

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการย่อยได้ เมแทบอลิท์ ในกระแสเลือด และสมรรถภาพการผลิตของแพะรีดนม

Effects of Dietary Protein Levels on Digestibility, Blood Metabolites, and Production Performance of Lactating Dairy Goats

ปิ่น จันจุฬา^{1/} พัชรินทร์ ภักดีฉนวน^{2/} ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ^{1/}
และ สมพงษ์ เทศประสิทธิ์^{1/}

Pin Chanjula^{1/}, Patcharin Pakdeechnuan^{2/}, Siriwat Wasiksiri^{1/}
and Sompong Tedprasit^{1/}

Abstract: Eight 75% crossbred Saanen dairy goats (BW 50 ±3.0 kg) with 60 ±10 days in lactation were randomly assigned to a Switch-back design to evaluate the effect of 4 dietary protein levels in concentrate i.e. 16, 17, 18 and 19% on digestibility, blood metabolites and production performance. The goats were offered the treatment concentrate at a ratio to milk yield at 1:2. Ruzi grass was given on an *ad libitum* basis as roughage. The results revealed that total DM intake, milk production and milk composition were similar among treatments ($P>0.05$), whereas CP digestibility and milk urea nitrogen increased as increasing dietary protein levels in concentrate ($P<0.05$). It could be concluded that the optimal level of CP in concentrate should be 16-17% for dairy goats without altering feed intake, milk yield and milk composition.

Keywords: Protein level in concentrate, milk yield, milk quality, dairy goat, digestibility

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90112

^{1/} Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112

^{2/} ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.ปัตตานี

^{2/} Department of Food Science and Nutrition, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Pattani 94000

* Corresponding author: pin.c@psu.ac.th

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารขึ้นต่อการย่อยได้ เมแทบอลิซึมในเลือด และสมรรถภาพการผลิตของแพะรีดนม โดยสุ่มแพะให้ได้รับอาหารทดลอง 4 สูตร คือ อาหารขึ้นที่มีระดับโปรตีน 16, 17, 18 และ 19 เปอร์เซ็นต์ ตามแผนการทดลองแบบสลับ (Switch-back design) ใช้แพะนมลูกผสมเลือดชาเนน 75 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 8 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 50 ± 3.0 กิโลกรัม ซึ่งมีจำนวนวันของการให้นมเฉลี่ย 60 ± 10 วัน โดยแพะนมทุกตัวให้กินหญ้าที่สดเป็นอาหารหยาบแบบเต็มที่ได้ และได้รับสัดส่วนอาหารขึ้นต่อปริมาณน้ำนมเป็น 1 ต่อ 2 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการกินได้ ผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนมของทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ขณะที่ การย่อยได้ของโปรตีน และค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในน้ำนมเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนในอาหารขึ้นที่เพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า ระดับโปรตีน 16-17 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารขึ้น เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับแพะรีดนม โดยไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม

คำสำคัญ: ระดับโปรตีนในอาหารขึ้น ผลผลิตน้ำนม คุณภาพน้ำนม แพะนม การย่อยได้

คำนำ

แพะ (goat, *Capra hircus*) เป็นสัตว์เลี้ยงที่พบทั่วไปในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบที่มีภูมิอากาศร้อนและแห้ง แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพราะมีศักยภาพในการเปลี่ยนอาหารหยาบ และเศษเหลือผลพลอยได้ทางการเกษตรให้เป็นเนื้อ และนมที่มีคุณภาพดี ปัจจุบันนมแพะมีการผลิต และการบริโภคเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีสารอาหารสำคัญที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ และมีคุณสมบัติหลายประการที่ดีเด่นกว่านมโค เช่น มีวิตามินและแร่ธาตุสูงกว่า มีกรดไขมันสายโซ่สั้น และเม็ดไขมันขนาดเล็กสามารถย่อยสลายและดูดซึมได้ง่าย (Murry *et al.*, 1999) มีปริมาณโปรตีนชนิด α_1 -casein น้อยกว่านมโคจึงไม่ทำให้เกิดการแพ้ (Clark and Sherbon, 2000) นอกจากนี้โปรตีนยังมีอนุภาคขนาดเล็กจึงย่อย และนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายกว่านมโค อีกทั้งยังมีคุณสมบัติเป็นยา (nutraceutical food) ด้วย อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตน้ำนมทั้งปริมาณ และคุณภาพ ได้แก่ พันธุ์ ยีนไทป์ โรคและพยาธิ อาหารและการจัดการ เป็นต้น โดยอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิต คุณภาพของน้ำนมแพะ และต้นทุนการผลิตน้ำนม เพราะคิดเป็นรายจ่าย 40-70 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตน้ำนม การให้อาหารแพะนม โดยเฉพาะแม่แพะระยะให้นมจึงต้องมีคุณค่าทางโภชนาสูงเพียงพอกับความต้องการของร่างกายที่สามารถ

