

ผลการใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อนิวเคลียสวิทยา ในกระเพาะรูเมนและการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ในแพะ

Effects of cassava chip substitution for ground corn in concentrate on rumen ecology and microbial protein synthesis in goat

เทียนทิพย์ ไกรพรหม¹, วันวิสาข์ งามผ่องใส¹, ปิ่น จันจุฬา², และ เสาวนิต กุประเสริฐ¹

Thaintip Kraiprom¹, Wanwisa Ngampongsai¹, Pin Chanjula², and Saowanit Kuprasert¹

บทคัดย่อ: การศึกษาผลการใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อนิวเคลียสวิทยาในกระเพาะรูเมนและการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ในแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุเฉลี่ย 1.68 ± 0.02 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 27 ± 2 กิโลกรัม จำนวน 10 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 5×5 Replicated Latin Square ให้แพะได้รับหญ้าเนเปียร์สด (*Pennisetum purpureum*) แบบเต็มที (*ad libitum*) เสริมอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ในระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ ผนังเซลล์ และลิกโน-เซลลูโลสของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่แพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมทั้งหมด (87.63 กรัมต่อตัวต่อวัน) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (104.30, 102.75 และ 103.85 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนและกลูโคสในกระแสเลือด ค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด รวมทั้งปริมาณกรดอะซิติก กรดไพรูวิก กรดบิวทิริก และสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดไพรูวิกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (12.33 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (16.18 และ 18.83 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนประชากรของแบคทีเรีย โปรโตซัว และจำนวนซุโสปอร์ของเชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นจึงสามารถใช้มันเส้นเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพด 25-75 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารชั้นสำหรับแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาและนิวเคลียสวิทยาในกระเพาะรูเมน. (คำสำคัญ: มันเส้น, ข้าวโพด, นิวเคลียสวิทยาในกระเพาะรูเมน, การสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์, แพะ)

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 90112

Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112

² ภาควิชาเทคโนโลยี และอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 94000

Department of Technology and Industries, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani, 94000

ABSTRACT: This experiment aimed at studying the effect of levels of cassava chip (CC) substitution for ground corn on nutrient utilization and rumen ecology in goat. Ten Thai Native x Anglo Nubian 50% crossbred male goats, 1.68 ± 0.02 years old with average body weight (BW) of 27 ± 2 kg were arranged in 5x5 Replicated Latin Square design. The goat were fed with fresh Napier grass (*Pennisetum purpureum*) ad libitum and were supplemented with concentrate containing 0, 25, 50, 75 or 100 % cassava chip (CC) substitution for ground corn at 2% of BW as dry matter basis. The results showed that there were no significant differences ($P>0.05$) among groups regarding total intake of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. However, when CC levels were 100% substitution for ground corn, the total crude protein intake (87.63 g/d) were significantly ($P<0.05$) lower than those of 0, 25 and 50 % CC substitution for ground corn (104.30, 102.75 and 103.85 g/d, respectively). Blood urea nitrogen and glucose concentration, rumenl pH, total volatile fatty acid concentration in rumen fluid, including acetic acid (C2), propionic acid (C3), butyric acid (C4) and C2 : C3 ratio were not significantly different ($P>0.05$) among goat fed with diet containing 0, 25, 50, 75 and 100% CC substitution for ground corn. However, mean of ammonia nitrogen concentration in rumen fluid in goat fed with diet containing 100% CC substitution for ground corn (12.33 mg/dl) were significantly ($P<0.05$) lower than those of 0 and 25% CC substitution for ground corn (16.18 and 18.83 mg/dl, respectively). Microbial populations including bacteria, protozoa and fungi zoospores in rumen fluid were not significantly difference among the groups. Moreover, no significantly differences ($P>0.05$) in rumen microbial N were found. Base on this experiment, the optimal level of CC as energy source substitution for ground corn in concentrate should be 25-75% with no adverse effect on nutrient utilization and rumen ecology of Thai native x Anglo Nubian 50% crossbred male goat fed with fresh napier grass. (**Keywords:** cassava chip, ground corn, rumen ecology, microbial protein synthesis, goat)

บทนำ

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนมากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีแพะทั้งสิ้น 324,150 ตัว เป็นแพะที่เลี้ยงกระจายอยู่ในพื้นที่ 14 จังหวัดภาคใต้จำนวน 141,245 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2550) ในการผลิตแพะ การจัดการด้านอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของแพะ ถึงแม้ว่าแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถย่อยหญ้า ใบไม้ และพืชอาหารสัตว์ให้กลายเป็นสารอาหารที่ร่างกายสามารถนำไปใช้เพื่อการดำรงชีพ สร้างน้ำนม และผลผลิตอื่นๆ แต่ในการผลิตแพะเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี ควรมีการเสริมอาหารขึ้นเพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซาก (วินัย, 2542) แต่ต้นทุนค่าวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารขึ้น เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง และข้าวโพด เป็นต้น มีราคาค่อนข้างสูงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตแพะสูงตามไปด้วย จึงจำเป็นต้องหาวัตถุดิบชนิดอื่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ใกล้เคียงกัน แต่มีราคาถูกกว่ามาทดแทน

