. (1980). Effect of ph on the efficiency of growth by pure cutture of rumen bacteria in continuous culture. Microbial. 39: 604.

SAS. (1996). **SAS User's Guide**, Version 6. (14th ed.). SAS Inst., Cary, NC.

Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. (1980). **Principles and Procedure of Statistics.** New York: McGraw Hill Book.

Sutton, J. D. (1985). Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. **J. Dairy. Sci.** 68: 3376.

Tamminge, S. (1992). Nutrition management of dairy cow as a contribution to pollution control. **J. Dairy Sci.** 75: 345-357.

Yan, J. P., Frost, T. W., Keady, J., Agnew, R. E. and Masyne, C. S. (2007). Prediction of nitrogen excretion in feces and urine of beef cattle offered diets containing grass silage. **J. Anim. Sci.** 85: 1982-1989.

Wachirapakorn, C., Wanapat, M., Sornsungnern, N. and Kowsunan, S. (n.d.). **Optimum cassava root chip levels in lactating cow diets** [On-line]. Available: http://www.Mekarn. Org/procKK/wach.htm.

Walton, P. D. (1984). **Production and management of cultivated forage.** Virginia USA: Reston Publishing Company.

Wanapat, M. and Pimpa, O. (1999). Effect of ruminal NH_3-N levels on ruminal fermentation, purine derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp buffaloes. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 12: 904.

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการใช้กระถินป่นในอาหารข้น ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมด และปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองใน T2 คือทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะลดลงเมื่อระดับการทดแทนสูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มสูงขึ้น ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ

5.1.2 การศึกษาผลของการใช้กระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ด้วย Casleurea (45% CP) พบว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมด ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ความสมดุลของไนโตรเจน ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นสามารถใช้ Casleurea ที่มีกระถินป่นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ได้ โดยจะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ และเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงแพะได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาการใช้ Casleurea (45% CP) ในสูตรอาหารสำหรับแพะเนื้อในระยะต่างๆ

5.2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการผลิต Casleurea (45% CP) เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนที่สามารถทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้นของแพะเนื้อ เพื่อให้ทราบถึงระดับที่เหมาะสมในการทดแทน

5.2.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงต้นทุนการผลิต Casleurea (45% CP) ทั้งในระดับการผลิตแบบอุตสาหกรรม และการพัฒนาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในระดับเกษตรกรรายย่อยต่อไป

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการทำ Casleurea (45% CP)

Casleurea (45% CP)

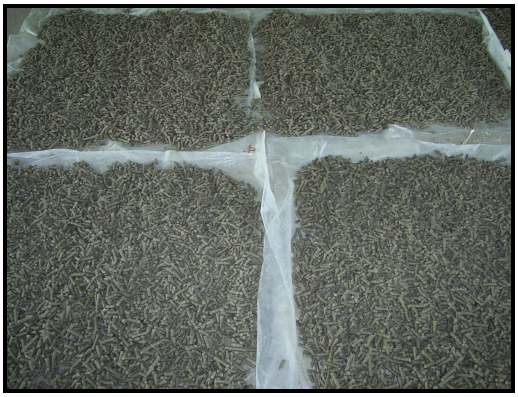
การเตรียม Casleurea (45% CP)

นำส่วนผสมของสูตรอาหารที่ได้ผสมให้เข้ากันในแต่และสูตรแล้วไปบดให้ละเอียด เพื่อนำมาเข้าเครื่องอัดเม็ด เติมน้ำ 2% เพื่อช่วยเพิ่มความชื้นและการประสานตัว หลังจากอัดเม็ดนำไปตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 2-3 วัน แล้วจึงนำมาใช้ในการทดลอง

ภาพที่ ก.1 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ผสมเข้ากันดีแล้วเตรียมเข้าเครื่องอัดเม็ด

ภาพที่ ก.2 แสดงการอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ด

ภาพที่ ก.3 แสดงเม็ดที่ออกมาด้วยเครื่องอัดเม็ด



ภาพที่ ก.4 แสดงการตาก Casleurea ที่อัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ด

ภาพที่ ก.5 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 1

ภาพที่ ก.6 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 2

ภาพที่ ก.7 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 3

ภาพที่ ก.8 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 4

ภาพที่ ก.9 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 1 หลังการตากแห้งพร้อมนำมาใช้ในการทดลอง

ภาพที่ ก.10 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 2 หลังการตากแห้งพร้อมนำมาใช้ในการทดลอง

ภาพที่ ก.11 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 3 หลังการตากแห้งพร้อมนำมาใช้ในการทดลอง

ภาพที่ ก.12 แสดง Casleurea ในสูตรที่ 4 หลังการตากแห้งพร้อมนำมาใช้ในการทดลอง

ภาคผนวก ข

สูตรการคำนวณสมดุลไนโตรเจน และวิธีการวิเคราะห์ยูเรียไนโตรเจน ในกระแสเลือด (Blood urea nitrogen, BUN)

สูตรการคำนวณหาสมดุลไนโตรเจน

สูตรการคำนวณหาสมดุลไนโตรเจนในแพะ ทำได้ดังนี้

ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์ได้รับ (N intake) หน่วย คือกรัมต่อวัน
= ความเข้มข้นของไนโตรเจนในอาหาร (กรัม/กิโลกรัม) x ปริมาณที่สัตว์กิน (กรัม/วัน)

ปริมาณไนโตรเจนในมูล (N in feces) หน่วย คือกรัมต่อวัน
= ความเข้มข้นของไนโตรเจนในมูล (กรัม/กิโลกรัม) x ปริมาณมูลที่ขับออก (กรัม/วัน)

ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ (N in urine) หน่วย คือกรัมต่อวัน
= ความเข้มข้นของไนโตรเจนในปัสสาวะ (กรัม/กิโลกรัม) x ปริมาณปัสสาวะที่ขับออก (กรัม/วัน)

ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (N output) หน่วย คือกรัมต่อวัน
= ปริมาณไนโตรเจนในมูล + ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ

ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (N absorption) หน่วย คือกรัมต่อวัน
= ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์ได้รับ - ปริมาณไนโตรเจนในมูล

ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (N absorption) หน่วย คือเปอร์เซ็นต์

$$= \frac{\text{ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (N absorption)} \times 100}{\text{ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์ได้รับ}}$$

ปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บ (N retention) หน่วย คือกรัมต่อวัน
= ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์ได้รับ - ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก

การวิเคราะห์ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood urea nitrogen) (Annino and Giese 1976)

ทำการวัดค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดด้วยวิธี Direct condensation method ยูเรียในซีรั่มทำปฏิกิริยากับ Diacetyl monoxime ในสารละลายที่เป็นกรด ได้แก่ Diazine derivative ซึ่งมีสีชมพูให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

อุปกรณ์

1. ไมโครปิเปตต์ขนาด 20, 100 และ 1,000 ไมโครลิตร
2. หลอดทดลองฝาเกลียว (Screw cap tube)
3. เครื่องให้ความร้อน (Hot plate)
4. คิวเวท
5. เครื่อง Spectrophotometer

สารเคมี

1. Stock ferric chloride-phosphoric acid reagent

ละลาย $FeCl_3$ $6H_2O$ จำนวน 15 กรัม ในน้ำกลั่น 30 มิลลิกรัม เติม H_3PO_4 (85%) จำนวน 300 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาตรให้ครบ 450 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีน้ำตาล

2. Acid reagent

ผสม conc. H_2SO_4 จำนวน 150 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติม Stock ferric chloride-phosphoric acid reagent จำนวน 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร

3. Color reagent

ละลาย Diacetyl monoxime จำนวน 1.7 กรัม และ Thiosemicarbazide จำนวน 0.3 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาตรจนครบ 1,000 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง เก็บในขวดสีน้ำตาล

4. Stock BUN standard ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ละลาย Urea จำนวน 214.2 มิลลิกรัมใน 0.1 N HCl ปรับให้ได้ 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C

5. Working BUN standard ละลาย Stock BUN standard ด้วย 0.1 N HCl ให้ได้ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C

วิธีการ

1. ดูดซีรั่ม หรือ BUN standard (10, 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) หรือ น้ำกลั่น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 16x125 มิลลิเมตร

2. เติมสาร Color reagent ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

3. เติม สาร Acid reagent ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปิดฝาให้สนิท

4. ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมาแช่ในน้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที

5. วัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้ Tube blank ปรับให้ค่าดูดกลืนแสงเป็น 0

ตารางที่ ข.1 วิธีการวิเคราะห์ยูเรียไนโตรเจนในเลือด

สารที่เติม	**Blank**	**Standard**	**Unknown**
น้ำกลั่น (ไมโครลิตร)	20	-	-
Standard (ไมโครลิตร)	-	20	-
Unknown (ไมโครลิตร)	-	-	20
Color reagent (มิลลิลิตร)	3.0	3.0	3.0
Acid reagent (มิลลิลิตร)	2.0	2.0	2.0

วิธีการคำนวณ

การหาความเข้มข้นโดยการอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

หมายเหตุ

1. สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้างเป็น R1-NH-CO-NH-R2 โดย R1 เป็น H หรือ Single aliphatic redical และ R2 ไม่ใช่ Acyl redical สามารถเกิดปฏิกิริยากับ Diacetyl monoxime

2. Ferric chloride เป็น Oxidizing agent หน้าที่กำจัด Hydroxylamine สามารถใช้ Potassium persulfate, Arsenic acid, Perchloric acid, Cations ($Cu^{2+,}$ $Sb^{3+,}$ $Mn^{2+,}$ Cd^{2+}) แทนได้

3. Thiosemicarbazide ทำให้สี Diazine derivative เข้มขึ้น แต่สามารถใช้ Glucuronolactone หรือ Phenyl anthranilic acid แทนได้

4. สีของ Diazine derivative มีความคงตัวประมาณ 10-15 นาที เพราะถูกทำลายโดยแสงได้

5. ยูเรียในซีรั่มมีความคงตัวที่อุณหภูมิห้องได้นานอย่างน้อย 1 วัน ถ้าไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จะอยู่ได้หลายวัน และถ้าต่ำกว่า 0°C จะอยู่ได้นาน 5 เดือน

6. ซีรั่มที่มีฮีโมโกลบิน และบิลิรูบินปนอยู่เล็กน้อย จะไม่รบกวนการตรวจวัด

7. การคำนวณ Stock BUN standard solution จากสูตรของยูเรียมีดังนี้คือ NH_2-CO-NH_2 โดยที่น้ำหนักอะตอมของ N = 14, C = 12, O = 16 และ H = 1 เมื่อต้องการยูเรียจำนวน 28 มิลลิกรัม ต้องชั่งยูเรีย 60 มิลลิกรัม ดังนั้นถ้าต้องการยูเรีย 100 มิลลิกรัม ต้องชั่งยูเรียเท่ากับ (60 x 100) x (1/28) = 214.2 มิลลิกรัม

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศิรินทร์ทิพย์ ไตรยขันธ์ เกิดเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านพังโคนจำปาสามัคคีวิทยา อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้นและตอนปลาย จากโรงเรียนพังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร จากนั้นได้เข้ารับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาสัตวศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2548 และศึกษาต่อในระดับปริญญาโทสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2548