ผลิตน้ำนมได้ตามศักยภาพ โดยเฉพาะระดับโปรตีน และพลังงานที่เหมาะสมในสูตรอาหารขึ้นของแพะนม ซึ่งโปรตีนในอาหารมีความสำคัญทั้งต่อตัวสัตว์ และการเจริญของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (McCarthy *et al.*, 1989) ที่ทำหน้าที่ในการย่อยเยื่อใย ผลิตรดไขมันที่ระเหยได้ และสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนซึ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์สารอาหารที่เป็นส่วนประกอบของน้ำนม สอดคล้องกับ Sanz Sampelayo *et al.* (1998) ที่รายงานว่าการเพิ่มระดับโปรตีนที่เหมาะสมจะทำให้มีน้ำนมมีผลผลิตสูงขึ้น ดังนั้น ถ้าสัตว์ได้รับไม่เพียงพอจะมีผลต่อปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ตลอดจนการดูดซึม และนำไปสร้างเป็นผลผลิต อย่างไรก็ตาม ข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับระดับโปรตีนในอาหารขึ้นต่อผลผลิต และคุณภาพน้ำนมในแพะรีดนมยังมีจำกัด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับโปรตีนในอาหารขึ้นต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ เมแทบอลิซึมในเลือด และองค์ประกอบของน้ำนมในแพะรีดนมลูกผสมชาเนน

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง แผนการทดลอง และการเตรียมอาหารทดลอง

ใช้แพะลูกผสมเลือดชาเนนประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเฉลี่ย 50 ± 3.0 กิโลกรัม จำนวน 8 ตัว และให้น้ำนมมาแล้ว (day in milk, DIM) เฉลี่ย 60 ± 10 วัน

โดยสัตว์ทุกตัวได้รับการถ่ายพยาธิภายในตัว และวิตามิน AD₃E ก่อนเข้าทดลองอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวยกพื้น จำนวน 8 คอก มีรางอาหารหยاب อาหารข้น และที่ให้น้ำอยู่ด้านหน้า ทำการสุ่มแพะให้ได้รับทริทเมเนตตามแผนการทดลองแบบ Switch-back design โดยได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 4 ระดับ คือ 16, 17, 18, และ 19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารข้นทุกสูตรมีโภชนะต่างๆ ตามความต้องการของแพะตามคำแนะนำของ NRC (1981) (ตารางที่ 1) ทำการทดลอง 3 ช่วง ๆ ละ 21 วัน ซึ่งประกอบด้วยระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 7 วัน โดยใน

ระยะปรับตัวให้แพะได้รับหญ้าที่สดแบบเต็มที่ ร่วมกับการให้อาหารข้นตามสัดส่วนของอาหารข้นต่อน้ำนม 1:2 วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 07.00 และ 16.00 นาฬิกา ทำการวัดปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือทิ้งในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวันเพื่อหาปริมาณการกินได้ และบันทึกปริมาณน้ำนมที่ได้จากแพะนมแต่ละตัว (รีดด้วยมือ) ในตอนเช้า และตอนเย็นทุกวันตลอดการทดลอง เพื่อใช้เป็นค่าปรับปริมาณการให้อาหารข้นในวันถัดไป ส่วนในระยะทดลอง ให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัว แต่ลดปริมาณอาหารหยابที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่กินได้ในช่วงระยะปรับตัว

