การเสริมถั่วคาวาลเคดในอาหารแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต

นางสาววันวิสา หาระโคตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2552

SUPPLEMENTATION OF CAVALCADE (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) IN GROWING MEAT GOAT DIETS

Wunwisa Harakord

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

การเสริมถั่วคาวาลเคดในอาหารแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(รศ. ดร.พงษ์ชาญ ณ ลำปาง)
ประธานกรรมการ

_____

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

_____

(ผศ. ดร.เฉลิมพล เยื้องกลาง)
กรรมการ

_____

(ผศ. ดร.ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ)
กรรมการ

_____

(ผศ. ดร.พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์)
กรรมการ

_____

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

_____

(ผศ. ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

วันวิสา หาระโคตร : การเสริมถั่วคาวาลเคดในอาหารแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต (SUPPLEMENTATION OF CAVALCADE (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) IN GROWING MEAT GOAT DIETS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ แพงคำ, 77 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมถั่วคาวาลเคดในอาหารแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของถั่วคาวาลเคดหมักและถั่วคาวาลเคดแห้งในอาหารแพะเนื้อ โดยใช้แพะลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบี้ยน x พื้นเมือง จำนวน 8 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 14$\pm$2.0 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบ double 4x4 Latin square อาหารที่ใช้ทดลองประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ ได้แก่ 1) หญ้าแพงโกล่าแห้ง (กลุ่มควบคุม) 2) หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (1%BW) 3) หญ้าแพงโกล่าแห้ง + ถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW) และ 4) หญ้าแพงโกล่าแห้ง + ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW) จากการศึกษา พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (g/kgBW$^{0.75}$) ของอาหารหยาบและอาหารทั้งหมดของแพะกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารข้นมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมถั่วคาวาลเคดหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่เสริมถั่วคาวาลเคดแห้ง ส่วนค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และ acid detergent fiber (ADF), ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะหมัก ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด และสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมัก ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ ไนโตรเจนที่กินได้ (กรัม/วัน) และไนโตรเจนที่เก็บกักในร่างกาย (กรัม/วัน เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่กินได้) ของแพะในกลุ่มที่เสริมอาหารข้นถั่วคาวาลเคดหมักและถั่วคาวาลเคดแห้ง มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยโปรตีนจากถั่วคาวาลเคดในอาหารข้น โดยใช้แพะเพศผู้ลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบี้ยน x พื้นเมือง จำนวน 18 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกโดย ทรีทเมนต์ประกอบด้วย ระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดที่ระดับ 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการกินได้ ค่าการย่อยได้ของโภชนะ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะหมัก ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ค่าแอมโมเนียในกระแสเลือด ค่าสัดส่วนกรดไขมันที่ระเหยได้ และค่าความสมดุลของไนโตรเจนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ต้นทุนในการผลิตลดต่ำลง คือ 3.6, 3.2 และ 2.9 บาทต่อกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อมีการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่า การเสริมถั่วคาวาลเคดแห้งหรือถั่วคาวาลเคดหมักในอาหารแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต พบว่าสามารถปรับปรุงปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโปรตีน และไนโตรเจนที่เก็บกักในร่างกายได้ทัดเทียมกับกลุ่มที่เสริมอาหารข้น แต่ในกลุ่มที่เสริมถั่วคาวาลเคดหมักและคาวาลเคดแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงเลือกถั่วคาวาลเคดแห้งสำหรับใช้ศึกษาในการทดลองที่ 2 ด้วยเหตุผลในเรื่องความสะดวก และความประหยัดในการจัดเตรียม จากผลการทดลองที่ 2 สามารถสรุปได้ว่า สามารถใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองได้ถึง 50% โดยไม่ส่งผลกระทบด้านลบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะหมักที่สำคัญคือสามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้ 11.9 และ 19.4 เปอร์เซ็นต์ของแพะที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

WUNWISA HARAKORD : SUPPLEMENTATION OF CAVALCADE (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) IN GROWING MEAT GOAT DIET. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PRAMOTE PAENKOUM, Ph.D., 77 PP.

CAVALCADE SILAGE/CAVALCADE HAY/MEAT GOATS

The objective of this research was to examine the effects of utilizing cavalcade (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) in growing meat goat diets. The study was divided into 2 experiments.

The first experiment was conducted to study the effects of cavalcade silage and cavalcade hay (CH) in the rations of meat goats. Eight crossbred (Anglo-Nubian x native) goats with the average body weight (BW) of 14±2.0 kg were used in double 4x4 Latin square design. The four dietary treatments were 1) pangola hay (control), 2) pangola hay plus concentrate (1%BW), 3) pangola hay plus cavalcade silage (1%BW), and 4) pangola hay plus cavalcade hay (1%BW). The results showed that roughage and total dry matter intakes (g/kg $BW^{0.75}$) of goats fed with concentrate supplement were significantly higher ($p<0.05$) than those of goats fed with the control and cavalcade silage. However, there were no significant differences among goats fed with cavalcade silage and cavalcade hay. Dry matter, organic matter and acid detergent fiber digestibility, ruminal pH, ruminal ammonia-nitrogen, total volatile fatty acid (VFA), proportions of VFA and blood urea nitrogen were not significantly different in terms of dietary treatments. However, crude protein digestibility, nitrogen (N) intake and N retention (g/d, % N intake) of goats fed with concentrate supplement,

cavalcade silage and cavalcade hay were significantly higher ($p<0.05$) than those of goats in the control group.

The second experiment was conducted to investigate the effects of substitution of protein (CP) from cavalcade hay to soybean meal (SBM) in concentrate diets. Eighteen male crossbred (Anglo-nubian x native) goats were assigned into a randomized complete block design. The treatments were performed on the levels of substitution of CP from SBM by cavalcade hay at 0, 25 and 50%. The results showed that overall parameters (feed intake, nutrient digestibilities, ruminal pH, ruminal ammonia-N, blood urea N, volatile fatty acid and N-balance) were not significantly different in dietary treatments. However, total feed costs of goats fed with cavalcade hay were cheaper than the control diet (3.6, 3.2 and 2.9 Bath per kg, of goat fed substitution of SBM by cavalcade hay at 0, 25 and 50%, respectively).

It was concluded that supplementation of cavalcade silage or cavalcade hay in growing goat diets could improve the same dry matter intake, crude protein digestibility and N retention as concentrate. Moreover, goats fed with cavalcade silage or cavalcade hay supplements were not significantly different, so cavalcade hay was selected in experiment 2. From experiment 2, it was concluded that cavalcade hay could substitute up to 50% CP of SBM without any negative effects on feed intake, digestibility and rumen fermentation. Moreover, it could reduce feed costs by 11.1% and 19.4% of goats fed substitute with cavalcade hay at 25% and 50% CP as compared to soybean meal, respectively.

School of Animal Production Technology
Academic Year 2009

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____
Co-advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่างๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย เหนือสิ่งอื่นใดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชาญ ณ ลำปาง ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ แพงคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเมตตากรุณาช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆในการศึกษา ช่วยชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำการวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล เยื้องกลาง ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่คอยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการเขียนงานวิจัยเล่มนี้จนสำเร็จลุล่วง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์ คณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการเขียนงานวิจัยเล่มนี้

ขอขอบพระคุณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้ออำนวยสถานที่ในการทดลองในการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำงานวิจัย ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา รวมทั้งเพื่อนๆและพี่ๆบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ และเพื่อน ๆ บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงโดยเฉพาะ คุณวลัยลักษณ์ แก้ววงษา คุณรุ่งนภา ญาณี และ คุณศิรินทร์ทิพย์ ไตรยขันธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อไสว หาระโคตรและคุณแม่ลัคณา หาระโคตร ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมาในอดีตถึงปัจจุบัน จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

วันวิสา หาระโคตร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 รายการอ้างอิง 3

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การผลิตแพะ 4

2.1.1 ลักษณะและวิธีการเลี้ยงแพะ 4

2.1.2 โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยงแพะ 5

2.1.3 พันธุ์แพะ 6

2.1.4 การเลือกพันธุ์แพะ 8

2.2 ความสำคัญและชนิดของอาหารแพะ 8

2.2.1 อาหารหยาบ 9

2.2.2 อาหารข้น 9

2.3 บทบาทของอาหารเยื่อใย 9

2.3.1 ชนิดของอาหารเยื่อใย 10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 การทดแทนพืชอาหารสัตว์ด้วยเยื่อใยที่ไม่ได้มาจากพืชอาหารสัตว์.....11

2.3.3 เยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ.....11

2.4 การนำใช้ถั่วอาหารสัตว์เป็นแหล่งอาหารหยาบ.....12

2.4.1 ลักษณะของถั่วอาหารสัตว์ และการใช้ประโยชน์.....13

2.4.2 การใช้ถั่วคาวาลเคดเป็นแหล่งอาหารหยาบ.....13

2.5 การใช้ถั่วคาวาลเคดเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง.....16

2.6 รายการอ้างอิง.....24

3 ศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบ ระหว่างถั่วคาวาลเคดหมักและถั่วคาวาลเคดแห้ง.....28

3.1 คำนำ.....28

3.2 วัตถุประสงค์.....28

3.3 อุปกรณ์และวิธีการ.....28

3.4 การเก็บข้อมูล.....30

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....31

3.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทดลอง.....32

3.7 ผลการทดลอง

3.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร.....32

3.7.2 ปริมาณการกินได้ของแพะ.....33

3.7.3 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ.....34

3.7.4 ความสมดุลของไนโตรเจน.....34

3.7.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก.....35

3.7.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน.....36

3.7.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด.....37

3.7.8 สัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ ของของเหลวในกระเพาะหมัก.....38

3.8 วิจารณ์ผลการทดลอง.....40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.9 สรุปผลการทดลอง 43
3.10 รายการอ้างอิง 44
4 ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบในสูตรอาหารข้นด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง 47
4.1 คำนำ 47
4.2 วัตถุประสงค์ 47
4.3 อุปกรณ์และวิธีการ 47
4.4 การเก็บข้อมูล 49
4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 50
4.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทดลอง 50
4.7 ผลการทดลอง 50
4.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร 50
4.7.2 ปริมาณการกินได้ของแพะ 51
4.7.3 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ 52
4.7.4 ความสมดุลของไนโตรเจน 53
4.7.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก 54
4.7.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 55
4.7.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด 56
4.7.8 สัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ ของของเหลวในกระเพาะหมัก 57
4.7.9 ผลของการทดแทนโปรตีนหยาบในสูตรอาหารข้น ด้วยคาวาลเคดแห้งต่อต้นทุนการผลิต 59
4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง 60
4.9 สรุปผลการทดลอง 62
4.10 รายการอ้างอิง 63
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก 68
ภาคผนวก ก การปลูก และการเก็บเกี่ยวถั่วคาวาลเคด 69
ภาคผนวก ข วิธีการดำเนินงานทางห้องปฏิบัติการ 74
ประวัติผู้เขียน 77

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบน้ำหนักแพะลูกผสม 8
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วคาวาลเคดที่อายุการตัดระยะต่าง ๆ 17
2.3 ผลของถั่วคาวาลเคดต่อปริมาณการกินได้ (intake) และ อัตราการเจริญเติบโต (average daily gain) ของโค 18
2.4 ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดและปริมาณพลังงานของถั่วคาวาลเคดแห้งในโคนม 19
2.5 การใช้ถั่วคาวาลเคดแห้ง และหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้ การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว การใช้อาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว และต้นทุนค่าอาหารในโคเนื้อ 20
2.6 การใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และต้นทุนค่าอาหารในโคนม 22
2.7 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และต้นทุนค่าอาหารในโคนม 23
3.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร 32
3.2 แสดงปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง 33
3.3 แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับสูตรอาหารทดลอง 34
3.4 สมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 35
3.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 36
3.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจาก กระเพาะหมักของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 37
3.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 37
3.8 ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้ ของ ของเหลวจากกระเพาะหมัก ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 39

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.1 วัตถุดิบของสูตรอาหารที่ใช้ถั่วคาวาลเคดทดแทนกากถั่วเหลืองโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ 49

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร 51

4.3 แสดงปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง 52

4.4 แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับสูตรอาหารทดลอง 53

4.5 สมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับระดับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 54

4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 55

4.7 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลว จากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 56

4.8 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 57

4.9 ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้ ของของเหลวจากกระเพาะหมัก ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 58

4.10 ผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้นด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ได้รับสูตรอาหารทดลองที่แตกต่างกันต่อต้นทุนการผลิต 59

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะของถั่วคาวาลเคด 16
3.1 แผนผังงานทดลอง 29
ก.1 แปลงปลูกถั่วคาวาลเคด และการเก็บเกี่ยว 73
ก.2 การทำถั่วคาวาลเคดแห้ง (โดยการตาก) 73

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

%BW	=	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว
$g/kgBW^{0.75}$	=	กรัมต่อกิโลกรัมเมแทบอลิค
ADF	=	Acid detergent fiber
ADG	=	Average daily gian
BUN	=	Blood urea nitrogen
CP	=	Crude protein
C	=	Cubic trend
C_2	=	Acetic acid
C_3	=	Propionic acid
C_4	=	Butyric acid
C_2:C_3	=	Acetic acid : Propionic acid
DM	=	Dry matter
L	=	Linear trend
NDF	=	Neutral detergent fiber
NH_3-N	=	Ammonia Nitrogen
NS	=	Not significant
P	=	Period
Q	=	Quadratic
SEM	=	Standard error of the mean
T	=	Treatment
TVFA	=	Total volatile fatty acid
VFA	=	Volatile fatty acid

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาในการทำวิจัย

แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งจัดเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ในประเทศไทยส่วนมากนิยมเลี้ยงกันในแถบภาคใต้ของประเทศ แพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย ให้ผลผลิตเร็ว ปัจจัยที่จะทำให้แพะประสบผลสำเร็จหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับ การจัดการดูแล สุขภาพสัตว์ การป้องกันโรค และที่สำคัญคืออาหารและการจัดการด้านการให้อาหารสัตว์ ดังนั้นหากมีความรู้ความเข้าใจในด้านการจัดการและการให้อาหารก็สามารถนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ต้นทุนในการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่จะเป็นค่าอาหาร โดยทั่วไปอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจะเป็นอาหารหยาบ แต่เนื่องจากอาหารหยาบมีปริมาณไม่เพียงพอและมีคุณภาพต่ำจึงต้องมีการเสริมด้วยอาหารข้นเพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะที่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกาย ในอาหารข้นนั้นโปรตีนเป็นอาหารที่มีราคาแพง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน การผลิตสัตว์ปีกและสุกรมีการใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนเช่นเดียวกันจึงทำให้การผลิตสัตว์ในประเทศไทยมีความต้องการกากถั่วเหลืองปริมาณมาก และทำให้กากถั่วเหลืองมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 11-14 บาท นอกจากนี้ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากทำให้ประเทต้องเสียดุลการค้ากับต่างประเทศ โดยในปี 2549 ประเทศไทยได้มีการนำเข้ากากถั่วเหลืองจำนวน 1,604,353 ตัน คิดเป็นมูลค่า 14.330 ล้านบาท (กรมปศุสัตว์, 2549) หากมีการนำใช้แหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีมีคุณค่าทางโภชนะ โดยเฉพาะโปรตีนหยาบสูง ย่อมเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต ด้านอาหารสัตว์ให้เกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง โดยแหล่งอาหารหยาบ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ (เมธา วรรณพัฒน์, 2538) กลุ่มแรกคือพืชอาหารสัตว์ ได้แก่ หญ้าหรือถั่ว ที่ปลูกไว้เพื่อเลี้ยงสัตว์หรือที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ และกลุ่มที่สองได้แก่ เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (crop residues) เป็นผลพลอยได้ในการเก็บเกี่ยวพืชในฤดูต่าง ๆ ซึ่งพบว่า ถั่วอาหารสัตว์นั้นเป็นแหล่งของไนโตรเจนจึงเป็นแหล่งของอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางโภชนะโดยเฉพาะโปรตีนหยาบ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบสดหรือแห้งก็ตาม และถั่วแต่ละชนิดย่อมมีคุณสมบัติ และคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

กรมปศุสัตว์โดยกองอาหารสัตว์ ได้มีการนำพันธุ์ถั่วชนิดใหม่ ๆ เข้ามาศึกษา เพื่อหาความเป็นไปได้ในการปลูกเพื่อการเลี้ยงสัตว์ และการขยายพันธุ์ เพื่อแนะนำเกษตรกรและผู้สนใจในการเลี้ยงสัตว์ ถั่วคาวาลเคด (*Centrosema pascuorum* cv.Cavalcade) เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตแบบ

เถาเลื้อย เมื่อแห้งใบไม่ร่วง เหมาะสำหรับทำถั่วแห้ง มีโปรตีนสูงสัตว์ชอบกิน สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 2-3 ครั้ง ผลผลิตน้ำหนักแห้งไร่ละ 1,000-1,300 กิโลกรัม หรือคิดเป็นถั่วสดไร่ละ 4,000-5,200 กิโลกรัม จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, เทิดศักดิ์ ชมชื่นจิตร์ และคัมภีร์ ภักดีไทย (2547) ศึกษาระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งที่เหมาะสมเพื่อใช้ร่วมกับหญ้าแห้งเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์บราห์มันเพศเมียน้ำหนักเฉลี่ย 248 กิโลกรัม พบว่าโคมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับการใช้อาหารข้นเสริม ปริมาณอาหารที่กินได้รวมทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้ง (กก./ตัว/วัน) ($P < 0.01$) และมีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการใช้อาหารข้นเสริม สมศักดิ์ เภาทอง, วัฒนา โคตรพัฒน์ และเข็มทอง กลิ่นเกษตร (2544) พบว่า การตัดถั่วคาวาลเคดที่อายุ 90 วันหลังปลูก เพื่อทำถั่วแห้งจะได้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,697 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และผลผลิตโปรตีนประมาณ 302 กิโลกรัมต่อปี นอกจากนี้ถั่วคาวาลเคดแห้งจึงน่าจะนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบโปรตีนสูงได้ดี ถ้าได้นำมาเสริมอาหารข้นในระดับที่เหมาะสม จะช่วยปรับปรุงคุณภาพให้สูงขึ้น และสามารถใช้เลี้ยงแพะเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดต้นทุนการผลิตแพะเนื้อได้

การทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมถั่วคาวาลเคด ในอาหารแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ทดแทนแหล่งของอาหารข้นที่มีราคาแพงเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเลือกใช้ของเกษตรกรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาโดยการเปรียบเทียบระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมัก และถั่วคาวาลเคดแห้งต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ ของแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบในสูตรอาหารข้นด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งต่อกระบวนการหมักและนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก รวมทั้งค่าทางชีวเคมีในเลือด ในแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสม แองโกลนูเบี้ยน × พื้นเมือง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาผลของถั่วคาวาลเคด ที่ใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น ต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ

1.3.2 ศึกษาผลจากกระบวนการหมักจากของเหลวในกระเพาะหมัก โดยศึกษาหาความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน กรดไขมันที่ระเหยได้ ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แนวทางในการแนะนำระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จสำเร็จรูปสำหรับแพะเนื้อ

1.4.2 ได้แนวทางในการนำใช้แหล่งอาหารหยาบโปรตีนสูง นำมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารแหล่งอาหารข้นในอาหารผสมสูตรสำเร็จรูปสำหรับแพะเนื้อ

1.4.3 สามารถลดต้นทุนการผลิต โดยการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนแหล่งโปรตีนจากวัตถุดิบอาหารข้นในสูตรอาหาร

1.5 รายการอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. (2549). **รายงาน/บทวิเคราะห์** [ออนไลน์]. http://www. dld.go.th/transfer/th/index.php option .com.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา เทิดศักดิ์ ชมชื่นจิตร์ และคัมภีร์ ภักดีไทย. (2547). การใช้ถั่วท่าพระสไตโลแห้งเลี้ยงโคเนื้อ **รายงานผลงานวิจัยประจำปี** (หน้า 269-278). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เมธา วรรณพัฒน์. (2538). อาหารหยาบกับประสิทธิภาพการผลิตโคนม. **วารสารโคนม**. 44-52.