มันเส้น (cassava chip, CC) เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากมีโปรตีนต่ำ

แต่มีคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นมันเส้นยังมีปริมาณและอัตราการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ในกระเพาะรูเมนสูงกว่าข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ และข้าวสาลี (Nocek and Tamminga, 1991) และเมื่อคิดเป็นพลังงานแล้วมันเส้นมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) ใกล้เคียงกับข้าวโพด (Brigstocke *et al.*, 1981) ซึ่ง Chanjula และคณะ (2004) รายงานว่า สามารถใช้มันเส้นเป็นแหล่งพลังงานในระดับ 55-75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับยูเรีย 3-4.5 เปอร์เซ็นต์เป็นอาหารโคนมได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด (blood urea nitrogen, BUN และประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน นอกจากนั้นโอภาส และคณะ (2543) รายงานว่า สามารถใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดได้ในระดับ 25-50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารโครีดนมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อระดับของกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตามข้อมูลการใช้มันเส้นในอาหารขึ้นสำหรับแพะยังมีความขัดแย้งกัน การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในอาหารขึ้นต่อนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนและการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ในแพะ

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง อาหารทดลอง และแผนการทดลอง

การศึกษานี้ ใช้แพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซนต์ อายุ 1.68 ± 0.02 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 27 ± 2 กิโลกรัม จำนวน 10 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ 5x5 Replicated Latin Square โดยแบ่งแพะออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ตัว และใช้สูตรอาหารทดลองทั้งหมด 5 สูตร คือ สูตรที่ใช้มัน-เส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซนต์

แพะแต่ละตัวถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวยกพื้นจำนวน 10 คอก ภายในคอกมีรางให้อาหารหยابอาหารข้น และที่ให้น้ำ อาหารข้นที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย มันเส้น ข้าวโพดบด กากถั่วเหลือง และปลายข้าวเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (Table 1) โดยคำนวณให้มีระดับโภชนะตามความต้องการของแพะตามคำแนะนำของ NRC (1981) แพะทดลองทุกตัวได้รับหญ้าเนเปียร์สด (*Pennisetum purpureum*) แบบเต็มที

(*ad libitum*) เสริมด้วยอาหารข้นตามกลุ่มทดลองในระดับ 2 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) วันละ 2 ครั้งในเวลา 08.00 และ 16.00 นาฬิกา การทดลองประกอบด้วย 5 ช่วง แต่ละช่วงการทดลองใช้เวลา 21 วัน แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1. ระยะปรับตัว (adaptation period) เป็นช่วงที่ฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารทดลอง ใช้เวลา 15 วัน ให้แพะได้รับอาหารข้นตามกลุ่มทดลองก่อนให้หญ้าเนเปียร์สด ทำการวัดปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณอาหารที่เหลือทั้งในช่วงเช้าและช่วงเย็นของทุกวัน เพื่อหาปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary intake) สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าเนเปียร์และอาหารข้นที่ให้และที่เหลือ นำมาหาเปอร์เซนต์วัตถุแห้ง เพื่อนำมาปรับปริมาณการกินได้ของสัตว์ในแต่ละวัน

2. ระยะทดลอง (experimental period) ใช้เวลา 6 วัน ให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเช่นเดียว

Table 1. Ingredients and nutrients composition of the experimental diets (DM basis)

	Dietary treatment (%CC substitution)				
	0	25	50	75	100
Ingredients, %					
Cassava chip (CC)	0.00	12.50	25.00	37.50	50.00
Ground corn	50.00	37.50	25.00	12.50	0.00
Palm kernel cake	8.39	8.96	10.12	10.70	10.07
Soybean meal	18.36	16.79	15.13	13.55	13.93
Broken rice	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Urea	0.00	0.50	1.00	1.50	1.75
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mineral-vitamin mix ^a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dicalcium phosphate	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Molasses	0.50	1.00	1.00	1.50	1.50
Sulfur	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Estimated nutrients (%)					
CP	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
TDN	80.77	79.80	78.79	77.81	77.35

