รหัสโครงการ SUT3-305-50-36-07

รายงานการวิจัย

การใช้ประโยชน์พืชโปรตีนอาหารสัตว์ในท้องถิ่นในการปรับปรุงสูตรอาหารแพะเนื้อ และการหมุนเวียนโภชนะโดยการสร้างระบบกำจัดของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์

(Utilization of Local Protein Foliages to Improve Goat Feeds, and Nutrients Recycling Using Constructed Wetlands for Livestock Waste Management)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-305-50-36-07

รายงานการวิจัย

การใช้ประโยชน์พืชโปรตีนอาหารสัตว์ในท้องถิ่นในการปรับปรุงสูตรอาหารแพะเนื้อ และการหมุนเวียนโภชนะโดยการสร้างระบบกำจัดของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์

(Utilization of Local Protein Foliages to Improve Goat Feeds, and Nutrients Recycling Using Constructed Wetlands for Livestock Waste Management)

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ แพงคำ

สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณประจำปี 2550

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กุมภาพันธ์ 2553

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ 2550 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. พงษ์ชาญ ณ ลำปางและ รองศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F3) และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้การสนับสนุนในด้านวัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลายฝ่าย ทั้งคณาจารย์สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ มทส. ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ โอกาสนี้ ที่ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ แพงคำ)

หัวหน้าโครงการ

มกราคม 2553

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตแพะเนื้อ การวิจัยประกอบด้วย 4 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความสามารถในการย่อยได้ในรูเมนและลำไส้เล็กของธูปฤาษี ถั่วไมยรา ปอ และใบมันสำปะหลัง ในแพะเจาะกระเพาะและศึกษาการย่อยได้ในลำไส้เล็กโดยเทคนิค three step ผลการทดลองพบว่า ค่าการย่อยได้คิดเป็นสัดส่วนในรูเมนและลำไส้เล็กของใบมันสำปะหลัง ใบรวมต้นปอ และถั่วไมยรา มีค่าสูงกว่าธูปฤาษีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การทดลองที่ 2 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบกันระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมักและคาวาลเคดแห้ง โดยใช้แพะลูกผสมแองโกลนูเบี้ยน x พื้นเมือง จำนวน 8 ตัว เพศผู้ 4 ตัว เพศเมีย 4 ตัว ทำการศึกษาแบบ ดับเบิ้ล 4x4 ลาตินสแควร์ สัตว์ทุกตัวจะได้รับอาหารครบทั้ง 4 สูตร คือ อาหารทดลองแบบที่ 1 หญ้าแพงโกล่าแห้งอย่างเดียว อาหารทดลองแบบที่ 2 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น อาหารทดลองแบบที่ 3 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก อาหารทดลองแบบที่ 4 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลแห้ง จากการศึกษาพบว่า การกินได้ของวัตถุแห้ง ค่าการย่อยได้ของโภชนะ และกรดไขมันที่ระเหยได้รวม แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดหมัก และถั่วคาวาลเคดแห้ง 1%ของน้ำหนักตัว สามารถทำให้แพะดำรงชีพอยู่ได้ และสามารถลดการใช้อาหารข้นลงได้

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้น ด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง ใช้แพะเนื้อลูกผสมแองโกลนูเบี้ยน × พื้นเมือง เพศผู้จำนวน 18 ตัว ถูกจัดเข้าแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design เพื่อศึกษาผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง ต่อปริมาณการกินได้ ค่าการย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและต้นทุนการผลิต โดยมีทรีทเมนต์งานทดลอง คือ ระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดที่ระดับ 0, 25, และ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การกินได้อาหารหยาบมีค่า 2.1, 1.9 และ 2.0 %BW ที่ระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดที่ 0, 25, และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้อาหารหยาบ และปริมาณการกินได้ทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าการย่อยได้วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีน NDF และ ADF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนียไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 9.1, 8.2 และ 7.6 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ที่ระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดที่ 0, 25, และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ($p>0.05$) ต้นทุนกรผลิตค่าอาหารต่อกิโลกรัม พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.56, 3.11 และ 2.89 บาท ที่ระดับการ

ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดที่ 0, 25, และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากข้อมูลการทดลองครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า ถั่วคาวาลเคดสามารถทดแทนกากถั่วเหลือง โดยไม่มีผลต่อ ปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน แต่ทำให้ต้นทุนทั้งหมดมีค่าต่ำสุดที่ระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ สัตว์ทดลอง คือ แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองและแองโกลนูเบียน จำนวน 8 ตัว เพศเมีย 4 ตัว เพศผู้ 4 ตัว (อายุเฉลี่ยประมาณ 7-8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 20±5.0 กิโลกรัม) ตามแผนการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW) และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก ($g/kgBW^{0.75}$) เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.01$) ตามระดับของกระถินป่นที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณการกินได้ทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง, อินทรียวัตถุ และ neutral detergent fiber (NDF) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่การย่อยได้ของโปรตีนหยาบ เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratically, $p<0.01$) และการย่อยได้ของ acid detergent fiber (ADF) ลดลงแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.05$) เมื่อระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มสูงขึ้น ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (NH_3-N) และค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratically, $p<0.05$) หลังจากการให้อาหาร 6 ชั่วโมง ส่วนปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน, ปริมาณการดูดซึมไนโตรเจน และการกักเก็บไนโตรเจนที่ร่างกาย เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratically, $p<0.01$ และ $p<0.05$) เช่นเดียวกันกับความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม (TVFA) พบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratically, $p<0.05$) เมื่อระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตของแพะเนื้อ

คำสำคัญ: ธูปฤาษี ถั่วไมยรา ปอ ถั่วคาวาเคต กระถิน แพะเนื้อ

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the effects of supplementation of local feed resources to improve prodictive performance of meat goats. This research includes 4 experiments.

Experiment 1: Study the effect of ruminal and intestinal digestibility using nylon bag and three step techniques in permanent rumen fistulated goats. The results showed that ruminal and intestinal digestibility of cassava leaves, kenaf foliage, *Desmanthus virgatus* were significantly higher (p<0.05) that that of ………

Experiment 2: The second experiment was aimed to studying the effects of the proportions of roughage and cavalcade silage or cavalcade hay. Eight goats, 4 male and 4 female Anglo-Nubian × Native were assigned into double 4x4 latin square design. Allotted to receive one of four dietary treatment; 1) pangola hay, 2) pangola hay : concentrate, 3) pangola hay : cavalcade silage and 4) pangola hay : cavalcade hay. The results showed that feed intake, digestibility nutrient and volatile fatty acid were not significant (p>0.05) among thretments.

Experiment 3: To investigate the effects of substitution of protein in concentrate by cavalcade hay. Eighteen male crossbred (Anglonubian × Native) were assigned to vestigte in effect of substitution of soybean meal (SBM) by dried cavalcade hay (DCH) on feed intake, nutrient digestibility, rumen fermentation and economical return. The treatments were level of substitution of protein from SBM by DCH at 0, 25 and 50% in Randomized complete block design. At the end of experiment, it was found that roughage intake was 2.1, 1.9 and 2.0 %BW in level of substitution of SBM by DCH of 0, 25 and 50% respectively (p>0.05). Concentrate and total intakes were not significantly differ (p>0.05). Digestibilities of dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber were not significantly differ (p>0.05). Rumen pH was not significantly differ (p>0.05). Concentration of ammonia nitrogen in rumen were 9.1, 8.2 and 7.6mg% in level of substitution of SBM by DCH at 0, 25 and 50% significantly differ (P>0.05). Total costs of feed when expresied as Bath per kilogram were 3.56, 3.11 and 2.89 in level of substitution of SBM by DCH at 0, 25 and 50% significantly. From the experimental data, it can conclude that dried cavalcade hay can replace soybean meal with at any effect on feed intake nutrient digestibility and rumen fermentation, moreover total cost is lowest when substitution of SMB by DCH at 50%.

The fourth experiment was aimed to studying the effects of replacement of soybean meal with leucaena leaves meal in goat diets. Eight goats of 7-8 months an averaged live weight of 20±5.0 kg were used in Double 4x4 Latin square design. The treatments were the four levels leucaena replacement for soybean meal in concentrate at 0, 25, 50 and 75%. The results showed that roughage intake (%BW) and (g/kgBW$^{0.75}$) increased linearly ($p<0.01$) with the increasing levels of leucaena leaves meal, while total intakes were not significant ($p>0.05$). Dry matter, organic matter and neutral detergent fiber digestibility were not significant ($p>0.05$) among tretments. However, digestibility of crude protein increased quadratically ($p<0.01$), while acid detergent fiber digestibility decreased linearly ($p<0.05$) with the increasing levels of leucaena leaves meal. The ruminal NH_3-N and blood urea nitrogen were not significant ($p>0.05$). Ruminal pH increased quadratically ($p<0.05$) after feeding six hour while nitrogen intake increased quadratically ($p<0.01$). Nitrogen absorption and nitrogen retention increased quadratically ($p<0.01$), similarly to total volatile fatty acids increased quadratically ($p<0.05$) with the increasing levels of leucaena leaves meal. It could be concluded that leucaena leaves meal could replaced 25% of soybean meal in the diet without any negative effect on productive performances in meat goats.

Keywords: *Desmanthus virgatus*, cassava, kenaf, leucaena, goat

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ…………………………………………………………………..	ก
บทคัดย่อ………………………………………………………..……………..…..	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……………………………………..…………….…..	ค
สารบัญ ………………………………………………………..……….….….	ง
สารบัญตาราง…………………….………………………………..……………	ฉ
สารบัญภาพ………………………..…………………………..…………..…….	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาการวิจัย…………………….……………	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย…………………..……………………………	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย…………………..……………………………………..	2
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น…………………..……………………………………	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย …………………..………………………	3
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	
2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล..	
2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล...	
2.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล...	
บทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
3.1 ผลการทดลอง………………………………………………………….	
3.2 อภิปรายผล...	
บทที่ 4 บทสรุป	
4.1 สรุปผลการวิจัย...	
4.2 ข้อเสนอแนะ..	
บรรณานุกรม...	
ภาคผนวก	
ประวัติผู้วิจัย...	

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันการเลี้ยงแพะมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ปริมาณการผลิตแพะในโลกปี 2547 ประมาณ 800 ล้านตัว โดยกว่า 30% ของจำนวนนี้ผลิตในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (FAO, 2004) ในประเทศไทยส่วนใหญ่ผลิตทางภาคใต้ เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นชาวมุสลิม และในปัจจุบันการบริโภคเนื้อแพะและนมแพะไม่ได้จำกัดเฉพาะชาวมุสลิมและในบางฤดูกาลต้องมีการสั่งเข้าจากต่างประเทศเนื่องจากการผลิตไม่เพียงพอ เนื่องจากแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก มีระบบการย่อยและการกินอาหารคล้ายกับโค สามารถกินหญ้าฟางและเศษเหลือจากไร่นา แล้วเปลี่ยนเป็นเนื้อ นม เท่ากับว่าการเลี้ยงแพะจะมีต้นทุนอาหารที่ใช้เลี้ยงในราคาถูก สัดส่วนการกินอาหารของแพะเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวก็ใกล้เคียงกับสัดส่วนการกินอาหารของโค แต่เนื่องจากแพะมีขนาดตัวที่เล็กกว่า จึงกินอาหารในปริมาณน้อยกว่าและใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรรายย่อย มีร้านอาหารจำนวนมากเริ่มมีการนำเนื้อแพะมาปรุงอาหาร รวมทั้งภัตตาคารขนาดกลาง และขนาดใหญ่ สันนิษฐานว่ามีการนำแพะเข้ามาจากประเทศแถบเอเชียด้วยกัน เช่น อินเดีย ปากีสถาน และมาเลเซีย เป็นต้น เนื่องจากมีการนำแพะเข้ามาเลี้ยงเป็นเวลานานทำให้แพะดังกล่าวกลายเป็นแพะพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะแตกต่างกันไป และมีบางส่วนมีการผสมกับพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์แพะจากต่างประเทศที่มีการนำเข้ามาเลี้ยงในไทย