สมศักดิ์ เภาทอง วัฒนา โคตรพัฒน์ และเข็มทอง กลิ่นเกษตร. (2544). เทคนิคการปลูกถั่วคาวาลเคดได้ทั้งผลผลิตสด และเมล็ดพันธุ์. **ข่าวพืชอาหารสัตว์** (หน้า 11-16). กรุงเทพมหานคร: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การผลิตแพะ

การเลี้ยงสัตว์กำลังได้รับการสนใจเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากการปลูกพืชแล้ว การเลี้ยงสัตว์ยังเป็นอาชีพหนึ่งที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกร ทั้งเป็นรายได้หลักและรายได้เสริม ปัจจุบันประเทศไทยนอกจากจะเลี้ยงสัตว์เพื่อบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศทำรายได้ปีละหลายพันล้านบาท แพะเป็นสัตว์เลี้ยงชนิดหนึ่งที่น่าทำการส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเลี้ยงเช่นเดียวกับสัตว์อื่น การผลิตแพะยังสามารถขยายตัวได้อีกมาก เพราะนอกจากจะเลี้ยงแพะเพื่อการบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังมีแนวโน้มที่สามารถจะส่งแพะไปจำหน่ายยังประเทศข้างเคียงได้อีกด้วย

แพะเป็นสัตว์ที่น่าเลี้ยง ทั้งนี้เพราะแพะนอกจากจะเลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์ได้เร็วแล้ว ยังมีข้อดีต่าง ๆ อีกมาก เช่น

1. แพะเป็นสัตว์ที่ให้ผลผลิตทั้งเนื้อและนม มีขนาดเล็ก ทำให้ผู้หญิงหรือเด็กก็สามารถให้การดูแลได้

2. แพะเป็นสัตว์ที่หาอาหารกินเองได้เก่ง กินอาหารได้หลายชนิดดังนั้นถึงแม้ฤดูแล้งแพะก็สามารถหาวัชพืชที่โค-กระบือไม่กิน กินเป็นอาหารได้

3. แพะมีการเจริญเติบโตเป็นหนุ่มเป็นสาวได้เร็ว สามารถใช้แพะผสมพันธุ์ได้ตั้งแต่อายุเพียง 8 เดือน

4. แพะมีความสมบูรณ์พันธุ์สูง แม่แพะมักคลอดลูกแฝด และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงลูกสั้น จึงทำให้สามารถตั้งท้องได้ใหม่

5. แพะเป็นสัตว์ที่ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงเพียงเล็กน้อยทั้งพื้นที่โรงเรือนและพื้นที่สำหรับปลูกพืชอาหารสภาพสัตว์สำหรับแพะ

6. แพะเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี มีความทนทานต่ออากาศแล้งและร้อนได้ดี

2.1.1 ลักษณะและวิธีการเลี้ยงแพะ

ลักษณะและวิธีการเลี้ยงแพะโดยทั่วไปสามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 4 แบบด้วยกัน คือ

1. การเลี้ยงแบบผูกล่าม การเลี้ยงแบบนี้ใช้เชือกผูกล่ามที่คอแพะแล้วนำไปผูกให้แพะหาหญ้ากินรอบบริเวณที่ผูก โดยปกติเชือกที่ใช้ผูกล่ามแพะมักมีความยาวประมาณ 5-10 เมตร การเลี้ยงแบบนี้ผู้เลี้ยงจะต้องมีน้ำและอาหารแร่ธาตุไว้ให้แพะกินเป็นประจำด้วย ในเวลากลางคืนก็ต้องนำแพะกลับไปเลี้ยงไว้ในคอกหรือเพิงที่มีที่หลบฝน การผูกล่ามแพะควรเลือกพื้นที่ที่มีร่มเงาที่แพะสามารถหลบแดดหรือฝนไว้บ้าง หากจะให้ดีเมื่อเกิดฝนตกควรได้นำแพะกลับเข้าเลี้ยงในคอก

2. การเลี้ยงแบบปล่อย การเลี้ยงแบบปล่อยนี้เกษตรกรมักปล่อยแพะให้ออกหาอาหารกินในเวลากลางวัน โดยเจ้าของจะคอยดูและตลอดเวลาหรือเป็นบางเวลาเท่านั้น ลักษณะการเลี้ยงแบบนี้เป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากในบ้านเราเพราะเป็นการเลี้ยงที่ประหยัด เกษตรกรไม่ต้องตัดหญ้ามาเลี้ยงแพะ การปล่อยแพะหาอาหารกินอาจปล่อยในแปลงผักหลังการเก็บเกี่ยวหรือปล่อยให้กินหญ้าในสวนยาง แต่จะต้องระมัดระวังอย่าให้แพะเที่ยวทำความเสียหายแก่พืชที่เกษตรกรเพาะปลูก ทั้งนี้เพราะแพะกินพืชได้หลายชนิด การปล่อยแพะออกหาอาหารกินไม่ควรปล่อยในเวลาที่แดดร้อนจัดหรือฝนตก เพราะแพะอาจเจ็บป่วยได้ โดยปกติเกษตรกรมักปล่อยแพะหาอาหารกิน ตอนสายแล้วไล่ต้อนกลับเข้าคอกตอนเที่ยง หรือปล่อยเพะออกหาอาหารกินตอนบ่ายแล้วไล่ต้อนกลับเข้าคอกตอนเย็น หากพื้นที่ที่มีหญ้าอุดมสมบูรณ์แพะจะกินอาหารเพียง 1-2 ชั่วโมง ก็เพียงพอแล้ว

3. การเลี้ยงแบบขังคอก การเลี้ยงแบบนี้เกษตรกรขังแพะไว้ในคอกรอบ ๆ คอก อาจมีแปลงหญ้าและมีรั้วรอบแปลงหญ้าเพื่อให้แพะได้ออกกินหญ้าในแปลง บางครั้งเกษตรกรต้องตัดหญ้าเนเปียร์หรือกินนีให้แพะกินบ้าง ในคอกต้องมีน้ำและอาหารข้นให้กิน การเลี้ยงวิธีนี้ประหยัดพื้นที่และแรงงานในการดูและแพะ แต่ต้องลงทุนสูง เกษตรกรจึงไม่นิยมทำการเลี้ยงกัน

4. การเลี้ยงแบบผสมผสานกับการปลูกพืช การเลี้ยงแบบนี้ทำการเลี้ยงได้ 3 ลักษณะที่กล่าวข้างต้น แต่การเลี้ยงลักษณะนี้เกษตรกรจะเลี้ยงแพะปะปนไปกับการปลูกพืช เช่น ปลูกยางพารา ปลูกปาล์มน้ำมัน และปลูกมะพร้าว ในภาคใต้ของประเทศไทย มีเกษตรกรจำนวนมากที่ทำการเลี้ยงแพะควบคู่ไปกับการทำสวนยาง โดยให้แพะหากินหญ้าใต้ต้นยางที่มีขนาดโตพอสมควร การเลี้ยงแบบนี้ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้นกว่าการเพาะปลูกเพียงอย่างเดียว

2.1.2 โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยงแพะ

แพะก็เหมือนสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ คือจะต้องมีสถานที่สำหรับแพะได้พักอาศัยหลบแดดหลบฝน หรือเป็นที่สำหรับนอนในเวลากลางคืน การสร้างโรงเรือนที่ใช้เลี้ยงแพะควรได้ยึดหลักดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ตั้งของคอก คอกแพะควรอยู่ในที่เนินน้ำไม่ท่วมขัง แต่ถ้าหากพื้นที่ที่ทำการเลี้ยงแพะมีน้ำท่วมขังเวลาฝนตก ก็ควรสร้างโรงเรือนแพะให้สูงจากพื้นดินตามความเหมาะสม แต่ทางเดินสำหรับแพะขึ้นลงไม่ควรมีความลาดสูงกว่า 45 องศา เพราะหากสูงมากแพะจะไม่ค่อยกล้าขึ้นลง พื้นคอกที่ยกระดับจากพื้นดินควรทำเป็นร่อง โดยใช้ไม้ขนาดหนา 1 นิ้ว กว้าง 2 นิ้ว ปูพื้นให้

เว้นร่องระหว่างไม้แต่ละอันห่างกันประมาณ 1.5 เซนติเมตรหรืออาจจะใช้พื้นคอนกรีต โดยปูพื้นคอกแพะด้วยสแลตที่ปูพื้นคอกสุกรก็ได้ พื้นที่เป็นร่องนี้จะทำให้มูลของแพะตกลงข้างล่าง พื้นคอกจะแห้งและสะอาดอยู่เสมอ

2. ผนังคอก ผนังคอกแพะควรสร้างให้โปร่งใส เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้ดี ผนังคอกควรมีความสูงไม่ต่ำกว่า 1.5 เมตร ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แพะกระโดดหรือปีนข้ามออกไปได้

3. หลังคาโรงเรือน แบบของหลังคาโรงเรือนเลี้ยงแพะมีหลายแบบ เช่น เพิงหมาแหงน หรือแบบหน้าจั่ว เกษตรกรที่จะสร้างควรเลือกแบบที่คิดว่าเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และทุนทรัพย์ หลังคาโดยปกติมักจะสร้างให้สูงจากพื้นคอกประมาณ 2 เมตร ไม่ควรสร้างโรงเรือนให้หลังคาต่ำเกินไปเพราะอาจทำให้ร้อนและอากาศถ่ายเทไม่สะดวก สำหรับวัสดุที่ใช้มุงหลังคาจะใช้จากหรือแฝกหรือสังกะสีก็ได้

4. ความต้องการพื้นที่ของแพะ แพะมีความต้องการพื้นที่ในการอยู่อาศัยในโรงเรือนประมาณตัวละ 1 ตารางเมตร ส่วนใหญ่ผู้เลี้ยงมักแบ่งภายในโรงเรือนออกเป็นคอก ๆ แต่ละคอกขังแพะรวมฝูงกันประมาณ 10 ตัว โดยคัดขนาดของแพะให้ใกล้เคียงกันขังรวมฝูงกัน แต่ถ้าหากเห็นว่าสิ้นเปลืองค่าก่อสร้างก็อาจขังแพะรวมกันเป็นฝูงใหญ่ในโรงเรือนเดียวกัน โดยไม่แบ่งเป็นคอก ๆ ก็ได้

5. รั้วคอกแพะ เกษตรกรบางรายเลี้ยงแพะไว้ในโรงเรือนและมีบริเวณสำหรับให้แพะเดินเล่นรอบโรงเรือน บริเวณเหล่านี่จะทำรั้วล้อมรอบป้องกันไม่ให้แพะออกไปภายนอกได้ รั้วที่ล้อมรอบโรงเรือนแพะไม่ควรใช้ลวดหนามเป็นวัสดุ เพราะแพะเป็นสัตว์ซุกซน อาจได้รับอันตรายจากลวดหนามได้ รั้วควรสร้างด้วยไม่ไผ่หรือลวดตาข่าย ทุกระยะ 3-4 เมตร จะมีเสาปักเพื่อยึดให้รั้วแข็งแรง หากจะสร้างรั้วให้ประหยัดอาจใช้กระถินปลูกเป็นแนวรั้วปนกับใช้ไม้ไผ่ก็จะทำให้รั้วไม้ไผ่คงทนและใช้งานได้นาน โดยระยะแรกสร้างรั้วไม่ไผ่แล้วปลูกกระถินเป็นแนวข้างรั้วไม้ไผ่ เมื่อกระถินโตขึ้นก็จะเป็นรั้วทดแทนต่อไป

2.1.3 พันธุ์แพะ

1. แพะพื้นเมืองในประเทศไทย มีหลายพันธุ์ด้วยกัน แพะทางแถบตะวันตก เช่น ที่จังหวัดตาก จังหวัดกาญจนบุรี เป็นแพะที่มาจากแถบประเทศอินเดีย หรือปากีสถานมีรูปร่างสูงใหญ่กว่าแพะทางใต้ ส่วนแพะทางใต้ของประเทศไทย มีขนาดเล็กเข้าใจกันว่ามีสายพันธุ์เดียวกับแพะพื้นเมืองของมาเลเซีย คือพันธุ์แกมบิงกัตจัง แพะพื้นเมืองทางใต้มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 20-25 กิโลกรัม ให้ผลผลิตทั้งเนื้อและนมต่ำ

2. แพะพันธุ์ต่างประเทศ เนื่องจากแพะพื้นเมืองของประเทศไทยมีขนาดเล็ก ให้ผลผลิตต่ำ กรมปศุสัตว์จึงมีเป้าหมายที่จะปรับปรุงพันธุ์แพะของประเทศไทยให้มีคุณภาพสูงขึ้น ให้แพะเป็นสัตว์ที่ให้ผลผลิตทั้งเนื้อและนม ดังนั้นจึงได้นำแพะพันธุ์ต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงและ

ขยายพันธุ์ให้เกษตรกรนำไปผสมพันธุ์กับแพะพื้นเมืองเพื่อให้คุณภาพของแพะดีขึ้น สำหรับแพะพันธุ์ต่างประเทศที่กรมปศุสัตว์นำเข้ามาขยายพันธุ์ ได้แก่

2.1 แพะพันธุ์ซาเนน เป็นแพะนมที่ขนาดใหญ่ให้ผลผลิตนมสูงกว่าแพะพันธุ์อื่น ๆ แพะพันธุ์นี้มีขนสั้น ดั้งจมูกและใบหน้ามีลักษณะตรงใบหูเล็กและตั้งชี้ไปข้างหน้า ปกติจะไม่มีเขาทั้งในเพศผู้และเพศเมีย แต่เนื่องจากมีแพะกระเทยในแพะพันธุ์นี้มาก จึงควรคัดเฉพาะแพะที่มีเขาไว้เป็นพ่อพันธุ์ เพราะมีรายงานว่าลักษณะกระเทยมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมอยู่กับลักษณะของการไม่มีเขา แพะพันธุ์นี้มีสีขาว สีครีม หรือสีน้ำตาลอ่อน ๆ น้ำหนักโตเต็มที่ประมาณ 60 กิโลกรัม สูงประมาณ 70-90 เซนติเมตร ให้น้ำนมประมาณวันละ 2 ลิตร ระยะเวลาการให้นมนานถึง 200 วัน มีหลายประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เลี้ยงแพะพันธุ์นี้อยู่มาก เช่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์และประเทศไทย แต่ก็มักมีปัญหาที่ว่าแพะพันธุ์นี้ปรับตัวเข้ากับภูมิอากาศในแถบนี้ไม่ค่อยดีนัก แต่ถ้าหากเลี้ยงแพะพันธุ์นี้ไว้ในลักษณะขังคอกตลอดเวลา ก็จะทำให้ปัญหาเรื่องการเจ็บป่วยลดลงและให้ผลผลิตดี

2.2 แพะพันธุ์แองโกลนูเบียน กรมปศุสัตว์นำเข้ามาเลี้ยง ขยายพันธุ์กว่า 20 ปีแล้ว เพื่อปรับปรุงพันธุ์แพะพื้นเมืองให้มีขนาดใหญ่ขึ้น แพะพันธุ์นี้มีขนาดใหญ่ น้ำหนักตัว มีน้ำหนักแรกเกิด 2-5 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านม (3 เดือน) 15 กิโลกรัม ตัวผู้เมื่อโตเต็มที่หนักประมาณ 75 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 50-60 กิโลกรัม ดั้งจมูกมีลักษณะโค่งและงุ้ม ใบหูยาวและปรกลง ปกติแพะพันธุ์นี้จะไม่มีเขา แต่ถ้าหากมีเขาเขาจะสั้นและเอนแนบติดกับหนังหัว ขนสั้นละเอียดเป็นมัน มีขายาวซึ่งช่วยให้เต้านมอยู่สูงกว่า ระดับพื้นมากและทำให้ง่ายต่อการรีดนม และยังช่วยให้เต้านมไม่ได้รับบาดเจ็บเนื่องจากหนามวัชพืชเกี่ยว แพะพันธุ์นี้มีหลายสีเช่น ดำ เทา ครีม น้ำตาล น้ำตาลแดง และอาจมีจุดหรือด่างขนาดต่าง ๆ ได้ ผลผลิตน้ำนมประมาณ 1.5 ลิตรต่อวัน ระยะเวลาให้น้ำนมประมาณ 165 วัน

2.3 แพะพันธุ์บอร์ กรมปศุสัตว์นำเข้ามาจากประเทศแอฟริกาใต้ เมื่อปี พ.ศ.2539 เป็นแพะเนื้อขนาดใหญ่ ลักษณะเด่น คือมีลำตัวสีขาว หัวและคอจะมีสีแดง ใบหูยาวปรก มีน้ำหนักแรกเกิด 4 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านม 20 กิโลกรัม โตเต็มที่ตัวผู้หนักประมาณ 90 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 65 กิโลกรัม

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบน้ำหนักแพะลูกผสม 50%

พันธุ์	50% แองโกลนูเบียน	50% บอร์
จำนวน (ตัว)	23	15
น้ำหนักแรกเกิด (กก.)	2-6	2-8
น้ำหนักหย่านม (กก.)	14.6	16
น้ำหนัก 6 เดือน (กก.)	22.5	24
น้ำหนัก 9 เดือน (กก.)	29.5	30.5
น้ำหนัก 12 เดือน (กก.)	36.0	38.5

ที่มา: สุรชน ต่างวิวัฒน์ และ อารักษ์ ชัยกุล, ม.ป.ป.

2.1.4 การเลือกพันธุ์แพะ

การที่จะให้การเลี้ยงแพะประสบความสำเร็จ ปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งก็คือพันธุ์แพะที่จะใช้เป็นพ่อ-แม่พันธุ์ที่ดีหากเลี้ยงอย่างถูกวิธี จะให้ผลผลิตที่ดีด้วย การเริ่มต้นในการเลี้ยงแพะควรเริ่มจากการเลี้ยงแพะพื้นเมืองหรือแพะลูกผสมระหว่างแพะพันธุ์พื้นเมือง กับแพะพันธุ์ต่างประเทศที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้ว เพราะนอกจากจะเลี้ยงดูง่ายแล้วยังลงทุนต่ำอีกด้วย เมื่อมีความรู้และประสบการณ์แล้วก็เริ่มเลี้ยงแพะพันธุ์แท้ ซึ่งอาจจะใช้แต่พ่อพันธุ์แพะที่ดีนำมาผสมพันธุ์กับแม่แพะหรือปรับปรุงพันธุ์แพะในฝูงให้ดีขึ้น การเลือกพ่อ-แม่พันธุ์แพะที่จะทำการเลี้ยงนั้น พ่อพันธุ์ควรคัดเลือกแพะที่มีสายเลือดแพะพันธุ์แท้ รูปร่างสูงใหญ่ น้ำหนักตัวมากที่สุดในฝูงมีความแข็งแรง มีความสมบูรณ์พันธุ์โดยควรคัดพ่อพันธุ์แพะที่เกิดจากแม่แพะที่ให้ลูกแฝดสูง และทีสำคัญคือพ่อพันธุ์แพะควรมีความกระตือรือร้นที่จะทำการผสมพันธุ์กับแม่แพะที่เป็นสัด แม่พันธุ์แพะที่จะเลือกควรเป็นแม่พันธุ์ที่มีรูปร่างลักษณะดี ลำตัวยาว เต้านมมีขนาดใหญ่ สมส่วน นิ่ม และหัวนมยาวสม่ำเสมอกัน ปริมาณน้ำนมมาก สามารถผสมติดง่ายและให้ลูกแฝด

2.2 ความสำคัญและชนิดของอาหารแพะ

อาหารนับว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ซึ่งผู้เลี้ยงต้องมีความเข้าใจและมีประสบการณ์เป็นอย่างดีในการให้อาหาร อันจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวของผู้เลี้ยงแพะ นอกเหนือจากการที่ได้สัตว์พันธุ์ดีแล้ว และมีการจัดการด้านต่าง ๆ อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ความสำคัญในการจัดการทางด้านอาหารสัตว์ ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงช่วงเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของสัตว์แต่ละตัว อาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ อาหารหยาบ (roughage)

และอาหารข้น (concentrate) ทั้งนี้เพื่อการเกิดประสิทธิภาพสูงสุดทั้งปริมาณการผลิตและคุณภาพน้ำนม แพะจะต้องได้รับอาหารหยาบและอาหารข้นอย่างถูกต้องทั้งปริมาณ สัดส่วนและมีคุณค่าทางโภชนาการอย่างเพียงพอต่อความต้องการเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต (เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิราภากร, 2533)

2.2.1 อาหารหยาบ

อาหารหยาบหรืออาหารเยื่อใยที่สำคัญ ได้แก่ พืชอาหารสัตว์ และเศษเหลือทางการเกษตร (crop residues) นับว่ามีความสำคัญยิ่งต่อประสิทธิภาพการผลิตแพะเนื้อ ถือว่าเป็นอาหารพื้นฐานจำเป็นอย่างยิ่งที่โคนมต้องได้รับอย่างเพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการหมัก (fermentation) ให้ได้ผลผลิตสุดท้าย (end products) คือ กรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย (volatile fatty acids; VFA) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง Van Soest (1982) รายงานว่า อาหารหยาบคืออาหารประเภทเยื่อใย และกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate; SC) ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮไมเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) เรียกรวมกันว่า ผนังเซลล์ (cell wall) Jung and Allen (1995) พบว่า ลิกนินจะมีการพัฒนามากขึ้นตามสัดส่วนของผนังเซลล์ชั้นแรก (primary cell wall) ของพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใย สัตว์เคี้ยวเอื้องควรได้รับอาหารหยาบอย่างน้อย 15 ส่วนใน 100 ส่วน และอาหารหยาบถือว่าเป็นแหล่งพลังงานราคาถูกที่ได้มาจากพืชอาหารสัตว์ และเศษเหลือผลพลอยได้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด และยอดอ้อย เป็นต้น

2.2.2 อาหารข้น

อาหารข้นหรืออาหารผสม (ทั้งอัดเม็ดและไม่อัดเม็ด) ได้แก่ วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยน้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ หรือมีเยื่อใย NDF ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ นำมาผสมรวมกันตามสัดส่วนที่เหมาะสม อาหารข้นถือว่าเป็นอาหารเสริมที่เป็นแหล่งของพลังงาน โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุ เพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะอย่างเพียงพอต่อความต้องการ สำหรับใช้ในการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีพลังงานและโปรตีนสูงมาประกอบรวมกัน โดยจัดสัดส่วนให้เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์ (ฉลอง วชิราภากร, 2541)

2.3 บทบาทของอาหารเยื่อใย

อาหารเยื่อใย (dietary fiber) ถือได้ว่าเป็นอาหารที่มีความจำเป็นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อยอง ถ้าสัตว์ได้รับอาหารหยาบน้อยเกินไปจะทำให้สภาวะภายในรูเมนสูญเสียไป แม้ว่าสัตว์จะได้รับอาหารประเภทอื่นอย่างเพียงพอก็ตาม เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถย่อยอาหารประเภทเยื่อใยได้ดี โดยอาศัยกระบวนการในการย่อยสลายจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อย

สลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria) ซึ่งผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนนี้ คือ กรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย ที่สำคัญได้แก่ กรดอะซิติค กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทีริค สารดังกล่าวสามารถดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมน แล้วถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ กรดโพรพิโอนิคจะเข้าสู่กระบวนการเมแทบอลิซึมเพื่อเป็นแหล่งของพลังงาน ส่วนกรดอะซิติคและ กรดบิวทีริคจะถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์ไขมันในน้ำนมและเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue)