^a Minerals and vitamins (each kg contains): Vitamin A: 10,000,000 IU; Vitamin E: 70,000 IU; Vitamin D: 1,600,000 IU; Fe: 50 g; Zn: 40 g; Mn: 40 g; Co: 0.1 g; Cu: 10 g; Se: 0.1 g; I: 0.5 g

กับระยะปรับตัวแต่ปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ให้ให้เพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงระยะปรับตัว ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการกินได้และสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนและตัวอย่างเลือด

การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1. การบันทึกปริมาณการกินได้และการเก็บตัวอย่างอาหาร

1.1 ทำการบันทึกปริมาณการกินได้ของหญ้าเนเปียร์สดและอาหารข้นเป็นระยะเวลา 5 วันของระยะทดลองโดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน

1.2 สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าเนเปียร์สดและอาหารข้นที่ให้และกินตลอดระยะเวลา 5 วันของระยะทดลอง นำตัวอย่างอาหารของทั้ง 5 วันมารวมกันแล้วสุ่มอีกครั้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2. การเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่มก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump สุ่มเก็บปริมาตร 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นแบ่งของเหลวจากกระเพาะรูเมนออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 สุ่มเก็บปริมาตร 20 มิลลิลิตรเติมกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ที่ความเข้มข้น 1 โมลาร์จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมน 9 มิลลิลิตร เพื่อยุติการทำงานของจุลินทรีย์ แล้วจึงนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนใส (supernatant) ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร นำไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์ ระดับแอมโมเนียไนโตรเจน กรดไขมันที่

ระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile fatty acid, VFA) และกรดไขมันที่ระเหยได้ที่สำคัญ ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid, C_2) กรดโพรพิโอนิก (propionic, C_3) และกรดบิวทีริก (butyric, C_4)

ส่วนที่ 2 สุ่มเก็บปริมาตร 9 มิลลิลิตร ใส่ในขวดพลาสติกขนาด 30 มิลลิลิตร และเติมฟอร์มาลิน (formalin) เข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เพื่อนำมานับจำนวนประชากร จุลินทรีย์ในกระเพาะ รูเมน ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อรา (fungi) โดยวิธีนับตรง (total direct count) ตามวิธีการของ Galyean (1989)

3. การเก็บตัวอย่างเลือดก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลองโดยเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) แบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บปริมาตร 4 มิลลิลิตรเพื่อวิเคราะห์หาระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด ส่วนที่ 2 เก็บปริมาตร 2 มิลลิลิตรเพื่อวิเคราะห์หาปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Packed cell volume, PCV) และส่วนที่ 3 เก็บปริมาตร 2 มิลลิลิตรเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด

4. ทำการคำนวณการขับออกของอนุพันธ์พิวรีนรวมในปัสสาวะ อนุพันธ์พิวรีนที่ถูกดูดซึมที่ลำไส้ และการสังเคราะห์ไนโตรเจนของจุลินทรีย์ ดังนี้

การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนรวมในปัสสาวะ (มิลลิโมล/วัน) = 5.86 (ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้) - 0.33 (Makkar and Chen, 2004)

อนุพันธ์พิวรีนที่ถูกดูดซึมที่ลำไส้ (มิลลิโมล/วัน) = $(Y - 0.150BW^{0.75}) / 0.84$ (Chen and Gomes, 1995)

การสังเคราะห์ไนโตรเจนของจุลินทรีย์ (กรัมไนโตรเจน/วัน) = $70X / (0.085 \times 0.83 \times 1000)$ (Jetana et al., 2003a,b อ้างโดย โอภาส และ ทองสุข, 2547)

เมื่อ X = อนุพันธ์พิวรีนที่ถูกดูดซึมที่ลำไส้ (มิลลิโมล/วัน), Y = การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนรวมในปัสสาวะ (มิลลิโมล/วัน), $BW^{0.75}$ = น้ำหนักเมแทบอลิก (กิโลกรัม)

Table 2. Effect of cassava chip (CC) substitution for ground corn in concentrate on feed intake in goat fed napier grass

Attribute	Dietary treatment (%CC substitution)					SEM
	0	25	50	75	100	
DMI, kg/d						
Napier grass, kg/d	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.011
Concentrate, kg/d	0.48	0.50	0.47	0.47	0.40	0.028
Total DMI, kg/d	0.75	0.78	0.75	0.76	0.69	0.029
Total DMI, %BW	2.52	2.50	2.40	2.51	2.31	0.102
Total DMI, g/kg BW ^{0.75}	58.38	59.34	56.60	58.19	53.05	2.266
OMI, g/d	698.73	729.94	706.60	722.35	667.61	24.527
CPI, g/d	104.30 ^a	102.75 ^a	103.85 ^a	95.69 ^{ab}	87.63 ^b	3.504
NDFI, g/d	322.72	325.25	320.41	334.42	317.54	11.512
ADFI, g/d	151.91	157.55	162.21	168.44	164.56	5.044

^{a,b} Means within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<.05).