Table 1 Ingredient and chemical composition of dairy goat rations (% DM basis)

Nutrient composition	Dietary protein level (% CP)				Ruzi grass
	16% CP	17% CP	18% CP	19% CP	
Ingredients					
Ground corn, GC	54.31	51.45	48.59	45.74	-
Palm kernel meal, PKM	10.00	10.00	10.00	10.00	-
Soybean meal, SM	19.69	22.55	25.41	28.26	-
Rice bran, RB	10.00	10.00	10.00	10.00	-
Molasses	3.00	3.00	3.00	3.00	-
Dicalcium phosphate	1.0	1.0	1.0	1.0	-
Mineral mix ¹	1.00	1.00	1.00	1.00	-
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	-
Chemical composition					
DM ²	91.2	90.3	90.1	90.3	33.32
Ash	5.31	5.30	5.29	5.28	6.62
OM	94.69	94.7	94.71	94.72	93.38
CP	16.27	17.47	18.40	19.43	7.37
EE	4.12	4.24	4.96	5.12	1.30
NSC ⁴	54.99	53.84	52.56	51.61	17.06
NDF	19.31	19.15	18.79	18.56	67.65
ADF	6.67	6.54	6.43	6.12	44.67

¹ 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

² DM: dry matter; OM: organic matter; CP: crude protein; EE: ether extract; NSC: Non-structural carbohydrate; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber

³ Estimated: NSC = 100-(%CP+%NDF+%EE+%Ash)

การเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของแพะ โดยชั่งน้ำหนักก่อนเข้าช่วงการทดลองและในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบ และอาหารข้นทั้งอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง และคำนวณหาปริมาณการกินได้ของสัตว์ในแต่ละวัน อีกส่วนหนึ่งนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่น วัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) เถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์ Neutral detergent fiber (NDF) และ Acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) รวมทั้งวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid-insoluble ash, AIA) โดยใช้ 2N HCl ตามวิธีการของ Van Keulen and Young (1977)

สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง ปริมาณ 100 มล. นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันทีโดยใช้ pH meter (HANNA instruments HI 98153 microcomputer pH meter) หลังจากนั้น สุ่มเก็บประมาณ 20 มิลลิลิตร เติม 1M H₂SO₄ จำนวน 2 มิลลิลิตร เพื่อวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, NH₃-N) โดยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) ด้วยเครื่อง KJELTEC AUTO 2200 Analyzer (Foss, TECATOR) เก็บตัวอย่างเลือด ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ใส่หลอดที่มีเฮพาริน (heparinized) เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว หลังจากนั้น นำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 10 นาที และเก็บส่วนพลาสมา (plasma) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาระดับยูเรียในเลือด (blood urea-nitrogen, BUN) (Crocker, 1967) โดยใช้เครื่อง

spectrophotometer และวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดใช้วิธี GOD-PAP method โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป (Glucose Liquicolor®, Germany) นอกจากนี้ ทำการเก็บมูลทุกตัวในแต่ละระยะการทดลอง 3 วัน สุดท้ายติดต่อกันในช่วงเช้า โดยล้างจากทวารหนัก (rectal sampling) แล้วนำมารวมกันในปริมาณที่เท่ากันก่อนนำตัวอย่างมูลอบในตูบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. เก็บใส่ถุงที่ทำเครื่องหมายไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะโดยใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid-insoluble ash, AIA) เป็นตัวบ่งชี้ภายใน ตามวิธีการของ Van Keulen and Young (1977) ดังสมการ

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง} = 100 - \frac{100 \times (\% \text{AIA ในอาหาร})}{(\% \text{AIA ในมูล})}$$