กรมปศุสัตว์(2545) รายงานว่า จำนวนแพะที่เลี้ยงในประเทศไทยปี 2543 มี 144227 ตัว สถิติช่วงปี พ.ศ. 2540-2543 มีแนวโน้มว่าเพิ่มขึ้นทุกปี ดังรูป 1.1 และตาราง 1.4 แสดงให้เห็นว่านอกจากภาคใต้จะมีแพะมากถึงร้อยละ 73 ของแพะทั้งประเทศแล้ว จังหวัดที่เลี้ยงแพะระดับแนวหน้าก็อยู่ในภาคใต้เกือบทั้งหมด ต่างจากจำนวนแกะ ซึ่งจังหวัดที่มีมากสิบลำดับแรกอยู่ในภาคกลางหลายจังหวัด จังหวัดที่มีจำนวนแพะ-แกะ มากเป็นอันดับ1 และ 2 คือ ปัตตานี และยะลา ตามลำดับ ส่วนจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการเลี้ยงแพะ-แกะน้อยมาก แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีศักยภาพสูง ในการเปลี่ยนเศษเหลือทางการเกษตรเป็นผลิตผลที่มีคุณภาพดี เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย รวมทั้งสามารถผลิตในระบบขนาดใหญ่ได้ เนื่องจากแพะเป็นสัตว์เลี้ยงง่าย ไม่ยุ่งยากในการจัดการ แพะสามารถกินอาหารได้หลากหลาย และกินไม่มาก โดยกินผลพลอยได้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรม เช่น ฟางข้าง หญ้า ต้นข้าวโพด เปลือกสับปะรด เป็นต้น หรือแม้กระทั่งพืชใบเลี้ยงคู่ที่ สัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่ไม่นิยมกิน เช่น ใบขนุน ใบกระถินเทพา ใบพุทรา เป็นต้น แต่เป็นพืชที่แพะชอบกิน ดังนั้นจากการที่แพะสามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิด จึงมีหลากหลายวิธีในการลดต้นทุนค่าอาหารได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้การเลี้ยงแพะยังใช้เนื้อที่น้อยกว่า และขนาดของโรงเรือนเล็กกว่า ต้นทุน

เริ่มต้นในการประกอบกิจการจึงต่ำกว่า เนื่องจากแพะมีระยะเวลาในการตั้งท้องสั้นกว่า และโอกาสในการเกิดลูกแฝดสูงกว่าจึงสามารถขยายขนาดของฟาร์มได้เร็วกว่า รวมถึงการจัดการกำจัดของเสียทำได้ง่าย เนื่องจากแพะขับถ่ายมูลเป็นเม็ด ดังนั้นโอกาสในการส่งเสริมการเลี้ยงจึงมีความเป็นไปได้สูงทั้งสำหรับเกษตรกรรายย่อย ขนาดกลาง หรือในระบบเกษตรผสมผสาน ฟาร์มเกษตรอินทรีย์ ฟาร์มเกษตรแบบยั่งยืน หรือการผลิตเนื้อแพะคุณภาพดีเพื่อการส่งออก

การใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต และยังสะดวกไม่ยุ่งยากต่อผู้เลี้ยง อย่างไรก็ตามอาหารสัตว์ในเขตร้อนโดยทั่วไปจะมีคุณภาพต่ำ รวมทั้งผลพลอยได้ทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟางข้าว ทำให้ผู้เลี้ยงแพะมีการเสริมอาหารข้นในปริมาณที่สูงซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตาม ดังนั้นทางออกที่เป็นไปได้ในการลดต้นทุนการผลิตคือการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีมากในท้องถิ่น หรือการปรับปรุงคุณภาพก่อน Leng (1999) ได้แนะนำกลยุทธ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมขึ้นอยู่กับการนำใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ภายในท้องถิ่น และเกษตรกรรายย่อยสามารถนำมาใช้ได้ ดังนั้นกลยุทธ์ในการปรับเปลี่ยนนิเวศวิทยารูเมนจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เช่น การนำใช้สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ (non-protein nitrogen, NPN) ร่วมกับคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้เร็วและโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในรูเมน (rumen by-pass protein) การเพิ่มระดับความเข้มข้นและปรับสมดุลของแร่ธาตุ ตลอดจนการสังเคราะห์ VFAs เพื่อเป็นการเพิ่มสัดส่วนของโปรตีนต่อพลังงาน (P/E ratio) ในระดับที่เหมาะสม ทั้งนี้คำนึงถึงผลผลิตและคุณภาพและความปลอดภัยของการบริโภคผลผลิตเป็นหลัก

ในปัจจุบันกรมปศุสัตว์และหน่วยงานภาครัฐบาลได้มีนโยบายการส่งเสริมการเลี้ยงแพะเนื้อและแพะนม โดยเริ่มดำเนินการในปี 2548 เป็นต้นไป จากโครงการดังกล่าวจะทำให้มีเกษตรกรจำนวนมาก หันมาประกอบอาชีพการเลี้ยงแพะเนื้อและแพะนมจำนวนมาก และยังมีนโยบายให้มีการใช้มันสำปะหลัง ปอ หรือพืชอหารหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องเข้ามาเสริมในอาหารเพื่อเลี้ยงหรือเพื่อขุนแพะเนื้อ ทั้งนี้เป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิต และยังสามารถแก้ปัญหาราคามันสำปะหลังตกต่ำ อย่างไรก็ตามงานวิจัยในประเทศในการใช้มันสำปะหลังยังกระจัดกระจาย และไม่มากเพียงพอที่จะส่งเสริม ให้เกษตรกรนำไปใช้อย่างประโยชน์ เนื่องจากเกษตรกรใช้แหล่งอาหารหยาบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการสนับสนุนนโยบายของรัฐบาล และให้เกษตรกรสามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องแพะเนื้อ เป็นการเตรียมความพร้อมให้เกษตรกร ทั้งนี้ทั้งนั้นเนื่องจากแพะพื้นเมืองเริ่มได้รับความนิยมเลี้ยงกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะจังหวัดนครราชสีมาที่มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบสูง และเนื้อสัตว์โดยเฉพาะเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์นมที่ได้แพะราคาค่อนข้างดีและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ระบบการเลี้ยงของเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นแบบปล่อยเลี้ยงตามมีตามเกิดทำให้แพะเนื้อเติบโตอย่างช้าๆ ซึ่งต้องใช้เวลานานกว่าที่จะขายได้ ในขณะที่เกษตรกรเองก็ปลูกมันสำปะหลังและข้าวโพดเป็นจำนวนมาก และขายได้ในราคาต่ำ ดังนั้น

หากเกษตรกรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์นอกจากช่วยแก้ปัญหาเรื่องราคาผลผลิตพืชแล้วยังช่วยเพิ่มมูลค่าโดยเปลี่ยนมาเป็นผลผลิตจากสัตว์ที่มีราคาที่ดีกว่า

พืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมันสำปะหลัง ปอ โดยในแต่ละปีมีผลผลิตมันสำปะหลัง ออกมามากทำให้เกษตรกรขายได้ในราคาต่ำ โดยมีการปลูกทั้งประเทศประมาณ 6 ล้านไร่ ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่อันดับที่ 3 รองจากบราซิลและไนจีเรีย หัวมันสดของไทยที่ผลิตได้ถูกแปรรูปเป็นมันเส้น (cassava chips), มันอัดเม็ด (cassava pellets) และแป้งมัน (cassava starch) และส่งออกไปขายยังกลุ่ม ประเทศสหภาพยุโรป และเอเชียในบางประเทศ ซึ่งประเทศเหล่านี้ส่วนใหญ่นำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ในขณะที่ประเทศไทยกลับนำไปใช้เลี้ยงสัตว์เพียงจำนวนน้อยเท่านั้น ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากหลายๆ ปัจจัย เช่น ไม่ทราบถึงวิธีการนำมาใช้ นำไปเปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารอื่นที่มีคุณภาพดีกว่า ขาดความรู้ทางด้านวิชาการ เป็นต้น อย่างไรก็ตามก็ได้มีนักวิจัยจำนวนหนึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง และผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยสามารถใช้ได้ในสัตว์หลายชนิด เช่น โคเนื้อ โคนม แพะ แกะ สุกร เป็ด ไก่ และปลา (ฉลอง และคณะ, 2542; จีรชัย และคณะ, 2542) แต่สำหรับการใช้ในวงกว้างทั่วๆ ไปยังการใช้เพียงปริมาณน้อยเท่านั้น จึงมีความจำเป็นยิ่งที่จะส่งเสริมให้เกิดการใช้เพิ่มขึ้น เพื่อพยุงราคามันสำปะหลัง และเพิ่มมูลค่ากับผลผลิตจากการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์

มันสำปะหลัง ปอ หรือหญ้าที่เป็นพืชอาหารสัตว์สามารถนำมาใช้ร่วมกับยูเรีย และปรับรสชาติด้วยกากน้ำตาล พบว่าได้ผลดีในโคเพศผู้ตอน (Lasada and Alderate, 1977) มันสำปะหลังยังสามารถใช้ในการทดแทนข้าวโพดซึ่ง Vearasilp and Mikkled (2001) ใช้ทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100% พบว่าที่ระดับการทดแทน 50% ให้ผลกระทบต่อการให้ผลผลิตในโคเนื้อ สอดคล้องกับรายงานของ Van Eys et al. (1987) ที่พบว่าสามารถทดแทนได้ 40 - 50% ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ากากมันสามารถใช้ทดแทนอาหารแหล่งพลังงานราคาแพง เช่น ข้าวโพดได้ไม่น้อยกกว่า 40 %

จากการศึกษาผลงานวิจัยทางวิชาการต่างๆ พบว่าการนำมันสำปะหลังมาใช้ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง หากเป็นหัวมันต้องสับและตากให้แห้งเนื่องจากในหัวมันสดมีสารพิษคือกรดไฮโดรไซยานิคสูงที่อาจจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ได้ อย่างไรก็ตามหากตากให้แห้งสารดังกล่าวจะเหลือเพียงจำนวนน้อยเท่านั้น (Wanapat et al., 2000) สามารถใช้มันเส้นในสูตรอาหารโคขุนตั้งแต่ 39 – 47 % โดยไม่มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตและหากใช้ในระดับที่สูงขึ้นยังทำให้ต้นทุนค่าอาหารลดลง ส่วนในอาหารโคนม Sommart et al. (2000) รายงานว่าสามารถใช้มันเส้นในสูตรอาหารข้นได้ถึง 40.5 % โดยใช้ร่วมกับฟางข้าวและไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของน้ำนม ฉลอง และคณะ (2542) ยังรายงานว่าสามารถใช้มันเส้นในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จำพวกโคนมได้ถึง 55 % นอกจากนี้ จีรชัย และคณะ (2542) ยังพบว่ามันสำปะหลังสามารถใช้ทดแทนข้าวโพดได้ และยังทำให้ต้นทุนลดลงมีผลตอบแทนสูงขึ้น การศึกษาของ แจ่มจันทร์ (2546) ในการใช้มันสำปะหลังระดับสูงในอาหารโค

ขุน การศึกษาพบว่าสามารถใช้มันสำปะหลังในระดับสูง 39 – 46 % และกลุ่มที่เสริมในระดับสูงยังทำให้ได้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่สูงกว่า

นอกจากนี้ปัญหาหลักของการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อนที่สำคัญอีกอย่าง ได้แก่ ความสามารถในการย่อยอาหารได้ต่ำ รวมทั้งปริมาณการกินได้ของอาหารต่ำอันเนื่องมาจากคุณภาพของอาหารหยาบต่ำ ทำให้สัตว์ได้รับโปรตีนหรือไนโตรเจนและพลังงานไม่เพียงพอกับความต้องการ ทำให้มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ดังนั้นในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อนจึงมีความจำเป็นต้องมีการเสริมแหล่งอาหารโปรตีนและพลังงานเพื่อให้จุลินทรีย์ ในรูเมนได้รับสารอาหารเหล่านี้ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเมทธาโบลิซึม และได้ผลผลิตสุดท้าย (end-products) ได้แก่ กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acids, VFAs) รวมทั้งตัวของ
จุลินทรีย์เองก็เป็นแหล่งที่ดีของโปรตีน ซึ่งตัวสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ และสร้างเป็นผลผลิตต่อไป แนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบในฤดูแล้ง ซึ่งไม่สามารถหาหญ้าสดได้ หากเกษตรกรมีพื้นที่ปลูกหญ้าขนาดใหญ่สามารถถนอมอาหารโดยการทำเป็นหญ้าหมักและเก็บไว้ใช้ในฤดูแล้งได้ นอกจากนี้ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก จึงสามารถหาฟางข้าวได้ง่าย อย่างไรก็ตามฟางข้าวประกอบด้วยโปรตีนเพียง 1-2 % เท่านั้น และมีความน่ากินต่ำ มีความฟ่ามสูง ดังนั้นในการใช้ฟางข้าวในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงควรจะเพิ่มคุณค่าโดยการหมักด้วยยูเรียก่อน ซึ่งสามารถเพิ่มการกินได้ การย่อยได้ และการให้ผลผลิต (Wanapat et al., 2000) นอกจากนี้การปรับสมดุลของไนโตรเจนและพลังงานยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิต (Tamminga, 1996; Moss and Givens, 2002) และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ด้วย (Kebreab et al., 2002)