SEM = Standard error of the mean (n = 10)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์สด อาหารข้น และมูล คือ วัตถุแห้ง โปรตีนรวม และเถ้า ใช้วิธีวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis) ตามวิธีการของ AOAC (1984) สำหรับการวิเคราะห์หนึ่งเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) และลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) ใช้วิธี Detergent method ของ Goering และ Van Soest (1970) การวิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ใช้การกลั่นตามวิธีการของ Bremner และ Keeney (1965) ส่วนการวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยได้ใช้เครื่อง HPLC ตามวิธีการของ Samuel และคณะ (1997) การวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดใช้วิธี Urea two steps enzymatic colorimetric test โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Urea Liquicolor ของบริษัท Diagnostic ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน และการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดใช้วิธี GOD-PAP method โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Glucose liquicolor ของบริษัท Human ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณโภชนะที่กิน ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ อนุพันธ์พัวร์รวมในปัสสาวะ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน และการสังเคราะห์ไนโตรเจนของจุลินทรีย์ ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนและกลูโคสในเลือด รวมทั้งค่าความเป็นกรด-ด่าง ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและกรดไขมันที่ระเหยได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน และจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ 5 x 5 Replicated Latin Square และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการเสริมมันเส้นทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ของอาหารของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเป็นอาหารหยาบแสดงดัง **Table 2** พบว่าปริมาณการกินได้ของหญ้าเนเปียร์สดและอาหารข้นของแพะทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

แต่เมื่อใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ปริมาณการกินอาหารขึ้นของแพะมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นเพราะการใช้มันเส้นในระดับสูง มีผลทำให้อาหารเป็นฝุ่น และมีรสชาติไม่น่ากิน เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารชั้นที่ใช้ข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ รวมด้วย อย่างไรก็ตาม ปริมาณอาหารที่กินได้รวมของแพะทั้ง 5 กลุ่ม (อาหารชั้น+อาหารหยาบ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Chanjula และคณะ (2005) ที่รายงานว่า การเสริมยูเรีย ร่วมกับมันเส้นในระดับ 0:30, 1:40, 2:50 และ 3:60 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารชั้นสำหรับแพะ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กินได้รวมของแพะ

ปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ ผนังเซลล์ และ ลิกโนเซลลูโลสของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมในแพะที่ได้รับอาหารที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (87.63 กรัมต่อตัวต่อวัน) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (104.3, 102.75, 103.85 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากแพะกลุ่มนี้ มีแนวโน้มของปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ต่ำกว่าแพะกลุ่มอื่นๆ

Table 3 แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้และโปรตีนรวมที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ที่ย่อยได้ ในแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่กินได้ (Table 2) สอดคล้องกับการศึกษาของปิ่น และคณะ (2549) ที่รายงานว่า เมื่อเสริมอาหารชั้นที่มีระดับยูเรีย (0, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับมันเส้นในระดับที่เพิ่มสูงขึ้น (30, 40, 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์) ในอาหารชั้นสำหรับแพะ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ และเมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้พบว่า ปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้บนฐานกรัมต่อตัวต่อวันในแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (77.79, 76.34 และ 78.01 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (64.00 กรัมต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้บนฐานกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก พบว่า แพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ 5.62 และ 5.63 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (4.42 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมในแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 3. Effect of cassava chip (CC) substitution for ground corn on digestible nutrient intake in goat fed napier grass

Digestible nutrient intake	Dietary treatment (%CC substitution)					SEM
	0	25	50	75	100	
Digestible organic matter intake						
g/d	544.18	573.80	547.28	553.52	516.54	19.954
g/kgBW ^{0.75}	39.65	41.97	40.12	40.58	39.68	1.296
Digestible protein intake						
g/d	77.79 ^a	76.34 ^a	78.01 ^a	69.48 ^{ab}	64.00 ^b	2.789
g/kgBW ^{0.75}	5.62 ^a	5.03 ^{ab}	5.63 ^a	4.90 ^{ab}	4.42 ^b	0.280

^{a,b} Means within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P<0.05$).