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ} = 100 - \frac{100 \times (\% \text{AIA ในอาหาร}) \times (\% \text{โภชนะในมูล})}{(\% \text{AIA ในมูล}) \times (\% \text{โภชนะในอาหาร})}$$

การเก็บตัวอย่างน้ำนม สุ่มเก็บ 2 วันสุดท้าย ติดต่อกันของแต่ละช่วงการทดลองในตอนเช้า และตอนเย็น แล้วนำมารวมเข้าด้วยกันตามสัดส่วนของน้ำนมที่ได้เก็บไว้ในขวดที่มี potassium dichromate 250 มิลลิกรัม เพื่อรักษาสภาพของน้ำนมและเก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรอวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ โปรตีน ไขมัน แลคโตส ของแข็งทั้งหมด และของแข็งที่ไม่รวมไขมันด้วยเครื่อง Milk Analyzer (Lacto Scan, Model 3510) นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลอง แบบ Switch-back design โดยใช้ Proc GLM และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และศึกษาแนวโน้มการตอบสนองของการเพิ่มระดับโปรตีนด้วยวิธี Orthogonal polynomial (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารชั้นที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 4 ระดับ คือ 16, 17, 18 และ 19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) พบว่า อินทรีย์วัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เถ้า คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง ผงนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส มีค่าอยู่ในช่วง 94.69-94.72 เปอร์เซ็นต์ 16.27-19.43 เปอร์เซ็นต์ 4.12-5.12 เปอร์เซ็นต์ 5.28-5.31 เปอร์เซ็นต์ 51.61-54.99 เปอร์เซ็นต์ 18.56-19.31 เปอร์เซ็นต์ และ 6.12-6.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ขณะที่คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้างลดลง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากมีกากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารชั้นที่มีระดับโปรตีนสูง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของไขมันรวมสูงกว่าข้าวโพดบดที่นิยมใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารสัตว์ สำหรับเปอร์เซ็นต์เถ้า ผงนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสของทุกสูตรมีค่าใกล้เคียงกัน

ปริมาณการกินได้ สมประสิทธิ์การย่อยได้ และปริมาณการกินได้ของโภชนาที่ย่อยได้

ผลของระดับโปรตีนในสูตรอาหารชั้นต่างกัน (16, 17, 18 และ 19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ต่อปริมาณการกินวัตถุดิบได้อย่างอิสระของแพะรีดนมลูกผสมแต่ละกลุ่มที่ได้รับหญ้าที่สดเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งในแง่ของปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ อาหารชั้น และปริมาณการกินได้ทั้งหมดทั้งที่คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย (kg/d) และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%BW) หรือกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแม่แพะอลิก (g/kg $W^{0.75}$) ของทุกกลุ่ม (ตารางที่ 2) โดยปริมาณการกินได้ทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 1.26-1.50 กิโลกรัมวัตถุดิบแห้งต่อตัวต่อวัน ใกล้เคียงกับรายงานของ Arieli *et al.* (2005) ที่ศึกษาผลของระดับโปรตีน (16 และ 18% CP) ในแพะลูกผสมซาเนนต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหาร มีค่าเฉลี่ย 1.3 kg/d เมื่อพิจารณาสมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีน (CP) การย่อยได้ของ NDF และ ADF ของ

แพะรีดนมทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีโปรตีนระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหาร ปรากฏว่า สมประสิทธิ์การย่อยได้ของ DM, OM, NDF และ ADF ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในขณะที่สมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนในกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง ($L: P=, 0.04$) ตามการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในสูตรอาหาร สอดคล้องกับ Olmos Colmenero and Broderick (2006) ที่รายงาน ว่า สมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนในสูตรอาหาร โดยมีค่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง ($L: P=, 0.01$) และมีค่าสูงสุดในกลุ่มที่ได้รับโปรตีน 19.4 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณการขับของไนโตรเจนในมูลน้อยตามระดับกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ดังนั้นสมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนสูงกว่า (Holter *et al.*, 1982)

แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการกินได้ของโภชนาที่ย่อยได้ของแพะรีดนมที่ได้รับอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน และจุลินทรีย์ได้รับพลังงาน และไนโตรเจน (N) เพียงพอต่อกระบวนการหมักภายในกระเพาะรูเมน

กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอลิซึมในเลือด

ค่าความเข้มข้นของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ภายในกระเพาะรูเมน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในช่วง 16.67-21.35 mg/dl ซึ่งค่าแตกต่างกัน แต่อยู่ในเกณฑ์ที่ปกติ และเหมาะสมในแพะสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน คือ 10-30 mg/dl (Ferguson *et al.*, 1993) ทำนองเดียวกับค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยรวมพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเส้นตรง (linear contrast) ($P=.02, .02$ และ $.04$ ตามลำดับ) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารชั้น

Table 2 Least square means for feed intake, nutrient intake and nutrient digestibility affected by increasing dietary protein level of dairy goats fed on ruzi grass as roughage

Attribute	Dietary protein level (DM basis)					Contrast P-value ¹		
	16% CP	17% CP	18% CP	19% CP	SEM	L	Q	C
DMI, kg/d								
Ruzi grass, kg/d	0.520	0.534	0.541	0.546	0.01	NS	NS	NS
Concentrate, kg/d	0.758	0.966	0.872	0.718	0.12	NS	NS	NS
Total DMI, kg/d	1.27	1.50	1.41	1.26	0.12	NS	NS	NS
%BW	2.50	2.98	2.88	2.80	0.23	NS	NS	NS
g/kg W ^{0.75}	66.81	79.38	76.33	72.60	5.63	NS	NS	NS
Total-tract apparent digestibility (%)								
DM	72.50	74.28	73.80	72.64	0.82	NS	NS	NS
OM	74.44	75.90	75.46	74.55	0.80	NS	NS	NS
CP	64.92 ^b	71.07 ^{ab}	72.77 ^{ab}	73.60 ^a	1.96	0.04	NS	NS
NDF	58.40	58.44	59.60	61.75	1.00	NS	NS	NS
ADF	52.33	53.35	53.45	54.76	1.18	NS	NS	NS
Digestible nutrient intake, g/d								
DOM	905.43	1082.21	1004.22	888.46	91.64	NS	NS	NS
DCP	106.51	150.11	146.49	135.74	16.03	NS	NS	NS
DNDF	324.84	356.49	345.93	354.79	16.71	NS	NS	NS
DADF	149.34	164.30	160.20	159.67	6.59	NS	NS	NS

^{a-b} Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

¹ L = linear, Q = quadratic, C = cubic; SEM = Standard error of the mean (n = 6)

แต่ค่าดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ปกติในแพะ สอดคล้องกับ Lloyd (1982) ที่รายงานว่า ระดับปกติของ BUN ในแพะ อยู่ในช่วง 11.2-27.7 mg/dl ซึ่งค่าความเข้มข้นของ BUN ปกติจะผันแปรขึ้นอยู่กับการเลี้ยงดู เช่น อายุ อาหาร ปริมาณโปรตีนที่กินได้ โดยเฉพาะระดับของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ใน กระเพาะรูเมน ดังนั้น การเพิ่มของระดับ $\text{NH}_3\text{-N}$ ใน กระเพาะรูเมน จึงมีผลต่อการเพิ่มของระดับ BUN ใน กระแสเลือด สอดคล้องกับ Preston *et al.* (1965) ที่ รายงานว่า ค่า BUN มีสหสัมพันธ์สูง (highly correlation) กับปริมาณโปรตีนที่กินได้ และสัมพันธ์กับระดับการผลิต แอมโมเนียในกระเพาะรูเมน (Kung and Huber, 1983) โดยถ้ามีการย่อยสลายโปรตีนให้ได้เป็น $\text{NH}_3\text{-N}$ มากขึ้น ก็ จะมีการดูดซึมผ่านกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือดได้มาก ขึ้นด้วย ทำให้ระดับความเข้มข้นของ BUN ในกระแสเลือด เพิ่มขึ้น

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเลือดแพะ ทดลอง พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมกลูโคสในกระแสเลือด และค่า ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) ไม่แตกต่างกัน ระหว่างกลุ่ม ($P > 0.05$) โดยกลูโคสมีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ ในแพะ คือ 50 to 75 mg/dL (2.77 to 4.16 mmol/L) (Kaneko, 1980) ใกล้เคียงกับรายงานของอารีวรรณ และคณะ (2554) ที่รายงานว่า ค่าเฉลี่ยรวมกลูโคสของ แพะลูกผสมมีค่าในช่วง 62.11-64.73 mg/dL และมีค่า PCV ในเกณฑ์ปกติที่รายงานโดย Jain (1993) อยู่ในช่วง 22-38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่า PCV หรือค่าฮีมาโตคริต (hematocrit) เป็นดัชนีที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้นิยาม หรือ ประเมินความสมบูรณ์ของร่างกายแพะและสุขภาพสัตว์ เปื่องตัน โดยประเมินความผิดปกติของเลือดของสัตว์ โดย หากค่า PCV ต่ำกว่าปกติ แสดงว่ามีอาการของโรคโลหิต ภาวะ (anemia) ในทางตรงกันข้ามหากค่า PCV สูงกว่า

ปกติ สัตว์จะมีอาการของโรคโพลีซีเมีย (polycythemia) ซึ่งเกิดจากการสร้างเม็ดเลือดแดงที่มากเกินไป (Jain, 1993)

ปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม

ผลของระดับโปรตีนในสูตรอาหารขึ้นต่อปริมาณน้ำนม และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4) แม้ว่าระดับโปรตีนในสูตรอาหารชั้นที่ 17 เปอร์เซนต์ ให้ปริมาณน้ำนมสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Clarke and Davis (1980) ที่รายงานว่ามีปริมาณน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น ตอบสนองต่อระดับโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้นจาก 13.5-16.5% CP ในรูปแบบเส้นตรง (linear response) โดยเพิ่มในอัตราที่ลดลง และได้รับผลประโยชน์น้อยมากเมื่อระดับโปรตีนในสูตรอาหารมากกว่า 17.5% CP (Grings *et al.*, 1991) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ที่พบว่า ระดับโปรตีนในสูตรอาหารชั้นที่สูงกว่า 17 เปอร์เซนต์ ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนม แต่ปริมาณน้ำนมที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากความสามารถในการย่อยอาหาร และปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (Roffler *et al.*, 1986) ขณะที่ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนม (MUN) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเส้นตรง (linear contrast) ($P=0.04$) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในสูตร

อาหารชั้น อาจเนื่องมาจากการกินได้ของโปรตีนที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Butler *et al.* (1996) ที่รายงานว่ามีสหสัมพันธ์สูง (highly correlation) กับปริมาณโปรตีนที่กินได้ และค่า BUN ($r=0.83$) แต่ไม่ผลต่อคุณภาพน้ำนม (Broderick and Clayton, 1997) ในทำนองเดียวกับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซนต์โปรตีน แลคโตส ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (SNF) และเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด (TS) รวมทั้งค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความถ่วงจำเพาะ และถักรวมของทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และอยู่ในเกณฑ์ปกติของนมแพะในภาคใต้ที่รายงานโดย Wasiksiri *et al.* (2010) และใกล้เคียงกับที่รายงานโดยสุภาณี และคณะ (2556) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มอกช. 6006-2551) ของน้ำนมแพะดิบ พบว่ามีค่าสูงกว่า และอยู่ในระดับดีมาก (very good) คือมีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมดมากกว่า 4, 3.7 และ 13 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.53-6.78 เมื่อพิจารณาค่าความถ่วงจำเพาะพบว่าอยู่ในช่วง 1.27-1.43 ใกล้เคียงกับรายงานของ Wasiksiri *et al.* (2010) และมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2551) ของน้ำนมแพะดิบ คือมากกว่า 1.028 ตามลำดับ ขณะที่ ถักรวมมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

Table 3 Least square means for rumen fermentation characteristics and blood metabolized affected by increasing level of protein of dairy goats fed on ruzi grass as roughage

Attribute	Dietary protein level (DM basis)				SEM	Contrast P-value ¹		
	16% CP	17% CP	18% CP	19% CP		L	Q	C
NH ₃ -N, mg/dl	16.67 ^b	18.30 ^{ab}	19.02 ^{ab}	21.35 ^a	0.85	0.02	NS	NS
BUN, mg/dl	16.91 ^b	19.71 ^{ab}	19.34 ^{ab}	21.72 ^a	0.95	0.04	NS	NS
GLU, mg/dl	63.14	67.51	66.48	65.89	2.09	NS	NS	NS
PCV (%)	28.10	28.45	29.67	30.51	1.15	NS	NS	NS

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

¹L = linear, Q = quadratic, C = cubic

SEM = Standard error of the mean (n = 6)

Table 4 Least square means for milk yield and milk composition affected by increasing level of protein of dairy goats fed on ruzi grass as roughage

Attribute	Dietary protein level (DM basis)					Contrast P-value ¹		
	16% CP	17% CP	18% CP	19% CP	SEM	L	Q	C
Milk production, kg/d	1.50	1.92	1.73	1.42	0.24	NS	NS	NS
3.5%FCM, kg/d ²	1.93	2.55	2.36	1.90	0.31	NS	NS	NS
Fat yield, g/d	79.44	104.13	99.57	82.01	13.27	NS	NS	NS
Protein yield, g/d	66.87	84.00	76.87	66.25	11.11	NS	NS	NS
Milk composition								
Milk fat, %	5.28	5.44	5.75	5.70	0.13	NS	NS	NS
Milk protein, %	4.44	4.36	4.42	4.61	0.10	NS	NS	NS
Lactose, %	4.26	4.00	4.37	4.37	0.16	NS	NS	NS
SNF, % ³	8.83	8.93	8.68	8.56	0.19	NS	NS	NS
TS, % ⁴	14.10	14.37	14.42	14.25	0.13	NS	NS	NS
pH	6.61	6.53	6.58	6.78	0.19	NS	NS	NS
Specific gravity	1.40	1.33	1.27	1.43	0.08	NS	NS	NS
Total ash	0.80	0.89	0.71	0.78	0.09	NS	NS	NS
MUN, mg/dl	15.83 ^b	18.93 ^{ab}	20.37 ^{ab}	22.55 ^a	1.51	0.04	NS	NS

^{a-b} Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

¹ L = linear, Q = quadratic, C = cubic

SEM = Standard error of the mean (n = 6)

² 3.5%FCM (fat collected milk) = $(0.432 \times \text{kg of milk/d}) + \{16.23 \times (\% \text{ fat} \times \text{kg of milk/d})\}$

³ SNF = Solid-not-fat

⁴ TS = Total solid

สรุป

ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในแพะรีดนมคือ 16-17 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิต และองค์ประกอบของน้ำนม และเพียงพอต่อความต้องการของแพะรีดนม อย่างไรก็ตาม ควรจะได้มีการศึกษาต่อไปในประเด็นเกี่ยวกับอัตราการการตั้งท้อง อัตราการคลอด น้ำหนักแรกคลอดของลูกแพะ น้ำหนักหย่านมของลูกแพะ และสุขภาพแม่แพะ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มอกช.6006-2551). 2551. น้ำนมแพะดิบ. สำนักงาน

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://acfs.go.th.pdf>. ค้นเมื่อ 5 มกราคม 2556.

สุภาณี ด้านวิริยะกุล สุเมธี กิตติพงษ์ไพศาล สมเกียรติ ศิลสุทธิ และ นงเยาว์ จันทราช. 2556. อิทธิพลของรูปแบบการให้อาหารต่อปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ. วารสารเกษตร 29(2):107-116.

อารีย์วรรณ มีแสง ปิ่น จันจุฬา วันวิศาห์ งามผ่องใส และ อภิชาติ หล่อเพชร. 2554. ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้นต่อการย่อยได้ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะ. วารสารเกษตร 27(1): 87-99.

- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Arieli, A., R. Sasson-Rath, S. Zamwel and S. J. Mabeesh. 2005. Effect of dietary protein and rumen degradable organic matter on milk production and efficiency in heat-stressed goats. *Livestock Production Science* 96: 215-223.
- Bremner, J. M. and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods of determination of ammonium nitrate and nitrite. *Analytica Chimica Acta* 32: 485-493.
- Broderick, G. A. and M. K. Clayton. 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science* 80: 2964-2971.
- Butler, W. R., J. J. Calaman and S. W. Beam. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science* 74: 858-865.
- Clark, J. H. and C. L. Davis. 1980. Some aspects of feeding high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 63: 873-891.
- Clark, S. and J. W. Sherbon. 2000. Alpha_{s1}-casein milk composition and coagulation properties of goat milk. *Small Ruminant Research* 38: 123-134.
- Crocker, C. L. 1967. Rapid determination of urea-nitrogen in serum or plasma without deproteinization. *American Journal of Medical Technology* 33: 361-365.
- Ferguson, J. D., D. T. Galligan, T. Blanchard and M. Reeves. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *Journal of Dairy Science* 76: 3742-3746.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagent, Procedures and some Application). *Agric. Handbook*. No. 397, ARS, USDA, Washington, D.C.
- Grings, E. F., R. E. Roffler and D. P. Dietelhoff. 1991. Response of dairy cows in early lactation to addition of cotton seed meal in alfalfa hay based diets. *Journal of Dairy Science* 74: 2580-2587.
- Holter, J. B., J. A. Byrne and C. G. Schwab. 1982. Crude protein for high milk production. *Journal of Dairy Science* 65: 1175-1188.
- Jain, N. C. 1993. *Essential of Veterinary Hematology*. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Kaneko, J. J. 1980. Appendixes. In: Ed. J. J. Kaneko. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 3rd ed. New York, Academic Press.
- Kung, L. Jr. and J. T. Huber. 1983. Performance of high producing cows in early lactation fed protein of varying amounts, sources, and degradability. *Journal of Dairy Science* 66: 227-234.
- Lloyd, S. 1982. Blood characteristics and the nutrition of ruminants. *British Veterinary Journal* 138: 70-85.
- McCarthy, R. D., Jr., T. H. Klusneyer, J. L. Vicini, J. H. Clark and D. R. Nelson. 1989. Effects of source protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactation cows. *Journal of Dairy Science* 72: 2002-2016.
- Murry A. C., Jr., S. Gelaye, J. M. Casey, T. L. Fout, T. L. Foutz, B. Kouakou and D. Arora. 1999. Type of milk consumed can influence plasma concentrations of fatty acid and minerals and body composition in infant

- and weaning pigs. *Journal of Nutrition* 129: 132-138.
- NRC. 1981. *Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goat in Temperate and Tropical Countries*. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Olmos Colmenero, J. J. and G. A. Broderick. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89: 1704-1712.
- Preston, R. L., D. D. Schnakanberg and W. H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. *Journal of Nutrition* 86: 281-287.
- Roffler, R. E., J. E. Wary and L. D. Satter. 1986. Production responses in early lactation to addition of soybean meal to diets containing predominantly corn silage. *Journal of Dairy Science* 69:1055-1062.
- Sanz Sampelayo, M. R., L. Amigo, J. L. Ares, B. Sanz and J. Boza. 1998. The use of diets with different protein sources in lactating goats: composition of milk and its suitability for cheese production. *Small Ruminant Research* 31: 37-43.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometerial Approach*. (2nd ed.). McGraw-Hill, New York, USA.
- Van Keulen, J. and B. A. Young. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a neutral marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science* 44: 282-287.
- Wasiksiri, S., U. Chethanond, S. Pongprayoon, S. Srimai and B. Nasae. 2010. Quality aspects of raw goat milk in Lower Southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 32: 109-113.
-