2.3.1 ชนิดของอาหารเยื่อใย

อาหารเยื่อใยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) พืชอาหารสัตว์ (forage) ซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติ และที่ปลูกสร้างขึ้นมา เช่น หญ้าซิกแนล หญ้ารูซี่ หญ้ากินนี หญ้าขนหรือหญ้าธรรมชาติ เป็นต้น 2) เศษเหลือทางการเกษตร (crop residues) เป็นผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวพืชในฤดูการต่าง ๆ เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ยอดอ้อย เป็นต้น นอกจากนี้ แหล่งเยื่อใยที่ไม่ได้มาจากพืชอาหารสัตว์ (nonforage fiber sources, NFFS) หรือสิ่งเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม สามารถนำมาเป็นแหล่งเยื่อใยได้เป็นอย่างดี Pereira, Garrett, Oetzel, and Armentanto (1999) รายงานว่า แหล่งเยื่อใยที่ไม่ได้มาจากพืชอาหารสัตว์ เป็นผลพลอยได้จากผลผลิตพืชที่หลือจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีการสกัดแป้งและน้ำตาลหรือโภชนะอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของเยื่อใย ยังคงมีปริมาณเยื่อใยเหมือนกับพืชอาหารสัตว์ แต่มีชิ้นส่วนขนาดเล็กเหมือนกับอาหารข้น โดย NFFS มีด้วยกันหลายชนิด เช่น เปลือกถั่วเหลือง (soybean hull) เมล็ดฝ้าย (whole cottonseed) กากเบียร์แห้ง (dried distil grains) ซังข้าวโพด (corn cobs) (Firkins, 1997; Varga, Dann, and Ishler 1998; Ipharraguerre and Clark, 2003) อย่างไรก็ตามแหล่งอาหารเยื่อใยเหล่านี้จะมีอยู่ตามฤดูกาลและมีความแตกต่างกันของแต่ละท้องถิ่น ผู้เลี้ยงต้องมีการวางแผนเป็นอย่างดีในการจัดการให้สัตว์ได้รับอย่างเพียงพอ โดยการประสานสัมพันธ์การใช้ประโยชน์ของพืชอาหารสัตว์ และเศษเหลือทางการเกษตรหรือสิ่งเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมให้มีการสอดคล้องกัน และทำให้เกิดดุลยภาพในการจัดการเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง (Chantalakhana, 1985) โดยส่วนใหญ่แล้ว มักนำแหล่งอาหารหยาบจากเศษเหลือทางการเกษตรมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง เพราะช่วงนี้มีพืชอาหารสัตว์ไม่เพียงพอ ทั้งนี้เพื่อเป็นการทดแทนเยื่อใยจากพืชอาหารสัตว์ หรือใช้ในการเพิ่มเยื่อใยในสูตรอาหาร แต่ในการใช้ NFFS ในสูตรอาหารที่ระดับสูงขึ้น อาจจะมีเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ (effective fiber) ไม่เหมาะสม แต่เมื่อใช้ร่วมกับพืชอาหารสัตว์จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ Kinser, Fahey, Benger, and Merchen (1987a) ศึกษาถึงแหล่งอาหารหยาบจากซังข้าวโพดและเมล็ดฝ้ายสำหรับแกะที่โตเต็มวัย พบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) ไม่แตกต่างกันระหว่างแหล่งอาหารทั้งสองแหล่ง ในขณะเดียวกัน Kinser, Fahey, and Benger (1987b) รายงานว่า การใช้แกลบ (rice hull) ร่วมกับซังข้าวโพดทำให้มีความสามารถในการย่อยได้

ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และเยื่อใย NDF ลดลง แต่มีการย่อยได้ของโปรตีนเพิ่มขึ้นในแกะที่โตเต็มวัย อย่างไรก็ตาม เมื่อให้อาหารอย่างเต็มที่สามารถใช้แกลบร่วมกับซังข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับแกะได้ 25 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง NRC (2001) พบว่า ระดับเยื่อใย NDF ในสูตรอาหารสำหรับโคนมอย่างน้อย 75 เปอร์เซ็นต์ ต้องมาจากพืชอาหารสัตว์ เพื่อป้องกันการลดลงของกิจกรรมการเคี้ยวเอื้อง และมีการหลั่งน้ำลาย ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง และการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตาม Sarwar, Firkins, and Eastridge (1992) รายงานว่า ในการทดแทนเยื่อใย NDF จากพืชอาหารสัตว์ ด้วยเยื่อใย NDF จากเปลือกถั่วเหลือง สามารถทดแทนได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของระดับเยื่อใย NDF ทั้งหมดในอาหาร ซึ่งเหมาะสมต่อการกระตุ้นการเคลื่อนไหวของกระเพาะรูเมน

2.3.2 การทดแทนพืชอาหารสัตว์ด้วยเยื่อใยที่ไม่ได้มาจากพืชอาหารสัตว์

Miron, Yosef, and Halachmi (2003) พบว่า สามารถทดแทนพืชอาหารสัตว์ ด้วย NFFS ได้สูงสุดถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และยังคงคุณสมบัติความเป็นเยื่อใยอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตไขมันนม ซึ่งให้ผลที่เหมือนกันหรือดีกว่าการใช้พืชอาหารในระดับสูงของสูตรอาหาร อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดการใช้ NFFS ในสูตรอาหาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง โภชนะที่สัตว์ได้รับและการบดเคี้ยวอาหาร ในขณะที่แหล่งของเยื่อใยจากพืชอาหารสัตว์ที่มีขนาดยาวหรือมีการตัดให้มีขนาดสั้น นอกจากนี้ Azim, Khan, Naadeem, and Miraza (2000) ศึกษาถึงการทดแทนฟางข้าวสาลี (wheat straw) ด้วยซังข้าวโพดที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมสำเร็จสำหรับกระบือสาว โดยมีอัตราส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น 30:70 พบว่า น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสูตรอาหารที่มีซังข้าวโพด 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับฟางข้าวสาลีเพียงอย่างเดียว (30 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และเยื่อใยสูงในกลุ่มที่ได้รับซังข้าวโพด 30 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพอาหารสูงสามารถกระตุ้นปริมาณการกินได้สูงกว่าอาหารที่มีคุณภาพสำหรับโคนมในเขตร้อนและทำให้มีการปรับปรุงการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kanjanapruthipong and Buatong, 2003)

2.3.3 เยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ (effective fiber)

เยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ (effective fiber) ใช้ในการอธิบายถึงความต้องการเยื่อใยของสัตว์เคี้ยวเอื้อง บ่งบอกถึงความสามารถในการกระตุ้นกิจกรรมการเคี้ยวเอื้อง การหลั่งน้ำลาย สมดุลของสภาพแวดล้อมหรือนิเวศน์วิทยาภายในกระเพาะรูเมน อาหารที่มี effective fiber อย่างเหมาะสมทำให้สัตว์มีการผลิตที่สูงขึ้น ซึ่งการใช้แหล่งเยื่อใยที่ไม่ได้มาจากพืชอาหารสัตว์ และพืชอาหารสัตว์ที่มีขนาดชิ้นส่วนเล็กจนถึงละเอียดมากมี effective fiber ต่ำ แต่อาหารที่มีปริมาณเยื่อใย NDF สูงไม่ได้หมายความว่าจะมี effective fiber อย่างเหมาะสม (Mackawa, Beauchermin, and Christensen

2002; Harris, 2003) Kay (1966) รายงานว่า ลักษณะของอาหารและปริมาณการหลั่งน้ำลายมีความสัมพันธ์กันโดยตรง ซึ่งน้ำลายมีคุณสมบัติเป็นสารปรับความเป็นกรด-ด่าง (buffering capacity) 70-90 เปอร์เซ็นต์ ของของเหลวในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตาม Mertens (1995) รายงานว่า ปัจจัยทางกายภาพของเยื่อใย (physical effectiveness factors; pef) มีผลกระทบต่อกิจกรรมการบดเคี้ยว (chewing activity) และการควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะรูเมน นอกจากนี้ Mertens (2000) ยังรายงานว่า เมื่อสัดส่วนของอาหารหยาบลดลงทำให้มีระดับของเยื่อใย NDF ลดลง ส่งผลต่อปริมาณการหลั่งน้ำลาย ระดับความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนสัดส่วนของกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิคตลอดจนการเปลี่ยนแปลงระดับไขมันในน้ำนม ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในทางลบเมื่อสูตรอาหารมีระดับเยื่อใยลดลง

NRC (2001) พบว่า อาหารที่มี physical effective NDF (peNDF) 22 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง สามารถรักษาระดับ pH ภายในกระเพาะรูเมนให้อยู่ในระดับ pH เฉลี่ยเท่ากับ 6 และค่า peNDF เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ คงระดับไขมันในน้ำนมที่ 3.4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับโคนมที่อยู่ในระยะแ รกถึงระยะกลางของการให้น้ำนม Depies and Armentano (1995) ศึกษา effective fiber จากซังข้าวโพด และ wheat middling เปรียบเทียบกันอัลฟัลฟ่าโดยใช้ปริมาณไขมันในน้ำนมเป็นตัวประเมิน พบว่า แต่ละ 1 เปอร์เซ็นต์ของระดับเยื่อใย NDF ที่เพิ่มขึ้น จากการใช้อัลฟัลฟ่า ซังข้าวโพด และ wheat middling เป็นแหล่งของเยื่อใยทำให้มีปริมาณไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้นเป็น 0.062, 0.031 และ 0.032 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่า เยื่อใย NDF จากซังข้าวโพด หรือ wheat middling สามารถเป็น effective fiber ได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของเยื่อใย NDF จากอัลฟัลฟ่า

2.4 การใช้ถั่วอาหารสัตว์เป็นแหล่งอาหารหยาบ

พืชอาหารสัตว์ (forage crops) ที่สำคัญมี 2 ชนิด คือ พืชตระกูลหญ้า (Poaceae หรือ Graamineae) และพืชตระกูลถั่ว (Fabaceae หรือ Leguminosae) ซึ่งจัดเป็นกลุ่มพืชกลุ่มใหญ่ที่ประกอบด้วยพืชชนิดต่าง ๆ (species) กว่า 20,000 ชนิด ทำให้สามารถเลือกใช้พืชอาหารสัตว์ได้อย่างกว้างขวางตามข้อจำกัดของสภาพแวดล้อม และตามความต้องการ ไม่ว่าจะสร้างเป็นทุ่งหญ้าหรือปลูกร่วมกับพืชอื่น ๆ ปัจจุบันเกษตรกรได้รับการส่งเสริมให้ปลูกทั้งหญ้าอาหารสัตว์และถั่วอาหารสัตว์ร่วมกัน เรียกว่า แปลงหญ้าผสมถั่ว เนื่องจากหญ้าโดยทั่วไปให้ผลผลิตสูง เป็นแหล่งพลังงานและสัตว์ชอบกิน ส่วนถั่วอาหารสัตว์นั้นมีโปรตีนสูง การปลูกหญ้าผสมถั่วโดยเลือกพันธุ์หญ้าที่สามารถเจริญเติบโตร่วมกันได้ดี จึงทำให้เป็นแหล่งพืชอาหารสัตว์ที่มีความสมดุลตอบสนองความต้องการของสัตว์เลี้ยงได้เป็นอย่างดี

พืชตระกูลถั่ว เป็นอาหารหยาบหลักที่สำคัญเท่า ๆ กับหญ้าอาหารสัตว์ เกษตรกรควรปลูกถั่วผสมหญ้า เพื่อทำให้แปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์มีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากถั่วมีโปรตีนสูงกว่าหญ้า

นอกจากนั้นรากของพืชตระกูลถั่วสามารถสะสมธาตุไนโตรเจนจากอากาศ หญ้าที่ปลูกผสมกับถั่วสามารถใช้ธาตุไนโตรเจนจากถั่วได้ จะทำให้ผลผลิตของหญ้าสูงขึ้น

2.4.1 ลักษณะของถั่วอาหารสัตว์ และการใช้ประโยชน์

ถั่วอาหารสัตว์ที่ได้มีการทดลองปลูก ขยายพันธุ์ และกระจายพันธุ์ให้แก่เกษตรกรปลูกมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสีย และเหมาะสมกับสภาพดิน ฟ้า อากาศ และการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน สามารถแบ่งถั่วอาหารสัตว์เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะของทรงต้น และการเจริญเติบโต (เชาวลิต พาณิชอัตรา และธำรงศักดิ์ พลบำรุง, 2539) คือ

2.4.1.1 ถั่วลำต้นเป็นเถาเลื้อย พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ ถั่วเซนโตร ถั่วคาวาลเคด ถั่วเซอราโตร ซึ่งมีเถาเลื้อยพัน ในการใช้เจริญเติบประโยชน์ ควรปลูกร่วมกับหญ้าที่เป็นกอค่อนข้างสูง เช่น หญ้ากินนี หญ้ากินนีสีม่วง โดยหยอดเมล็ดถั่วเป็นหลุม เมื่อต้นถั่วเจริญเติบโตจะเลื้อยพันต้นและใบหญ้าสามารถตัดเกี่ยวเลี้ยงสัตว์ได้ดี

2.4.1.2 ถั่วลำต้นเป็นทรงพุ่ม พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ เวอราโนสไตโล หรือ ถั่วฮามาต้า และถั่วแกรมสไตโล ซึ่งมีทรงพุ่มเตี้ย ๆ ต้นเติบโตเต็มที่สูงเพียง 50-60 เซนติเมตร แตกกิ่งก้านและมีใบขนาดเล็ก ๆ จำนวนมาก เจริญเติบโตได้ดีในดินหลายชนิด และมักทนความแห้งแล้งหรือทนการเหยียบย่ำได้ดี

2.4.1.3 ถั่วที่เป็นไม้ยืนต้น พืชตระกูลถั่วบางชนิดเป็นไม้ยืนต้น เช่น กระถิน แคบ้าน แคฝรั่ง ไมยรา มะแฮะ มักมีใบเขียวตลอดทั้งปี สามารถใช้เลี้ยงสัตว์ได้ ปัจจุบันเกษตรกรสนใจปลูกมากขึ้น เนื่องจากทนความแห้งแล้ง และใช้เลี้ยงสัตว์ในฤดูขาดแคลน นอกจากนี้อาจปลูกเป็นแถวเป็นแนวรั้ว

ถั่วอาหารสัตว์สามารถใช้ลี้ยงสัตว์ได้ดีเกือบทุกชนิด เช่น โคนม โคเนื้อ กระบือ แพะ แกะ กระต่าย และไก่ เป็นต้น สำหรับแพะนั้น การใช้ถั่วอาหารสัตว์เลี้ยงแพะนั้น สามารถลดปริมาณการใช้อาหารข้น ทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้มาก

2.4.2 การใช้ถั่วคาวาลเคดเป็นแหล่งอาหารหยาบ

กรมปศุสัตว์โดยกองอาหารสัตว์ ได้มีการนำพันธุ์ถั่วชนิดใหม่ ๆ เข้ามาศึกษาเพื่อหาความเป็นไปได้ในการปลูกเพื่อการเลี้ยงสัตว์และการขยายพันธุ์ เพื่อแนะนำแก่เกษตรกรและผู้สนใจในการเลี้ยงสัตว์ ถั่วคาวาลเคด เป็นอีกหนึ่งในสายพันธุ์ใหม่ที่ได้นำเข้ามาศึกษา ถั่วคาวาลเคด เป็นสายพันธุ์ในตระกูลเดียวกันกับถั่วเซนโตรซีม่า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Centrosema pascuorum* cv.Cavalcade หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ถั่วเซนจูเรียน (Centurion) มีการผลิตและการเลี้ยงสัตว์กันมากในประเทศออสเตรเลีย (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง, ธวัช จิตต์บรรเทา, ศรีบุญเรือง ฤทธิ์น้ำคำ และ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย, 2542) สามารถขึ้นได้ดีในสภาพดินฟ้าอากาศทั่วไป และในดินทรายหลายชนิดทั้งในดินทราย และดินเหนียวที่มีความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5.0-8.5 (กอบแก้ว ตรงคงสิน, 2535) สอดคล้อง

กับ Hare (1995) ที่รายงานว่า ถั่วคาวาลเคดสามารถปรับตัวแ ละเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แม้แต่ในดินทรายที่เป็นกรด หรือในสภาพพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี

ลักษณะทั่วไปของถั่วคาวาลเคดเป็นพืชวันสั้น ฤดูกาลเดียว แต่ละใบยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตรช่อดอกมีดอก 3-5 ดอก และมีดอกสีม่วง มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน ปลูก ขยายพันธุ์ง่ายโดยใช้เมล็ด ผลิตเมล็ดพันธุ์ง่าย ผลผลิตเมล็ดพันธุ์และการงอกสูง (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542) จะออกดอกและติดเมล็ดเมื่อช่วงกลางวันเริ่มสั้นลง บริเวณลำต้นไม่มีขนขึ้นปกคลุม มีรายงานว่า ถั่วคาวาลเคดให้ผลผลิตทั้งแห้งและสดเท่ากันหรือมากกว่าถั่วเวอราโน (Skerman and Riveros, 1980) และในการตัดถั่วคาวาลเคดเพื่อทำเป็นถั่วคาวาลเคดแห้งทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของถั่วคาวาลเคดอยู่ระหว่าง 96-160 กิโลกรัมต่อไร่ (Skerman, Cameron, and Riveros, 1998)

Centrosema pascuorum (ไม่ระบุสายพันธุ์) เป็นหนึ่งในถั่วอาหารสัตว์จำนวนไม่น้อยกว่า 15 สกุล ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นนำเข้ามาทดสอบระหว่างปี พ.ศ. 2519-2525 ซึ่งปรากฏว่าระยะทดสอบ 3 ปี คือระหว่าง พ.ศ. 2523-2525 นั้น *Centrosema pascuorum* สามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งได้มากกว่า 800 กิโลกรัมต่อไร่ และในปี พ.ศ. 2528 นายมงคล หาญกล้า ได้นำ *Centrosema pascuorum cv.Cavalcade* จากประเทศออสเตรเลียเข้ามาปลูกในประเทศไทย (กลุ่มงานวิจัยพืชอาหารสัตว์, 2533) และกรมปศุสัตว์ได้พัฒนาระบบการปลูกจนสามารถผลิตต้นถั่วสด และต้นถั่วแห้งสำหรับเลี้ยงสัตว์และผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับขยายพันธุ์ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542) ข้อดีของถั่วคาวาลเคดคือ เมื่อทำแห้งใบถั่วไม่ร่วงหล่นง่ายเหมือนถั่วอื่น ๆ จึงใช้ทำถั่วแห้งอัดฟ่อนได้ดี

2.4.2.1 การปลูกและการดูแลรักษา

การปลูกถั่วคาวาลเคดเพื่อตัดต้นถั่วมาผลิตเป็นถั่วแห้งอัดฟ่อนสำหรับเลี้ยงสัตว์ควรปฏิบัติ (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542) ดังนี้

1. ปลูกถั่วตั้งแต่ต้นฤดูฝน ช่วงเวลาที่ดินมีความชื้นเพียงพอ บางพื้นที่ปลูกได้ตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเมษายน

2. เตรียมดินก่อนปลูกโดยการไถอย่างน้อย 2 ครั้ง เก็บวัชพืชออกจนหมด ไถพรวน ย่อยดินให้ละเอียด ปรับหน้าดินให้เรียบ

3. ใส่ปุ๋ยคอกในอัตรา 1,000-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15- ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น หลังการไถพรวนก่อนปลูก

4. ปลูกถั่วคาวาลเคดโดยใช้เมล็ดโรยเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 50-80 เซนติเมตร ไม่ควรหว่านเมล็ดเพราะจะเข้าไปกำจัดวัชพืชไม่ได้ ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่

เมล็ดถั่วคาวาลเคดมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ถ้าในดินมีความชื้นเพียงพอเมล็ดจะงอกสม่ำเสมอ เมื่อต้นถั่วเริ่มแตกเป็นใบจริง ต้องรีบกำจัดวัชพืช โดยใช้จอบถากทำความสะอาดระหว่างแถว การกำจัดวัชพืชสม่ำเสมอ จะทำให้ต้นถั่วเจริญเติบโตดี เมื่อใบถั่วแผ่ปกคลุมพื้นที่จะคลุมไม่ให้วัชพืชขึ้นได้อีก ถั่วที่ตัดได้จะมีคุณภาพดี ไม่มีวัชพืชปะปน

5. หลังการกำจัดวัชพืชทุกครั้ง ควรใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตราครั้งละ 10 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต

2.4.2.2 การเก็บเกี่ยวและผลิตถั่วคาวาลเคดแห้ง

ผลผลิตต้นถั่วคาวาลเคด ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน การกำหนดช่วงเวลาปลูกช่วงเวลาเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บเกี่ยว ถั่วคาวาลเคดสามารถใช้ประโยชน์ได้ปีเดียว หากมีการดูแลรักษาแปลงอย่างดีสามารถตัดครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 60-90 วัน ครั้งต่อไปตัดทุก ๆ 45-60 วัน หรือสังเกตว่าในส่วนล่างถั่วได้เริ่มเหลือง การปลูกถั่วคาวาลเคดแต่ละรุ่นจึงเก็บเกี่ยวต้นถั่วได้ไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง และอาจมากถึง 4 ครั้ง (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542) วิธีการตัด โดยตัดให้สูงจากพื้นดิน 10-20 เซนติเมตร โดยใช้วิธีเคียวเกี่ยว หรือใช้มีดหวด หรือใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่ เมื่อเก็บเกี่ยวต้นถั่วอายุ 90-120 วัน จะได้ผลผลิตถั่วคาวาลเคดแห้งตั้งแต่ 300-600 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นถั่วอายุ 150 วัน จะมีผลผลิต 400-1,400 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ถ้าถั่วอายุน้อยจะมีคุณภาพสูง ถั่วแห้งที่ผลิต โดยตัดเกี่ยวถั่วอายุ 90-120 วัน มีโปรตีนหยาบประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542) สอดคล้องกับ สมศักดิ์ เภาทอง, วัฒนา โคตรพัฒน์ และเข็มทอง กลิ่นเกษตร (2544) รายงานว่า การผลิตถั่วแห้งควรดำเนินการตัดที่อายุหลังปลูก 90 วัน เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด (1,697 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมาคือตัดที่อายุ 60+60 (ตัด 2 ครั้ง) และอายุ 60 วัน (ได้ผลผลิตเท่ากับ 1,629 และ 1,093 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) นอกจากนั้นการตัดเกี่ยวต้นถั่วอาจทำได้ 2-4 ครั้งต่อฤดูปลูกถ้าปริมาณน้ำฝนเพียงพอ