($P < 0.05$) (Table 2) จึงอาจส่งผลให้ปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ในแพะกลุ่มนี้ต่ำลง

Table 4 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารข้นที่ไขมันเส้นทดแทน

ข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม อยู่ในช่วง 6.53-6.61 ($P > 0.05$) ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพ การย่อยได้ของเยื่อใยและโปรตีนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (เมธา, 2533; Hoover, 1986)

Table 4. Effect of cassava chip (CC) substitution for ground corn in concentrate on rumen fermentation characteristics in goat fed napier grass

Attribution	Dietary treatment (%CC substitution)					SEM
	0	25	50	75	100	
Ruminal (pH)						
0 h-before feeding	6.86	6.84	7.03	6.88	6.87	0.061
4 h-post feeding	6.36	6.22	6.26	6.23	6.31	0.055
Mean	6.61	6.53	6.65	6.55	6.59	0.044
NH3-N, mg/dl						
0 h-before feeding	14.50 ^{ab}	15.36 ^a	12.28 ^{ab}	11.28 ^b	11.79 ^b	1.058
4 h-post feeding	17.85 ^{ab}	22.29 ^a	17.13 ^{ab}	18.15 ^{ab}	12.86 ^b	1.854
Mean	16.18 ^{ab}	18.83 ^a	14.71 ^{bc}	14.72 ^{bc}	12.33 ^c	1.062
Total VFA (mmol/l)						
0 h-before feeding	73.00	73.90	69.60	79.20	76.30	4.472
4 h-post feeding	78.00	82.30	80.30	79.20	76.30	4.235
Mean	75.50	78.10	75.00	79.20	76.30	4.584
Acetate (%)						
0 h-before feeding	64.80	63.90	63.20	65.30	67.20	2.546
4 h-post feeding	67.50	65.40	66.00	66.80	67.20	1.896
Mean	66.20	64.70	64.60	66.10	67.20	2.328
Propionate (%)						
0 h-before feeding	17.90	19.80	18.90	18.80	17.70	1.565
4 h-post feeding	19.60	20.40	19.50	18.50	20.20	2.151
Mean	18.80	20.10	19.20	18.70	19.00	1.868
Butyrate (%)						
0 h-before feeding	14.20	14.70	15.10	14.20	14.70	1.493
4 h-post feeding	15.20	15.60	17.10	16.00	12.40	2.451
Mean	14.70	15.20	16.10	15.10	13.60	2.066
Acetate : Propionate						
0 h-before feeding	3.80	3.30	3.50	3.60	3.80	1.253
4 h-post feeding	3.30	3.10	3.20	3.50	3.30	0.965
Mean	3.50	3.20	3.40	3.50	3.60	1.032

^{a,b,c} Means within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

SEM = Standard error of the mean (n = 10)

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับมันเส้นที่ใช้ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Fadel และคณะ (1987) ที่รายงานไว้ว่า ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนอาจลดลงได้เมื่อมีการเสริมกากน้ำตาลและแป้งในอาหาร อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม อยู่ในช่วงปกติ (10-30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) ที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ (Perdok and Leng, 1990)

ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 75.00-79.20 มิลลิโมลต่อลิตร ($P>0.05$) สำหรับปริมาณของกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริกในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งระดับกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก ในของเหลว

จากกระเพาะรูเมนของแพะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 4 หลังการให้อาหาร สอดคล้องกับ Wanapat (2000) ที่รายงานไว้ว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นและถึงจุดสูงสุดหลังการให้อาหาร 2-4 ชั่วโมง สำหรับค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม อยู่ในช่วง 3.20-3.60 ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Nocek และ Tamminga (1991) ที่รายงานไว้ว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด กรดอะซิติก และกรดโพรพิโอนิกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโครีดนม ที่ได้รับอาหารชั้นที่มีมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบ ไม่แตกต่างจากโคที่ได้รับอาหารชั้นที่มีข้าวโพดและข้าวบาร์เลย์เป็นส่วนประกอบ ($P>0.05$)

Table 5 แสดงจำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัว และยูโอสปอร์ของเชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะ ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ พบว่าจำนวนแบคทีเรียและโปรโตซัวทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม อยู่ในช่วง 0.99-

Table 5. Effect of cassava chip (CC) substitution for ground corn in concentrate on microbial population in goat fed napier grass

Attribution	Dietary treatment (%CC substitution)					SEM
	0	25	50	75	100	
Total bacteria ($\times 10^{10}$ cell/ml)						
0 h-before feeding	1.60	1.40	1.40	1.50	0.80	1.359
4 h-post feeding	6.36	6.22	6.26	6.23	6.31	0.050
Mean	1.41	1.35	1.30	1.21	0.99	1.651
Total protozoa ($\times 10^6$ cell/ml)						
0 h-before feeding	2.16	3.04	2.99	3.08	3.56	1.521
4 h-post feeding	2.65	2.78	3.18	3.25	3.58	3.254
Mean	2.41	2.90	3.08	3.17	3.57	1.123
Fungal zoospores ($\times 10^6$ cell/ml)						
0 h-before feeding	0.80 ^b	1.31 ^b	1.10 ^{ab}	0.91 ^{ab}	1.00 ^{ab}	0.106
4 h-post feeding	1.91	1.60	1.51	1.41	1.41	1.562
Mean	1.35	1.35	1.41	1.15	1.21	1.202