การนำมันสำปะหลัง ปอ หรือพืชอาหารสัตว์บางชนิดมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ สามารถลดต้นทุนการผลิตได้โดยใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารแหล่งพลังงานที่มีราคาแพงกว่า เช่นข้าวโพด ปลายข้าว หรือพลังงานจากแหล่งอื่น การนำมาใช้อย่างถูกต้องยังสามารถทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น โดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารปฏิชีวนะ เป็นการผลิตอาหารสัตว์ที่ปลอดภัย (animal food safety) ซึ่งเป็นนโยบายที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเพื่อผู้บริโภคปลอดภัยและส่งขายไปยังต่างประเทศได้ ดังนั้นในการใช้มันสำปะหลัง ปอ หญ้าชนิดที่ส่วนใหญ่ใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ในอาหารแพะเนื้อ-แพะนม จะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต การแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบในฤดูแล้ง และปรับปรุงมาตรฐานฟาร์มในระดับที่สูงขึ้นและผ่านการประเมินจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เน้นให้สัตว์ได้รับโภชนะที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน และยังสามารถลดต้นทุนโดยการใช้หรือเสริมวัตถุดิบที่มีราคาถูกและมีมากในท้องถิ่น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีและเป็นเทคโนโลยีที่สามารถถ่ายทอดไปสู่สู่ชุมชน ได้อย่างทันท่วงที โดยเฉพาะเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อในเขตจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดใกล้เคียง ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง รวมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้

ประโยชน์ผลผลิตและผลพลอยได้ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้เป็นอาหารแพะเนื้อ-แพะนม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

บทที่ 2
วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ปัญหาหลักของการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อน คือความสามารถในการย่อยอาหารได้ต่ำ รวมทั้งปริมาณการกินได้ของอาหารต่ำอันเนื่องมาจากคุณภาพของอาหารหยาบต่ำ ทำให้สัตว์ได้รับโปรตีนหรือไนโตรเจนและพลังงานไม่เพียงพอกับความต้องการทำให้มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต ดังนั้นในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อนจึงมีความจำเป็นต้องมีการเสริมแหล่งอาหารโปรตีนและพลังงานเพื่อให้จุลินทรีย์ ในรูเมนได้รับสารอาหารเหล่านี้ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเมทธาโบลิซึม และได้ผลผลิตสุดท้าย (end-products) ได้แก่ กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acids, VFAs) รวมทั้งตัวของจุลินทรีย์เองก็เป็นแหล่งที่ดีของโปรตีน ซึ่งตัวสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์และสร้างเป็นผลผลิตต่อไป นอกจากนี้การปรับสมดุลของไนโตรเจนและพลังงานยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิต (Tamminga, 1996, Moss and Givens, 2002) และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ด้วย (Kebreab et al., 2002) ขณะเดียวกันการเสริมอาหารข้นแหล่งโปรตีนและพลังงาน จะต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วยเช่นกัน การนำวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ในการประกอบอาหารสัตว์ จึงเป็นทางออกที่ดีในการลดต้นทุนค่าอาหาร และในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดยังมีคุณลักษณะพิเศษอื่นๆ เช่น ในกากธัญพืชจะพบโปรตีนส่วนที่เรียกว่า โปรตีนไหลผ่าน (by-pass protein) คือมีคุณสมบัติในการป้องกันการย่อยได้ของโปรตีนในรูเมน (rumen by-pass protein) และเมื่อสารประกอบดังกล่าวผ่านไปที่กระเพาะส่วนอะโบมาซัม (abomasums) และลำไส้เล็ก โปรตีนดังกล่าวจะถูกย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ การเสริมโปรตีนไหลผ่านสามารถเพิ่มกรดอะมิโนที่สัตว์ได้รับ และยังสามารถ ลดการขับไนโตรเจนที่ออกมากับมูลและปัสสาวะ ซึ่งสามารถลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ด้วย (Tamminga, 1996, Moss and Givens, 2002, Kebreab et al., 2002) ในการทดสอบโปรตีนไหลผ่านสามารถทดสอบโดยการนำอาหารใส่ในถุงไนลอน (nylon bag technique) เพื่อวัดการย่อยได้ในสัตว์เจาะกระเพาะ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ควรจะนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและยังเป็นวิธีที่สามารถทดสอบโปรตีนชนิดอื่นๆ ในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แหล่งของอาหารที่มีโปรตีนไหลผ่านสูง ส่วนใหญ่ได้มาจากกากเมล็ดธัญพืช หรือเมล็ดพืชน้ำมันที่บีบเอาน้ำมันออก โดยระดับของโปรตีนไหลผ่านจะสูงขึ้นหากผ่านกระบวนการที่ผ่านความร้อน (Schwab, 1995) ส่วน Irshaid et al. (2003) และ Titi (2003) ได้ศึกษาการใช้กากเมล็ดทานตะวันทดแทนแหล่งอาหารคุณภาพดีคือกากถั่วเหลือง ในอาหารแพะเนื้อและแพะนม พบว่าสามารถทดแทนกันได้ทั้งหมด โดยไม่ทำให้ผลผลิตลดลงแต่อย่างใด นอกจากนี้กากเมล็ดทานตะวันยังประกอบด้วยกรดอมิโนเมทไธโอนีนที่สูงกว่ากากถั่วเหลือง (Villamide and San Juan, 1998) โปรตีน

ไหลผ่านยังได้จากกากเมล็ดฝ้าย ซึ่งใช้ได้ผลดีในอาหารโคนม (Paengkoum et al., 2002) และในอาหารแพะรุ่น (Soto-Navarro et al., 2003) ส่วนกากเบียร์แห้งก็สามารถใช้เป็นแหล่งของโปรตีนไหลผ่านได้ดีในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Adeneye and Sunmonu, 1994; Chiou et al., 1995) เป็นต้น

มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถเจริญได้ดีในเขตร้อน เป็นไม้พุ่มมีอายุค้างปี อาจสูง 2-3 เมตร ลำต้นตรง ใบมีลักษณะคล้ายฝ่ามือ มีก้านยาว มีรากซึ่งเจริญเป็นหัวลักษณะยาวใหญ่ และมีแป้งสูง ขนาดของรากขึ้นอยู่กับอายุและสภาพแวดล้อม อาจยาวถึง 40 เซนติเมตร และมีน้ำหนักกว่า 5 กิโลกรัม รากมักมีเส้นใยสูงเมื่อมีอายุมากกว่า 12 ถึง 14 เดือน โดยปกติจะเก็บเกี่ยวรากมันในขณะที่มีเส้นใยต่ำ การปลูกควรใช้ท่อนพันธุ์จากต้นยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ควรตัดต้นถอนโคนทิ้งประมาณ 20 เซนติเมตร และตัดส่วนยอดที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 เซนติเมตรทิ้ง ท่อนพันธุ์จะงอกรากตรงข้อที่อยู่ใต้ และจะแตกยอดตาตรงข้อที่อยู่สูงสุด รากจะแตกแขนงได้อย่างดีและหยั่งลึกในผิวดินหลังจาก 2-3 เดือน รากตรงบริเวณต้นจะเริ่มพองตัว และสะสมแป้งและจะเจริญขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วงที่มีความชื้นเพียงพอสำหรับการงอกของรากและยอดในระยะเวลาอันสั้น ท่อนที่ไม่งอกอาจสังเกตได้ภายใน 3 อาทิตย์และควรปลูกซ่อมด้วยท่อนพันธุ์ใหม่ มันสำปะหลังเป็นพืชหัวที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายเกือบทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอีสาน สามารถปลูกได้ง่ายจนได้รับฉายาว่าพืชเทวดา มันสำปะหลังถือเป็นพืชเขตร้อน ถือเป็นแหล่งพลังงานและเป็นวัตถุดิบอาหารชนิดหนึ่งที่เหมาะสมกับการใช้เลี้ยงสัตว์ชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้มาก จนบางครั้งมีปัญหาเรื่องราคา มันสำปะหลังในประเทศไทยมีราคาถูกมาก แต่แทนที่จะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์อย่างแพร่หลายกลับถูกมองข้ามมีการใช้น้อยมาก ซึ่งมันสำปะหลังที่ปลูกส่วนมากจะถูกนำมาทำแป้งมันสำปะหลัง และอัดเม็ดส่งขายต่างประเทศ ดังนั้นเราจึงหันมาใช้มันสำปะหลังในการผสมอาหารสัตว์ ถึงแม้ว่ามันสำปะหลังจะมีข้อด้อยคือ โปรตีนต่ำและมีกรดไฮโดรไซยานิค

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีการสะสมอาหารในส่วนราก โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแป้งเป็นแหล่ง คาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้ง่าย สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารสัตว์ จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะพบว่า แป้งมัน มันเส้น มันอัดเม็ด เปลือกมัน กากมันสำปะหลัง มีระดับของโปรตีนต่ำ แต่มีส่วนของแป้ง หรือพลังงานสูง (เมธา และคณะ, 2538) และนอกจากนี้ เมธา และฉลอง (2533) รายงานว่า จากการนำส่วนของใบมันสำปะหลังไปตากแห้ง พบว่าสามารถใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนสำหรับการเลี้ยงสัตว์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะการใช้ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนะต่าง ๆ ในระดับสูง โดยเฉพาะเป็นแหล่งโปรตีนเสริม มี วัตถุแห้ง (dry matter, DM) 90% และมีโภชนะต่าง ๆ เมื่อคิดเป็นวัตถุแห้ง พบว่า มีโปรตีนที่ย่อยได้ (digestible protein, DP) 18.3% โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrient, TDN) 56% โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) 24.7%

ether extract (EE) 5.9% เยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) 17.3% โภชนะที่ไม่ใช่ไนโตรเจน (nitrogen free extract, NFE) 44.2% เถ้า (Ash) 7.9% แคลเซียม (calcium, Ca) 1.5% ฟอสฟอรัส (phosphorus, P) 0.4% เยื่อใย NDF (neutral detergent fiber) 29.6% และ เยื่อใย ADF (acid detergent fiber) 24.1% และนอกจากนี้ Wanapat et al. (2000a) ศึกษาวิจัยโดยทำการเก็บมันทั้งต้น โดยหักเหนือจากพื้น 15-30 cm ที่อายุประมาณ 3 เดือน นำมาตากแห้งเพื่อผลิตมันเฮย์ (cassava hay, CH) พบว่ามีคุณค่าทางโภชนะสูง และเมื่อเปรียบเทียบกับ alfalfa hay และกากถั่วเหลือง (soybean meal) พบว่ามีส่วนประกอบของกรดอะมิโนในปริมาณที่สูงกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง methionine (Met) isoleucine (Ile) และ lysine (Lys)

พืชโปรตีนอาหารสัตว์ (protein foliage) หลายชนิดเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน และสามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงแพะ โดยพืชเหล่านี้อาจจะเป็นพืชเศรษฐกิจหรือพืชที่ขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่พืชยืนต้น ไม้พุ่ม พืชล้มลุก พืชเลื้อย รวมไปถึงถั่วต่างๆ หลายชนิดของพืชเหล่านี้ประกอบด้วยโปรตีนในระดับสูงและสามารถนำมาเสริมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และพืชหลายชนิดประกอบด้วยโปรตีนที่มีคุณภาพสูงสามารถไหลผ่านรูเมนได้ (rumen by-pass protein) ทั้งนี้เพราะมีสารประกอบแทนนิน-โปรตีน (tannin-protein complex) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง นอกจากนั้นยังมีแร่ธาตุที่สำคัญอยู่สูงด้วย เช่น Ca, P, Mg, K และ ไวตามินต่างๆ เป็นต้น Reed (1995) และ Makkar (2000) รายงานว่าถ้ามี tannin ในพืชอาหารสัตว์ต่ำกว่า 2-4% จะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งมีพืชอาหารสัตว์หลายชนิดที่มี tannins อยู่ในระดับดังกล่าวหากมีการจัดการที่ดี เช่น จากมันเฮย์ (Wanapat, 2001, 2002) หรือจากพืชอาหารสัตว์อื่นๆ เช่น กระถิน ปอ (Paengkoum et al., 2003) อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ของพืชโปรตีนอาหารสัตว์จะถูกจำกัดโดยการที่มีระดับคอนเดนส์แทนนินส์ (condensed tannins) สูงเกินไป (>6% DM) (Reed et al., 1982; Barry and Manley 1984) นอกจากนี้ Wanapat et al. (2001) และ Makkar et al. (1995) พบว่า condensed tannins สามารถเพิ่มการผลิตจุลินทรีย์โปรตีนได้สูงขึ้น แต่กลไกที่เกิดขึ้นยังไม่ทราบเป็นที่แน่นอน ดังนั้นการนำพืชเหล่านี้มาใช้จึงต้องมีการศึกษาอย่างละเอียด ในพืชแต่ละชนิดไป

ในทางโภชนศาสตร์สัตว์ ก็ได้มีการพัฒนาอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ขณะเดียวกันก็ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตเช่นเดียวกัน การนำวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ในการประกอบอาหารสัตว์จึงเป็นทางออกที่ดีในการลดต้นทุนค่าอาหาร และในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดยังมีคุณลักษณะพิเศษอื่นๆ เช่น สารประกอบปลีกย่อย (secondary compounds) เช่น แทนนิน ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีผลเชิงลบต่อสัตว์กระเพาะเดี่ยว คือต่อต้านการย่อยได้หรือการดูดซึมโภชนะไปใช้ประโยชน์ของสัตว์ แต่ในสัตว์เคี้ยวเอื้องกลับพบว่ามีผลในเชิงบวก คือสามารถป้องกันการย่อยได้ของโปรตีนในรูเมน (rumen by-pass protein) และเมื่อสารประกอบดังกล่าวผ่านไปที่กระเพาะส่วนอะโบมาซัม (abomasums) และลำไส้เล็ก สารประกอบ