การปล่อยให้ต้นถั่วอายุการเจริญเติบโตจนอายุ 150 วันไม่เป็นผลดีนัก เพราะบริเวณใบถั่วที่หนาแน่นจะทับถมกันใบถั่วข้างล่างจะร่วงจากเถา เน่าเปื่อย เกิดเชื้อรา บางแห่งใบถั่วยุบแห้งเป็นบริเวณกว้างเก็บเกี่ยวไม่ได้ (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542)

2.4.2.3 ปัญหาและข้อควรระวังในการผลิตถั่วคาวาลเคดแห้ง

1. ต้องเคร่งครัดการกำจัดวัชพืช ไม่ให้ขึ้นปะปน เพราะจะทำให้ถั่วแห้งคุณภาพต่ำ

2. ต้องกำหนดปลูกถั่วให้พอดี โดยให้ต้นถั่วมีอายุไม่น้อยกว่า 90 วัน ก่อนฝนทิ้งช่วง และตัดเกี่ยวต้นถั่วช่วงที่มีฝนน้อยที่สุด

3. สำหรับพื้นที่เขตชลประทาน การให้น้ำในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ทำให้ถั่วคาวาลเคดเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมากขึ้น

4. ควรตัดถั่วในช่วงที่ความชื้นในดินต่ำ เช่น เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ระหว่างที่ตากถั่ว ให้กลับกองวันละ 2-3 ครั้ง ถ้าดินมีความชื้นสูงมาก ควรนำถั่วไปตากบนลาน

5. ก่อนอัดถั่วเป็นฟ่อน ต้องแน่ใจว่าถั่วแห้งสนิทจริงๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อรา หลังจากอัดฟ่อนแล้ว ให้นำฟ่อนถั่วมาวางเรียงในที่ร่ม 5-7 วัน ลดความชื้นในฟ่อนถั่ว หลังจากนั้นจึงนำเข้าเรียงเก็บในโรงสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์

2.5 การใช้ถั่วคาวาลเคดเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ถั่วคาวาลเคด Cavalcade *(Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade*)* ถั่วคาวาลเคดสามารถที่จะใช้เลี้ยงสัตว์ทั้งที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบและสามารถใช้เป็นแหล่งหรือทดแทนอาหารข้นและเสริมร่วมกับถั่วชนิดอื่นเพื่อทดแทนอาหารข้นได้ กลุ่มงานวิจัยพืชอาหารสัตว์ (2533) รายงานว่าได้นำถั่วคาวาลเคด จากประเทศออสเตรเลียมาปลูกในประเทศเมื่อปี 2528 ถั่วคาวาลเคดมีลักษณะลำต้นเลื้อยพัน และสามารถขึ้นได้ดีในสภาพดินฟ้าอากาศทั่วไปและในสภาพดินหลายชนิด เช่นเดียวกับถั่วลายแต่มีข้อดีกว่าพืชตระกูลถั่วอื่น ๆ คือ ใบถั่วคาวาลเคดจะไม่ร่วงหล่นง่ายเมื่อทำถั่วแห้งอัดฟ่อน มีโปรตีนประมาณ 15-18% ผลผลิตน้ำหนักแห้งตั้งแต่ 500-1,100 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นกับความสมบูรณ์ของดินสภาพอากาศและจำนวนครั้งที่ตัด กรมปศุสัตว์โดยกองอาหารสัตว์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเก็บเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ-โคนม ปลูกทำถั่วอัดฟ่อนไว้ใช้เลี้ยงสัตว์หรือเสริมโภชนะของอาหารหยาบในช่วงที่ขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี โดยเฉพาะการเลี้ยงแพะ จำเป็นต้องได้รับอาหารคุณภาพดีและสม่ำเสมอเพื่อการเจริญเติบโตและได้เนื้อที่มีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 2.1 ถั่วคาวาลเคด (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade)
ที่มา: กองอาหารสัตว์, 2545

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2543) พบว่าอาหารข้น ถั่วคาวาลเคดแห้ง และหญ้าแพงโกล่าแห้ง มีผลวิเคราะห์ดังนี้ อาหารข้นมีวัตถุแห้ง 90.2 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 19.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง หรือ 17.3 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพที่ใช้เลี้ยง ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่ระบุไว้บนฉลากข้างถุง ถั่วคาวาลเคดแห้งมีวัตถุแห้งและโปรตีนเท่ากับ 87.9 และ 12.8 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง พื้นที่แต่ละแห่งมีสภาพดิน ฟ้าอากาศ การปลูก การจัดการ เดือนที่ตัดทำแห้ง และการทำแห้งแตกต่างกันแม้จะมีอายุตัดที่ 90 วันเท่ากัน ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของถั่วและพืชอาหารสัตว์

ประเสริฐ บุญพิทักษ์กิจ (2534) รายงานว่าหญ้าแพงโกล่าแห้งมีโปรตีน 8.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มี NDF ADF และ Cellulose เท่ากับ 65.2 39.0 และ 34.7 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ จัดว่าเป็นหญ้าแห้งที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงโคตามที่ Walton (1984) ได้รายงานว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องต้องการโปรตีนในพืชอาหารสัตว์ 8-10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการดำรงชีพ และถ้าโปรตีนในอาหารหยาบต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง

Milford and Minson (1967) เมื่อผสมถั่วคาวาลเคดแห้ง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักตามลำดับกับหญ้าแพงโกล่าแห้งอาหารหยาบ จะมีโปรตีน ประมาณ 10.45 และ 11.64 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งตามลำดับ

ปริมาณธาตุแคลเซียมในถั่วคาวาลเคดแห้ง และในหญ้าแพงโกล่าแห้ง มีปริมาณเพียงพอสำหรับความต้องการของโคเนื้อน้ำหนัก 300-500 กิโลกรัม แต่ฟอสฟอรัสมีค่าต่ำกว่าความต้องการแร่ธาตุของโคในอาหารที่เหมาะสมระบุโดย Minson (1795) และ NRC (1988) กล่าวคือปริมาณตามต้องการฟอสฟอรัสในโคเนื้ออยู่ระหว่าง 0.2–0.3 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเกษตรกรควรเสริมแร่ธาตุฟอสฟอรัสและใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในแปลงหญ้าเพื่อยกระดับฟอสฟอรัสในพืชและเพิ่มผลผลิตพืช

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมี ของถั่วคาวาลเคดที่อายุการตัดระยะต่าง ๆ

องค์ประกอบทางเคมี (%) ของวัตถุแห้ง	**อายุการตัด (วัน)**		
	45*	**60***	**90****
Dry matter (DM)	18.8	12.5	12.1
Crude protein (CP)	17.2	15.9	12.8
Ether extract (EE)	1.8	1.8	1.3
Crude fiber (CF)	28.2	31.4	33.6
Ash	12.0	11.0	7.8
Acid detergent fiber (ADF)	31.5	33.4	36.4
Neutral detergent fiber (NDF)	47.4	49.2	-

ที่มา: *กองอาหารสัตว์, 2547, ** จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ, 2543

2.5.1 ผลของถั่วคาวาลเคดต่อปริมาณการกินได้ (intake) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gian)

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2547) ศึกษาระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งที่เหมาะสมเพื่อใช้ร่วมกับหญ้าแห้งเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์บราห์มันเพศเมียน้ำหนักเฉลี่ย 248 กิโลกรัม จำนวน 24 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized complete block Desigh แบ่งออกเป็น 8 ซ้ำ จำนวน 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับอาหารหยาบเต็มที่โดยกลุ่มที่ 1 จะได้กินหญ้าแพงโกล่าแห้งและมีอาหารข้น (16% โปรตีน) เสริม 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว กลุ่มที่ 2 และ 3 จะเลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งผสมถั่วคาวาลเคดแห้ง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดลองปรากฏว่า การใช้หญ้าแห้งผสมถั่วคาวาลเคดแห้ง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก สามารถทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับการใช้อาหารข้นเสริม ปริมาณอาหารที่กินได้รวมทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้ง (กก./ตัว/วัน) ($P < 0.01$)

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2544) พบว่าสามารถใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมครบส่วน Total mixed ration (TMR) 30% เลี้ยงโครยะให้นมได้ โดยปริมาณอาหารที่กินได้คิดเป็นวัตถุแห้ง (12.7-12.6 กิโลกรัม/ตัว/วัน) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและต้นทุนค่าอาหารของน้ำนม 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกับกลุ่มเปรียบเทียบ แต่โคได้กินอาหาร TMR จะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่า ($P > 0.05$) กลุ่มเปรียบเทียบที่ให้กินอาหารหยาบและอาหารข้นแยกกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลของถั่วคาวาลเคดต่อปริมาณการกินได้ (intake) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (average daily gain) ของโค

อาหารที่ใช้ทดลอง	ปริมาณอาหารที่กิน (วัตถุแห้ง)		
	ก.ก./ตัว/วัน	% BW	g/kgBW$^{0.75}$
อาหารผสมครบส่วน คาวาลเคด 30%	12.7	2.7	126.6
อาหารหยาบและอาหารข้น	12.6	2.7	125.2
CV (%)	2.27	2.03	1.93

ที่มา : จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ, 2544

สำหรับโคที่มีน้ำหนักประมาณ 450-500 กิโลกรัมถ้าให้กินถั่วคาวาลเคดแห้งเพียงอย่างเดียว สามารถกินได้วันละ 8-10 กิโลกรัม หรือประมาณ 1.8 เปอร์เซ็นของน้ำหนักตัว เนื่องจากถั่วคาวาลเคดมีโปรตีนที่ค่อนข้างสูง และมีโปรตีนหยาบย่อยได้ดี (71 เปอร์เซ็น) จึงจัดเป็นแหล่งอาหารหยาบที่เป็นแหล่งโปรตีนที่ดี อย่างไรก็ตาม ถ้าโคกินเฉพาะถั่วคาวาเคดเพียงอย่างเดียว การใช้

ประโยชน์จากโปรตีนอาจไม่เต็มที่เนื่องจากถั่วคาวาลเคดมีปริมาณพลังงานค่อนข้างต่ำ ดังนั้น การใช้ถั่วคาวาลเคดเพื่อเลี้ยงสัตว์ควรมีการเสริมด้วยอาหารพลังงาน เช่น มันสำปะหลัง เพื่อช่วยปรับสมดุลของโปรตีนและพลังงาน ทำให้การใช้ประโยชน์จากโปรตีนในถั่วคาวาลเคดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (กรมปศุสัตว์, 2547)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดและปริมาณพลังงานของถั่วคาวาลเคดแห้งในโคนม

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด, TDN (%)	56.0	4.1
ปริมาณพลังงานรวมทั้งหมด, GE (Mcal/kg)	4.40	0.0
ปริมาณพลังงานที่ย่อยได้, DE (Mcal/kg)	2.48	0.2
ปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้, ME (Mcal/kg)	2.19	0.2

ที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547

ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ (2542) ได้ทดลองใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคนมร่วมกับเกษตรกรในจังหวัดสกลนครในฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2541 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542) พบว่า เมื่อเกษตรกรใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคนมอย่างต่อเนื่อง โคนมให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น (10.9, 10.5, 13.2 และ 14.2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2541 มกราคม พ.ศ. 2542 และกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 ตามลำดับ) และพบว่า มีการใช้สัดส่วนอาหารข้น (กิโลกรัม) ต่อผลผลิตน้ำนม (กิโลกรัม) ลดลงจากเดือนแรกที่เริ่มทดลอง คือ ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2541 มีสัดส่วนเท่ากับ 1:3 เมื่อเทียบกับเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 มีสัดส่วน 1:4.8 ส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนมดิบ 1 กิโลกรัมลดลงไปด้วย คือ จากราคา 4.5 บาท ต่อน้ำนมดิบ 1 กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2541 เป็นราคา 3.1 บาทต่อน้ำนมดิบ 1 กิโลกรัม ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2546) ได้ศึกษาถึงระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งที่เหมาะสมเพื่อใช้ร่วมกับหญ้าแพงโกล่าแห้งเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์บราห์มันเพศเมียน้ำหนักเฉลี่ย 248 กิโลกรัม จำนวน 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับอาหารหยาบเต็มที่ โดยกลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งและมีอาหารข้น (16 เปอร์เซ็นต์โปรตีน) เสริม 1.0 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว กลุ่มที่ 2 และ 3 เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งผสมถั่วคาวาลเคดแห้งในอัตราส่วน 50:50 และ 25:75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า การใช้หญ้าแพงโกล่า แห้งผสมถั่วคาวาลเคดแห้งในอัตราส่วน 50:50 และ 25:75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สามารถทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับการใช้อาหารข้นเสริม ปริมาณการกินได้รวม

ทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้ง (กิโลกรัมต่อวัน) โดยเฉลี่ยน้อยกว่า ($p<0.01$) และมีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยต่อการเพิ่มการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่ำกว่า เมื่อเทียบกับการใช้อาหารข้นเสริม ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การใช้ถั่วคาวาลเคดแห้ง และหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้ การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว การใช้อาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว และต้นทุนค่าอาหารในโคเนื้อ

รายการ	**หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น 16% โปรตีน**	**หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง**	
		50:50	**25:75**
น้ำหนักเริ่มต้น, กิโลกรัม	256.3	251.3	237.6
น้ำหนักที่เปลี่ยน, กิโลกรัม/วัน	0.35	0.31	0.36
ปริมาณการกินได้, กิโลกรัม/วัน			
อาหารหยาบ	6.69	6.73	6.41
อาหารข้น	1.58	-	-
รวม	8.27[a]	6.73[b]	6.41[b]
% น้ำหนักตัว	2.72	2.49	2.44
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	121.1[a]	100.9[b]	98.9[b]
อาหาร/การเพิ่มน้ำหนักตัว	23.4	22	17.9
ต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน	25.2[a]	16.8[b]	17.6[b]
ต้นทุนอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม	71.0	62.3	55.5

[a,b]ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกับมีกำกับอักษร แสดงว่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ที่มา: จินดา สนิทวงค์ ณ อยุธยา และคณะ, 2546

จรูญโรจน์ จันทรศิริ ธำรงศักดิ์ พลบำรุง อานุภาพ เส็งสาย และจีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์ (2544) ศึกษาการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเลี้ยงโคนมที่หมู่บ้านศรีสุข จังหวัดมหาสารคามในช่วงฤดูแล้ง ต่อปริมาณน้ำนม องค์ประกอบทางเคมี และต้นทุนการผลิต โดยเปรียบเทียบในโคนมรีดนม 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้โคได้รับฟางหมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบ และกลุ่มที่ 2 ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้งเป็น

แหล่งอาหารหยาบ โดยโคนมทั้งหมดได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่ และมีการให้อาหารข้นสำเร็จรูปที่มีโปรตีนหยาบ 17 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเช่นเดียวกันทั้งสองกลุ่ม พบว่า โคนมกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดเป็นแหล่งอาหารหยาบมีปริมาณการกินได้ และปริมาณน้ำนมปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับฟางหมักยูเรีย และพบว่าการใช้ถั่วคาวาลเคดเป็นแหล่งอาหารหยาบเลี้ยงโคนมมีผลทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นเป็น 4.21 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบ อีกทั้งต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนมของโคกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดเป็นแหล่งอาหารหยาบนั้นมีราคา 4.28 บาทต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม ถูกกว่าต้นทุนค่าอาหารของกลุ่มที่ได้รับฟางหมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีราคา 5.08 บาทต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม ส่งผลให้เกษตรกรที่เลี้ยงโคนมโดยใช้ถั่วคาวาลเคดเป็นแหล่งอาหารหยาบ ได้รับผลตอบแทนเมื่อหักค่าอาหารแล้ว มากกว่าเกษตรกรกลุ่มที่เลี้ยงโคนมโดยใช้ฟางหมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบ

นอกจากนี้ งานศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จของ จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2547) พบว่า เมื่อใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จในระดับ 30% เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการให้อาหารแบบแยกระหว่างหญ้ารูซี่แห้ง (ให้กินแบบเต็มที่) กับอาหารข้นที่มีโปรตีนหยาบ 16 เปอร์เซ็นต์ (7 กิโลกรัมต่อวัน) ในโคนมพันธุ์ Thai milking Zebu (TMZ) ในระยะให้นม ผลการทดลองปรากฏว่า สามารถใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จเลี้ยงโครระยะให้นมได้ โดยให้ผลผลิตน้ำนมสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารแบบแยก ($p<0.05$) ขณะที่ผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอาหารที่กินได้ของวัตถุแห้ง ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัมที่ปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ และองค์ประกอบน้ำนมได้แก่ ไขมัน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ไม่แตกต่างกับกลุ่มเปรียบเทียบ แต่โคนมกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนนมสูงกว่า ($p<0.05$) กลุ่มเปรียบเทียบที่ให้อาหารหยาบและอาหารข้นแยกกัน

ตารางที่ 2.6 การใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และต้นทุนค่าอาหารในโคนม

รายการ	รูปแบบอาหารที่ได้รับ	
	สูตรอาหารผสมสำเร็จ	แบบแยก
ปริมาณการกินได้, กิโลกรัม/วัน		
กิโลกรัม/วัน	12.7	12.7
% น้ำหนักตัว	2.72	2.69
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	126.60	125.20
ผลผลิตน้ำนม, กิโลกรัม/วัน	14.1[a]	13.8[b]
ผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4% กิโลกรัม/วัน	13.7	13.4
องค์ประกอบน้ำนม, %		
ไขมัน	3.80	3.82
น้ำตาลแลคโตส	3.49	3.49
โปรตีน	3.26[a]	2.97[b]
ของแข็งไม่รวมไขมัน	8.45	8.18
ของแข็งทั้งหมด	12.3	12.0
ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4%, บาท	3.52	3.58

[a,b] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกับมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ที่มา: จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ, 2547

สุภาพร แซ่เตียว (2549) ได้ทดลองใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ โดยใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งในระดับ 40, 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารโคให้นมลูกผสมโฮสไตร์ฟรีเชี่ยน จากการทดลองพบว่า การเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ทำให้โคนมมีปริมาณอาหารที่กินได้ของวัตถุแห้งลดลง ($p<0.05$) รวมทั้งประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุลดลงเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มสูงขึ้น พบว่าปริมาณผลผลิตที่ได้และน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมลดลง ขณะที่ไขมันและของแข็งทั้งหมดในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น โปรตีนและค่าของแข็งไม่รวมไขมันมีค่าไม่แตกต่างกัน และเมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัมของโคกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดเป็นแหล่งอาหารหยาบในระดับ 40, 50, 60, และ 70 เปอร์เซ็นในสูตรอาหาร มี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.48, 7.16, 6.48 และ 6.45 บาท ตามลำดับ และเมื่อนำต้นทุนค่าอาหารมาพิจารณาร่วมกับปริมาณผลผลิตน้ำนม พบว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตน้ำนม และ มีต้นทุนค่าอาหารต่ำ ส่งผลให้ได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีกว่าสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารในระดับอื่น ๆ

ตารางที่ 2.7 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และต้นทุนค่าอาหารในโคนม

รายการ	ระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในอาหารผสมสำเร็จ			
	40	50	60	70
ปริมาณการกินได้, กิโลกรัม/วัน				
กิโลกรัม/วัน	13.4[a]	12.2[b]	11.1[c]	10.0[d]
% น้ำหนักตัว	3.35[a]	2.98[b]	2.75[c]	2.48[d]
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	149.4[a]	134.5[b]	123.6[c]	110.5[d]
ผลผลิตน้ำนม, กิโลกรัม/วัน	13.2	11.1[b]	10.4[b]	9.0[c]
ผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4%, กิโลกรัม/วัน	12.7[a]	11.1[b]	10.6[b]	9.70[b]
องค์ประกอบน้ำนม,%				
ไขมัน	3.76[a]	3.94[ab]	4.11[b]	4.53[c]
น้ำตาลแลคโตส	4.85[a]	4.77[a]	4.66[b]	4.56[b]
โปรตีน	3.05	3.02	3.03	3.00
ของแข็งไม่รวมไขมัน	8.38	8.49	8.35	8.09
ของแข็งทั้งหมด	12.2[a]	12.4[ab]	12.7[b]	12.6[b]
ต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน	83.1[a]	74.0[b]	65.7[c]	57.2[d]
รายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4%, บาท/วัน	136.8[a]	119.3[b]	114.0[b]	104.8[b]
รายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4% ที่หักต้นทุนค่าอาหาร บาท/วัน	53.7	45.3	48.3	47.6

[a,b,c] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกับมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุภาพร แซ่เตียว, 2549

2.6 รายการอ้างอิง

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2547). **คุณค่าทางโภชนะของถั่วคาวาลลเคดแห้ง**. [Online]. Available: dld.go.th/nutrition/ Nutrition _Knowlage/nutrition_1.html.

กลุ่มงานวิจัยพืชอาหารสัตว์. (2533). **ทะเบียนประวัติและลักษณะพันธุ์พืชอาหารสัตว์**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองอาหารสัตว์. (2545). **เอกสารคำแนะนำ เรื่อง ถั่วท่าพระสไตโล**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กอบแก้ว ตรงคงสิน. (2544). บทความเรื่องถั่วท่าพระสไตโล 184. **วารสารสัตวบาล**. ฉบับที่ 54(1): 13-19.