^{a,b} Means within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SEM = Standard error of the mean (n = 10)

1.41×10^{10} และ $2.41-3.57 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ($P>0.05$) ตามลำดับ โดยจำนวนประชากรของโปรโตซัวมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระดับมันเส้นที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เนื่องจากมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้รวดเร็วโดยเฉพาะแป้งเพิ่มขึ้น ซึ่งการเสริมแป้งในสูตรอาหารช่วยพัฒนาการเจริญเติบโตของโปรโตซัว (Chamberlain *et al.*, 1985; Jouany, 1988)

ในส่วนของจำนวนจุลินทรีย์ของเชื้อราพบว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนจุลินทรีย์เชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมนก่อนให้อาหารสูงสุด (1.31×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ (0.80×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมน ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ของเชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่มอยู่ในช่วง $1.41-1.91 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ $1.15-$

1.41×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ($P>0.05$) ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ของเชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาค้างนี้สูงกว่ารายงานของ Orpin (1975) และ Joblin (1981) ที่พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ระหว่าง 10^3-10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร

Table 6 แสดงปริมาณกรดไขมันในเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของแพะ ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ พบว่า ปริมาณกรดไขมันในเลือดแดงอัดแน่นของแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดไขมันในเลือดแดงอัดแน่น เท่ากับ 28.58, 28.83 และ 28.61 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ (26.94 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดไขมันในเลือดแดงอัดแน่นของเลือดแพะในการศึกษาค้างนี้อยู่ในช่วงปกติ (22-38 เปอร์เซ็นต์) (Jain, 1993)

Table 6. Effect of cassava chip (CC) substitution for ground corn in concentrate on blood metabolite concentration in goat fed napier grass

Attribution	Dietary treatment (%CC substitution)					SEM
	0	25	50	75	100	
Pack cell volumn (PCV)						
0 h-before feeding	26.88	28.00	29.33	28.67	29.00	0.556
4 h-post feeding	27.00	26.60	27.83	29.00	28.22	0.670
Mean	26.94 ^b	27.30 ^{ab}	28.58 ^b	28.83 ^b	28.61 ^b	0.466
Blood Urea Nitrogen (BUN) (mg/dl)						
0 h-before feeding	21.43	20.30	21.40	20.58	20.50	0.804
4 h-post feeding	22.96	23.16	24.70	23.84	25.35	0.998
Mean	22.20	21.74	23.06	22.22	22.93	0.794
Glucose (mg/dl)						
0 h-before feeding	67.80	65.20	68.50	66.50	68.70	1.554
4 h-post feeding	73.80	73.60	79.30	74.30	71.60	2.393
Mean	70.80	69.40	73.90	70.40	70.15	1.681

^{a,b} Means within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SEM = Standard error of the mean (n = 10)

สำหรับค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะมีค่าอยู่ในช่วง 21.74-23.06 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ($P>0.05$) ซึ่งอยู่ในช่วงปกติของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะ (11.2-27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) (Lloyd, 1982) ส่วนระดับกลูโคสในกระแสเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 69.40-73.90 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดย Kaneko (1980) รายงานว่า ระดับกลูโคสปกติในเลือดแพะอยู่ในช่วง 50-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร หรือ 2.77-4.16 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งแสดงถึงภาวะสมดุลของพลังงานในร่างกายแพะ

Table 7 ผลการใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นต่อการขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน และปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด พบว่า เมื่อพิจารณาบนฐานมิลลิโมลต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ มีปริมาณอนุพันธ์พิวรีนที่ขับออกในปัสสาวะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 - 0.25 มิลลิโมลต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน

การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะของแพะในการศึกษารุ่นนี้ต่ำกว่ารายงานของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่พบว่า แพะพันธุ์ซาเนน (Saanen) เพศเมียที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จรูปที่ใช้ทางใบปาล์ม น้ำมันอบไอน้ำ ขับอนุพันธ์พิวรีนรวมในปัสสาวะ 2.84-6.60 มิลลิโมลต่อตัวต่อวัน ซึ่งการขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะของสัตว์เคี้ยวเอื้องขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของสัตว์ พันธุ์สัตว์ แหล่งโปรตีน และระดับโปรตีนในอาหาร แหล่งพลังงานและระดับของพลังงานในอาหาร และปริมาณอาหารที่กินได้ (โอภาส และทองสุข, 2547)

สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนพบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนสูงสุด คือ 0.41 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (0.37, 0.36, 0.37 และ 0.37 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งโอภาส และทองสุข (2547) รายงานว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อย