แทนนิน-โปรตีน จะแตกตัวส่วนที่เป็นโปรตีนถูกย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ส่วนแทนนินจะถูกขับถ่ายออกนอกร่างกาย (Jones and Morgan, 1977)

การนำพืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่นและผลพลอยได้มาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ สามารถลดต้นทุนการผลิตได้โดยใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารแหล่งพลังงานที่มีราคาแพงกว่า เช่นข้าวโพด ปลายข้าว หรือพลังงานจากแหล่งอื่น การนำมาใช้อย่างถูกต้องยังสามารถทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น โดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารปฏิชีวนะ เป็นการผลิตอาหารสัตว์ที่ปลอดภัยซึ่งเป็นนโยบายที่รัฐบาลให้การสนับสนุนเพื่อผู้บริโภคปลอดภัยและส่งขายไปยังต่างประเทศได้

2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 การศึกษาการใช้ประโยชน์ของพืชอาหารสัตว์และผลิตภัณฑ์ ต่อการย่อยได้และกระบวนการหมัก

ใช้แพะเนื้อเจาะกระเพาะแบบถาวร (permanent rumen fistulae) จำนวน 6 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว ปรับอาหารด้วยพื้นฐานอาหารหยาบด้วยข้าวโพดหมัก เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แพะทุกตัวได้รับการเสริมมันเส้นเป็นแหล่งพลังงานหลัก โดยอาหารที่จะใช้ทดสอบได้แก่

กลุ่มที่ 1 พืชทนน้ำ เช่น

- ธูปฤาษี
- ปอ
- กก เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 พืชทนแล้ง เช่น

- มันสำปะหลัง (ใบและยอด)
- ไมยรา
- พืชตระกูลถั่ว (เลือกอย่างน้อย 1 ชนิด เช่น ถั่วเขียว ถั่วคาวาเคพ หรือถั่วสไตโล)

วัดความสามารถในการย่อยได้ในรูเมน โดยใช้เทคนิคการย่อยได้ในถุงในล่อน(nylon bag technique) โดยบ่มในรูเมนที่ชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 6,12, 16, 24, 48 และ 72 ตามลำดับ ตามวิธีการของ Ørskov and McDonald (1979) และนำมาคำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Curvfit (Chen, 1996)(GC)

ผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test โดยใช้ Proc. GLM (SAS,1989)

2.2.2 ศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบกันระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมักและคาวาลเคดแห้ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

แพะพันธุ์ แองโกลนูเบี้ยน×พื้นเมือง อายุเฉลี่ย ประมาณ 7-9 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย ประมาณ 14±2 กิโลกรัม เพศผู้ 4 ตัว เพศเมีย 4 ตัว รวมทั้งหมด 8 ตัว

การทดลอง

ทำการศึกษาโดยการทดลองแบบ Double 4x4 Latin square design โดยมีอาหารทดลอง (Dietary treatment) ที่แตกต่างกัน 4 ทรีทเม้นต์

(T_1) อาหารทดลองแบบที่ 1 หญ้าแพงโกล่าแห้ง

(T_2) อาหารทดลองแบบที่ 2 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (ประมาณ 14%CP)

(T_3) อาหารทดลองแบบที่ 3 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (ประมาณ 14%CP)

(T_4) อาหารทดลองแบบที่ 4 หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (ประมาณ 14%CP)

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 จัดสัตว์เข้าทดลองตามแผนการทดลอง แล้วให้ตามทรีทเมนต์ที่กำหนดไว้ โดยขังแพะ แยกขังเดี่ยว ระยะปรับสัตว์ (adjusting period) ทำการปรับสัตว์ให้คุ้นเคยกับสภาพคอกขังเดี่ยวและอาหารนาน 14 วัน ในช่วงนี้แพะทุกตัวได้รับอาหารในกลุ่มควบคุม (control) ระยะทำการทดลอง (experimental period) แพะทุกตัวได้รับอาหารที่กำหนดตาม ทรีทเมนต์ที่ปรับระดับของปริมาณอาหารทุก 2 สัปดาห์ โดยปรับตามน้ำหนักตัวที่

เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ คือ ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวัน และทำการเก็บตัวอย่างเลือด ของเหลวจากกระเพาะหมัก,ปัสสาวะและมูลช่วงสัปดาห์สุดท้ายของแต่ละการทดลอง

การเก็บข้อมูล

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

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

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

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

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New multiple Range Test โดยการใช้โปรแกรม SAS (1996)

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

สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาในการทำการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัย อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ใช้ระยะเวลาในการทดลองตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม-เดือนกันยายน 2550 ปรับสัตว์ 14 วัน รวมระยะเวลา 98 วัน

2.2.3 ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้น ด้วย ถั่วคาวาลเคดแห้ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

แพะลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบี้ยน×พื้นเมือง อายุเฉลี่ย ประมาณ 7-9 เดือน น้ำหนักประมาณ กลุ่มที่หนึ่ง 19±4 กิโลกรัม กลุ่มที่สอง 9±4 กิโลกรัม เพศผู้ 18 ตัว

การทดลอง

ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ใช้น้ำหนักแพะเป็น block ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนในสูตร อาหารข้น ที่ระดับ 25 และ50 % โดยมีอาหารทดลอง (Dietary treatment) ที่แตกต่างกัน 3 ทรีทเม้นต์

(T_1) อาหารทดลองแบบที่ 1 หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP)

(T_2) อาหารทดลองแบบที่ 2 หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

(T_3) อาหารทดลองแบบที่ 3 หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

การจัดการสัตว์ทดลอง

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

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

การให้อาหารข้นตามสูตรแก่สัตว์ทดลองดังตารางที่ 5.1 โดยมีอาหาร 3 สูตร โดยแยกเป็นอาหารข้น และอาหารหยาบโดยแพะทุกตัวจะได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งให้แบบเต็มที่ (*ab libtum*) ให้อาหารในช่วงเช้า 8.00 น. และ 16.30 น. ของทุกวัน โดยอาหารข้นในกลุ่มทดลองจะให้ปริมาณ 1.0% ของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 2.1 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	12.00	12.0
กากถั่วเหลือง	15.0	12.50	10.0
กากปาล์ม	10.0	10.00	10.0
กากน้ำตาล	6	6	6
ยูเรีย	1.3	1.15	1.0
กำมะถัน	0.2	0.20	0.2
ปูนขาว	0.5	0.50	0.5
เกลือ	0.5	0.50	0.5
Premixed	1.0	1.0	1.0
รวม	100	100	100

การเก็บข้อมูล

การเก็บตัวอย่างอาหาร สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบ และอาหารข้น เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง Dry matter (DM), เถ้า (Ash), โปรตีนหยาบ (CP) ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (1985) และหา neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) บันทึกปริมาณการกินอาหารที่แพะกินทุกวัน ตรวจวัดปริมาณการกินได้อาหารหยาบและอาหารข้นที่เหลือต่อวันก่อนให้อาหารเข้า โดยการนำอาหารทั้งหมดที่เหลือมาชั่งน้ำหนัก ให้อาหาร 2 ครั้ง ช่วงเช้าเวลา 7.00 น. และช่วงบ่าย เวลา 16.00 น. บันทักการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะทำการชั่งน้ำหนัก เป็นประจำทุกสัปดาห์ในตอนเช้าก่อนให้อาหาร คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต , ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อน้ำหนักตัว เก็บตัวอย่างเลือดสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ณ. ที่เวลา 0,3,6 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร เพื่อทำการตรวจหาปริมาณยูเรีย การวัดและสุ่มเก็บของเหลวจากการเพาะหมัก (rumen fluid) สุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะแต่ละตัวในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง โดยจะกระทำ ณ ชั่วโมงที่ 0,3,6 หลังจากการให้อาหารเช้า หลังจากนั้นจะนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) โดยวิธีการกลั่น (Bromner and Keeney, 1965) กรดไขมันที่ระเหยง่าย และนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี direct count (Galyean. 1989)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New multiple Range Test โดยการใช้โปรแกรม SAS (1996)

MODEL: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตจากทรีทเมนต์ที่ I , ซ้ำที่ j เมื่อ j=1,…,r

μ = overall mean

τ_I = อิทธิพลเนื่องจากทรีทเม้นต์ (trt) ที่ i เมื่อ i =1,…,r

ε_{ij} = Error

2.2.4 การศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน

สัตว์ทดลอง

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

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

อาหารทดลองแบบที่ 1 = (T1) ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองแบบที่ 2 = (T2) ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้น ที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองแบบที่ 3 = (T3) ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองแบบที่ 4 = (T4) ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น ในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

การจัดการสัตว์ทดลอง

ทำการถ่ายพยาธิแพะโดยใช้ยาไอโวเม็กค์ พร้อมทั้งฉีดวิตามิน เอดี$_3$ อี ก่อนเข้างานทดลอง 1 สัปดาห์ จากนั้นสุ่มแพะแต่ละตัวในคอกขังเดี่ยว ให้อาหารแยกแต่ละตัวพร้อมน้ำสะอาดให้กิน และแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ช่วงเวลาการทดลอง (period) ช่วงเวลา 21 วัน โดยแบ่งออกเป็นระยะเวลา

การปรับสัตว์ 14 วัน นำสัตว์ขึ้นกรงเมแทบอลิซึม ปรับสัตว์บนกรงเมแทบอลิซึม 2 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 7 วัน ในแต่ละช่วงเวลา เมื่อทดลองครบหนึ่งช่วงเวลาทดลอง แพะแต่ละตัวจะถูกเปลี่ยนไปรับสูตรอาหารอื่นโดยไม่ซ้ำกัน จนครบทั้ง 4 ช่วงเวลาการทดลอง ดังภาพที่ 3.4

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

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

ตารางที่ 2.2 วัตถุดิบและส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรการทดลอง

วัตถุดิบ	**อาหารทดลอง**			
	0 เปอร์เซ็นต์	**25 เปอร์เซ็นต์**	**50 เปอร์เซ็นต์**	**75 เปอร์เซ็นต์**
น้ำมันปาล์ม	0	0.3	0.4	0.8
กากมันสำปะหลัง	66.4	61.9	57.58	54.9
รำละเอียด	10.0	14.0	18.0	20
กากถั่วเหลือง	15.0	11.2	7.5	3.8
กระถินป่น	0	3.8	7.5	11.2
กากน้ำตาล	5.0	5.0	5.0	5.0
ยูเรีย	1.9	2.1	2.32	2.6
กำมะถัน	0.2	0.2	0.2	0.2
เกลือ	0.5	0.5	0.5	0.5
พรีมิกซ์	1.0	1.0	1.0	1.0
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0

การเก็บข้อมูล

บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ และที่เหลือ ในตอนเช้าและเย็นทุกวัน คำนวณปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งในแต่ละวัน คำนวณได้จากการกินได้วัตถุแห้งของแต่ละวัน คำนวณได้จากสมการปริมาณการกินได้ต่อวัน (วัตถุแห้ง, DM)

ปริมาณการกินได้ = [ปริมาณอาหารให้ตอนเช้า (วัตถุแห้ง)-ปริมาณอาหารเหลือตอนเช้า

(วัตถุแห้ง)] + [ปริมาณอาหารให้ตอนเย็น (วัตถุแห้ง)-ปริมาณอาหารเหลือตอนเย็น (วัตถุแห้ง)]

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

เก็บของเหลวในกระเพาะรูเมน ในตอนเช้าของวันที่ 21 ของแต่ละช่วงของการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid) โดยใช้ stomach tube สอดลงไปยังกระเพาะ โดยปกติท่อต้องเข้าอยู่บริเวณส่วนกลางของกระเพาะรูเมน (dorsal and rumen) แล้วจึงดูดของเหลว โดยใช้ vacuum pump ออกมา และทำการสุ่มเก็บน้ำรูเมน 3 ครั้ง คือ ในชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการให้อาหาร) ชั่วโมงที่ 3 หลังจากให้อาหารในตอนเช้า และชั่วโมงที่ 6 เป็นช่วงเวลาสุดท้าย เก็บในปริมาตร 40 - 60 มิลลิลิตร วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH/temperature meter แบบสนาม (Mini Lab TSFET Model 10120) ทันทีและจดบันทึกข้อมูลที่วัดได้ จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง 4 ชั้นเก็บไว้ประมาณ 25 มิลลิลิตร แล้วหยดด้วยกรดซัลฟูริก (6 N H_2SO_4) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร(ในอัตราส่วน rumen fluid 10 ส่วน ต่อ 6 N H_2SO_4 1 ส่วน) เพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมักของจุลินทรีย์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที รินเอาของเหลวใส (supernatant) เก็บไว้ในตู้เย็นแช่แข็งอุณหภูมิ -20 $^{\circ}$C เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (NH_3-N) ด้วยวิธีการกลั่น Bromner and Keeney (1965) และนำของเหลวอีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids VFA) กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (model RF-10AXL; Shimadzu) ตามวิธีของ Samuel, Sagathewan, Thomas and Mathen (1997) และส่วนที่ 2 นำของเหลวในกระเพาะรูเมนปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดที่บรรจุสารละลายฟอร์มาลีน (10% Formaline solution) ที่มีปริมาตร 9 มิลลิลิตรเขย่าขวดเพื่อผสมให้เข้ากัน จากนั้นจึงนำไปนับจำนวนจุลินทรีย์ต่อไปตามวิธีการของ Galyean (1989)

เก็บมูลแพะทุกตัว โดยสัตว์ทดลองอยู่บนกรงเมแทบอลิซึม และเก็บมูลทั้งหมดแต่ละวัน (total collection) แล้วทำการชั่งน้ำหนักมูลทั้งหมดของแต่ละวัน โดยสุ่มเก็บติดต่อกัน 7 วัน ในช่วงวันที่ 14 ถึง 21 ของแต่ช่วงเวลาการทดลอง และทำการคลุกเคล้ามูลให้เข้ากันและสุ่มเก็บมูล 5 เปอร์เซ็นต์ ใส่ถุงแยกเป็นรายตัว ทำการแบ่งมูลออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}$C นาน 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้งในมูลแต่ละครั้ง ส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 $^{\circ}$C นาน

72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตระแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบของโภชนะต่างๆ ได้แก่ DM, Ash, CP, NDF และ ADF เช่นเดียวกับการวิเคราะห์อาหารและวิเคราะห์หาการย่อยได้ตามวิธีของ Schnieder and Flatt (1975) โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

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

เก็บปัสสาวะแพะทุกตัว การสุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ทำเช่นเดียวกันกับการสุ่มเก็บมูล โดยมีถังรองรับปัสสาวะวางอยู่ใต้กรงเมแทบอลิซึม เติมกรดซัลฟูริก เข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ในถังเก็บปัสสาวะประมาณ 80-100 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้ปัสสาวะมีค่าความเป็นกรด - ด่าง ต่ำกว่า 2-3 เพื่อป้องกันการสูญเสีย ของแอมโมเนีย ทำการวัดปริมาตรของปัสสาวะในถังรองรับอยู่ใต้กรงเมแทบอลิซึมจากแพะทุกตัวทุกวัน ในช่วง 7 วันสุดท้ายในแต่ละระยะการทดลอง และสุ่มเก็บปัสสาวะ 5 เปอร์เซ็นต์ ของที่ขับถ่าย ในแพะทดลองแต่ละตัว นำมาเก็บไว้รอให้ครบ 7 วัน ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ -10 $^{\circ}$C เมื่อครบ 7 วันนำปัสสาวะที่เก็บเอาไว้ในแต่ละวันมา pool สุ่มเก็บไว้ 50 เปอร์เซ็นต์ ของปัสสาวะที่ทำการผสม แล้วนำมาเก็บไว้ที่ -10 $^{\circ}$C เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Kjedahl method (AOAC, 1990)

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

เก็บตัวอย่างเลือดในวันที่ 21 ของแต่ละช่วงเวลาการทดลอง โดยเจาะที่เส้นเลือดดำที่คอ (jugular vein) เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมงหลังให้อาหารในตอนเช้า ประมาณ 3 มิลลิลิตร ในหลอดที่มีเฮปพาริน (heparin) เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด และนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นซีรั่มเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 $^{\circ}$C เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของยูเรียในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN) ตามวิธีของ Anino and Giese (1976) โดยใช้ spectrophotometer

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

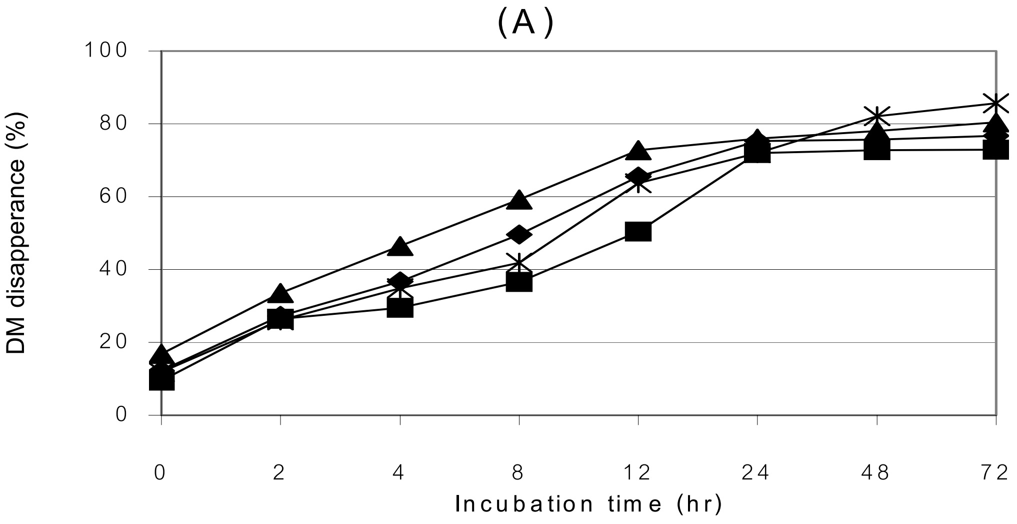
2.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Tories, 1980)

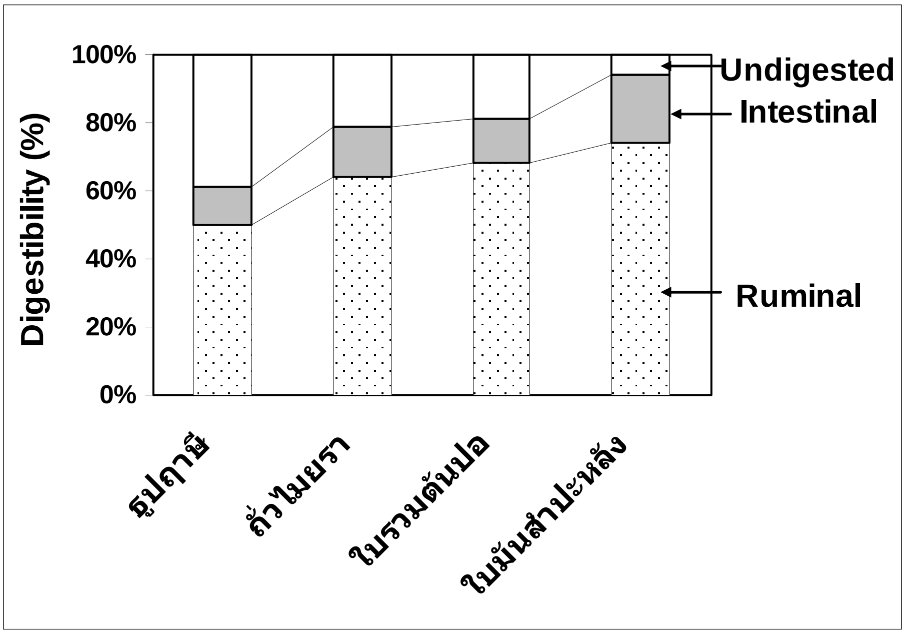
บทที่ 3
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การศึกษาการใช้ประโยชน์ของพืชอาหารสัตว์และผลิตภัณฑ์ ต่อการย่อยได้และกระบวนการหมัก

ความสามารถในการย่อยได้วัตถุแห้งและโปรตีน (ภาพที่ 3.1) พบว่าค่าความสามารถในการย่อยได้วัตถุแห้งและโปรตีน ของของธูปฤาษีสูงกว่า ถั่วไมยรา ใบรวมต้นปอ และใบมันสำปะหลัง ตามลำดับ



ภาพที่ 3.1 : ความสามารถในการย่อยได้วัตถุแห้ง (A) และโปรตีน (B) ของธูปฤาษี (*) ถั่วไมยรา (Δ) ใบรวมต้นปอ (♦) และใบมันสำปะหลัง (□)



ภาพที่ 3.2 ค่าการย่อยได้โปรตีนในรูเมน ลำไส้เล็ก และส่วนที่ย่อยไม่ได้ของ ธูปฤาษี ถั่วไมยรา ใบรวมต้นปอและใบมันสำปะหลัง

ค่าการย่อยได้คิดเป็นสัดส่วนในรูเมนและลำไส้เล็กของใบมันสำปะหลัง ใบรวมต้นปอ และถั่วไมยรา มีค่าสูงกว่าธูปฤาษีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.2 ศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบกันระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมักและคาวาลเคดแห้ง

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าแห้ง อาหารข้น ถั่วคาวาลเคดหมัก ถั่วคาวาลเคดแห้ง ที่ใช้ในการทดลอง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1 พบว่า ถั่วคาวาลเคดหมักมีค่า โปรตีน NDF ADF และไขมัน เท่ากับ 16.3, 39.8, 35.2 และ 2.30 ตามลำดับ ส่วนถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าโปรตีน NDF ADF และไขมัน เท่ากับ 11.5, 54.7, 33.0 และ 2.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

โภชนะ	**สูตรอาหารทดลอง**			
	หญ้าแพงโกล่า	**อาหารข้น**	**ถั่วคาวาลเคดหมัก**	**ถั่วคาวาลเคดแห้ง**
วัตถุแห้ง	98.8	98.1	24.2	95.2
	………………………… % วัตถุแห้ง…………………………			
อินทรียวัตถุ	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

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง

	สูตรอาหารทดลอง					
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**SEM**	**p-value**
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น						
กรัม/วัน	.	156.0[a]	124.6[b]	124.6[a]	3.77	0.00
%BW[1]	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-
g/kg BW$^{0.75}$[2]	19.3	19.4	20.8	20.4	0.58	0.17
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ						
กรัม/วัน	526.6	508.5	490.5	504.7	13.72	0.01
%BW[1]	3.2[ab]	3.4[a]	3.0[b]	3.3[ab]	0.14	0.29
g/kg BW$^{0.75}$[2]	61.9[b]	69.4[a]	60.1[b]	65.5[ab]	2.21	0.12
ปริมาณการกินได้รวม/วัน						
กรัม/วัน	526.6[c]	664.6[a]	615.1[b]	628.3[ab]	15.28	0.01
%BW[1]	3.2[b]	4.4[a]	4.0[b]	4.3[ab]	0.12	0.10
g/kg BW$^{0.75}$[2]	81.2[b]	88.8[a]	80.9[b]	85.1[ab]	2.33	0.18

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

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (ประมาณ 14%CP), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (ประมาณ 14%CP), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (ประมาณ 14%CP)

ปริมาณการกินได้ของแพะ

ปริมาณการกินได้ของแพะจากตารางที่ 3.2 พบว่า แพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน มีปริมาณการกินได้อาหารข้นของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.01$) ส่วนปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบแพะทุกกลุ่มได้รับอาหารหยาบแบบเต็มที่ ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ สูงกว่าทุกกลุ่ม ($p>0.05$) ส่วนปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้ทั้งหมด พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 3.3 แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	อาหารทดลอง				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
วัตถุแห้ง	62.4^{b}	64.6^{b}	65.7^{b}	72.9^{a}	3.66	0.08
อินทรียวัตถุ	67.4^{b}	73.8^{a}	75.0^{a}	76.2^{a}	2.99	0.06
โปรตีน	40.7^{b}	62.1^{a}	72.5^{a}	64.7^{a}	5.02	0.06
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

^{a,b,} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)
(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (ประมาณ 14%CP), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (ประมาณ 14%CP), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (ประมาณ 14%CP)

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ

จากตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณการย่อยได้ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน ปริมาณการย่อยได้ของ ADF มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าการย่อยได้ของ

วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และ NDFแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) พบว่า แพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารทุกสูตร ส่วนค่าการย่อยได้ของโปรตีน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) พบว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุด

ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance)

สมดุลของไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 3.4 ค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับอุจจาระ ไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะ ไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมด และค่าการดูดซึมไนโตรเจน ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ส่วนค่า ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 และ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(p<0.01) ส่วนแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2, 3 และสูตรที่ 4 พบว่า ค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารที่ 1 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	0.00
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	0.43
N output, g/d	3.3	3.5	2.9	2.8	0.27	0.07
N absorption, g/d	5.0	6.1	5.1	5.1	0.54	0.04
N retention g/d	1.7^{b}	4.3^{a}	4.8^{a}	3.8^{a}	0.56	0.05
N retention, % of intake	37.9^{b}	62.5^{a}	60.0^{a}	58.7^{a}	4.24	0.27

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีกำกับอักษร แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01)

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (ประมาณ 14%CP), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (ประมาณ 14%CP), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (ประมาณ 14%CP)

ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร ที่ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 7.3, 7.1, 7.2 และ 7.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่แตกต่างกัน

pH	**อาหารทดลอง**				**SEM**	**p-value**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**		
เวลา (ชั่วโมง)						
0	7.4	7.3	7.3	7.3	0.06	0.03
3	7.1	7.1	7.2	7.2	0.08	0.01
6	7.1	7.1	7.2	7.3	0.12	0.10
ค่าเฉลี่ย	7.3	7.1	7.2	7.3	0.04	0.02

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (ประมาณ 14%CP), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (ประมาณ 14%CP), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (ประมาณ 14%CP)

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 5.5, 6.0, 5.8, และ 6.0 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.6 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

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	0.12
3	5.4	6.5	7.7	6.0	1.19	0.76
6	4.8	5.9	5.7	6.0	0.43	0.04
ค่าเฉลี่ย	5.5	6.0	5.8	6.0	0.44	0.03

[1]NH_3-N = แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (ประมาณ 14%CP), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (ประมาณ 14%CP), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (ประมาณ 14%CP)

ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

ตารางที่ 3.7 ค่าความเข้นข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 หลังการให้อาหาร พบว่า ค่าที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ค่าเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 12.7, 13, 13.5 และ 12.1 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	0.82
3	14.6	15.4	16.7	14.5	1.22	0.63
6	12.6	13.0	13.5	13.6	0.95	0.61
ค่าเฉลี่ย	12.7	13.0	13.5	12.1	0.90	0.23

[1]BUN = blood urea nitrogen

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง, (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : อาหารข้น (ประมาณ 14%CP), (T_3) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดแห้ง (ประมาณ 14%CP), (T_4) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง : ถั่วคาวาลเคดหมัก (ประมาณ 14%CP)

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ ของของเหลวจากกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 3.8 แสดงค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้รวม ก่อนให้อาหาร และหลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า ที่ชั่วโมงที่ 0 ก่อนการให้อาหาร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

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

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

ตารางที่ 3.8 ปริมาณของกรดไขมันระเหยได้ ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่แตกต่างกัน

	อาหารทดลอง				**SEM**	**p-value**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**		
Total VFA[2/] (m mol/l)						
0 hr	74.5[a]	67.9[ab]	60.8[b]	69.2[a]	3.29	0.05
3 hr	74.6	67.6	73.2	70.7	4.88	0.39
ค่าเฉลี่ย	74.6	67.5	69.3	66.1	3.56	0.09
Molar proportion of VFA[2/] (mol/100 mol)						
Acetic acid, C2						
0 hr	62.1	62.1	66.5	57.8	2.80	
3 hr	68.2	68.8	70.1	71.1	2.04	
ค่าเฉลี่ย	65.6	65.3	72.4	62.1	3.66	
Propionic acid, C3						
0 hr	33.2	32.4	32.5	27.9	2.12	0.48
3 hr	35.2	33.0	34.9	32.9	1.98	0.86
ค่าเฉลี่ย	36.5	33.4	31.8	32.5	2.09	0.88
Butyric acid, C4						
0 hr	5.4	5.0	5.0	6.6	0.63	0.16
3 hr	5.7	5.6	5.6	5.6	0.87	0.35
ค่าเฉลี่ย	5.5	5.2	5.2	5.4	0.42	0.27
C2:C3						
0 hr	1.6[b]	2.1[ab]	1.9[b]	3.0[a]	0.30	0.14
3 hr	1.9	1.9	1.8	2.0	0.14	0.76
ค่าเฉลี่ย	1.8[b]	2.0[ab]	1.9[ab]	2.5[a]	0.21	0.44

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]VFA=volatile fatty acid

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

ส่วนกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค (C_2: C_3) ก่อนการให้อาหาร และค่าเฉลี่ย ของแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) พบว่าแพะที่ได้รับสูตรที่ 4 มีสัดส่วนกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิคสูงสุด

3.2.3 ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้น ด้วย ถั่วคาวาลเคดแห้ง

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ของสูตรอาหารทั้ง 3 สูตร พบว่า สูตรอาหารสูตรที่ 1 มีค่าของโปรตีนหยาบ อินทรียวัตถุ NDF ADF ไขมัน เท่ากับ 14.18, 87.75, 41.44, 24.15, 0.96 ส่วนสูตรที่ 2 มีค่าของโปรตีนหยาบ อินทรียวัตถุ NDF ADF ไขมัน เท่ากับ 13.81, 79.37, 34.81, 21.45, 0.91 ส่วนสูตรที่ 3 มีค่าของโปรตีนหยาบ อินทรียวัตถุ NDF ADF ไขมัน เท่ากับ 13.75, 81.28, 35.59, 20.29, 1.71 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.9 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร

	สูตรอาหารข้น			อาหารหยาบ
ส่วนผสม	**T1**	**T2**	**T3**	(หญ้าแพงโกล่าแห้ง)
องค์ประกอบทางเคมี				
วัตถุแห้ง	98.8	99.4	98.9	99.6
		……………..………% DM…………………………….		
โปรตีน	14.2	13.8	13.8	4.9
อินทรียวัตถุ	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

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ปริมาณการกินได้ของแพะ

ปริมาณการกินได้ของแพะ พบว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารข้นกรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนัก$^{0.75}$ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เหมือนกันกับปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ และปริมาณการกินได้รวมต่อวัน ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ตารางที่ 3.10 แสดงปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง

	สูตรอาหารทดลอง				**Contrast***	
	T1	**T2**	**T3**	**SEM**	**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

*L = linear, Q = quadratic

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ

จากตารางแสดงความสามารถในการย่อยได้ ของแพะที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร พบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าการย่อยได้อินทรียวัตถุ ค่าการย่อยโปรตีน ค่าการย่อยได้NDF

และ ค่าการย่อยได้ ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ค่าการย่อยได้ของโปรตีน มีค่าเท่ากับ 58.28, 63.31, 62.26 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.11 แสดงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลอง

	อาหารทดลอง			**SEM**	**Contrast***	
	T1	**T2**	**T3**		**L**	**Q**
วัตถุแห้ง	64.7	65.4	69.8	0.98	ns	ns
อินทรียวัตถุ	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

*L = linear, Q = quadratic

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance)

สมดุลไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 5.6 ค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล ของแพะที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตร พบว่า แพะที่ได้รับอาหารสูตร 1 มีค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมาจากมูล สูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตร2 และ 3 แบบเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนค่าไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมด ค่าการดูดซึมของไนโตรเจน ค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกาย และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 3.12 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 ($p<0.05$)

*L = linear, Q = quadratic

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมัก

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวจากกระเพาะหมัก ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.6, 6.5, 6.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.13 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	6.5	6.7	0.04	ns	ns

*L = linear, Q = quadratic

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะหมัก

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะ พบว่าก่อนให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ของแพะที่ได้รับ

อาหารทั้ง 3 กลุ่ม ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะ มีค่าเท่ากับ 9.1, 8.2, 8.9 mg%

ตารางที่ 3.14 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในของเหลวจากกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

NH_3-N[1/]	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	9.1	8.2	7.6	0.68	ns	ns

*L = linear, Q = quadratic

[1]NH_3-N = แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

จากความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า ที่ชั่วโมงที่ 0, 3 และ 6 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของยูเรีย-ไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 14.8, 14.7 และ 16.6

ตารางที่ 3.15 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	14.8	14.7	16.6	0.29	ns	ns

***L = linear, Q = quadratic [1]BUN = blood urea nitrogen**

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ตารางที่ 3.16 ปริมาณของกรดไขมันระเหยได้รวม และปริมาณของกรดไขมันระเหยได้ (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	72.3	66.1	63.5	5.09	ns	ns
Molar proportion of VFA (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	52.4	43.6	36.2	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	5.4	6.5	0.39	ns	ns
C2:C3						
0	2.2	4.9	2.6	0.94	ns	ns
3	1.8	1.6	2.2	0.09	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	2.0	3.2	2.4	0.46	ns	ns

*L = linear, Q = quadratic,

[1] VFA = volatile fatty acid ,[1] TVFA = total volatile fatty acid

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ ของของเหลวจากกระเพาะหมัก

ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้ 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

ความเข้มข้นของกรดบิวทาริค ในแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร ก่อนการให้อาหาร และหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 พบว่า แพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ก่อนการให้อาหาร มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่มแบบเส้นโค้งกำลังสอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคและกรดโพรพิโอนิค ในแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร ก่อนการให้อาหาร และหลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 3 ไม่มีความแตกต่าง (p>0.05)

ตารางที่ 3.17 ผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้น ด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง ที่ได้รับสูตรอาหารทดลองที่แตกต่างกัน ต่อต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิต	**T1**	**T2**	**T3**
ต้นทุนอาหารหยาบ (บาทต่อกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)	2.02	1.58	1.17
ต้นทุนอาหารข้น (บาทต่อกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)	1.54	1.53	1.14
ต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)	3.56	3.11	2.89

(T_1) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + อาหารข้น (14%CP), (T_2) = หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 25%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น และ (T_3)= หญ้าแพงโกล่าแห้ง + คาวาลเคดแห้ง (ที่ระดับ 50%) จากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น

ผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้น ด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง ที่ระดับต่างๆ ต่อต้นทุนการผลิต

ส่วนต้นทุนด้านอาหารหยาบ อาหารข้นและต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด พบว่าการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าต้นทุนทั้งหมดลงลงตามปริมาณการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง และเมื่อพิจารณาน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าน้ำหนักตัวของแพะไม่แตกต่างกัน

3.2.4 การศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้ง 4 ทรีทเมนต์ คือ T1 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 89.5 เปอร์เซ็นต์, โปรตีนหยาบ, เถ้า, อินทรียวัตถุ, ไขมัน, NDF และADF เท่ากับ 14.1, 7.6, 92.4, 0.8, 30.6 และ 17.3 เปอร์เซ็นต์, T2 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 89.6 เปอร์เซ็นต์, โปรตีนหยาบ, เถ้า, อินทรียวัตถุ, ไขมัน,

ตารางที่ 3.18 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

รายการ	**อาหารทดลอง**				**หญ้าแพงโกล่าแห้ง**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	
วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	89.5	89.6	87.4	88.1	95.5
องค์ประกอบทางเคมี	------------------ %DM ----------------------------				
โปรตีนหยาบ	14.1	15.2	15.1	14.7	4.0
เถ้า	7.6	5.2	8.0	8.5	6.8
อินทรียวัตถุ	92.4	94.8	92.0	91.5	93.2
ไขมัน	0.8	1.5	2.6	1.0	1.8
เยื่อใย NDF	30.6	36.8	39.4	38.8	58.2
เยื่อใย ADF	17.3	19.1	19.5	22.8	32.7

DM = dry matter, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, T1 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

NDF และ ADF เท่ากับ 15.2, 5.2, 94.8, 1.5, 36.8 และ 19.1เปอร์เซ็นต์, T3 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 87.4 เปอร์เซ็นต์, โปรตีนหยาบ, เถ้า, อินทรียวัตถุ, ไขมัน, NDF และADF เท่ากับ 15.1, 8.0, 92.0, 2.6, 39.4 และ 19.5 เปอร์เซ็นต์ และT4 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 88.1 เปอร์เซ็นต์, โปรตีนหยาบ, เถ้า, อินทรียวัตถุ, ไขมัน, NDF และADF เท่ากับ 14.7, 8.5, 91.5, 1.0, 38.8 และ 22.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าที่ใช้เป็นแหล่งของอาหารหยาบประกอบด้วยวัตถุแห้ง 95.5 เปอร์เซ็นต์, โปรตีนหยาบ, เถ้า, อินทรียวัตถุ, ไขมัน, NDF และADF เท่ากับ 4.0, 6.8, 93.2, 1.8, 58.2 และ 32.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณการกินได้ (feed intake)

ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (กรัม/วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับ T2 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 211.6 (กรัม/วัน) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) พบว่ามีค่าสูงกว่า T4 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับ T1 และT3 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์และ 50เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก ($g/kgBW^{0.75}/d$) พบว่า T2 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่า ทุกทรีทเมนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การทดลองลองในครั้งนี้แพะทุกทรีทเมนต์ ได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่ พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (กรัม/วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับ T2 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 505.2 (กรัม/วัน) แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมแทบอลิก ($g/kgBW^{0.75}/d$) พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.01$)

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

ตารางที่ 3.19 ปริมาณการกินได้น้ำหนักแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

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

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

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ (digestible nutrient)

ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ กลับพบว่าปริมาณการย่อยได้ของโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $p<0.01$) โดยการย่อยได้ของโปรตีนหยาบใน T2 และ T3 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ และ 50เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า T1 และ T4 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และปริมาณการย่อยได้ของ NDF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนปริมาณการย่อยได้ของ ADF ลดลงแบบเส้นตรง (linearly, $p<0.05$) ตามระดับของกระถินป่นที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.20 ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะต่างๆของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

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

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

ความสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance)

ค่าของไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูล และค่าไนโตรเจนที่ขับออกมาทั้งหมดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.50$) แต่มีค่าปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.01$) ค่าของไนโตรเจนที่

ขับออกมากับปัสสาวะ พบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (linearly, p<0.05) ส่วนค่าการดูดซึมของไนโตรเจน และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ พบว่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง(quadratically, P<0.01) แต่ในแพะที่ได้รับ T2 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด คือ 5.3 และ 4.4 กรัม/วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 3.21 ค่าความสมดุลของไนโตรเจนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

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

[abc] ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05), [1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, *(p<0.05), ** (p<0.01), ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05), T1 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

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

ตารางที่ 3.22 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

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

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

ตารางที่ 3.23 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

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

[1/]Orthogonal polynomial contrasts L=linear, Q=quadratic, C=cubic, ns=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), [2/]NH_3-N=แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, T1 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถิน

ป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์, T2 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, T3 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

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

ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen, BUN)

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

ตารางที่ 3.24 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

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

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

อาหารข้นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์, T4 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Total volatile fatty acid)

ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม (TVFAs) ก่อนให้อาหารของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม เพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.05$) โดยแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่น มีค่าสูงเพิ่มขึ้นใน T2 และ T3 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นมีค่าลดลงเมื่อแพะได้รับ T4 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม หลังให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม มีค่าเท่ากับ 54.7, 52.0, 61.6 และ 51.1 m mol/l ตามลำดับ

แสดงปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย ของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน ค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติค (acetic acid, C2) ก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ C2 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าค่าความเข้มข้นของ C2 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่หลังจากการให้อาหาร 3 ชั่วโมง พบว่าค่าความเข้มข้นของ C2 ลดลงแบบเส้นโค้ง (quadratically, $P<0.05$) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ C2 มีค่าเท่ากับ 51.9, 50.9, 47.0 และ 50.0 m mol/l ตามลำดับ

ค่าความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิก (propionic acid, C3) ก่อนให้อาหาร หลังให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ C3 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าค่าความเข้มข้นของ C3 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ C3 มีค่าเท่ากับ 30.9, 26.8, 29.6 และ 28.1 m mol/l ตามลำดับ

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

สัดส่วนของกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิก (C2:C3) ก่อนให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของสัดส่วน C2:C3 ของแพะทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่าสัดส่วน C2:C3 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ย C2:C3 มีค่าเท่ากับ 2.7, 3.1, 2.3 และ 3.2 m mol/l ตามลำดับ

ตารางที่ 3.25 ปริมาณของกรดไขมันระเหยได้ง่าย (volatile fatty acid) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารสูตรทดลองที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับแตกต่างกัน

	อาหารทดลอง				SEM	Contrast[1/]		
	T1	T2	T3	T4		L	Q	C
Total VFA[2/] (m mol/l)								
0 hr	48.8[ab]	50.9[ab]	62.9[a]	35.6[b]	6.28	ns	*	ns
3 hr	60.5	53.1	60.3	66.6	6.39	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	54.7	52.0	61.6	51.1	4.58	ns	ns	ns
Molar proportion of VFA[2/] (mol/100 mol)								
Acetic acid, C2								
0 hr	51.3	52.8	53.5	44.1	4.94	ns	ns	ns
3 hr	52.4[ab]	49.0[ab]	40.5[b]	55.9[a]	3.89	ns	*	ns
ค่าเฉลี่ย	51.9	50.9	47.0	50.0	3.44	ns	ns	ns
Propionic acid, C3								
0 hr	32.1	27.5	25.8	29.9	3.32	ns	ns	ns
3 hr	29.8	26.1	33.5	26.3	3.71	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	30.9	26.8	29.6	28.1	2.66	ns	ns	ns
Butyric acid, C4								
0 hr	16.4	19.5	20.5	25.8	3.15	ns	ns	ns
3 hr	17.6	24.7	25.8	17.7	3.60	ns	*	ns
ค่าเฉลี่ย	17.0	22.1	23.2	21.7	2.27	ns	ns	ns
C2:C3								
0 hr	2.5	3.1	3.4	2.0	1.01	ns	ns	ns
3 hr	2.9	3.2	1.2	4.5	1.03	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	2.7	3.1	2.3	3.2	0.82	ns	ns	ns

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวเดียวกันกับมีกำกับอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), T1,T2,T3,T4 = ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 เปอร์เซ็นต์, ตามลำดับ

บทที่ 4
บทสรุป

4.1 สรุปผลการวิจัย

4.1.1 การศึกษาการใช้ประโยชน์ของพืชอาหารสัตว์และผลิตภัณฑ์ ต่อการย่อยได้และกระบวนการหมัก

ค่าการย่อยได้คิดเป็นสัดส่วนในรูเมนและลำไส้เล็กของใบมันสำปะหลัง ใบรวมต้นปอ และถั่วไมยรา มีค่าสูงกว่าธูปฤาษีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.1.2 ศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบกันระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมักและคาวาลเคดแห้ง

จากการศึกษาผลของการทดแทนอาหารหยาบด้วยถั่วคาวาลเคด โดยการเปรียบเทียบกันระหว่าง ถั่วคาวาลเคดหมักและถั่วคาวาลเคดแห้งในแพะเนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต สามารถสรุปได้ดังนี้

1. หญ้าแพงโกล่าแห้ง, อาหารข้น, คาวาลเคดหมัก, คาวาลเคดแห้ง มีวัตถุแห้งเท่ากับ 98.8, 98.1, 24.2, 95.2 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ อินทรียวัตถุ เท่ากับ 95.4, 87.6, 71.5 และ 88.0 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ โปรตีนหยาบ เท่ากับ 4.9, 15, 16.3 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ

2. การใช้ถั่วคาวาลเคดหมัก และถั่วคาวาลเคดแห้ง ทำให้แพะมีปริมาณการกินได้อย่างอิสระรวมวัตถุแห้งกรัมต่อวัน, ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว $^{0.75}$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3. ความสามารถในการย่อยได้ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง, อินทรียวัตถุ, โปรตีน และ NDF มีค่าแตกต่างกัน ($p>0.05$)

4. สมดุลไนโตรเจน ของแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่แตกต่างกัน ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ส่วนไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะ และค่าไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกายแพะเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

5. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

โดยกลุ่มที่ได้รับถั่วคาวาลเคดหมักและแห้ง 1%BW สามารถที่จะทำให้แพะดำรงชีพอยู่ได้ ดังนั้นหากมีการเสริมพืชตระกูลถั่วร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ก็สามารถเป็นอีกแนวทางเลือกวิธีหนึ่งให้เกษตรกรในการลดต้นทุนค่าอาหารข้น

4.1.3 ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมดในสูตรอาหารข้น ด้วย ถั่วคาวาลเคดแห้ง

จากการศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนหยาบทั้งหมด ในสูตรอาหารข้นด้วยถั่วคาวาลเคดแห้ง

1. องค์ประกอบทางเคมี ของสูตรอาหารทั้ง 3 สูตร และหญ้าแพงโกล่าแห้ง ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีวัตถุแห้ง เท่ากับ 98.8, 99.4, 98.9 และ 99.6 ตามลำดับ อินทรียวัตถุ เท่ากับ 87.8, 79.4, 81.3 และ 93.6 ตามลำดับ โปรตีนหยาบเท่ากับ 14.2, 13.8, 13.8 และ 4.9 ตามลำดับ

2. เมื่อทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 0, 25 และ50 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อ ปริมาณการกินได้กรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

3. ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง, อินทรียวัตถุ, โปรตีน, NDF, ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

4. ความสมดุลของไนโตรเจน พบว่าค่าไนโตรเจนที่ขับออกมากับอุจจาระ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5. การทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้ ของของเหลวจากกระเพาะหมัก

6. ในสูตรอาหารที่มีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนค่าอาหารแพะต่ำลง พบว่าแพะที่ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำสุด

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่า การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารแพะเนื้อ ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะและผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าแพะที่ได้รับอาหารที่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วย ถั่วคาวาลเคดแห้ง มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่า ดังนั้นการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารแพะเนื้อ จึงน่าจะเป็น อีกวิธีการหนึ่งในการลดต้นทุน

4.1.4 การศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสูตรทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ พบว่ามีค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 14.1, 15.2, 15.1 และ 14.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าที่ได้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบสูงกว่าค่าที่ได้คำนวณ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากค่าความแปรปรวนของคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบที่ใช้ในการคำนวณ พรพรรณ (2546) รายงานการเสริมอาหารข้นในแพะ อาหารข้นควรมีระดับโปรตีนที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้แพะได้รับโภชนะต่างๆ เพียงพอต่อความต้องการ ส่วนค่าองค์ประกอบทางเคมีอื่น สอดคล้องกับ คณิน (2550) ที่ศึกษาระดับการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยแคสพูเรีย ในสูตรอาหารข้น แต่ค่าเยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ต่ำกว่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองนั้นแตกต่างกัน

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

ปริมาณการกินได้ในการทดลองครั้งนี้แบ่งเป็น ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น ปริมาณการกินได้โดยอิสระของอาหารหยาบ และปริมาณการกินได้ทั้งหมด สำหรับการกินได้อย่างอิสระของอาหารหยาบคือ หญ้าแพงโกล่าแห้งแสดงในตารางที่ 3.3 ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ มีค่าเท่ากับ 692.0, 716.8, 708.7 และ 684.2 กรัม/วัน ตามลำดับ พบว่ามีปริมาณการกินได้ทั้งหมดลดลง อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว(%BW/d) เท่ากับ 2.9, 2.9, 3.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) ซึ่งสอดคล้องกับ สมชาย มีสัจจานนท์, ศักดิ์ดา และอุทัย (2548) และมีค่าใกล้เคียงกันกับ Kearl (1982) รายงานไว้ว่าแพะที่มีน้ำหนัก 20 กิโลกรัม สามารถกินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้วันละ 3.1 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) และเมื่อคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) มีค่าเท่ากับ 64.1, 65.2, 66.8 และ 66.0 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$/d) ซึ่งมีค่าสูงกว่า Devendra and Burns (1983) รายงานว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณวัตถุแห้งที่ใช้สำหรับการดำรงชีพของแพะเขตร้อน ประมาณ 1.4-1.7 เปอร์เซ็นต์

ต่อน้ำหนักตัว (%BW/d) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณค่าทางโภชนะที่แพะได้รับด้วย ส่วนปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของอาหารข้น พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับของกระถินป่นเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ต่างจากการรายงานของ คณิน (2550) รายงานว่าปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของอาหารข้นเพิ่มสูงขึ้น ตามการเพิ่มระดับของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วย caspurea ที่สูงขึ้น

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

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

ปัสสาวะ ทำให้มีปริมาณยูเรียเวียนกลับเข้าสู่กระเพาะรูเมนได้อีก เพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์โปรตีน (Devendra, 1983)

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

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

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด ก่อนการให้อาหาร หลังการให้อาหาร 3, 6 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด มีค่าเท่ากับ 16.3, 16.8, 16.5 และ 16.7 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พิทยา (2546) รายงานว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดสูงกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ นั้นเป็นตัวบ่งชี้ว่าเกิดการขาดโปรตีน เนื่องจากการใช้โปรตีนที่ไม่มีประสิทธิภาพเกิดแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูญเสียไป จากผลการทดลองจะเห็นว่า ระดับยูเรียในกระแสเลือดในทุกทรีทเมนต์จะสูงขึ้น หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และระดับยูเรียในกระแสเลือดจะ

ลดลงหลังการให้อาหาร 6 ชั่วโมง เนื่องจากถูกดูดซึมผ่านกระเพาะรูเมนแล้ว เข้าสู่กระแสเลือด เข้าตับ แล้วถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียผ่านวัฏจักรยูเรีย เพื่อป้องกันความเป็นพิษของแอมโมเนีย ซึ่งระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมรายงานโดย Satter and Slyter (1974, อ้างถึงใน เมธา, 2533) คือ 5-8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนสูงจะทำให้ยูเรียในกระแสเลือดสูงตามไป

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม กรดอะซิติก (C_2) กรดโพรพิโอนิก (C_3) กรดบิวทีริก (C_4) หลังการให้อาหาร 3 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวม ก่อนการให้อาหาร มีค่าเพิ่มขึ้นแบบส้นโค้งกำลังสอง ($p<0.05$) เมื่อระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากภายในกระเพาะรูเมนยังไม่มีการหมักย่อยเกิดขึ้น ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายรวมของแพะที่ได้รับอาหารทดลองทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในอาหารข้นที่ระดับแตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริก และสัดส่วนของกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก (C_2: C_3) มีค่าเท่ากับ (51.9, 50.9, 47.0 และ 50.0 mol/100mol), (30.9, 26.8, 29.6 และ 28.1 mol/100mol), (17.0, 22.1, 23.2 และ 21.7 mol/100mol) และ (2.7, 3.1, 2.3 และ 3.2 mol/100mol) ตามลำดับ ต่างกับรายงานของ เมธา (2533) ซึ่งรายงานว่าสัดส่วนของกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริก และสัดส่วนของกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก ที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 65-70, 20-22 และ 1-4 mol/100mol ตามลำดับ โดยทั่วไปความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 70-130 mol/100mol (France and Siddons, 1993) และบุญล้อม (2541) รายงานว่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายในกระเพาะรูเมนจะผันแปรปรวนระหว่าง 70-150 mol/100mol

จากการศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองสรุปได้คือ ปริมาณการกินได้ทั้งหมด และมีปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองใน T2 คือทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารข้นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด มีการเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง เมื่อระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาความสมดุลของไนโตรเจน พบว่าค่าการดูดซึมไนโตรเจน และค่าการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายแพะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) มีการเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง ขณะที่นิเวศวิทยาภายในกระเพาะรูเมน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน คือ กรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม พบว่า ณ เวลาชั่วโมงที่ 0 ก่อนการให้อาหาร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่า

สูงขึ้นแบบเส้นโค้งกำลังสอง เมื่อระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงระดับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจะลดลงเมื่อแพะได้รับการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยกระถินป่นในสูตรอาหารที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยจะไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตของแพะเนื้อ

4.2 ข้อเสนอแนะ

บรรณานุกรม

Bauman, D.E., L.H. Baumgard, B.A. Corl and J.M. Griinari. 2000. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. Prod. Of the American Soc. of Anim. Sci. 1-15. Available at:http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf.

Belury, M.A. 1995. Conjugated dienoic linoleate: a polyunsaturated fatty acids with unique chemical properties. Nutr. Rev. 53: 83-89.

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

Calsamiglia, S. and M.D.Stern. 1995. A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. J. Anim. Sci. 73: 1459-1465.

Chanthai, S., M. Wanapat and C. Wachirapakorn. 1989. Rumen ammonia-N and volatile fatty acid concentrations in cattle and buffalo given rice straw-based diets. In:Proc. 7th AFAR Int. Workshop. (Ed. R.M. Dixon), IDP Canberra, Australia. 191-195.

Chen, X.B. 1996. An Application Programe for Processing Feed Degradability Data. User Manual. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK.

Czerkawski, J. W., and K.-J. Cheng. 1988. Compartmentation in the rumen. Pages 361-385 in The Rumen Microbial Ecosystem. P. N. Hobson ed. Elsevier Science Publishing, New York.

Devendra, C. 1992. Non-conventional feed resources in Asia and the Pacific: strategies for expanding utilization at the small farm level. FAO/APHCA, Bangkok. FAO Publication. No. 14.

Devendra, C. 2001. Smallholder dairy production systems in developing Countries characteristics, potential and opportunities for improvement-review. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 14:104-113.

Erdman, R.A., G. H. Proctor and J. H. Vandersall. 1986. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. J. Dairy Sci. 69: 2312-2320.

Faldet, M.A., L.D. Satter and G.A. Broderick. 1992. Determining optimal heat treatment of soybeans by measuring available lysine chemically and biologically with rats to maximize protein utilization by ruminants. J. Nutr. 122: 151-160.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis(apparatus, Reagent, Procedures and some Application). Agric. Handbook. N. 397. ARS, USDA, Washington, D.C.

Griinari, J.M., D.A. Dwyer, M.A. McGuire and D.E. Bauman. 1996. Partially hydrogenated fatty acids and milk fat depression. J. Dairy Sci. 79 (Suppl.1) 177 (abs.).

Ha, Y.L., N.K. Grimm and M.W. Pariza. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis. 8: 1881-1887.

Hart, F.J. and M. Wanapat. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffalo. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 5:617-622.

Henderson, C. 1973. The effect of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. J. Agric. Sci. 81: 107-112.

Kanjanapruthipong, J. and R.A. Leng. 1998. The effects of dietary urea on microbial populations in the rumen of sheep. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 11:661-672.

Kelly, M.L., J.R. Berry, D.A. Dwyer, J.M. Griinari, P.Y. Chouinard, M.E. Van Amburgh and D.E. Beaman. 1998. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. The J. of Nutr. 128 (5): 881-885.

Kepler, C.R., K.P. Harons, J.J. McNeill and S.B. Tove. 1966. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by Butyrivibrio fibrisovens. J. Biol. Chem. 241: 1350-1354.

Kim, Y.J., and R.H. Liu. 1999. Selective increase in conjugated linoleic acid in milk fat by crystallization. J. Food Sci. 64: 792-795.

Lana, P., J.B. Russell and M. E. V. Amburgh. 1998. The role of pH in regulation ruminal methane and ammonia production. J. Anim. Sci. 76:2190-2196.

Leng, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of poor-quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutri. Res. Rev. pp. 3-5.

Leng, R.A. 1993. Quantitative ruminant nutrition – a green science. Aust. J. Agic. Res. 44: 363-380.

Li, Y., M.F. Seifert, D.M. Ney, M. Grahn, A.L. Grant, K.G.D. Allen and B.A. Watkins. 1999.

Dietary conjugated linoleic acid alters serum IGF-1 and IGF-1 binding protein concentrations and reduces bone formation in rats fed (n-6) or (n-3) fatty acids. J. Bone Miner. Res. 14: 1153-1162.

Nguyen Van Thu and T.R. Preston. 1999. Rumen environment and feed degradability in swamp buffaloes fed different supplements. Livestock Res. for Rural Dev. 11(3): http: // www. Cipav. Org. co/lrrd/ lrrd 11/3/ thu 113. htm.

National Research Council. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. 6th ed. Washington, DC. National Academic Press.

Odle, J. and D. M. Schaefer. 1987. Influence of rumen ammonia concentration on the rumen degradation rates of barley and maize. Br. J. Nutr. 57:127-138.

Ørskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed to rate of passage. J. Agri. Sci., Camb. 92:499.

Pariza, M.W. and W.A. Hargraves. 1985. A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz[a]anthracene. Carcinogenesis. 6: 591-593.

Parsons, C.M., K. Hashimoto, K.J. Wedekind, Y. Han and D.H. Baker. 1992. Effect of ovenprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. Poultry Sci. 71: 133-140.

Perdok, H.B. and L.A. Leng. 1989. Effect of supplementation with protein meal on the growth of cattle given a basal diet of untreated ammoniated rice straw. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 3:269-279.

Preston, T.R. and R.A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resoures in the Tropics and Subtropics. Armidale, Auastralia, Penambul Books.

Rihani, N., W.N. Garrett and R.A. Zinn. 1993. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. J. Anim. Sci. 71:1657-1665.

Robinson, P.H., R.E. McQueen and P.L. Buress. 1991. Influence of rumen on increasing animal undegradable protein levels on feed intake and milk production of dairy cows J. Dairy Sci. 74:1623-1631.

Russell, J.B. and H. J. Strobe. 1987. Concentration of ammonia across cell membrane of mixed rumen bacteria. J. Dairy Sci. 70: 970-976.

Russell, J. B., J. D. O'Connor, D. G. Fox, P. J. Van Soest, and C. J. Sniffen. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. J. Anim. Sci. 70:3551-3561.

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

Sehat, N., M.P. Yurawecz, J.A.G. Roach, M.M. Mossoba, J.K.G. Kramer and Y. Ku. 1998. Silverion high-performance liquid chromatographic separation and identification of conjugated linoleic acid isomers. Lipids. 33 : 217-222.

Schwab, C.G. 1995. Protected proteins and amino acids for ruminants. In: Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding, R.J. Wallace and A. Chesson, Eds. VCH Verlagsgesellschaft MBH, D-Weinheim. pp. 116-141.

Slyter, L.L. 1976. Influence of acidosis on rumen function. J. Anim. Sci. 43:910-929.

Slyter, L.L, L.D. Satter and D.A. Dinius. 1979. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. J. of Anim. Sci. 48:906-912.

Song, M. K. and J. J. Kennelly. 1990. Ruminal fermentation pattern, bacterial population and rumen degradation of feed ingredients as influenced by ruminal ammonia concentration. J. Anim. Sci. 68:1110-1120.

Sugano, M., A. Tsujita, M. Yamashi, M. Noguchi and K. Yamada. 1998. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediators and immunologlobulins in rats. Lipids. 33: 521-527.

Wallace, R.J. 1979. Effect of ammonia concentration on the composition, hydrolytic activity and nitrogen metabolism of the microbial flora of the rumen. J. Appl. Bacteriol. 47:433-455.

Wallace, R. J. 1996. Ruminal microbial metabolism of peptides and amino acids. J. Nutr. 126:1326S-1334S.

Wanapat, M. 1985. Improving rice straw quality as ruminant feed by urea-treated in Thailand. In. :Proc. of Relevance of crop residues as animal feeds in developing countries. (M. Wanapat and C.Devendra, eds) Funny Press, Bangkok, Thailand.

Wanapat, M. 1999. Feeding of ruminants in the tropics based on local feed resources. Khon Kaen

Publishing Company Ltd., Khon Kaen, Thailand. 236 p.

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

Williams, A.G. and G.S. Coleman. 1992. The rumen protozoa. A.G. Williams and G.S. Coleman Eds, Springer-Verlag, London, 441 page.

ภาคผนวก ก

<u>การเผยแพร่ผลงานวิจัยในระดับชาติ และนานาชาติ</u>

1. Paengkoum, P., S. Sornnok and W. Suksombat. 2004. Effect of high temperature treated of sunflower seeds on intertinal digetibiligy using *in vitro* technique. In : Proc 11th The Asian-sustralasian Association of Animal Production (AAAP) Congress, 5-9th September 2004. Kuala Lumpur, Malaysia.
2. Paengkoum, P. 2004. Using rumen degradation model to evaluate microbial protein yield and intestinal digestion of grains in cattle. In : Proc 6th International Workshop Modelling Nutrient Utilisation in Farm Animals, 6-8th September 2004. Wageningen, the Netherlands.
3. Pramote Paengkoum and Somnuk Sornnok. Various time and temperature treatments of full-fat soybeans on intestinal digestibility in iuminants. International Symposium on Animal and Plant Production for Food and Environmental Security. 9-11 Aug 2004, Bangkok, Thailand. 2004: p 65-67.

ประวัติผู้วิจัย

1. ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ - นามสกุล ดร. ปราโมทย์ แพงคำ (Dr. Pramote Paengkoum)

วันเกิด 29 กุมภาพันธ์ 2515 **ตำแหน่งปัจจุบัน** : อาจารย์

ที่อยู่ : สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์/โทรสาร (044) 224575/ 224151, E-mail: pramote@sut.ac.th

2. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2536	ปริญญาตรี	วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต	เกษตรศาสตร์	สัตวศาสตร์	ม.ขอนแก่น	ไทย
2541	ปริญญาโท	วท.ม. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	Ruminant Nutrition	สัตวศาสตร์	ม.ขอนแก่น	ไทย
2546	ปริญญาเอก	Ph.D. Doctor of Philosophy	Animal Nutrition	สัตวศาสตร์	Universiti Putra Malaysia	Malaysia

3. สิ่งตีพิมพ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Wanapat, M., S. Chumpawadee and **P. Paengkoum**. 2000. Utilization of urea-treated rice straw and whole sugar cane crop as roughage sources for dairy cattle during the dry season. AJAS. 13 (4): 474-477.

Paengkoum, P., J.B. Liang, M. Basery and Z.A. Jelan. 2001. Ruminal and intestinal digestibilities of oil palm (Elaeis guineesis) fronds in cattle. Songklanakarin J. Sci. Technol. 23 (2): 343-350.

Paengkoum, P., J.B. Liang, M. Basery and Z.A. Jelan. 2001. Ruminal and intestinal digestibilities of

protein foliages in crossbred cattle. Chiang Mai J. Sci. 28: 45-49.

Paengkoum, P., J.B. Liang, M. Basery and Z.A. Jelan. 2001. Ruminal and intestinal digestibility of Leucaena foliage (Leucaena leucocephala) and kenaf foliage (Habiscus cannabinas) in cattle. Suranaree J. Sci. Technol. 8: 154-159.

4. รางวัลที่เคยได้รับ (ด้านวิชาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวกับงานวิจัย):

1. รางวัลชนะเลิศ การนำเสนอผลงานวิชาการนานาชาติ เรื่อง

"Pramote Paengkoum and Somnuk Sornnok. Various Time and Temperature Treatments of full-fat soybeans on Intestinal digestibility in Ruminants. *International Symposium on Animal and Plant Production for Food and Environmental Security*. 9-11 Aug 2004, Bangkok, Thailand. 2004: p 65-67."

2. รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่สอง การนำเสนอผลงานวิชาการระดับชาติ เรื่อง "Effect of high temperature treated of cassarea on ruminal degradability of dairy cattle" ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ระหว่างวันที่ 17-19 ก.พ.2548.