จรูญโรจน์ จันทรศิริ ธำรงศักดิ์ พลบำรุง อานุภาพ เส็งสาย และจีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์. (2544). การใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเลี้ยงโคนมในช่วงฤดูแล้งที่หมู่บ้านศรีสุข. **ข่าวสารพืชอาหารสัตว์.** 6: 22-28.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. (2544). ผลการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งในอาหารผสมเสร็จสำหรับเลี้ยงแม่โครีดนม **เอกสารเผยแพร่โครงการเผยแพร่ความรู้และบริการด้านอาหารสัตว์**. เลขทะเบียนวิจัย 43 (1)-0514- 003 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา เทิดศักดิ์ ชมชื่นจิตร์ และคัมภีร์ ภักดีไทย. (2547). การใช้ถั่วท่าพระสไตโลแห้งเลี้ยงโคเนื้อ **รายงานผลงานวิจัยประจำปี**. (หน้า 269-278). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ประพฤทธิ์ จงใจภักดิ์ และพิมพาพร พลเสน. (2546). คุณค่าทางโภชนะของถั่วคาวาลเคด และระดับการเสริมถั่วคาวาลเคดในโคเนื้อ. **ในรายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี**. (หน้า 264-276).

ฉลอง วชิราภากร. (2541). **โภชนะศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น**. ขอนแก่น, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เชาวลิตร พานิชอัตรา และธำรงศักดิ์ พลบำรุง. (2539). **ถั่วอาหารสัตว์ และการผลิตเมล็ดพันธุ์**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.[Online]. Available: http://www.tws.ac.th/thoenwit/Library/schoolnet/agri/bean/index.html.

ธำรงศักดิ์ พลบำรุง ธวัช จิตต์บรรเทา ศรีบุญเรือง ฤทธิ์น้ำคำ และวิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย. (2542). **การใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคนม**. [Online]. Available: http://www.dld.go.th.

ประเสริฐ บุญพิทักษ์กิจ. (2534). อิทธิพลของชนิดปุ๋ยและไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีและหญ้าขนที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสนในสภาพไร่นา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิสุทธิ์ สุขเกษม สถิต มั่งมีชัย และภิรมย์ บัวแก้ว. (2547). การใช้ถั่วท่าพระสไตโลเลี้ยงแพะเนื้อ **รายงานผลการวิจัยประจำปี**. (หน้า 230-241). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์.

เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์ ปัญญา ศรีเดช และปรัชญา ปรัชญลักษณ์. (2546). การใช้ถั่วท่าพระสไตโลในอาหารข้นสำหรับโครีดนม. **รายงานผลการวิจัยประจำปี**. หน้า 309-318. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์.

เมธา วรรณพัฒน์. (2538). อาหารหยาบกับประสิทธิภาพการผลิตโคนม. **วารสารโคนม**. 2: 44-52.

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

วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ. (2541). ตารางคุณค่าอาหารสัตว์ กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ **เอกสารวิชาการที่** 41(2)-0514-079.

ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา จุรีรัตน์ เงินแสง และภิรมย์ บัวแก้ว. (2549). การใช้หญ้าซิกแนลเลื้อยและถั่วท่าพระสไตโลเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคนม **รายงานผลการวิจัยประจำปี.** (หน้า 192-203). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์.

สายัณห์ ทัดศรี. (2540). **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ.** (375 หน้า). พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ลินคอร์. กรุงเทพฯ.

สุภาพร แซ่เตียว. (2549). ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูป ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ การให้ผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรชน ต่างวิวัฒน์ และอารักษ์ ชัยกุล. (ม.ป.ป.). **การเลี้ยงแพะ.** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.[Online]. Available: http://www. dld.go.th/service/goat html

สมศักดิ์ เภาทอง วัฒนา โคตรพัฒน์ และเข็มทอง กลิ่นเกษตร. (2544). เทคนิคการปลูกถั่วคาวาลเคดได้ทั้งผลผลิตสด และเมล็ดพันธุ์. **ข่าวพืชอาหารสัตว์.** 7: 11-16.

Allen, M. S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective. **J. Dairy Sci**. 80: 1447-1462.

Azim, A., Khan, A. G., Naadeem, M. A., and Mirza, M. (2000). Substitution of wheat straw with corn cobs in total mixed diets for buffalo heifer. **J. Buffalo**. 3: 251-257.

Chantalakhana, C. (1985). Relevance of crop residue utilization as animal feeds on small farms, In:Relevance of Crop Residue as Animal Feed in Developing Countries. Wannapat, M., and C. Devenda (eds.) Fanny Pr.:Bangkok. pp. 5-13.

Depies, K. K., and Armentano, L. E. (1995). Partial replacement of alfafa fiber with fiber from ground corn cobs or wheat migglings. **J. Dairy Sci**. 78: 1328-1338.

Firkins, J. L. (1997). Effect of feeding nonforage fiber source on fiber digestion. **J. Dairy Sci**. 80:1823-1833.

Ipharraguerre, I. R., and Clark, J. H. (2003). Soyhull as an alternative feed for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.** 86: 1052-1073.

Hare, M. (1995). Potential for forage seed production in Northeast Thailand. Faculty of Agricukture Ubon-Ratchthani University.

Harris, B. Jr. (2003). Nonstructural and structural carbohydrate in dairy cattle ration. [Online]. URL:http://edis.ifas.ufl.edu/BODY. [2007, February 14].

Kanjanapruthipong, J., and Buatong, L. E. (2003). Formulating diets on diets on an equal forage neutral detergent fiber from various source of silage for cows in the tropics. **Asian-Aust. J. Anim. Sci**. 16: 660-670.

Kay, R. N. (1966). The influence of saliva on digestion in ruminants. **World Rev**. Nutr.Diet. 6: 292-303.

Kinser, G. C. Fahey Jr., Berger, L. E. and Merchen, N. R. (1987a). Low quality roughage in high-concentrate pelleted diets sheep:digestion and metabolism of nitrogen and energy as affected by dietary fiber concentration. **J. Anim. Sci**. 66: 487-500.

Kinser, G. C. Fahey, Jr. and Berger, L. L. (1987b). Low quality roughages in high-concentrate pelleted diets for sheep:digestion and metabolism characteristics as affected by corn cob and (or) rice hull additions. **J. Anim. Sci**. 66: 501-512.

Mackawa, M., Beauchermin, K. A. and Christensen, D. A. (2002). Effect of concentrate level and dairyfeeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactation dairy com. **J. Dairy Sci**. 85: 1165-1174.

Mertens, D. R. (1995). Defining Effective Fiber and fiber Recommendations for Dairy cows. U.S. Dairy Forage Research Center. URL:http//www.dfrc.wise.edu/RS95_pdf/fu2.

Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J. Dairy Sci.** 80: 1463- d1481.

Mertens, D. R. (2000). Forage and fiber proportion. (Cited 29 August 200Minson, 4) URL:http//www.canadianhay-corn/secondary/cow feed. Shtml#top.

Miron, D. J. (1975). Pasture management and animal nutrition. In : Refresher Course Management Of Improved Tropical Pastures. U. of Queenland, St. Lucia. Australia.

Miron, J. E., Yosef, E. M., and Halachmi, I. (2003). Soybean hull as a replacenment of forage neutral detergent fiber in total mixed rations of latating cows. **Anim. Feed Sci**. **Tech**. 106: 21-28.

National Research Council. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (7^{Ht} ed). Revised Edition,Nationnal Academic Press, U.S.A.:Washington. D.C.

National Research Council. (1998). Nutrient Requirement of Beef Cattle. National Research Council, National Academic Science.Washington, D.C.

Ord, R., and Minson, D. T. (1997). The feeding value of tropical pasture. In : Tropical Pastures> Eds. W. Davies and Skidmore Faber and Faber, London. P. 106.

Pereira, M. M., Garrett, E. F., Oetzel, G. R., and Armentanto, L. E. (1999). Partial replacement of Forage with nonforage fiber sources in lactating corn diet. I. Performance and health. **J. Dairy Sci**. 82: 2716-2730.

Walton, P. D. (1984). Production and management of cultivated forages. Reston Publishing Company, Inc. Virginia. USA. pp. 335.

Sarwar, M. J., Firkins, L., and Eastridge, M. L. (1992). Effect of digestibilities and milk production by dairy cows. **J. Dairy Sci.** 75: 1533-1542.

Skerman, P. J., Cameron, D. G., and Riveros F. (1998). Tropical Forage Legumes. Food and Agriculture O rganization of United Nation, Rome, Italy.

Skerman, P. J., and Riveros. (1980). Tropical Grasses. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. pp832.

Van Soest, P. J. (1982). Nutritional Ecology of the Ruminant. (2^{nd} ed). Edition. U.S.A., Your Town Press.

Varga, G. A., Dann, H. M., and Ishler, V. A. (1998). The use of fiber concentration formulation. **J. Dairy Sci**. 81: 3063-3074.

บทที่ 3

ศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบระหว่างถั่วคาวาลเคดหมักและคาวาลเคดแห้ง

3.1 คำนำ

เนื่องจากสภาพการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อน เกษตรกรมีปัญหาขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ นอกจากนี้แล้วถ้าเกษตรกรเลี้ยงด้วยอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ ทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรคือ การนำเอาใบพืชอาหารสัตว์ซึ่งได้แก่การนำเอาใบพืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ หรือใบพืชอื่น ๆ ที่เป็นเศษเหลือทางการเกษตรมาใช้เป็นอาหาร เนื่องจากใบพืชอาหารสัตว์เหล่านี้ มีโปรตีนสูงเฉลี่ย 20 เปอร์เซ็นต์ (นพวรรณ ชมชัย, 2541) ซึ่งถั่วคาวาลเคด Cavalcade (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) เป็นถั่วฤดูเดียวได้รับการปรับปรุงในประเทศออสเตรเลีย มีลักษณะเป็นเถาเลื้อยพันปลูกได้ทั้งในดินทรายและดินเหนียวที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.0-8.5 ทนแล้งได้ดีขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด (กอบแก้ว ตรงคงสิน, 2535) น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางพัฒนาปรับปรุงการจัดการด้านอาหารสัตว์ของเกษตรกร ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น จึงได้ทำการศึกษาผลของทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคดโดยการเปรียบเทียบกันระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมักและคาวาลเคดแห้ง

3.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาโดยการเปรียบเทียบระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมัก ถั่วคาวาลเคดแห้ง ต่อปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ ของแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต

3.3 อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

แพะพันธุ์ แองโกลนูเบี้ยน×พื้นเมือง อายุเฉลี่ย ประมาณ 7-9 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย ประมาณ 14±2.0 กิโลกรัม เพศผู้ 4 ตัว เพศเมีย 4 ตัว รวมทั้งหมด 8 ตัว ทำการศึกษาโดยการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design โดยมีอาหารทดลอง (Dietary treatment) ที่แตกต่างกัน 4 ทรีทเมนต์

(T_1) อาหารทดลองแบบที่ 1 หญ้าแพงโกล่าแห้ง (ให้แบบเต็มที่)

(T_2) อาหารทดลองแบบที่ 2 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว)

(T_3) อาหารทดลองแบบที่ 3 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว)

(T_4) อาหารทดลองแบบที่ 4 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว)

แพะทุกกลุ่มได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ โดยให้กินแบบเต็มที่ ad libitum

	ซ้ำที่ 1				**ซ้ำที่ 2**			
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
P1	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
P2	T4	T1	T2	T3	T2	T1	T2	T3
P3	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2
P4	T2	T3	T4	T1	T4	T3	T4	T1

ภาพที่ 3.1 แผนผังงานทดลอง P = period, T = treatment

การจัดการสัตว์ทดลอง

ระยะก่อนทดลอง (preliminary period) ขังแพะในคอกเดี่ยวที่มีรางอาหารเพียงพอ ให้แพะทุกตัวได้รับหญ้าแพงโกล่า : อาหารข้น = 50:50 หรือให้อาหารข้นเสริมในปริมาณ 200-500 กรัมต่อวัน ในช่วงนี้ทำการถ่ายพยาธิ ฉีดวัคซีนและวิตามิน AD_3E จัดสัตว์เข้าทดลองตามแผนการทดลองแล้วให้ตามทรีทเมนต์ที่กำหนดไว้ โดยขังแพะ แยกขังเดี่ยว ระยะปรับสัตว์ (adjusting period) ทำการปรับสัตว์ให้คุ้นเคยกับสภาพคอกขังเดี่ยวและอาหารนาน 14 วัน ในช่วงนี้แพะทุกตัวได้รับอาหารในกลุ่มควบคุม (control) ระยะทำการทดลอง (experimental period) แพะทุกตัวได้รับอาหารที่กำหนดตาม ทรีทเมนต์ที่ปรับระดับของปริมาณอาหารทุก 2 สัปดาห์ โดยปรับตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ คือ ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวัน และทำการเก็บตัวอย่างเลือด ของเหลวจากกระเพาะหมัก, ปัสสาวะและมูลช่วงสัปดาห์สุดท้ายของแต่ละการทดลอง

3.4 การเก็บข้อมูล

การเก็บตัวอย่างอาหาร สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบ และอาหารข้น เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM), โปรตีนหยาบ (crude protein) ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (1985), และ neutral detergent fiber (NDF), และ acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) บันทึกปริมาณการกินอาหารที่แพะกินทุกวัน ตรวจวัดปริมาณการกินได้อาหารหยาบและอาหารข้นที่เหลือต่อวันก่อนให้อาหารเช้า โดยการนำอาหารทั้งหมดที่เหลือมาชั่งน้ำหนัก ให้อาหาร 2 ครั้ง ช่วงเช้าเวลา 7.00 น. และช่วงบ่าย เวลา 16.00 น. บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะทำการชั่งน้ำหนัก เป็นประจำทุก 1 สัปดาห์ในตอนเช้าก่อนให้อาหาร ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อน้ำหนักตัว เก็บตัวอย่างเลือดสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ณ. เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร เพื่อทำการตรวจหาปริมาณยูเรีย การวัดและสุ่มเก็บของเหลวจากการเพาะหมัก (rumen fluid) สุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะแต่ละตัวในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง โดยเก็บ ณ ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 หลังจากการให้อาหารเช้า หลังจากนั้นจะนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) โดยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) และกรดไขมันที่ระเหยง่าย

การเก็บมูลและปัสสาวะ

เก็บตัวอย่างมูลสัตว์และปัสสาวะทำการเก็บมูลแบบ total collection เพื่อคำนวณหาความสามารถในการย่อยได้ทั้งหมด สัปดาห์สุดท้ายของการทดลองและวัดน้ำหนักมูลที่ขับออกนานติดต่อกัน 5-7 วันมีถาดรองรับมูลวางอยู่ใต้กรงเมทาบอลิซึม ทำการชั่งมูลทั้งหมดในถาดรองรับใต้กรงเมแทบอลิซึมจากแพะทุกตัวทุกวัน ทำการผสมคลุกเคล้ามูลในถาดรองรับให้ผสมกันและทำการสุ่มเก็บมูล 10 เปอร์เซ็นต์ของที่ถ่าย ในแพะแต่ละตัว แบ่งมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเก็บมา 5 เปอร์เซ็นต์ นำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อไปคำนวณหาวัตถุแห้ง ส่วนที่สอง สุ่มเก็บ 5 เปอร์เซ็นต์ นำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร วิธีการนี้สัตว์ทดลองทั้งหมดจะต้องเลี้ยงในคอกหรือกรงทดลอง (metabolism crate) เพื่อที่จะสามารถวัดปริมาณการกินได้ เก็บมูลและปัสสาวะที่ขับออกมาได้ทั้งหมด สำหรับการคำนวณค่าการย่อยได้ของอาหารนั้น ปริมาณที่กินและมูลที่ขับออกมาจะต้องปรับให้เป็นปริมาณแห้งเสียก่อนแล้วจึงนำมาคำนวณดังนี้

$$\text{การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (\%)} = 100 \times \frac{\text{(วัตถุแห้ง) โภชนะในอาหาร} - \text{(วัตถุแห้ง)โภชนะในมูล}}{\text{(วัตถุแห้ง) โภชนะในอาหาร}}$$

การวัดการย่อยได้ของอาหารโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับ ซึ่งรายละเอียดของวิธีการนี้ที่อธิบายไว้อย่างละเอียด คือ Schnieder and Flatt (1975) ทำการสุ่มเก็บปัสสาวะสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง โดยทำการเก็บในช่วงเช้าก่อนให้อาหารเช้า เก็บปัสสาวะโดยการใช้ถังพลาสติกทนกรดรองรับปัสสาวะที่แพะขับออกมาในถังพลาสติกซึ่งเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น จำนวน 80 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันการระเหยของไนโตรเจน แล้วนำไปเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำปัสสาวะที่เก็บมาได้คลุกเคล้าให้เข้ากันและสุ่มไว้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ นำไปวิเคราะห์หาไนโตรเจน เพื่อคำนวณความสมดุลไนโตรเจน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New multiple Range Test โดยการใช้โปรแกรม SAS (1996) ตามวิธีการ Steel and Torrie (1980)

แบบจำลอง : สำหรับการวิเคราะห์แผนการทดลองแบบจัตุรัสละตินที่มีการวัดซ้ำ

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + \gamma_l + \alpha_j + \delta_{ik} + \tau_k + \alpha\tau_k + \phi_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijkl} = ค่าสังเกตจากปัจจัยทดลองที่ระดับ j และเวลาที่ k แถวที่ I, คอลัมน์ที่ l เมื่อ k = l,…, r

μ = ค่าเฉลี่ยรวมของค่าสังเกต

ρ_i = อิทธิพลเนื่องจากแถว เมื่อ i = 1, 2, 3 และ4

γ_l = อิทธิพลเนื่องจากสดมภ์ เมื่อ l = 1, 2, 3 และ4

α_j = อิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ที่ระดับ j เมื่อ l = 1, 2, 3 และ4

δ_{ik} = อิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์ที่ระดับ k เมื่อ k = 1,….,r

τ_k = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยเวลา ที่ระดับ k = 1,…..,r

$\alpha\tau_k$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัยทรีทเมนต์ที่ระดับ j และเวลาที่ระดับ k

ϕ_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนของงานทดลอง

3.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทำการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัย อาคารเครื่องมือ 3 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ใช้ระยะเวลาในการทดลองตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม-เดือนกันยายน 2550 ปรับสัตว์ 14 วัน รวมระยะเวลา 98 วัน

3.7 ผลการทดลอง

3.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าแห้ง อาหารข้น ถั่วคาวาลเคดหมัก ถั่วคาวาลเคดแห้ง ที่ใช้ในการทดลอง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1 พบว่า ถั่วคาวาลเคดหมักมีค่า โปรตีน NDF ADF และไขมัน เท่ากับ 16.3, 39.8, 35.2 และ 2.3 ตามลำดับ ส่วนถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าโปรตีน NDF ADF และไขมัน เท่ากับ 11.5, 54.7, 33.0 และ 2.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

โภชนะ	สูตรอาหารทดลอง			
	หญ้าแพงโกล่าแห้ง	อาหารข้น	ถั่วคาวาลเคดหมัก	ถั่วคาวาลเคดแห้ง
วัตถุแห้ง	98.8	98.1	24.2	95.2
	..... % วัตถุแห้ง.....			
อินทรีย์วัตถุ	95.4	87.6	71.5	88.0
โปรตีน	4.9	15.0	16.3	11.5
NDF	61.6	38.0	39.8	54.7
ADF	36.7	25.2	35.2	33.0
ไขมัน	2.1	2.2	2.3	2.4

NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber

3.7.2 ปริมาณการกินได้ของแพะ

ปริมาณการกินได้ของแพะจากตารางที่ 3.2 พบว่า แพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบแพะทุกกลุ่มได้รับอาหารหยาบแบบเต็มที่ ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1%BW มีปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้เมแทบอลิค$^{0.75}$ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม control และกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้ง1%BW ส่วนปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้ทั้งหมดรวม พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1%BW มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้เมทาบอลิค$^{0.75}$ สูงกว่ากลุ่ม control และกลุ่มที่ได้รับ ถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%BW

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารทดลอง

	สูตรอาหารทดลอง					
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**SEM**	**p-value**
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ						
กรัม/วัน	526.6	508.5	490.5	504.7	13.72	0.34
%BW[1]	3.2^{ab}	3.4^{a}	3.0^{b}	3.3^{ab}	0.14	0.05
g/kg BW$^{0.75}$[2]	61.9^{b}	69.4^{a}	60.1^{b}	65.5^{ab}	2.21	0.04
ปริมาณการกินได้รวม/วัน						
กรัม/วัน	526.6^{c}	664.6^{a}	615.1^{b}	628.3^{ab}	15.28	0.01
%BW[1]	3.2^{c}	4.4^{a}	4.0^{b}	4.3^{ab}	0.12	0.02
g/kg BW$^{0.75}$[2]	61.9^{c}	88.8^{a}	80.9^{b}	85.1^{ab}	2.33	0.04

SEM = Standard error of the mean, ^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), (T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง (control), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1%BW), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW), [1] %BW = เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว, [2]g/kg BW$^{0.75}$ = กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$

3.7.3 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ

จากตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณการย่อยได้ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน ปริมาณการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนค่าการย่อยได้ของโปรตีน และ NDF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่า แพะที่ได้อาหารข้นเสริม 1%BW ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม 1%BW และถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control ส่วนค่าการย่อยได้ของ NDF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่าแพะที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW มีค่าการย่อยได้ของ NDF สูงกว่ากลุ่ม control แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมด้วยอาหารข้น และถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW

ตารางที่ 3.3 แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	อาหารทดลอง				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
วัตถุแห้ง	62.4	64.7	65.7	72.9	3.66	0.25
อินทรีย์วัตถุ	67.4	73.8	75.0	76.2	2.99	0.16
โปรตีน	40.7^{b}	62.1^{a}	72.5^{a}	64.7^{a}	5.02	0.04
NDF	41.9^{b}	55.7^{ab}	55.4^{ab}	63.2^{a}	4.51	0.05
ADF	56.7	51.7	52.9	57.1	5.79	0.90