Table 7. Effect of cassava chip (CC) substitution for ground corn in concentrate on purine derivatives excretion, digestible OM in the rumen and microbial N in goat fed napier grass

Attribution	Dietary treatment (%CC substitution)					SEM
	0	25	50	75	100	
Purine excretion						
Total PD ¹ (mmol/d)	3.04 ^b	3.42 ^a	2.90 ^b	2.97 ^b	2.88 ^b	0.082
Total PD (mmol/kg BW ^{0.75} /d)	0.22	0.25	0.21	0.22	0.22	0.006
DOMR ² (Kg/d)	0.37 ^b	0.41 ^a	0.36 ^b	0.37 ^b	0.37 ^b	0.009
Microbial N supply						
g of N/d ³	1.12	1.43	0.97	1.04	1.16	1.898
g of N/kg of DOMR	2.90	3.41	2.62	2.71	3.01	0.275

¹ Total PD = Total Purine derivatives, calculated as $y = 5.86x - 0.33$ ($R^2 = 0.99$); y = Total PD (mmol/d), x =digestible organic matter intake (DOMI), kg/d (Makkar and Chen, 2004)

² Digestible OM in the rumen (DOMR) = $0.65 \times \text{DOMI}$ (kg/d) (ARC, 1984)

³ Microbial N supply, calculated as $Y = (70X)/(0.085 \times 0.83 \times 1000)$; X = microbial purine absorption (mmol/d), Y = Total Purine derivatives (mmol/d), (Jetana *et al.*, 2003 a, b อ้างอิงโดย โอภาส และทองสุข, 2547)

^{a,b} Means within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

SEM = Standard error of the mean (n = 10)

ได้ในกระเพาะรูเมนจะมากขึ้นหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ของสัตว์ ในการศึกษาคั้งนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มสูงสุด (Table 3) จึงส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของแพะมีค่าสูงสุด สำหรับปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 0.97-1.43 กรัมไนโตรเจนต่อวัน ($P>0.05$) หรือ 2.62-3.41 กรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน ($P>0.05$) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Khamseekhiew (2005) ที่รายงานว่าการผสมผสานมาลิน (Malin) ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์แห้งแบบเต็มทีเสริมใบกระถินแห้ง 100 กรัมต่อตัวต่อวันและอาหารข้น 50 กรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน 0.90-1.01 กรัมไนโตรเจนต่อวัน หรือ 2.65-2.87 กรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน

สรุป

มันเส้นสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดในระดับ 25-75 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารชั้นสำหรับแพะได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ เมแทบอลิซึมในเลือดนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน และการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตาม การนำมันเส้นมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ต้องมีการปรับระดับของโปรตีนและเลือกใช้แหล่งของโปรตีนที่เหมาะสม เพื่อให้สัตว์ใช้ประโยชน์จากโปรตีนร่วมกับคาร์โบไฮเดรตได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (BIOTECH) และ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี พ.ศ. 2548 ศูนย์วิจัยและ
พัฒนาสตรีศึกษาเรื่องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของ
ศูนย์ทุกท่าน ที่ได้สนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์ และ
สัตว์ทดลอง คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสัตวศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ที่ได้มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วง
ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2550. สถิติปศุสัตว์ในประเทศไทยแสดงราย
ภาคปี 2549. ศูนย์สารสนเทศและข้อมูลสถิติ กรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ .
- ปิ่น จันทูฟ้า, วันวิศาฯ งามผ่องใส และ อภิชาติ หล่อเพชร.
2549. ผลของระดับยูเรียและมันเส้นในสูตรอาหารขึ้นต่อ
การย่อยได้ รูปแบบการหมักในกระเพาะหมัก และสมดุล
ไนโตรเจนในแพะที่ได้รับภูฏานเปียร์เป็นอาหารหยาบ.
หน้า 342-353. ในรายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์
ภาคใต้ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ 15-16
สิงหาคม 2549.
- เมธา วรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. พันธุ์
พับบลิชซิง, ขอนแก่น.
- วินัย ประลมพิกาญจน์. 2542. การผลิตแพะเนื้อและแพะนม
ในเขตร้อน. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย
วลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.
- โอภาส พิมพา, กฤตพล สมมาตย์ และ เมธา วรณพัฒน์. 2543.
ผลของมันเส้นทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารโครีดนม
ที่ได้รับภูฏานู๊หมักเป็นอาหารหยาบ. ว.สัตวแพทยศาสตร์
10:35-46.
- โอภาส พิมพา และทองสุข เจตนา. 2547. การประเมินจุลินทรีย์
โปรตีนโดยใช้สารอนุพันธ์ฟิวรีนในปัสสาวะของสัตว์เคี้ยว
เอื้อง. ไฟกัส มาสเตอร์พรีนต์, พิษณุโลก.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed., Association
of Official Analytical Chemists, Washington.
- Bremner, J. M. and Keeney, D. R. 1965. Steam distillation
methods of determination of ammonium nitrate and
nitrite. Anal. Chem. Acta. 32:485.
- Brigstocke, T. D. E., Cuthbert, N. H., Thickett, W. S., Lindeman,
M. A. and Wilson, P. N. 1981. A comparison of a dairy
cow compound feed with and without cassava given with
grass silage. Anim. Prod. 33:19-24.

- Chamberlain, D. G., Thomas, P. C. Wilson, W., Newbold, C. J. and MacDonald, C. J. 1985. The effects of protein and carbohydrate supplements on ruminal concentrations of ammonia in animals given diets of grass silage. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 104:331-340.
- Chanjula, P., Wanapat, M., Wachirapakorn, C. and Rowlinson, P. 2004. Effect of synchronizing starch sources and protien (NPN) in the rumen on feed intake, rumen microbial fermentation, nutrient utilization and performance of lactating dairy cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17:1400-1410.
- Chanjula, P., Ngampongsai, W. and Wanapat, M. 2005. Effect of levels of urea and cassava chip in concentrate on dry matter intake, ruminal ecology and blood metabolites in growing goats. Pp. 44-45. *In* Proceeding of AHAT/BSAS International Conference : Integrating Livestock-Crop Systems to Meet the Challenges of Globalization, Khon Kean, Thailand, 14-18 November 2005.
- Chen, X. B. and Gomez, M. J. 1995. Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives - An Overview of the Technical Details. Occasional Publication 1992. International Feed Resource Unit, Rowette Research Institute, Bucksburn.
- Fadel, J. G., Uden, P. and Robinson, P. H. 1987. Effect of nitrogen and energy supplements on intake and digestion of oat straw by non-lactating dairy cows. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 109:503-517.
- Galyean, M. 1989. Laboratory Procedure in Animal Nutrition Research. New Mexico: Department of Animal and Life Science. New Mexico State University.
- Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook No. 379. USDA, Washington.
- Hoover, W. H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.* 69:2755-2766.
- Jain, N. C. 1993. Essential of Veterinary Hematology.: Lea & Febiger, Philadelphia.
- Joblin, J. P. 1981. Isolation, enumeration, and maintenance of rumen anaerobic fungi in roll tubes. *Appl. Environ. Microbial.* 42:1119-1126.
- Jouany, J. P. 1988. Effect of diets on populations of rumen protozoa in relation to fiber digestion. *In* The Roles of Protozoa and Fungi in Ruminal Digestion. Pp. 59-74. J. V. Nolan, R. A. Leng and D. I. Demerger, editors. Penambul Books, Armidale.
- Kaneko, J. J. 1980. Appendixes. *In* Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 3rd ed. Pp. 877-901. *In* J. J. Kaneko. editor. Academic Press, New York.
- Khamseekhiew, B. 2005. Characterisation and Protein Binding Affinity of Condensed Tannins in Leucaena Varieties. Ph.D. Thesis. University Putra Malaysia.
- Lloyd, S. 1982. Blood characteristics and the nutrition of ruminants. *British Veterinary J.* 138:70-85.
- Makkar, H. P. S. and Chen, X. B. 2004. Estimation of Microbial Protein Supply in Ruminants Using Urinary Purine Derivative. Kluwer Academic Publishers, London
- Nocek, J. E. and Tamminga, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal-tract of dairy cows and its effect on milk-yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74:3598-3629.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goat in Temperate and Tropical Countries. National Academy of Sciences, Washington.
- Orpin, C. G. 1975. Studies in the rumen flagellate *Neocallimastix frontalis*. *J. Gen. Microbial.* 91:249-258.
- Paengkoum, P., Liang, J. B., Basery, M. and Jelan, Z. A. 2006. Utilization of steam-treated oil plum fronds in growing goats: Supplementation with dietary urea. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19:1305-1313.
- Perdok, H. B. and Leng, R. A. 1990. Effect of supplementation with protein meal on the growth of cattle given a basal diet of untreated or ammoniated rice straw. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 3:269-279.
- Samuel, M., Sagathewan, S., Thomas, J. and Mathen, G. 1997. An HPLC method for estimation of volatile fatty acid of ruminal fluid. *Indian J. Anim. Sci.* 67:805-807.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometerial Approach. 2nd ed. Mc Graw - Hill, New York.
- Wanapat, M. 2000. Rumen manipulation to increase the efficient use of local feed resources and productivity of ruminants in the tropics. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13:59-67.