SEM = Standard error of the mean, ^{a,b,} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$), (T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง (control), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1%BW), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW), NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber

3.7.4 ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance)

สมดุลของไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 3.4 ค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับอุจจาระ ไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะ ไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมด และค่าการดูดซึมไนโตรเจนของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่า ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1%BW และ ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม 1%BW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control และ กลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%BW แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ส่วนแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1%BW ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม 1%BW และถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW พบว่า ค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ และค่าไนโตรเจนที่

กักเก็บในร่างกายแพะเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่ม control อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3.4 สมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับระดับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

ไนโตรเจน (g)	อาหารทดลอง				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
N intake, g/d	4.2 [c]	7.7 [a]	7.7 [a]	6.6 [b]	0.23	0.01
Feces N, g/d	2.9	2.8	2.3	2.2	0.25	0.16
Urine N, g/d	0.5	0.7	0.7	0.6	0.11	0.59
N output, g/d	3.3	3.5	2.9	2.8	0.27	0.27
N absorption, g/d	5.0 [b]	6.1 [a]	5.1 [b]	5.1 [b]	0.54	0.04
N retention g/d	1.7 [b]	4.3 [a]	4.8 [a]	3.8 [a]	0.56	0.03
N retention, % of intake	37.9 [b]	62.5 [a]	60.0 [a]	58.7 [a]	4.24	0.03

SEM = Standard error of the mean, [a,b,c] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$), (T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง (control), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1%BW), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW)

3.7.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร ที่ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 7.2, 7.2, 7.2 และ 7.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน

pH	อาหารทดลอง				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
pH เวลา (ชั่วโมง)						
0	7.4	7.3	7.3	7.3	0.06	0.16
3	7.1	7.1	7.2	7.2	0.08	0.54
6	7.1	7.1	7.2	7.3	0.12	0.67
ค่าเฉลี่ย	7.2	7.2	7.2	7.3	0.04	0.06

SEM = Standard error of the mean, ns = not significant (P>0.05), (T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1%BW), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW)

3.7.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 3.6 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะ พบว่า ก่อนให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 และ 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะ มีค่าเท่ากับ 5.4, 5.9, 6.5, และ 6.0 mg% ใน T1, T2, T3 และ T4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน

NH_3-N[1/],mg%	อาหารทดลอง				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
เวลา (ชั่วโมง)						
0	5.9	5.3	6.0	6.0	0.56	0.74
3	5.4	6.5	7.7	6.0	1.19	0.58
6	4.8	5.9	5.7	6.0	0.43	0.22
ค่าเฉลี่ย	5.4	5.9	6.5	6.0	0.44	0.39

SEM = Standard error of the mean, ns = not significant (P>0.05), [1]NH_3-N = แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1%BW), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW)

3.7.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

ตารางที่ 3.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 หลังการให้อาหาร พบว่า ค่าที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ค่าเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 14.2, 13.8 14.9 และ 14.4 ใน T1, T2, T3 และ T4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

BUN[1/], mg%	อาหารทดลอง				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
เวลา (ชั่วโมง)						
0	15.3	13.1	14.6	15.2	1.42	0.78
3	14.6	15.4	16.7	14.5	1.22	0.70
6	12.6	13.0	13.5	13.6	0.95	0.93
ค่าเฉลี่ย	14.2	13.8	14.9	14.4	0.90	0.78

SEM = Standard error of the mean, ns = not significant (P>0.05), [1]BUN = blood urea nitrogen (T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1%BW), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW)

3.7.8 ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้รวม และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ของของเหลวจากกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 3.8 แสดงปริมาณของกรดไขมันระเหยได้รวม ก่อนให้อาหาร และหลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า ที่ชั่วโมงที่ 0 ก่อนการให้อาหารแพะกลุ่ม control มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

แสดงปริมาณของกรดอะซิติค (ตารางที่ 3.8) ของแพะที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 4 สูตร ค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติค (acetic acid, C_2) ก่อนให้อาหาร และให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ย พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ของแพะที่ได้รับอาหารทุกสูตร

ค่าความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิค (propionic acid, C_3) ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ค่าความเข้มข้นของกรดบิวทีริค (butyric acid, C_4) ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ส่วนกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค (C_2:C_3) ก่อนการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับอาหารถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าแพะที่ได้รับสูตรถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW มีสัดส่วนกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิคสูงที่สุด สูงกว่ากลุ่ม control แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมด้วยอาหารข้น และกลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW

ตารางที่ 3.8 ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้รวม และสัดส่วนของกรดที่ไขมันระเหยได้ของของเหลวจากกระเพาะหมัก ของแพะที่ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน

	อาหารทดลอง				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
Total VFA,[1] (m mol/l)						
0 hr	74.5[a]	67.9[ab]	60.8[b]	69.2[a]	3.29	0.04
3 hr	74.6	67.6	73.2	70.7	4.88	0.78
ค่าเฉลี่ย	74.6	67.5	69.3	66.1	3.56	0.39
Molar proportion of VFA,[2] (mol/100 mol)						
Acetic acid, C2						
0 hr	62.1	62.1	66.5	57.8	2.80	0.39
3 hr	68.2	68.8	70.1	71.1	2.04	0.40
ค่าเฉลี่ย	65.2	65.5	68.3	64.5	3.66	0.68
Propionic acid, C3						
0 hr	33.2	32.4	32.5	27.9	2.12	0.30
3 hr	35.2	33.0	34.9	32.9	1.98	0.76
ค่าเฉลี่ย	34.2	32.7	33.7	30.4	2.09	0.43
Butyric acid, C4						
0 hr	5.4	5.0	5.0	6.6	0.63	0.27
3 hr	5.7	5.6	5.6	5.6	0.87	0.89
ค่าเฉลี่ย	5.5	5.3	5.3	6.1	0.42	0.69
C2:C3						
0 hr	1.9[ab]	1.9[ab]	2.0[b]	2.1[a]	0.30	0.03
3 hr	1.9	2.1	2.0	2.2	0.14	0.94
ค่าเฉลี่ย	1.9[b]	2.0[ab]	2.0[ab]	2.2[a]	0.21	0.03

SEM = Standard error of the mean, [a,b] ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$), [1]TVFA = total volatile, [2]VFA = volatile fatty acid, (T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (1%BW), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW)

3.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร จากตารางที่ 3.1 ผลวิเคราะห์องประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่า อาหารข้น ถั่วคาวาลเคดหมัก และถั่วคาวาลเคดแห้ง พบว่า หญ้าแพงโกล่า อาหารข้น ถั่วคาวาลเคดหมัก และถั่วคาวาลเคดแห้ง มีค่าของโปรตีนหยาบเท่ากับ 4.9, 15.0, 16.3 และ 11.5 ตามลำดับ หญ้าแพงโกล่าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 4.9 สอดคล้องกับ วิวัฒน์ ไชยชอุ่ม, ชัยณรงค์ คันธพนิต, สุกิจ วรรณปิยะรัตน์ และนพวรรณ ชมชัย (2550) รายงานว่า โปรตีนเฉลี่ยของหญ้าแพงโกล่าแห้ง มีค่าเท่ากับ 6.6 ส่วนถั่วคาวาลเคดหมัก มีโปรตีนหยาบ เท่ากับ 16.26 สอดคล้องกับ รำไพร และคณะ (2550) รายงานว่า ถั่วคาวาลเคดตัดที่อายุ 60 วัน มีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 15-16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเกณฑ์เฉลี่ยของถั่ว จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี คาวาลเคดแห้งมีโปรตีนหยาบเท่ากับ 11.48 มีค่าใกล้เคียงกับ จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2545) ทำการทดลองคุณค่าทางโภชนะของถั่วคาวาลเคดและระดับการเสริมถั่วคาวาลเคดในโคเนื้อ ใช้ถั่วคาวาลเคดตัดที่อายุ 90 วัน พบว่า ถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าโปรตีน เท่ากับ 12.82$\pm$3.83

ปริมาณการกินได้ของแพะ จากตารางที่ 3.2 พบว่า แพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 4 สูตร มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (กรัมต่อวัน) มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้เมแทบอลิค$^{0.75}$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1%BW สูงกว่ากลุ่มที่เสริมถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม control และกลุ่มที่เสริมถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%BW สอดคล้องกับ อนันท์ เชาว์เครือ และ กฤตพล สมมาตย์ (2552) ศึกษาผลของแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้และสมดุลไนโตรเจนในโคนมรุ่น สัตว์ทดลองได้รับอาหารทดลองแตกต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ 1) ถั่วคาวาลเคดตากแห้งสับ 100% 2) ถั่วคาวาลเคดตากแห้งสับ 57.45% ร่วมกับต้นข้าวฟ่างหวานตากแห้งสับ 42.55% และ 3) 21.74% ถั่วคาวาลเคดตากแห้งสับร่วมกับถั่วลิสงนาแห้งสับ 78.26% พบว่าการกินได้ของอาหารไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ จินดา และคณะ (2546) ที่รายงานไว้ว่า โคในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 354, 306 และ 359 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงว่าการให้แพะกินหญ้าแพงโกล่าแห้งและถั่วคาวาลเคดตามสัดส่วนที่ใช้ทดลอง มีผลทำให้แพะได้รับโภชนะที่เพียงพอและสามารถเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างกับการใช้อาหารข้นเสริม (15% CP) ส่วนปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบกรัมต่อวัน และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p<0.05$) ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) ของแพะจะลดลงเมื่อแพะได้รับสูตรอาหารที่มีถั่วคาวาลเคด อาหารมีความฟ่ามมากขึ้นปริมาณการกินของแพะได้ลดลง สอดคล้องกับ Mertens (1995) ที่รายงานว่า ปริมาณเยื่อใยในอาหาร

มีผลต่อการใช้ประโยชน์ของอาหาร เมื่อเยื่อใยในอาหารมาก (มีความฟ่ามมาก) ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง สอดคล้อง จริญญา มุ่งม่าน (2550) รายงานว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งเพิ่มขึ้น โคนมมีการกินได้อย่างอิสระของวัตถุแห้ง (กิโลกรัมต่อวัน) วันปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณการกินได้ของโคนมจะลดลง เมื่อเพิ่มระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ จากตารางที่ 3.3 ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และการย่อยได้ของ ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนค่าการย่อยได้ของโปรตีน และค่าการย่อยได้ของ NDF มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าค่าการย่อยได้ของโปรตีนแพะกลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมอาหารข้น และกลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดหมัก 1 %BW ส่วนค่าการย่อยได้ของ NDF มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่ากลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง1%BW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมด้วยอาหารข้น และเสริมด้วยถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW สอดคล้องกับ จริญญา มุ่งม่าน (2550) ที่รายงานว่า การให้สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับของถั่วคาวาลเคดแห้ง เพิ่มขึ้น จากการประเมินสัมประสิทธิ์การย่อยได้โดยใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรดเป็นตัวบ่งชี้ พบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และ ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance) ดังแสดงในตารางที่ 3.4 ค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับอุจจาระ ไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะ ไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมด และค่าการดูดซึมไนโตรเจน ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่า ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1%BW และ ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม 1%BW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control และ กลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%BW แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ส่วนแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1%BW ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม 1%BW และถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW พบว่า ค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่ม control อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สอดคล้องกับ อนันท์ เชาว์เครือ และกฤตพล สมมาตย์ (2552) รายงานว่า การให้อาหารหยาบอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารหยาบคุณภาพต่ำ (โปรตีนต่ำ) มีผลทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนด้วยการขับถ่าย และมีการเก็บกักไนโตรเจนไว้ในร่างกายได้ต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพประโยชน์การใช้โปรตีน (ไนโตรเจน) ต่ำ และนอกจากนี้ วลักษ์กมล ราคายิ่ง (2550) ได้ศึกษาระดับของอาหารโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมโดยฟางหมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบในแพะเนื้อ พบว่าแพะมีค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะอยู่ที่ 4.0-4.7 g/d

ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก ตารางที่ 3.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากเวลาการสุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 พบว่า ถั่วคาวาลเคดที่ใช้ในสูตรอาหาร ไม่ส่งผลต่อความเป็นกรด-ด่าง สอดคล้องกับ สุภาพร แซ่เตียว (2549) พบว่า ระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ในขณะที่ Van Soest (1982) รายงานว่า สภาวะภายในรูเมนควรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 อย่างไรก็ตาม ความเป็นกรด-ด่าง ภายในรูเมนมีความผันแปรตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับ

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะหมักตารางที่ 3.6 จากเวลาการสุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะหมัก ณ ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 พบว่า ถั่วคาวาลเคดที่ใช้ในสูตรอาหาร ไม่ส่งผลต่อระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเป็นค่าหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ อยู่ระหว่าง 5-25 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Preston and Leng, 1978)

ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN) จากตารางที่ 3.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 หลังการให้อาหาร พบว่า ค่าที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 12.7, 13, 13.5 และ 12.1 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน มีค่าระหว่าง 12.1-16.7 mg% ซึ่งสอดคล้องกันกับ Bargo et al. (2002) กล่าวว่า ในโคที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ มีค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนเฉลี่ย 14 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จะแตกต่างขึ้นกับชนิดอาหาร และเมธา วรรณพัฒน์ (2533) รายงานว่าระดับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสของสัตว์เคี้ยวเอื้องปกติอยู่ในช่วง 6.3-25.5 mg% เนื่องจากร่างกายสัตว์สามารถนำยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดกลับมาใช้ได้ใหม่ จึงไม่สามารถระบุระดับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดได้

ปริมาณของกรดไขมันระเหยได้รวม ของของเหลวจากกระเพาะหมัก เมื่อแพะได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 4 สูตร พบว่าที่ชั่วโมงที่ 0 ก่อนการให้อาหาร แพะกลุ่ม control มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมอาหารข้น และเสริมถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%BW ส่วนสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ ได้แก่ กรดอะซิติค กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทีริค มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในแต่ละสูตรอาหารมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากโภชนะที่เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง ได้แก่ พวกน้ำตาล แป้ง และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้จะถูกย่อยสลายได้ก่อนคาร์โบไฮเดรตชนิดที่เป็นโครงสร้างได้แก่ พวกเยื่อใย จึงทำให้ความสัดส่วนของกรดโพรพิโอนิสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 3 ภายหลังจากแพะได้กินอาหาร สำหรับสัดส่วนของกรดบิวทีริคนั้นไม่แตกต่างกันมากนักในชั่วโมงที่ 0, 3 ภายหลังการกินอาหาร ค่าเฉลี่ยของการผลิต

กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้ง 3 ชนิด คือ กรดอะซิติค กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทีริค ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ในแพะที่ได้รับสูตรอาหารแต่ละสูตร สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค ชั่วโมงที่ 0 กับค่าเฉลี่ย มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากการทดลองครั้งนี้จะเห็นว่า เมื่อแพะได้รับอาหารสูตรที่ 4 กลุ่มที่เสริมถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%BW สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิคที่ชั่วโมงที่ 0 มีค่าสูงขึ้น สอดคล้องกับ Siciliano-Jones and Murphy (1989) ที่รายงานว่า สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค มีค่าแปรผันอยู่ในช่วง 1.3-3.3 อย่างไรก็ตาม ขึ้นอยู่กับสัดส่วนระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้นในสูตรอาหาร

3.9 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบกันระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมักและถั่วคาวาลเคดแห้งในแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต สามารถสรุปได้ดังนี้

หญ้าแพงโกล่าแห้ง, อาหารข้น, คาวาลเคดหมัก, คาวาลเคดแห้ง มีวัตถุแห้งเท่ากับ 98.8, 98.1, 24.2, 95.2 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ อินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 95.4, 87.6, 71.5 และ 88.0 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ โปรตีนหยาบ เท่ากับ 4.9, 15, 16.3 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ การใช้ถั่วคาวาลเคดหมัก และถั่วคาวาลเคดแห้ง พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1%BW มีปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้เมแทบอลิค$^{0.75}$ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดหมัก1%BW แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม control และกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้ง1%BW ส่วนปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้ทั้งหมดรวม พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1%BW มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้เมแทบอลิค$^{0.75}$ สูงกว่ากลุ่ม control และกลุ่มที่ได้รับ ถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%BW

ปริมาณการย่อยได้ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน ปริมาณการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ ADF มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าการย่อยได้ของโปรตีน และ NDF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่า แพะที่ได้อาหารข้นเสริม 1%BW ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม 1%BW และถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control ส่วนค่าการย่อยได้ของ NDF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่าแพะที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม 1%BW มีค่าการย่อยได้ของ NDF สูงกว่ากลุ่ม control แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมด้วยอาหารข้น และถั่วคาวาลเคดหมัก 1%BW

สมดุลไนโตรเจน ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ส่วนไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

โดยกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดหมักและแห้ง 1%BW สามารถที่จะทำให้แพะดำรงชีพอยู่ได้ ดังนั้นหากมีการเสริมพืชตระกูลถั่วร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ก็สามารถเป็นอีกแนวทางเลือกวิธีหนึ่งให้เกษตรกรในการลดต้นทุนค่าอาหารข้น

3.10 รายการอ้างอิง

กอบแก้ว ตรงคงสิน. (2544). บทความเรื่องถั่วท่าพระสไตโล 184. **วารสารสัตวบาล** (หน้า 13-19). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จริญญา มุ่งม่าน. (2550). ผลของการใช้ถั่วคาวาลเคด *(Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) แห้งร่วมกับฟางข้าวหรือซังข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน การให้ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโคนมสาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวสาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ยวงยศ จินดาทะจักร์ และคัมภีร์ ภักดีไทย. (2545). **ผลของการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งใน อาหารผสมเสร็จสำหรับเลี้ยงแม่โครีดนม**. เลขทะเบียนวิจัย 43(1)-0514-003.

เทอดชัย เวียรศิลป์. (2548). **โภชนะศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวสาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นพวรรณ ชมชัย. (2541). การใช้ใบพืชอาหารสัตว์เป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำหรับเลี้ยงไก่. **รวมบทความด้านวิชาการอาหารสัตว์** (หน้า 101-104)**.** กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เมธา วรรณพัฒน์. (2533). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง** (234 น).กรุงเทพฯ: หจก. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

รำไพร นามสีลี พิมพาพร พลเสน ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา และวิทยา สุมามาลย์. (2546). การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ 1. หญ้ารูซี่ 2.ถั่วฮามาต้า. **ในรายงานผลการวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2546** (หน้า 228-242). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วลักษ์กมล ราคายิ่ง. (2550). ผลของการเสริมโปรตีนและพลังงาน ต่อกระบวนการหมักและสมรรถภาพ การเจริญเติบโตของแพะที่ได้รับฟางหมักยูเรียเป็นอาหารหยาบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วิวัฒน์ ไชยชอุ่ม ชัยณรงค์ คันธพนิต สุกิจ วรรณปิยะรัตน์ นพวรรณ ชมชัย. (2550) การใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบในการเลี้ยงโคขุนระยะสุดท้าย **รายงานผลวิจัยอาหารสัตว์** (หน้า 165-185). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุภาพร แซ่เตียว. (2549). ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูป ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ การให้ผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนันท์ เชาว์เครือ และ กฤตพล สมมาตย์. (2552). ผลของแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้และสมดุลไนโตรเจนในโคนมรุ่น. **การสัมมนาวิชาการเกษตร** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

AOAC. (1985). Official Methods of Analysis. Association of Official Analysis Chemists, DC, U.S.A.

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

Mertens, D. R. (1995). Defining Effective Fiber and fiber Recommendations for Dairy cows. U.S. Dairy Forage Research Center. Available from : URL : http// www.dfrc. Wise.edu/RS95_pdf/fu2.

Nousiainen, J., Shingfield, K. J., and Huntanen, P. (2004). Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **J. Dairy Sci**. 87: 386.

Preston, T. R., and Leang, R. A. (1987). Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. **Penambul Books**, Armidate, Australia.

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

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

Schneider, B. H., and Flatt, W. P. (1975). The Evalution of Feed through Digestibility Experiment. Athens: The University of Georgia Press, Georia, U.S.A.

Siciliano-Jones, J., and Murphy, M. R. (1989). Production of volatile fatty acid in the rumen and cecum-colon of steers as affected by forage : concentrate and forage physical from. **J. Dairy Sci**. 72 : 485.

Van Soest, P.J. (1982). Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Books, Inc. Corvallis, Oregon.

Van Soest, Robertson, J. B., and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharide in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci**. 74: 3583-3597.

บทที่ 4
ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบในสูตรอาหารข้น ด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง

4.1 คำนำ

ในปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์นิยมหันมาเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว เป็นสัตว์ที่กินอาหารง่าย และสามารถกินอาหารได้หลายชนิดทั้งหญ้าและถั่ว และไม้ยืนต้น แพะที่เลี้ยงกันโดยทั่วไปเป็นพันธุ์พื้นเมืองไทย (Thai native goat) หรือแพะลูกผสมระหว่างแพะพื้นเมืองกับแพะพันธุ์แองโกลนูเบี้ยน หรือพันธุ์ซาแนน (วินัย ประลมพ์กาญจน์, 2542) วิธีการเลี้ยงแพะให้ประสบผลสำเร็จหรือไม่นั้นผู้เลี้ยงจะต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยเช่น พันธุ์สัตว์ การจัดการดูแลสุขภาพ การป้องกันโรค สำคัญที่สุดคืออาหาร ต้นทุนในการผลิตแพะส่วนใหญ่จะเป็นค่าอาหาร โดยทั่วไปอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจะเป็นอาหารหยาบ แต่เนื่องจากอาหารหยาบมีปริมาณไม่เพียงพอและมีคุณภาพต่ำ จึงต้องมีการเสริมด้วยอาหารข้นเพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะที่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ เพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ในอาหารข้นนั้นวัตถุดิบแหล่งของโปรตีนเป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน การทดลองในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบในสูตรอาหารข้น ด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง เพื่อเป็นแนวทางและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการลดต้นทุนการผลิต

4.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบในสูตรอาหารข้น ด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งต่อกระบวนการหมัก และนิเวศวิทยาในกระเพาะอาหาร รวมทั้งค่าทางชีวเคมีในเลือด ในแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสม แองโกลนูเบี้ยน × พื้นเมือง

4.3 อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

แพะลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบี้ยน × พื้นเมือง อายุเฉลี่ย ประมาณ 7-9 เดือน น้ำหนักประมาณ กลุ่มที่หนึ่ง 19.0±4.0 กิโลกรัม กลุ่มที่สอง 9.0±2.0 กิโลกรัม เพศผู้ 18 ตัว ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ใช้น้ำหนักแพะเป็น block ปัจจัย

ต้องการศึกษา คือ ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนในสูตร อาหารข้น ที่ระดับ 25 และ 50% โดยมีอาหารทดลอง (Dietary treatment) ที่แตกต่างกัน 3 ทรีทเมนต์

T1 = อาหารทดลองแบบที่ 1 หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP)

T2 = อาหารทดลองแบบที่ 2 หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้ง ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%)

T3 = อาหารทดลองแบบที่ 3 หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้ง ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

การจัดการสัตว์ทดลอง

ระยะก่อนทดลอง (preliminary period) ขังแพะในคอกรวมที่มีรางอาหารเพียงพอ ให้แพะทุกตัวได้รับหญ้าแพงโกล่า : อาหารข้น = 50:50 หรือให้อาหารข้นเสริมในปริมาณ 200-300 กรัมต่อวัน ในช่วงนี้ทำการถ่ายพยาธิ ฉีดวัคซีนและวิตามิน AD_3E จัดสัตว์เข้าทดลองตามแผนการทดลองแล้วให้ตามทรีทเมนต์ที่กำหนดไว้ โดยขังแพะ แยกขังเดี่ยว ระยะปรับสัตว์ (adjusting period) ทำการปรับสัตว์ให้คุ้นเคยกับสภาพคอกขังเดี่ยวและอาหารนาน 14 วัน ในช่วงนี้แพะทุกตัวได้รับอาหารในกลุ่มควบคุม (control) ระยะทำการทดลอง (experimental period) แพะทุกตัวได้รับอาหารที่กำหนดตาม ทรีทเมนต์ โดยปรับตามน้ำหนักตัว ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ คือ ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวัน การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และทำการเก็บตัวอย่างเลือด ของเหลวจากกระเพาะหมัก, ปัสสาวะและมูล ช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

การให้อาหารข้นตามสูตรแก่สัตว์ทดลองดังตารางที่ 4.1 โดยมีอาหาร 3 สูตร โดยแยกเป็นอาหารข้น และอาหารหยาบโดยแพะทุกตัวจะได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งให้แบบเต็มที่ (*ab libtum*) ให้อาหารในช่วงเช้า 8.00 น. และ 16.30 น. ของทุกวัน โดยอาหารข้นในกลุ่มทดลองจะให้ปริมาณ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 4.1 วัตถุดิบของสูตรอาหารที่ใช้ถั่วคาวาลเคดทดแทนกากถั่วเหลืองโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์

วัตถุดิบ, %วัตถุแห้ง	**0:100**	**25:75**	**50:50**
ถั่วคาวาลเคดแห้ง	0	10	19.8
กากมันสำปะหลัง	53.5	46.15	39.0
รำละเอียด	12.0	12.0	12.0
กากถั่วเหลือง	15.0	12.5	10.0
กากปาล์ม	10.0	10.0	10.0
กากน้ำตาล	6.0	6.0	6.0
ยูเรีย	1.3	1.15	1.0
กำมะถัน	0.2	0.20	0.2
ปูนขาว	0.5	0.5	0.5
เกลือ	0.5	0.5	0.5
Premixed	1.0	1.0	1.0
รวม	100	100	100

4.4 การเก็บข้อมูล

การเก็บตัวอย่างอาหาร สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบและอาหารข้น เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง Dry matter (DM), เถ้า (Ash), โปรตีนหยาบ (CP) ตามวิธีของมาตรฐาน AOAC (1985) และหา neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) บันทึกปริมาณการกินอาหารที่แพะกินทุกวัน ตรวจวัดปริมาณการกินได้อาหารหยาบและอาหารข้นที่เหลือต่อวันก่อนให้อาหารเช้า โดยการนำอาหารทั้งหมดที่เหลือมาชั่งน้ำหนัก ให้อาหาร 2 ครั้ง ช่วงเช้าเวลา 7.00 น. และช่วงบ่าย เวลา 16.00 น. บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะทำการชั่งน้ำหนัก เป็นประจำทุกสัปดาห์ในตอนเช้าก่อนให้อาหาร คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และเก็บตัวอย่างเลือดสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร เพื่อทำการตรวจหาปริมาณยูเรีย การวัดและสุ่มเก็บของเหลวจากการเพาะหมัก (rumen fluid) สุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะแต่ละตัวในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง โดยจะกระทำ ณ ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 หลังจากการให้อาหารเช้า หลังจากนั้นจะนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) โดยวิธีการกลั่น (Bromner and Keeney, 1965) กรดไขมันที่ระเหยง่าย

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดย Analysis of variance (ANCOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New multiple Range Test และ Mutiple Orthogonal Contrast โดยการใช้โปรแกรม SAS (1996) ตามวิธีการ Steel and Torrie (1980)

แบบหุ่นจำลอง: $Y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

เมื่อ Y_i = ค่าสังเกตจากทรีทเมนต์ที่ i , บล็อกที่ j

μ = ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด

τ_I = อิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ (trt) ที่ i เมื่อ i =1,2 และ3

ε_{ij} = Error

4.6 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาทำการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อาคารเครื่องมือ 3 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร เริ่มทำการทดลองวันที่ 18 ตุลาคม ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2550 รวมระยะเวลา 74 วัน

4.7 ผลการทดลอง

4.7.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ของสูตรอาหารทั้ง 3 สูตร แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2 พบว่า สูตรอาหารสูตรที่ 1 มีค่าของโปรตีนหยาบ อินทรีย์วัตถุ NDF ADF ไขมัน เท่ากับ 14.2, 87.8, 41.4, 24.2 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสูตรที่ 2 มีค่าของโปรตีนหยาบ อินทรีย์วัตถุ NDF ADF ไขมัน เท่ากับ 13.8, 79.4, 34.8, 21.5 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสูตรที่ 3 มีค่าของโปรตีนหยาบ อินทรีย์วัตถุ NDF ADF ไขมัน เท่ากับ 13.8, 81.3, 35.6, 20.3 และ1.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

ส่วนผสม	สูตรอาหารข้น			อาหารหยาบ (หญ้าแพงโกล่าแห้ง)
	T1	T2	T3	
องค์ประกอบทางเคมี				
วัตถุแห้ง	97.8	97.4	97.9	95.6
		……..……% DM……..		
โปรตีน	14.2	13.8	13.8	4.9
อินทรีย์วัตถุ	87.8	79.4	81.3	93.6
NDF	41.4	34.8	35.6	61.6
ADF	24.2	21.5	20.3	35.8
ไขมัน	0.9	0.9	1.7	0.9
Ash	12.3	20.6	18.7	6.4

DM = dry matter, CP = crude protein, OM = organic matter, NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber, EE = ether extract, T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

4.7.2 ปริมาณการกินได้ของแพะ

จากตารางที่ 4.3 ปริมาณการกินได้ของแพะ พบว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น กรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนัก$^{0.75}$ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เหมือนกันกับปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ และปริมาณการกินได้รวมต่อวัน และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง (กรัมต่อวัน) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง

	สูตรอาหารทดลอง			SEM	Contrast*	
	T1	T2	T3		L	Q
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น						
กรัม/วัน	208.1	192.4	207.6	9.60	ns	ns
%BW[1]	1.0	1.0	1.0	-	-	-
g/kg $BW^{0.75}$[2]	20.9	18.4	20.3	0.55	ns	ns
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ						
กรัม/วัน	445.5	411.9	428.4	16.20	ns	ns
%BW[1]	2.1	1.9	2.0	0.08	ns	ns
g/kg $BW^{0.75}$[2]	44.4	40.1	42.5	1.39	ns	ns
ปริมาณการกินได้รวม/วัน						
กรัม/วัน	653.6	604.3	636.0	23.13	ns	ns
%BW[1]	3.1	2.9	3.0	0.09	ns	ns
g/kg $BW^{0.75}$[2]	65.3	58.5	62.8	1.50	ns	ns
ADG (อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน)						
กรัม/วัน	30.0	37.5	46.7	8.42	ns	ns

SEM = Standard error of the mean, ns = not significant (P>0.05); Orthogonal polynomial contrasts L = linear, Q = quadratic, T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%) (1%BW), [1] %BW = เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว
[2]g/kg $BW^{0.75}$ = กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$

4.7.3 ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ

ตารางที่ 4.4 จากตารางแสดงความสามารถในการย่อยได้ ของแพะที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร พบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าการย่อยได้อินทรีย์วัตถุ ค่าการย่อยโปรตีน ค่าการย่อยได้NDF และ ค่าการย่อยได้ ADF มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ค่าการย่อยได้ของโปรตีน มีค่าเท่ากับ 58.3, 63.3 และ 62.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง

เปอร์เซ็นต์	อาหารทดลอง			SEM	Contrast*	
	T1	T2	T3		L	Q
วัตถุแห้ง	64.7	65.4	69.8	0.98	ns	ns
อินทรีย์วัตถุ	66.5	68.3	71.9	1.04	ns	ns
โปรตีน	58.3	63.3	62.3	1.33	ns	ns
NDF	66.2	55.1	56.3	2.88	ns	ns
ADF	54.5	58.0	62.5	1.40	ns	ns

SEM = Standard error of the mean, ns = not significant (P>0.05); Orthogonal polynomial contrasts L = linear, Q = quadratic , NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, EE=ether extract, T1= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

4.7.4 ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance)

สมดุลไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร พบว่า แพะที่ได้รับอาหารสูตร 1 มีค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมาจากมูล สูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตร 2 และ 3 แบบเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนค่า ไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมด ค่าการดูดซึมของไนโตรเจน ค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกาย (กรัม/วัน และเปอร์เซ็นต์) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.5 สมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับระดับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

ไนโตรเจน (g)	อาหารทดลอง			SEM	Contrast*	
	T1	T2	T3		L	Q
N intake, g/d	7.9	6.1	6.4	0.34	ns	ns
Feces N, g/d	3.2[a]	2.4[b]	2.0[b]	0.11	*	ns
Urine N, g/d	0.8	1.3	1.4	0.13	ns	ns
N output, g/d	4.0	3.6	3.4	0.17	ns	ns
N absorption, g/d	4.7	3.7	4.3	0.32	ns	ns
N retention, g/d	3.9	3.7	3.5	0.25	ns	ns
N retention, % of intake	48.9	51.5	46.1	2.81	ns	ns

[a,b]ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) SEM = Standard error of the mean, ns = not significant ($P>0.05$) Orthogonal polynomial contrasts L = linear, Q = quadratic *($p<0.05$), T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

4.7.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวจากกระเพาะหมัก ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.6, 6.4, 6.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่แตกต่างกัน

pH	อาหารทดลอง			SEM	Contrast*	
	T1	T2	T3		L	Q
เวลา (ชั่วโมง)						
0	7.3	7.3	7.3	0.05	ns	ns
3	6.6	6.5	6.7	0.04	ns	ns
6	5.8	5.5	5.8	0.05	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	6.6	6.4	6.6	0.04	ns	ns

SEM = Standard error of the mean; ns = not significant (P>0.05); Orthogonal polynomial contrasts L = linear, Q = quadratic, T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

4.7.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 4.7 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะ พบว่าก่อนให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะ มีค่าเท่ากับ 8.8, 8.5 และ 6.8 mg% ของ T1, T2 และ T3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

NH_3-N[1//] (mg%)	อาหารทดลอง			SEM	Contrast*	
	T1	T2	T3		L	Q
เวลา (ชั่วโมง)						
0	12.8	11.5	7.8	1.89	ns	ns
3	7.9	6.9	6.6	0.38	ns	ns
6	5.8	7.2	5.9	0.39	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	8.8	8.5	6.8	0.68	ns	ns

SEM = Standard error of the mean; ns = not significant (P>0.05); Orthogonal polynomial contrasts L = linear, Q = quadratic *($p<0.05$) [1]NH_3-N = แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

4.7.7 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

จากความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า ที่ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของยูเรีย-ไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 15.3, 15.0 และ 15.3 mg%

ตารางที่ 4.8 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

BUN[1/](mg%)	อาหารทดลอง			SEM	Contrast*	
	T3	T2	T3		L	Q
เวลา (ชั่วโมง)						
0	15.5	15.3	14.7	0.61	ns	ns
3	15.6	14.7	14.4	0.62	ns	ns
6	14.9	14.9	16.7	0.45	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	15.3	15.0	15.3	0.29	ns	ns

SEM = Standard error of the mean; ns = not significant (P>0.05); Orthogonal polynomial contrasts L = linear, Q = quadratic *($p<0.05$), [1]BUN = blood urea nitrogen, T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

4.7.8 ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้รวม และสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ของของเหลวจากกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้รวม ของแพะที่ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน 3 สูตร ก่อนให้อาหาร และหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยได้รวม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 72.3, 66.1, 63.5 m mol/l ตามลำดับ

ความเข้มข้นของกรดอะซิติค จากการทดลอง ก่อนการให้อาหารและหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 พบว่า แพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 หลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ย มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 แบบเส้นตรง และเส้นโค้งกำลังสอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิค ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิค เท่ากับ 31.1, 30.8, 28.6 mol/100 mol ตามลำดับ ความเข้มข้นของกรดบิวทีริค ในแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร ก่อนการให้อาหาร และหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 พบว่า แพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ก่อนการให้อาหาร มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่มแบบเส้นโค้งกำลังสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคและกรดโพรพิโอนิค ในแพะที่

ได้รับอาหารแต่ละสูตร ก่อนการให้อาหาร และหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 ไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.9 ปริมาณของกรดไขมันระเหยได้รวม และสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid; VFA) ของของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่แตกต่างกัน

	อาหารทดลอง			SEM	Contrast*	
	T1	T2	T3		L	Q
TVFA[1](m mol/l)						
0	80.9	73.0	72.9	1.87	ns	ns
3	89.5	81.8	80.7	2.28	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	85.2	77.4	76.8	5.09	ns	ns
Molar proportion of VFA[2] (mol/100 mol)						
Acetic acid, C2						
0	61.4	67.3	64.2	2.26	ns	ns
3	59.5	57.9	65.7	0.85	*	*
ค่าเฉลี่ย	60.5	62.6	65.0	1.84	*	ns
Propionic acid, C3						
0	27.9	24.0	26.6	2.23	ns	ns
3	34.3	37.7	30.6	1.11	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	31.1	30.8	28.6	1.15	ns	ns
Butyric acid, C4						
0	9.7	6.4	9.2	0.39	ns	*
3	6.3	4.5	3.7	0.55	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	8.0	5.5	6.5	0.39	ns	ns
C2:C3						
0	2.2	2.8	2.4	0.94	ns	ns
3	1.7	1.6	2.2	0.09	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	2.0	2.3	2.3	0.46	ns	ns

SEM = Standard error of the mean; ns = not significant ($P>0.05$); Orthogonal polynomial contrasts L = linear, Q = quadratic *($p<0.05$), [2]VFA = volatile fatty acid, [1]TVFA = total volatile

fatty acid, T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%)

4.7.9 ผลของการทดแทนโปรตีนหยาบในสูตรอาหารข้น ด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับต่าง ๆ ต่อต้นทุนการผลิต

ส่วนต้นทุนด้านอาหารหยาบ อาหารข้นและต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด พบว่าการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าต้นทุนทั้งหมดลงลงตามปริมาณการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง และเมื่อพิจารณาน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าน้ำหนักตัวของแพะไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่าการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง มีแนวโน้มลดลงเป็นแบบเส้นตรง ตามระดับของระดับการเพิ่มโปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งที่เพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 4.10 ผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้นด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ได้รับสูตรอาหารทดลองที่แตกต่างกันต่อต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิต	อาหารทดลอง			SEM	Contrast *	
	T1	T2	T3		L	Q
ต้นทุนอาหารหยาบ (บาทต่อกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)	1.6	1.4	1.3	0.07	ns	ns
ต้นทุนอาหารข้น (บาทต่อกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)	2.0	1.8	1.6	0.08	ns	ns
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาทต่อกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)	3.6	3.2	2.9	0.11	ns	ns
ต้นทุนรวมต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กก. (บาท/กิโลกรัม)	102	84	81	6.31	*	ns

SEM = Standard error of the mean; ns = not significant (P>0.05) Orthogonal polynomial contrasts L= linear, Q = quadratic, *(p<0.05), T1 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), T2 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 25%) และ T3 = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + โปรตีนจากถั่วคาวาลเคดแห้งทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น (ที่ระดับ 50%) (1%BW)

4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร ที่ใช้ในการทดลองแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.2 ของอาหารทั้ง 3 สูตร ที่มีการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งต่ออาหารข้นในสูตรอาหารต่างกันที่ระดับ 100:0, 75:25, 50:50 มีค่าของโปรตีนหยาบ อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้คือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งค่าของโปรตีนหยาบที่วิเคราะห์ได้ในสูตรอาหารทั้ง 3 สูตร มีค่าเท่ากับ 14.18, 13.81, 13.75 ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับ สุภาพร แซ่เตียว (2549) ที่รายงานว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร ที่มีสัดส่วนระหว่างถั่วคาวาลเคดต่ออาหารข้นในสูตรอาหารต่างกัน คือ 40:60, 50:50, 60:40 และ 70:30 มีโปรตีนหยาบในสูตรอาหารเท่ากับ 13.7, 14.2, 14.6 และ 14.5 ตามลำดับ สำหรับค่าเยื่อใย ADF ในสูตรอาหารทดลอง มีค่าเท่ากับ 24.15, 21.45 และ 20.29 ตามลำดับ มีค่าน้อยกว่า จริญญา มุ่งม่าน (2550) รายงานว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จรูป (TMR) ที่มีถั่วคาวาลเคดแห้งผสมในสูตรอาหารที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าของเยื่อใย ADF เท่ากับ 40.9 และ 41.0 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าถั่วคาวาลเคดที่ใช้ครั้งนี้มีการตัดที่อายุน้อยกว่า 90 วัน

ปริมาณการกินได้ของแพะ จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า อาหารทั้ง 3 สูตร ที่มีการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งต่ออาหารข้นในสูตรอาหารต่างกันที่ระดับ 100:0, 75:25, 50:50 ปริมาณการกินได้อาหารข้นกรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไป กรัมต่อวัน ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) สอดคล้องกับ จินดา สนิทวงศ์, ประพฤทธิ์ จงใจภักดิ์ และพิมพาพร พลเสน (2546) รายงานว่า การใช้หญ้าแพงโกล่าแห้งผสมถั่วคาวาลเคดแห้งในอัตราส่วน 50:50 และ 25:75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสามารถทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับการใช้อาหารข้นเสริม นอกจากนี้ Yashim, Adamu, Lakpini, and Abdu (2006) ศึกษาเปรียบเทียบถั่ว 2 ชนิดคือ *Centrosema pascurum* และ *Alysicarpus variginalis* ในแกะพบว่าแกะที่ได้รับถั่ว *Centrosema pascurum* มีค่าอัตราการเจริญเติบโต (7.14 กรัมต่อวัน) ดีกว่าแกะที่ได้รับ *Alysicarpus variginalis* (-38.10 กรัมต่อวัน) ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยในช่วงฤดูแล้งในประเทศไนจีเรีย และยังสอดคล้องกับ สันติชัย จันทรบุญทา และ ปิยศักดิ์ สุวรรณี (2549) พบว่า แกะที่ได้รับถั่วอาหารสัตว์สด (ถั่วคาวาลเคด และถั่วมะแฮะ) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นโปรตีนร้อยละ 16

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ ตารางที่ 4.4 จากตารางแสดงความสามารถในการย่อยได้ของแพะที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร พบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF และ ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) สอดคล้องกับ จริญญา มุ่งม่าน (2550) รายงานว่า เมื่อประเมินโภชนะย่อยได้ที่โคนมได้รับจากสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตร พบว่าโคนมได้รับ

อินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) นอกจากนี้ Rai and Harika (1992 อ้างถึงโดย วินัย ประลมกาญจน์ (2538) ได้ศึกษาการใช้ใบกระถินเป็นแหล่งอาหารโปรตีนกับแพะลูกผสม อาหารมี 4 สูตร ซึ่งมีใบกระถิน 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แหล่งอาหารโปรตีนอื่น ๆ ได้แก่ กากถั่วลิสง มีการให้ถั่วลูเซินสภาพสดอย่างเต็มที่ จากการศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง

ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance) สมดุลไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร พบว่า แพะที่ได้รับอาหารสูตร 1 มีค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมาจากมูล สูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตร2 และ 3 แบบเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนค่า ไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมด ค่าการดูดซึมของไนโตรเจน ค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกาย และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงว่าอาหารสูตรที่ 1 มีการสูญเสียไนโตรเจนที่ขับออกมาจากมูล ส่วนค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร มีค่าเท่ากับ 3.9, 3.7 และ 3.5 ตามลำดับ สอดคล้องกับ วลักษ์กมล ราคายิ่ง (2550) ได้ศึกษาระดับของอาหารโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมโดยฟางหมักยูเรียเป็นแหล่งอาหารหยาบในแพะเนื้อ พบว่าแพะมีค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะอยู่ที่ 4.0-4.7 g/d

ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก ก่อนการให้อาหารและ หลังการให้อาหาร 3 และ 6 ชั่วโมง ความเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะ หลังการให้อาหารจะมีค่าลดลงเนื่องจากแพะได้รับอาหารข้นและเกิดการหมัก อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะหมักอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะต่อการทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ สอดคล้องกับวินัย ประลมพ์กาญจน์ (2538) ซึ่งรายงานว่ากรด-ด่างในกระเพาะหมักจะเป็นกรดเล็กน้อยแต่จะไม่ต่ำกว่า 5.5 การควบคุมการเปลี่ยนแปลงของอาหารในกระเพาะหมัก จะขึ้นอยู่กับการควบคุม pH ในกระเพาะหมัก จะเห็นได้ว่าการที่มีอาหารหยาบระดับหนึ่งในกระเพาะหมักมีความจำเป็นมาก เพื่อทำให้การควบคุม pH ในกระเพาะหมักเหมาะสมขึ้น อย่างน้อยควรมีอาหารหยาบ 40% หรือ 20% ของเยื่อใยหยาบในอาหารทั้งหมด ของ pH ลดลงเมื่ออาหารมีระดับของอาหารข้นสูงและ pH จะสูงขึ้นเมื่อได้รับอาหารที่มีอาหารหยาบสูง (เมธา วรรณพัฒน์, 2533)

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะหมักและค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen : BUN) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะหมัก ของอาหารทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะหมัก มีค่า

เท่ากับ 9.1, 8.2 และ 7.6 mg% ตามลำดับ สอดคล้องกับ Boniface et al. (1986) ได้รายงานว่า การย่อยได้จะเกิดสูงสุด เมื่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมัก อยู่ระหว่าง 4-12 mg% แต่มีค่าน้อยกว่า Wanapat and Pimpa (1999) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ระดับ 13.6-17.6 mg%

อย่างไรก็ตามค่านี้จะแปรปรวนมาก ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนั้นการตีความหมายของค่าจึงจะต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ส่วนค่ายูเรีย-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ระหว่าง 14.4-16.6 mg% สอดคล้องกับรายงานของเมธา วรรณพัฒน์ (2533) พบว่า ระดับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของสัตว์เคี้ยวเอื้องปกติอยู่ในช่วง 6.3-25.5 mg% และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Lloyd (1982) ที่รายงานว่าระดับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดในแพะอยู่ในช่วง 11.2-27.7 mg/dL ระดับปกติในแพะ เนื่องจากร่างกายสัตว์สามารถนำยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดกลับมาใช้ได้ใหม่ จึงไม่สามารถระบุระดับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ว่าระดับใดทำให้สัตว์อยู่ในสภาวะที่ได้รับไนโตรเจนต่ำกว่าที่กำหนด

สัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ ของของเหลวจากกระเพาะหมัก จากตารางที่ 4.10 ความเข้มข้นของกรดอะซิติค ที่ชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหาร มีค่าเพิ่มสูงขึ้นแบบเส้นตรง และเส้นโค้งกำลังสอง ($p<0.05$) เมื่อกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารข้นเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากว่าเมื่อมีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งสูงขึ้น ทำให้มีระดับเยื่อใยในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกันกับ สุภาพร แซ่เตียว (2549) พบว่าสัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปสูงขึ้น ส่วนกรดโพรพิโอนิคจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่าค่าที่ได้ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ต้นทุนการผลิต ส่วนต้นทุนด้านอาหารหยาบ อาหารข้นและต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด พบว่าการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าต้นทุนทั้งหมดลดลงตามปริมาณการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง และเมื่อพิจารณาน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าน้ำหนักตัวของแพะไม่แตกต่างกัน ดังนั้นต้นทุนต่อน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไปในกลุ่มที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง จึงมีต้นทุนต่อการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่า ซึ่งส่งผลต่อการลดต้นทุนการผลิตแพะ

4.9 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบ ในสูตรอาหารข้นด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง องค์ประกอบทางเคมี ของสูตรอาหารทั้ง 3 สูตร และหญ้าแพงโกล่าแห้ง ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

มีวัตถุแห้ง เท่ากับ 98.8, 99.4, 98.9 และ 99.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 87.8, 79.4, 81.3 และ 93.6 ตามลำดับ โปรตีนหยาบเท่ากับ 14.2, 13.8, 13.8 และ 4.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 0, 25 และ50 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อ ปริมาณการกินได้กรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง, อินทรีย์วัตถุ, โปรตีน, NDF, ADF มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ความสมดุลของไนโตรเจน พบว่าค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับอุจจาระ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ ของของเหลวจากกระเพาะหมักในสูตรอาหารที่มีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนค่าอาหารแพะต่ำลง พบว่าแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำสุด

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่า การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารแพะเนื้อ ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะและผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าแพะที่ได้รับอาหารที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วย ถั่วคาวาลเคดแห้งในระดับที่สูงขึ้น มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่า ดังนั้นการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารแพะเนื้อ จึงน่าจะเป็น อีกวิธีการหนึ่งในการลดต้นทุน

4.10 รายการอ้างอิง

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ประพฤทธิ์ จงใจภักดิ์ และพิมพาพร พลเสน. (2546). คุณค่าทางโภชนะของถั่วคาวาลเคด และระดับการเสริมถั่วคาวาลเคดในโคเนื้อ. **ในรายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2546** (หน้า 264-276). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จริญญา มุ่งม่าน. (2550). ผลของการใช้ถั่วคาวาลเคด *(Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade*)* แห้งร่วมกับฟางข้าวหรือซังข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน การให้ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโคนมสาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เมธา วรรณพัฒน์. (2533). **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง** (234 น). กรุงเทพฯ: หจก. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

วลักษ์กมล ราคายิ่ง. (2550). ผลของการเสริมโปรตีนและพลังงาน ต่อกระบวนการหมักและสมรรถภาพ การเจริญเติบโตของแพะที่ได้รับฟางหมักยูเรียเป็นอาหารหยาบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. (2538). **อาหารและการให้อาหารแพะ**. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา.

สุภาพร แซ่เตียว. (2549). ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูป ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ การให้ผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สันติชัย จันทรบุญทา และปิยศักดิ์ สุวรรณี. (2549). สมรรถภาพการเจริญเติบโตและต้นทุนค่าอาหารจากการเลี้ยงขุนแกะ. **สัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์** (หน้า 373-380). ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

AOAC. (1985). Official Methods of Analysis. Association of Official Analysis Chemists, DC, U.S.A.

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

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

Lloyd, S. (1982). Blood characteristics and the nutrition of ruminants. **British Veterinary J**. 138: 70-85.

SAS. (1991). **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.

Wanapat, M. and Pimpa, O. (1999) Effect of ruminal NH_3-N on ruminal fermentation, purine derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp boffaloes. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 12:904-907.

Van Soest, Robertson, J. B., and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharide in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci**. 74: 3583-3597.

Yashim, S.M., Adamu, A.M., Lakpini C.A.M., and Abdu, S.B. (2006). Comparative Response of Growing Rams Fed Solely on *Centrosema pascuorum* and *Alysicarpus varginalis* Pakistan. **J. Nut** 5 (3): 261-262.

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การศึกษาการเสริมถั่วคาวาลเคดในอาหารแพะเนื้อ ระยะกำลังเจริญเติบโต สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาผลของถั่วคาวาลเคดหมักและถั่วคาวาลเคดแห้งในอาหารแพะเนื้อ อาหารที่ใช้ทดลองมี 4 ทรีทเมนต์ 1) หญ้าแพงโกล่าแห้ง (control) 2) เสริมอาหารข้น (1%BW) 3) หญ้าเสริมถั่วคาวาลเคดหมัก (1%BW) 4) เสริมถั่วคาวาลเคดแห้ง (1%BW) พบว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นเสริม มีปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้เมแทบอลิค$^{0.75}$ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดหมัก ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม control และกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้ง ส่วนปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้ทั้งหมดรวม พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้เมแทบอลิค$^{0.75}$ สูงกว่ากลุ่ม control และกลุ่มที่ได้รับ ถั่วคาวาลเคดหมัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้ง ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ค่าการย่อยได้ของโปรตีน และ NDF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่า แพะที่ได้อาหารข้นเสริม ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม และถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control ส่วนค่าการย่อยได้ของ NDF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่าแพะที่ได้รับถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม มีค่าการย่อยได้ของ NDF สูงกว่ากลุ่ม control แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมด้วยอาหารข้นและถั่วคาวาลเคดหมัก สมดุลของไนโตรเจน ค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับอุจจาระ ไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะ ไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมด และค่าการดูดซึมไนโตรเจน พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนค่าปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นเสริม และ ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม มีค่าสูงกว่ากลุ่ม control และ กลุ่มที่เสริมด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ส่วนแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม ถั่วคาวาลเคดหมักเสริม และถั่วคาวาลเคดแห้งเสริม พบว่า ค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะและค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่ม control แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สรุปว่า การใช้ถั่วคาวาลเคดหมัก และถั่วคาวาลเคดแห้ง สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบ และเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารข้น พบว่า ไม่ส่งผลกระทบต่อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้

5.1.2 การศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบ ในสูตรอาหารข้นด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณการกินทั้งหมด ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของเหลวจากกระเพาะหมัก ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในสูตรอาหารที่มีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ถั่วคาวาลเคด เป็นแหล่งอาหารหยาบ และเป็นแหล่งของโปรตีนที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลือง โดยการใช้เลี้ยงแพะลูกผสมพันธุ์ (แองโกลนูเบี้ยน×พื้นเมือง) ไม่ส่งผลกระทบ ปริมาณการกินทั้งหมด ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของเหลวจากกระเพาะหมัก ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในสูตรอาหารที่มีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำสุด ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ถั่วคาวาลเคดในอาหารแพะทดแทนกากถั่วเหลืองยังมีรายงานการศึกษาอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นควรมีการศึกษาการทดแทนในระดับที่สูงขึ้น เพื่อจะได้ก่อเกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การปลูก การเก็บเกี่ยว ถั่วคาวาลเคด

การปลูก การเก็บเกี่ยว ถั่วคาวาลเคด

การผลิตถั่วคาวาลเคดภายใต้สถานีอาหารสัตว์ในช่วงปี พ.ศ. 2540-2541 ดำเนินการในรูปแบบและวิธีการจัดการที่ต่างกัน ฝ่ายขยายพันธุ์พืชอาหารสัตว์ได้รวบรวมวิธีปฏิบัติต่างๆ ในการผลิตเมล็ดพันธุ์และการทำถั่วแห้ง (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545)

1. การผลิตเมล็ดพันธุ์

1.1 การเตรียมและการปลูก มีข้อควรพิจารณาและดำเนินการดังนี้

1.1.1 เลือกพื้นที่ที่น้ำไม่ท่วมขัง

1.1.2 ไถพรวนดินเพื่อเตรียมพื้นที่ปลูกอย่างน้อย 1-2 ครั้ง

1.1.3 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่เป็นปุ๋ยรองพื้น ขณะเตรียมดินครั้งสุดท้ายก่อนปลูก และใส่ครั้งที่สองเมื่อถั่วเริ่มแทงช่อดอก

1.1.4 ปลูกโดยใช้วิธีการหยอดเมล็ด มีระยะระหว่างต้นประมาณ 30-50 เซนติเมตร และระยะระหว่างแถว 80 หรือ 120 เซนติเมตร อัตราเมล็ดที่ใช้ 1-2 กิโลกรัมต่อไร

1.2 การจัดการแปลงและการดูแลรักษา

1.2.1 กำจัดวัชพืชระหว่างแถวโดยการใช้เครื่องจักรกล เช่น รถไถเดินตาม จอบหมุน คราดสปริงหรือจานพรวน ไม่น้อยกว่า 2 ครั้งและถอนวัชพืชในระหว่างต้น โดยใช้แรงงานคนไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง

1.2.2 อาจมีการปลูกซ่อมหรือมีการให้น้ำช่วยในกรณีเกิดน้ำแล้งอย่างรุนแรงหลังจากต้นถั่วงอก และอยู่ในช่วงการเจริญเติบโตหรือระยะตืดดอก/เมล็ด หรือในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว

1.3 การเก็บเกี่ยว

1.3.1 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของสีฝัก (เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหือน้ำตาล) ถ้ามีปริมาณมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้

1.3.2 เกี่ยวต้นถั่วทั้งเถาโดยใช้แรงงานคนตัดให้ชิดโคนต้น แล้นำไปตากบนลานตากประมาณ 3-5 วัน สังเกตว่าจะมีฝักถั่วบางส่วนเริ่มแตกและมีเมล็ดหลุดออกจากฝันให้มากที่สุด

1.4 ระยะเวลา

การปลูกถั่วคาวาลเคดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ สามารถกำหนดระยะเวลา การปลูกได้หลายระยะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ แต่มีข้อควรควรคำนึงถึง ถั่วจะต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 90วัน นับตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เนื่องจากถั่วคาวาลเคดเป็นพืชวันสั้นซึ่งจะออกดอกและติดเมล็ดมากในช่วงต้นฤดูหนาว ดั้งนั้นควรพิจารณาถึงความสะดวกในการจัดการและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ได้ด้วย

2. การผลิตถั่วแห้ง

การปลูกถั่วคาวาลเคดเพื่อตัดต้นถั่วมาผลิตเป็นถั่วแห้งอัดฟ่อนสำหรับเลี้ยงสัตว์ควรปฏิบัติ (ธำรงศักดิ์ และคณะ, 2542) ดังนี้

- ปลูกถั่วตั้งแต่ต้นฤดูฝน ช่วงเวลาที่ดินมีความชื้นเพียงพอ บางพื้นที่ปลูกได้ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเมษายน

- เตรียมดินก่อนปลูกโดยการไถอย่างน้อย 2 ครั้ง เก็บวัชพืชออกจนหมด ไถพรวนย่อยดินให้ละเอียด ปรับหน้าดินให้เรียบ

- ใส่ปุ๋ยคอกในอัตรา 1,000-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น หลังการไถพรวนก่อนปลูก

- ปลูกถั่วคาวาลเคดโดยใช้เมล็ดโรยเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 50-80 เซนติเมตร ไม่ควรหว่านเมล็ดเพราะจะเข้าไปกำจัดวัชพืชไม่ได้ ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่

- เมล็ดถั่วคาวาลเคดมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ถ้าในดินมีความชื้นเพียงพอเมล็ดจะงอกสม่ำเสมอ เมื่อต้นถั่วเริ่มแตกเป็นใบจริง ต้องรีบกำจัดวัชพืช โดยใช้จอบถากทำความสะอาดระหว่างแถวการกำจัดวัชพืชสม่ำเสมอ จะทำให้ต้นถั่วเจริญเติบโตดี เมื่อใบถั่วแผ่ปกคลุมพื้นที่จะคลุมไม่ให้วัชพืชขึ้นได้อีก ถั่วที่ตัดได้จะมีคุณภาพดี ไม่มีวัชพืชปะปน

- หลังการกำจัดวัชพืชทุกครั้ง ควรใส่ปุยเคมีสูตร 15-15-15 อัตราครั้งละ 10 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต

2.1 การเก็บเกี่ยวและผลิตถั่วคาวาลเคดแห้ง

ผลผลิตต้นถั่วคาวาลเคด ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน การกำหนดช่วงเวลาปลูกช่วงเวลาเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บเกี่ยว ถั่วคาวาลเคดสามารถใช้ประโยชน์ได้ปีเดียว หากมีการดูแลรักษาแปลงอย่างดีสามารถตัดครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 60-90 วัน ครั้งต่อไปตัดทุก ๆ 45-60 วัน หรือสังเกตว่าในส่วนล่างถั่วได้เริ่มเหลือง การปลูกถั่วคาวาลเคดแต่ละรุ่นจึงเก็บเกี่ยวต้นถั่วได้ไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง และอาจมากถึง 4 ครั้ง (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542) วิธีการตัด โดยตัดให้สูงจากพื้นดิน 10-20 เซนติเมตร โดยใช้วิธีเคียวเกี่ยว หรือใช้มีดหวด หรือใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่ เมื่อเก็บเกี่ยวต้นถั่วอายุ 90-120 วัน จะได้ผลผลิตถั่วคาวาลเคดแห้งตั้งแต่ 300-600 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นถั่วอายุ 150 วัน จะมีผลผลิต 400-1,400 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ถ้าถั่วอายุน้อยจะมีคุณภาพสูง ถั่วแห้งที่ผลิต โดยตัดเกี่ยวถั่วอายุ 90-120 วัน มีโปรตีนหยาบประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์วัตแห้ง (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542) สอดคล้องกับ สมศักดิ์ และคณะ (2544) รายงานว่า การผลิตถั่วแห้งควรดำเนินการตัดที่อายุหลังปลูก 90 วัน เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด (1,697 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมาคือตัดที่อายุ 60+60 (ตัด 2 ครั้ง) และอายุ 60 วัน (ได้ผลผลิตเท่ากับ 1,629

และ 1,093 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) นอกจากนั้นการตัดเกี่ยวต้นถั่วอาจทำได้ 2-4 ครั้งต่อฤดูปลูกถ้าปริมาณน้ำฝนเพียงพอ การปล่อยให้ต้นถั่วอายุการเจริญเติบโตจนอายุ 150 วันไม่เป็นผลดีนัก เพราะบริเวณใบถั่วที่หนาแน่นจะทับถมกันใบถั่วของล่างจะร่วงจากเถา เน่าเปื่อย เกิดเชื้อรา บางแห่งใบถั่วยุบแห้งเป็นบริเวณกว้างเก็บเกี่ยวไม่ได้ (ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และคณะ, 2542)

2.2 ปัญหาและข้อควรระวังในการผลิตถั่วคาวาลเคดแห้ง

- ต้องเคร่งครัดการกำจัดวัชพืช ไม่ให้ขึ้นปะปน เพราะจะทำให้ถั่วแห้งคุณภาพต่ำ

- ต้องกำหนดปลูกถั่วให้พอดี โดยให้ต้นถั่วมีอายุไม่น้อยกว่า 90 วัน ก่อนฝนทิ้งช่วงและตัดเกี่ยวต้นถั่วช่วงที่มีฝนน้อยที่สุด

- สำหรับพื้นที่เขตชลประทาน การให้น้ำในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ทำให้ถั่วคาวาลเคดเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมากขึ้น

- ควรตัดถั่วในช่วงที่ความชื้นในดินต่ำ เช่น เดือนพฤศจิกายน- ธันวาคม ระหว่างที่ตากถั่วให้กลับกองวันละ 2-3 ครั้ง ถ้าดินมีความชื้นสูงมาก ควรนำถั่วไปตากบนลาน

- ก่อนอัดถั่วเป็นฟ่อน ต้องแน่ใจว่าถั่วแห้งสนิทจริงๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อรา หลังจากอัดฟ่อนแล้ว ให้นำฟ่อนถั่วมาวางเรียงในที่ร่ม 5-7 วัน ลดความชื้นในฟ่อนถั่ว หลังจากนั้นจึงนำเข้าเรียงเก็บในโรงสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์

ภาพที่ ก.1 แปลงปลูกถั่วคาวาลเคด และการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ ก.2 การตากถั่วคาวาลเคด

ภาคผนวก ข

วิธีการดำเนินงานทางห้องปฏิบัติการ

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

ทำการวัดค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดด้วยวิธี Direct conensation method ยูเรียในซีรัมทำปฏิกิริยากับ 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 Spectophotometer

สารเคมี

1. Stock ferric chloride-phosphoric acid reagent

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

2. Acid reagent

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

3. Color reagent

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

4. Stock BUN standard ความเข้มข้น 100 มก%

ละลาย Urea จำนวน 214.2 มก. ใน 0.1 N HCl ปรับให้ได้ 100 มล. เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C

5. Working BUN standard

ละลาย Stock BUN standard ด้วย 0.1 N HCl ให้ได้ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 มก% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C

วิธีการ

1. ดูดซีรัม หรือ BUN standard (10, 20, 30 และ 40 มก%) หรือ น้ำกลั่น ปริมาตร 20 มล. ลงในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 16x125 มม.

2. เติมสาร Color reagent ปริมาตร 3.0 มล. ผสมให้เข้ากัน

3. เติม สาร Acid reagent ปริมาตร 2.0 มล. ผสมให้เข้ากัน ปิดฝาให้สนิท

4. ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมาแช่ในน้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที

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

ตารางที่ ก.1 วิธีการวิเคราะห์ยูเรียไนโตรเจนในเลือด

สารที่เติม	**Blank**	**Standard**	**Unknown**
น้ำกลั่น (ไมโครลิตร)	20	-	-
Standard (ไมโครลิตร)	-	20	-
Unknown (ไมโครลิตร)	-	-	20
Color reagent (มล.)	3.0	3.0	3.0
Acid reagent (มล.)	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. ยูเรียในซีรัมมีความคงตัวที่อุณหภูมิห้องได้นานอย่างน้อย 1 วัน ถ้าไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จะอยู่ได้หลายวัน และถ้าต่ำกว่า 0°C จะอยู่ได้นาน 5 เดือน

6. ซีรัมที่มีฮีโมโกลบิน 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 มก. ต้องชั่ง ยูเรีย 60 มก. ดังนั้นถ้าต้องการยูเรีย 100 มก. ต้องชั่งยูเรียเท่ากับ (60 x 100) x (1/28) = 214.2 มก.

ประวัติผู้เขียน

นางสาววันวิสา หาระโคตร เกิดวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2526 และสำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านสีสุกห้วยโมง ตำบลท่าศิลา อำเภอส่องดาว จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ตำบาลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร และสำเร็จการศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตำบลสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร จากนั้นได้เข้ารับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สาขาสัตวศาสตร์ และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2548 ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท วิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ แพงคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา