วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้

Effects of dietary protein levels in concentrate on growth performance and nutrient utilization of Thai indigenous male goat

กนกวรรณ แสงทอง[1], ปิตุนาถ หนูเสน[1] และ วันวิศาข์ งามผ่องใส[1]*

Kanokwan Sangthong[1], Pitunart Noosen[1] and Wanwisa Ngampongsai[1]*

[1] สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

[1] Division of Animal Production Innovation and Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkla 90110

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ช่วงอายุ 3 - 6 เดือน โดยใช้แพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ อายุเฉลี่ย 3.53 ± 0.52 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 8.20 ± 2.65 กก. จำนวน 16 ตัว สุ่มแบ่งแพะออกเป็น 4 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ให้แพะได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12, และ 14% ในระดับ 2% ของน้ำหนักตัว ใช้ระยะเวลาทดลอง 104 วัน พบว่า แพะทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินได้ (หญ้าแห้ง อาหารข้น และอาหารทั้งหมด) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระดับโปรตีนในอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้แพะมีปริมาณโปรตีนที่กินได้ (4.49, 5.23, 5.86 และ 6.56 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน ตามลำดับ) สมดุลไนโตรเจน (1.71, 2.29, 3.02 และ 4.56 ก./วัน) และระดับยูเรีย – ไนโตรเจนในเลือด (3.71, 4.38, 6.07 และ 8.81 มก.%) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) นอกจากนี้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (20.83, 31.48, 30.56 และ 40.28 ก./วัน ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นในรูปแบบของเส้นตรงตามระดับโปรตีนในอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น (linear effect : P=0.01) ดังนั้นแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งแบบเต็มที่ ควรได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 14% และจากการประเมินความต้องการโปรตีนของแพะ พบว่า แพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ อายุ 3 - 6 เดือน ต้องการโปรตีน 3.13 (±0.31) ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน เพื่อการดำรงชีพ และต้องการโปรตีนเพิ่ม 0.39 (±0.05) ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิกวัน เพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 ก.

คำสำคัญ: ระดับโปรตีนในอาหาร; แพะพื้นเมืองไทยเพศผู้; สมรรถภาพการเจริญเติบโต; การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ

ABSTRACT: The experiment was conducted to study the effects of protein levels in concentrate on feed intake, nutrient utilization and growth performance of Thai indigenous male goat. Sixteen goats, 3.53 ± 0.52 months old, with average body weight (BW) of 8.20 ± 2.65 kg, were allocated into 4 treatments under a Completely completely randomized design (CRD) for 104 days study period. Treatment diets consisted of pangola hay *ad libitum* supplemented with concentrate containing different crude protein (CP) levels (8, 10, 12 and 14% of DM, respectively) at 2% of BW as dry matter (DM) basis. There was no effect of CP levels in concentrate on the amount of hay, concentrate and total feed intake, including digestibility coefficient of DM, organic matter (OM) and CP (P>0.05) among groups. Increasing CP content in the concentrate significantly (P<0.05) increased amount of CP intake (4.49, 5.23, 5.86 and 6.56 g/kg $BW^{0.75}$/d, respectively), N balance (1.71, 2.29, 3.02 and 4.56 g/d, respectively)

* Corresponding author: wanwisa.n@psu.ac.th

Received: date; December 4, 2020 Accepted: date; November 29, 2021 Published: date; January 15, 2022

and blood urea nitrogen (3.71, 4.38, 6.07 and 8.81 mg%, respectively). Increasing CP content in the concentrate resulted in linearly (P=0.01) increased average daily gain (ADG) of goats (20.83, 31.48, 30.56 and 40.28 g/d, respectively). The results of the present study indicated the optimal CP level in concentrate for Thai indigenous male goat (3-6 months old) fed with pangola hay *ad libitum* was approximately 14% DM. In addition, the results of the regression of crude protein intake (CPI) on ADG showed that goats required 3.13±0.31 g/kg BW$^{0.75}$/d to maintain their BW. The estimation of the CP requirement for goat BW gain of 1 g was 0.39.

Keyword: dietary protein levels; Thai indigenous male goat; growth performance; nutrient utilization

บทนำ

ในปัจจุบันอาชีพการเลี้ยงแพะในประเทศไทยกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเนื้อแพะเป็นที่ต้องการทั้งตลาดภายในประเทศ และต่างประเทศ ประกอบกับแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว สามารถกินอาหารได้หลายชนิดทั้งหญ้า ถั่ว และไม้ยืนต้น สิ่งที่สำคัญ คือ ให้ผลตอบแทนได้รวดเร็วกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น ทำให้การเลี้ยงแพะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยจำนวนแพะเนื้อที่เลี้ยงทั้งหมดในประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2563 มีจำนวนเพิ่มขึ้น 310,814 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2563) ซึ่งแพะที่เลี้ยงกันโดยทั่วไปเป็นแพะพื้นเมืองไทย และแพะลูกผสม เช่น แพะลูกผสมระหว่างแพะพื้นเมืองไทยกับแพะพันธุ์แองโกลนูเบียน (Anglo-Nubian) แพะลูกผสมระหว่างแพะพื้นเมืองไทยกับแพะพันธุ์บอร์ (Boer) เป็นต้น

แพะพื้นเมืองมีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิต สังคม ประเพณี และวัฒนธรรมของประชาชนในพื้นที่ภาคใต้ (ไชยวรรณ, 2562) ทั้งยังกินอาหารได้หลายชนิด เลี้ยงง่าย ลงทุนต่ำ และให้ลูกเร็ว เกษตรกรโดยส่วนใหญ่จึงนิยมให้แพะพื้นเมืองหากินเองตามธรรมชาติ หรือปล่อยให้แทะเล็มหญ้าเพียงอย่างเดียว ทำให้แพะมีสมรรถภาพการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากได้รับโภชนะไม่เพียงพอต่อความต้องการ (Pralomkarn et al., 1995; Chobtang et al., 2009; Mohsin et al., 2019) โดยเฉพาะโปรตีน เป็นโภชนะที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์สาร และเซลล์ต่างๆ การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต การสืบพันธุ์ และการดำรงชีพ (NRC, 2000; Choi et al., 2005) ซึ่งอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะ ได้แก่ พืชอาหารสัตว์ เมล็ดธัญพืช และผลพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มีคุณค่าโปรตีนที่แตกต่างกัน และในอาหารชนิดเดียวกันยังมีความผันแปรของระดับโปรตีนที่ค่อนข้างสูง โดยระดับโปรตีนในอาหารจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระดับโปรตีนที่แพะได้รับและมีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะ การให้อาหารที่มีโปรตีนต่ำทำให้แพะมีสมรรถภาพการผลิตที่ค่อนข้างต่ำไปด้วย อย่างไรก็ตาม การให้โปรตีนในอาหารที่มากเกินความต้องการ มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น อีกทั้งโปรตีนที่เกินความต้องการจะถูกขับออกทางมูลและปัสสาวะ ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมจากการปลดปล่อยแอมโมเนียที่เกิดจากการกำจัดยูเรียออกจากร่างกาย (Negesse et al., 2001) ทั้งนี้ความต้องการโปรตีนของแพะขึ้นอยู่กับพันธุ์ เพศ อายุ น้ำหนักตัว สภาพทางสรีรวิทยา และสภาพแวดล้อม (NRC, 1981; AFRC, 1998; Mandal et al., 2005) โดย NRC (1981) แนะนำว่า แพะน้ำหนักตัว 10 – 20 กก. ได้รับอาหารในปริมาณคงที่และมีกิจกรรมน้อย มีความต้องการโปรตีนรวมเพื่อการดำรงชีพ 22 - 38 ก./วัน และต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต 50 และ 100 ก./วัน เท่ากับ 36 - 52 และ 50 - 76 ก./วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ นักวิชาการด้านอาหารสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่อ้างอิงความต้องการโปรตีนของแพะจากมาตรฐานการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กของประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งคุณค่าและองค์ประกอบของโภชนะของอาหารสัตว์แตกต่างจากอาหารสัตว์ในเขตร้อนที่มักมีคุณค่าทางโภชนะและอัตราการย่อยได้ค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจเป็นการจำกัดปริมาณโปรตีนที่แพะได้รับและโปรตีนที่แพะย่อยได้ (Chenost et al., 1991) ประกอบกับการศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ของโภชนะของแพะพื้นเมืองในแต่ละระยะการเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยยังมีค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะแพะในช่วงหลังหย่านมที่มีระบบการย่อยอาหารที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่และเป็นช่วงการเปลี่ยนจากการกินนมมากินอาหารหยาบ (Devendra and Burn, 1983) รวมทั้งแพะในระยะนี้ต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของกล้ามเนื้อ (Atti et al., 2004) หากแพะได้รับโภชนะไม่เพียงพอ จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตในระยะต่อมา การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ รวมทั้งประเมินความต้องการโปรตีนของแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ช่วงอายุ 3 - 6 เดือน

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลองและอาหารทดลอง

ใช้แพะพื้นเมืองเพศผู้ อายุเฉลี่ย 3.53 ± 0.52 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 8.20 ± 2.65 กก. จากศูนย์วิจัยและพัฒนาแพะแกะจังหวัดยะลา จำนวน 16 ตัว ก่อนเข้าการทดลองแพะทุกตัวได้รับการถ่ายพยาธิด้วยไอเวอร์เม็กติน (ไอโวเม็ก-เอฟ, IVOMEC-F®) เพื่อควบคุมพยาธิตัวกลมและพยาธิภายนอก และยาถ่ายพยาธิอเบนดาโซล (โนวาเบนด้า, NOVABENDA®) เพื่อควบคุมพยาธิใบไม้ในตับ และฉีดวิตามิน B-Complex (ประกอบด้วยวิตามิน B1, B2, B6, Niacinamide, Dexpanthenol และ B12, PHENIX®) เพื่อป้องกันการขาดวิตามินบี ปรับสภาพแพะทั้งหมดก่อนทดลองเป็นเวลา 14 วัน เลี้ยงแพะแต่ละตัวในคอกขังเดี่ยวที่มีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้กินได้ตลอดเวลา และให้แพะได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งของสถานีพัฒนาอาหารสัตว์สตูล ที่มีอายุการตัดประมาณ 30 - 45 วัน โดยให้กินแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ร่วมกับการเสริมอาหารข้น ในปริมาณ 2% ของน้ำหนักตัว โดยอาหารข้นที่ใช้มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 8, 10, 12 และ 14% (**Table 1**) หรือ 60, 70, 80 และ 100% ของระดับโปรตีนที่แนะนำโดย NRC (1981) การวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามมาตรฐานการเลี้ยงสัตว์ทดลองของสำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ ภายใต้การกำกับของคณะกรรมการจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง อว 7413(3)/561 เลขที่ใบอนุญาต U1-02632-2559

การวางแผนการทดลองและวิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีกลุ่มทดลองหรือทรีทเมนต์ (treatment) คือ อาหารข้นระดับโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% ในแต่ละทรีทเมนต์ใช้แพะทดลองจำนวน 4 ตัว แบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือ ระยะปรับตัว (Adaptation period) ใช้ระยะเวลา 14 วัน ให้แพะทดลองได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งแบบเต็มที่ และอาหารข้นปริมาณ 2% ของน้ำหนักตัว โดยให้วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1% ของน้ำหนักตัว ในเวลา 08.00 น. และ 16.00 น. บันทึกปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน ส่วนระยะทดลอง (Experimental period) ใช้ระยะเวลา 90 วัน ให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัว มีการปรับปริมาณอาหารข้นที่ให้ตามน้ำหนักตัวแพะที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 14 วัน เก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1. สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้า และอาหารข้นทุกครั้งที่ผสมอาหาร แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ชั่งน้ำหนักและอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักหลังอบเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และนำมาปรับการกินได้ของสัตว์ในแต่ละวัน ส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2. บันทึกปริมาณการกินได้ของหญ้าและอาหารข้นตลอดระยะทดลอง โดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในวันถัดไป แล้วนำมาคำนวณปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน

Table 1 Ingredient composition (% fed basis) of concentrate with different protein levels

Ingredient	Protein levels in concentrate (%)			
	8	10	12	14
Ground corn	94.05	89.11	84.16	79.21
Soy bean meal	2.95	7.89	12.84	17.79
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00
Premix	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100	100	100	100
TDN[1/]	77.88	78.01	77.99	78.03

[1/] TDN = 40.3227 + 0.5398 (%CP) + 0.4448 (%NFE) + 1.4218 (%EE) - 0.7007 (%CF) (Kearl, 1982)

3. เก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะ ตลอดระยะเวลา 5 วัน ในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง โดยเก็บแบบทั้งหมด (total collection) เพื่อใช้หาการย่อยได้ของโภชนะตามวิธีการของ Schneider and Flatt (1975) และสมดุลไนโตรเจน ดังนี้

3.1 บันทึกปริมาณมูลที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวัน และสุ่มเก็บตัวอย่างมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เก็บปริมาณ 100 ก. นำไปอบในตู้ที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ส่วนที่ 2 เก็บมูลประมาณ 5% ของน้ำหนักมูลทั้งหมดในแต่ละวัน นำมาอบที่อุณหภูมิ 65 - 70 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักและใส่ถุงสะสมไว้จนครบ 5 วัน นำมาสุ่มอีกครั้งแล้วนำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. ใส่ขวดเก็บไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.2 บันทึกปริมาณปัสสาวะที่ขับออกมาทั้งหมดก่อนให้อาหารในช่วงเช้าในแต่ละวัน โดยใช้ถังพลาสติกที่เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 M H_2SO_4 ปริมาณ 50 มล. เพื่อให้ปัสสาวะมีสภาพเป็นกรด (pH<3) ป้องกันการสูญเสียไนโตรเจนเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ สุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะประมาณ 20% ของปัสสาวะทั้งหมดในแต่ละวัน เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนครบ 5 วัน แล้วสุ่มอีกครั้ง ประมาณ 5% ของปริมาณปัสสาวะทั้งหมด กรองด้วยผ้าขาวบางใส่ขวดเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

4. เก็บตัวอย่างเลือดในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ปริมาณ 5 มล. เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของยูเรีย - ไนโตรเจน (blood urea nitrogen, BUN)

5. ชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองก่อนให้อาหารช่วงเช้า โดยชั่งในวันแรก และวันสุดท้ายของระยะปรับตัว และในระยะทดลองชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 14 วัน จนกระทั่งเสร็จการทดลอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง รวมทั้งคำนวณอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

6. การคำนวณหาสมดุลของไนโตรเจน (nitrogen balance, NB) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ โภชนะรวมที่ย่อยได้ (total digestible nutrient, TDN) และพลังงานย่อยที่ได้ (digestible energy, DE) ดังนี้

6.1 NB (ก./วัน) = ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน – (ปริมาณไนโตรเจนในมูล+ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ)

6.2 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์) = (โภชนะที่สัตว์ได้รับ - โภชนะในมูล)/โภชนะที่สัตว์ได้รับx 100

6.3 TDN (เปอร์เซ็นต์) = DCP + DCF + DNFE + (2.25 x DEE)

เมื่อ DCP =โปรตีนรวมที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

DCF = เยื่อใยรวมที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

DNFE = คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

DEE = ไขมันรวมที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

6.4 DE (เมกกะแคลอรี/วัน) = พลังงานที่ได้รับ – พลังงานที่ขับออกทางมูล

7. ประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะ จากสมการถดถอยเชิงเส้น ระหว่างปริมาณโปรตีนที่กินได้และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน โดยใช้ข้อมูลรายตัวของแพะ จากสมการ Y = a+bx

เมื่อ Y = ปริมาณโปรตีนที่กินได้ (ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน)

X = อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอาหารข้น และมูล คือ ความชื้น โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้าใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) สำหรับการวิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ใช้วิธี Detergent method (Van Soest et al., 1991) การวิเคราะห์พลังงานในอาหารและมูล โดยใช้เครื่อง Bomb Calorimeter การวิเคราะห์ไนโตรเจนในปัสสาวะใช้วิธีของ AOAC (1990) สำหรับการวิเคราะห์ระดับยูเรีย - ไนโตรเจน ในเลือดใช้ Stanbio Urea Nitrogen Liquid UV Procedure No. 2020 (Stanbio Laboratory, USA)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) และหาแนวโน้มการตอบสนองของการเพิ่มระดับโปรตีน โดยใช้วิธี Orthogonal polynomial ด้วยโปรแกรม SPSS version 16

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าแห้งและอาหารข้น

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าแห้งและอาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง แสดงดัง **Table 2** พบว่า หญ้าแพงโกล่าแห้ง มีเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เถ้า เยื่อใยรวม ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และพลังงานรวม 93.00, 4.30, 1.09, 7.00, 83.49, 51.74 % และ 3.97 เมกะแคลอรี/กก.วัตถุแห้ง ตามลำดับ ใกล้เคียงกับอุไรวรรณและคณะ (2555) ที่รายงานว่า หญ้าแพงโกล่าที่ตัดทำหญ้าแห้งที่อายุ 30 วัน มีโปรตีนรวม และเถ้า 4.53 และ 8.45% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าหญ้าแพงโกล่าแห้งมีคุณค่าทางโภชนะโดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมที่ต่ำกว่า 7% ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมต่ำสุดที่สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องการ (Rashid, 2008) ดังนั้นการได้รับโปรตีนเสริมจากอาหารข้นจึงจำเป็นต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะ

สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นที่มีโปรตีนแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 8, 10, 12 และ 14% พบว่า ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 86.13 - 86.36% และเมื่อคิดบนฐานวัตถุแห้ง โปรตีนของอาหารข้นจากการวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 8.96, 10.97, 12.88 และ 14.99% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนจากคำนวณเล็กน้อย อาจเนื่องจากความแตกต่างของระดับโปรตีนรวมในวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร โดยวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนะผันแปรแตกต่างกันไปตามชนิด สายพันธุ์ แหล่งเพาะปลูก และการจัดการ (นันทนา และคณะ, 2553) สูตรอาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน และข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งระดับโปรตีนในอาหารข้นเพิ่มขึ้นตามปริมาณของกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

Table 2 Chemical composition of concentrate and pangola hay (% DM basis)

Chemical composition	Protein levels in concentrate (%)				Pangola hay
	8	10	12	14	
Dry matter	86.13	86.17	86.36	86.33	97.43
Organic matter	91.97	91.72	90.94	90.75	93.00
Crude protein	8.96	10.97	12.88	14.99	4.30
Ether extract	3.21	3.23	3.31	2.14	1.09
Ash	8.03	8.28	9.06	9.25	7.00
Crude fiber	3.15	3.49	3.71	3.94	33.91
Neutral detergent fiber	35.27	35.26	38.14	40.15	83.49
Acid detergent fiber	5.60	5.42	6.63	6.54	51.74
Acid detergent lignin	1.85	1.62	1.37	2.49	14.02
Gross energy (Mcal/kgDM)	4.03	4.04	4.05	4.06	3.97

ปริมาณการกินได้และสมรรถภาพการเจริญเติบโต

ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อปริมาณอาหารที่กินได้ของแพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ อายุ 3 – 6 เดือน ที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งแบบเต็มที่ (**Table 3**) พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% มีปริมาณหญ้าแห้งที่กินได้ 158.26 – 168.92 ก./ตัว/วัน (27.18 – 32.46 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในทำนองเดียวกันปริมาณอาหารข้นที่กินได้ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยอยู่ในช่วง 178.01 – 220.13 ก./ตัว/วัน (34.55 – 35.99 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน) นอกจากนั้น

ปริมาณอาหารทั้งหมด (หญ้า + อาหารข้น) ที่แพะกินได้มีค่าอยู่ในช่วง 339.65 – 378.39 ก./ตัว/วัน (63.17 – 67.18 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิกวัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับเศกสรรค์ และคณะ (2552) ที่รายงานว่า แพะพื้นเมืองไทยหลังหย่านมที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จ ที่มีโปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับ (10, 14 และ 18%) มีปริมาณอาหารที่กินได้ ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้ปริมาณการกินได้ของแพะพื้นเมืองเพศผู้ในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับ AFRC (1998) ที่แนะนำว่า ปริมาณอาหารที่แพะที่กำลังเจริญเติบโตควรได้รับเท่ากับ 66 ก.วัตถุแห้ง/กก.น้ำหนักเมแทบอลิก

ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% มีปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากหญ้า 6.81 – 7.27 ก./ตัว/วัน (1.17 – 1.40 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สำหรับโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้นและโปรตีนรวมทั้งหมดที่กินได้ (หญ้าแห้ง + อาหารข้น) พบว่า แพะมีปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น 15.95 - 33.00 ก./ตัว/วัน และปริมาณโปรตีนรวมทั้งหมดที่กินได้ 22.90 - 39.81 ก./ตัว/วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่เมื่อคิดบนฐานน้ำหนักเมแทบอลิก พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 14% มีปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้ (5.39 และ 6.56 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน ตามลำดับ) สูงที่สุด รองลงมาคือ แพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 12% (4.47 และ 5.86 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน ตามลำดับ) 10% (3.85 และ 5.23 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน ตามลำดับ) และ 8% (3.10 และ 4.49 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน ตามลำดับ) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้นและอาหารทั้งหมดเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงตามระดับโปรตีนในสูตรอาหารข้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้ของแพะ ในการศึกษาครั้งนี้ กับปริมาณโปรตีนรวมที่แพะต้องการต่อวัน ซึ่ง NRC (1981) แนะนำว่า แพะน้ำหนักตัว 10 กก. ที่ได้รับอาหารในปริมาณคงที่และมีกิจกรรมน้อย มีความต้องการโปรตีนรวมเพื่อการดำรงชีพ 22 ก./วัน และต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต 50, 100 และ 150 ก./วัน เท่ากับ 36, 50 และ 64 ก./วัน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแพะที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% ซึ่งได้รับโปรตีนรวม 22.90, 27.66, 32.08 และ 39.81 ก./ตัว/วัน ตามลำดับ เป็นระดับโปรตีนที่เพียงพอกับการดำรงชีพและการเจริญเติบโต

สำหรับพลังงานย่อยได้ที่แพะได้รับ พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% ได้รับพลังงานย่อยได้ (1.04, 1.08, 1.11 และ 1.21 เมกะแคลอรี/วัน ตามลำดับ) ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (**Table 3**) ทั้งนี้ NRC (1981) แนะนำว่า ความต้องการพลังงานย่อยได้ เพื่อดำรงชีพและเพื่อการเจริญเติบโต 50 ก./วัน ของแพะน้ำหนัก 10 กก. ที่ได้รับอาหารในปริมาณคงที่และมีกิจกรรมน้อย เท่ากับ 0.70 เมกะแคลอรี/วัน และ 1.14 เมกะแคลอรี/วัน ตามลำดับ ดังนั้นพลังงานย่อยได้ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ในการศึกษาครั้งนี้เพียงพอต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต

ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ (**Table 3**) พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าแห้งเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1.88, 2.83, 2.75 และ 3.63 กก. ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 20.83, 31.48, 30.56 และ 40.28 ก./วัน ตามลำดับ เพิ่มขึ้นในรูปแบบเส้นตรงตามระดับโปรตีนในอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น (linear effect: P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาหลายๆ การศึกษา ที่พบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแพะเพิ่มขึ้นในรูปแบบของเส้นตรงตามระดับโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้น (Pralomkarn et al., 1995; Choi et al., 2005; Intharak and Saelim, 2008; Chobtang et al., 2009) เนื่องจากโปรตีนเป็นโภชนะที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์สาร และเซลล์ต่างๆ เช่น สมอง กล้ามเนื้อ เอนไซม์ ฮอร์โมน รวมทั้งเพื่อใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตจากการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อ การให้ผลผลิต การสืบพันธุ์ และการดำรงชีพ (NRC, 2001) โดยแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีนในระดับสูงและอาหารหยาบคุณภาพดี ทำให้แพะได้รับโปรตีนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและเพิ่มศักยภาพในการเจริญเติบโตมากขึ้น (นพพงษ์, 2549) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองในการศึกษาครั้งนี้ เป็นไปในทิศทางเดียวกับรายงานของธำรงและคณะ (2545) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมของแพะพื้นเมือง พันธุ์แองโกลนูเบียน และแพะลูกผสม 50% แองโกลนูเบียน × 50% พื้นเมือง เพศเมีย ที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าพลิแคททูลั่ม (โปรตีน 3.9%) และได้รับอาหารข้น (โปรตีน 10%) เสริมวันละ 100 ก.ต่อตัวต่อวัน พบว่า ในช่วงอายุ 3 - 6 เดือน 6 - 9 เดือน และ 3 - 9 เดือน แพะพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 39.6, 37.5 และ 38.5 ก.ต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้ เศกสรรค์ และคณะ (2552) ซึ่งศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทยอายุ 3 เดือน ถึง 1 ปี โดยให้แพะได้รับอาหารผสมสำเร็จที่ใช้หญ้าซีตาเรียแห้งเป็นอาหารหยาบ ที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวม 66% และระดับโปรตีนต่างกัน 3 ระดับ (10, 14 และ 18%) พบว่า แพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จโปรตีน 18% มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 8.3 ก./น้ำหนักเมแทบอลิก/

วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จโปรตีน 14% ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 6.9 ก./น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน แต่สูงกว่า (P<0.05) แพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จโปรตีน 10% ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 4.9 ก./น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน อย่างไรก็ตาม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของแพะทั้ง 3 กลุ่ม (9.83, 7.01 และ 5.79 ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

Table 3 Effect of protein levels in concentrate on growth performance and feed intake of Thai indigenous male goat

Items	Dietary protein levels (%)				P-value	SEM[1/]	Contrast[2/]		
	8	10	12	14			L	Q	C
Initial BW (kg)	7.88	7.50	8.13	9.13	0.89	0.69	0.52	0.66	0.93
Final BW (kg)	9.75	10.33	10.88	12.75	0.61	0.69	0.22	0.71	0.86
Weight gain (kg)	1.88 ^{b}	2.83 ^{ab}	2.75 ^{ab}	3.63 ^{a}	0.05	0.24	0.01	0.92	0.29
Average daily gain (g/d)	20.83^{b}	31.48^{ab}	30.56^{ab}	40.28^{a}	0.05	2.70	0.01	0.92	0.29
Feed conversion ratio	14.76	9.50	10.32	8.22	0.09	1.03	0.03	0.39	0.29
Dry matter Intake									
Hay									
g/d	161.64	168.92	168.15	158.26	0.84	4.47	0.80	0.40	0.98
g/kg BW $^{0.75}$/d	32.44	32.04	32.46	27.18	0.51	1.43	0.25	0.43	0.64
Concentrate									
g/d	178.01	185.98	192.92	220.13	0.79	14.55	0.35	0.77	0.89
g/kg BW $^{0.75}$/d	34.55	35.14	34.67	35.99	0.89	0.67	0.56	0.81	0.68
Total									
g/d	339.65	354.91	361.08	378.39	0.90	16.98	0.47	0.98	0.91
g/kg BW $^{0.75}$ /d	66.99	67.18	67.14	63.17	0.59	0.90	0.16	0.26	0.66
Crude protein Intake									
Hay									
g/d	6.95	7.27	7.23	6.81	0.84	0.19	0.80	0.40	0.98
g/kg BW $^{0.75}$/d	1.40	1.38	1.40	1.17	0.76	0.06	0.25	0.43	0.64
Concentrate									
g/d	15.95	20.40	24.85	33.00	0.06	2.50	0.01	0.66	0.85
g/kg BW $^{0.75}$/d	3.10^{d}	3.85^{c}	4.47^{b}	5.39^{a}	0.00	0.25	0.00	0.67	0.61
Total									
g/d	22.90	27.66	32.08	39.81	0.08	2.56	0.01	0.74	0.86
g/kg BW $^{0.75}$/d	4.49^{d}	5.23^{c}	5.86^{b}	6.56^{a}	0.00	0.22	0.00	0.83	0.69
Digestible energy									
Mcal /kg DM/d	1.29	1.36	1.35	1.63	0.48	0.08	0.19	0.56	0.64

[1/]SEM = standard error of the means, [2/]L = Linear, Q = Quadratic, C = Cubic

[a,b] Means with a different superscript in the same row are different.

การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและสมดุลไนโตรเจน

ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและสมดุลไนโตรเจนของแพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ (**Table 4**) พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าแห้งเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (77.55, 77.45, 77.75 และ 82.57% ตามลำดับ) อินทรียวัตถุ (78.29, 78.34, 78.96 และ 83.41% ตามลำดับ) โปรตีนรวม (59.40, 63.40, 64.99 และ 77.31% ตามลำดับ) เยื่อใยรวม (52.88, 55.60, 62.87 และ 68.81% ตามลำดับ) ผนังเซลล์ (56.59, 61.05, 62.06 และ 69.54% ตามลำดับ) ลิกโนเซลลูโลส (52.23, 53.03, 60.61 และ 67.78% ตามลำดับ) และโภชนะรวมที่ย่อยได้ (64.42, 65.88, 66.43 และ 69.11% ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) แสดงให้เห็นว่า แพะทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับโปรตีนและพลังงานที่เพียงพอต่อการเพิ่มจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ส่งผลให้การย่อยได้ของโภชนะไม่แตกต่างกัน (ปิ่น และคณะ, 2557) ทั้งนี้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของแพะพื้นเมืองไทยในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับ Atti et al. (2004) รายงานว่า แพะพื้นเมืองตูนิเซีย เพศผู้หลังหย่านม อายุประมาณ 5 เดือน ที่ได้รับฟางข้าวโอ๊ตแบบเต็มที่ เสริมด้วยอาหารข้นที่มีโปรตีน 130 และ 160 ก./กก.วัตถุแห้ง มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนรวม ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) และ Park et al. (2018) ที่รายงานว่าแพะพื้นเมืองเกาหลี อายุ 5 เดือน ได้รับอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับโปรตีน 13, 15 และ 18% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวมของแพะทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า เพิ่มขึ้นในรูปแบบเส้นตรงตามระดับโปรตีนในอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น (linear effect: P <0.05) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Chobtang et al. (2009) ที่รายงานว่า แพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ อายุ 8 - 12 เดือน ที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวมเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง (linear effect: P<0.01) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

Table 4 Effect of protein levels in concentrate on nutrient digestibility of Thai indigenous male goat

Items	Dietary protein levels (%)				P-value	SEM[1/]	Contrast[2/]		
	8	10	12	14			L	Q	C
Nutrient digestibility (%)									
Dry matter	77.55	77.45	77.75	82.57	0.55	1.434	0.21	0.34	0.66
Organic matter	78.29	78.34	78.96	83.41	0.54	1.402	0.24	0.32	0.70
Crude protein	59.40	63.40	64.99	77.31	0.10	2.819	0.02	0.33	0.51
Crude fiber	52.88	55.60	62.87	68.81	0.13	2.71	0.02	0.74	0.80
NDF[3/]	56.59	61.05	62.06	69.54	0.28	2.40	0.07	0.75	0.65
ADF[3/]	52.23	53.03	60.61	67.78	0.14	2.76	0.03	0.53	0.76
TDN[3/]	64.42	65.88	66.43	69.11	0.43	1.01	0.13	0.77	0.75

[1/]SEM = standard error of the means, [2/]L = Linear, Q = Quadratic, C = Cubic, [3/]NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, TDN = Total digestible nutrient

ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อสมดุลไนโตรเจนของแพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ (**Table 5**) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่แพะได้รับจากอาหารเพิ่มขึ้นในรูปแบบเส้นตรงตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหารข้น โดยแพะที่ได้รับหญ้าแห้งเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 8, 10, 12 และ 14% มีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ 4.10, 4.80, 5.47 และ 7.13 ก./วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สำหรับปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (1.65, 1.73, 1.56 และ 1.61 ก./วัน) และปัสสาวะ (0.73, 0.77, 0.89 และ 0.96 ก./วัน) ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อพิจารณาสมดุลไนโตรเจน พบว่า เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงตามระดับโปรตีนในอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น โดยแพะที่ได้รับหญ้าแห้งเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 14% มีสมดุลไนโตรเจน (4.82 ก./วัน) ไม่แตกต่างกับแพะได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน

12% (3.02 ก./วัน) แต่สูงกว่าแพะได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 8 และ 10% (1.17 และ 2.29 ก./วัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนที่แพะดูดซึมได้ (59.41, 63.41, 69.52 และ 77.31% ตามลำดับ) และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (41.64, 46.97, 53.00 และ 62.91% ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

สำหรับความเข้มข้นของ ยูเรีย - ไนโตรเจนในเลือดแพะ (**Table 5**) พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนในอาหารข้น (P<0.05) โดยแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 14% มีความเข้มข้นของยูเรีย – ไนโตรเจนในเลือดสูงที่สุด (8.81 มก. %) รองลงมา แพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีนรวม 12, 10 และ 8 % (6.07, 4.38 และ 3.71 มก.% ตามลำดับ) โดยระดับของยูเรีย - ไนโตรเจนในเลือดเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหารข้น (linear effect: P<0.05) ทั้งนี้ความเข้มข้นของยูเรีย - ไนโตรเจนในเลือดมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนที่กินได้และระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ผลิตได้ในกระเพาะรูเมน (Preston et al., 1965) เมื่อโปรตีนถูกย่อยสลายจะได้แก๊สแอมโมเนียและถูกจุลินทรีย์นำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนของจุลินทรีย์ โดยแก๊สแอมโมเนียส่วนเกินจะถูกดูดซึมที่ตับและถูกขับออกโดยร่างกายในรูปของยูเรีย ระดับยูเรียในร่างกายสามารถวัดได้โดยตรวจหาระดับไนโตรเจนในพลาสม่าหรือซีรั่ม เพื่อใช้บ่งชี้ระดับไนโตรเจนในเลือด ซึ่งสามารถใช้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดเป็นตัวบ่งชี้การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจน และปริมาณไนโตรเจนที่กินได้ (เมธา, 2533) ทั้งนี้ความเข้มข้นของยูเรีย – ไนโตรเจนที่สูงในเลือด อาจเนื่องจากมีสัดส่วนของพลังงานน้อยกว่าแหล่งโปรตีน ทำให้การดูดซึมโปรตีนสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น ในขณะที่หากสัดส่วนของพลังงานมีมากกว่าแหล่งโปรตีน ยูเรียจากกระแสเลือดจะถูกดึงกลับมาในกระเพาะรูเมนเพื่อนำไปสร้างเป็นโปรตีนต่อไป (NRC, 2001) โดยระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดแพะในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของ ขวัญชนก (2550) ที่รายงานว่าแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ อายุประมาณ 1 ปี ที่ได้รับเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 0, 25, 50, 75 และ 100% ในอาหารข้น ร่วมกับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง มีระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด อยู่ในช่วง 8.34 – 14.10 มก.% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้ Bennis et al. (1991) อ้างโดย สุธี และคณะ (2554) กล่าวว่า ค่าระดับไนโตรเจนในพลาสม่ามีปริมาณต่ำในแพะที่มีอายุน้อย และจะเพิ่มขึ้นเมื่อแพะมีอายุมากขึ้น

Table 5 Effect of protein levels in concentrate on nitrogen balance and BUN of Thai indigenous male goat

Items	Dietary protein levels (%)				P-value	SEM[1/]	Contrast[2/]		
	8	10	12	14			L	Q	C
Nitrogen balance									
N intake (g/d)	4.10	4.80	5.47	7.13	0.06	0.45	0.01	0.53	0.77
Faecal N (g/d)	1.65	1.73	1.56	1.61	0.98	0.13	0.82	0.96	0.74
Urinary N (g/d)	0.73	0.77	0.89	0.96	0.51	0.06	0.15	0.87	0.85
N retention (g/d)	1.71^{b}	2.29^{b}	3.02^{ab}	4.56^{a}	0.05	0.41	0.01	0.48	0.83
N absorption (%)	59.41	63.41	69.52	77.31	0.14	3.00	0.03	0.73	0.99
NB/NI (%)	41.64	46.97	53.00	62.91	0.15	3.55	0.03	0.73	0.92
BUN (mg%)	3.71^{b}	4.38^{b}	6.07^{ab}	8.81^{a}	0.02	0.70	0.00	0.33	1.00

[1/]SEM = standard error of the means in the same row, [2/]L = Linear, Q = Quadratic, C = Cubic

[a,b] Means with a different superscript in the same row are different.

การประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต

การประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต จากสมการถดถอยเชิงเส้น ระหว่าง ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ได้สมการ ดังนี้ $Y= 3.13 (\pm 0.31) + 0.39 (\pm 0.05)X$, $P<0.05$ โดย $Y = a+bx$

เมื่อ Y = ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้ (ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน)

X = อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน)

และ a = จุดตัดแกน Y

b = ความชัน

จากสมการพบว่า จุดตัดแกน Y เท่ากับ 3.13 (SE เท่ากับ 0.31) และมีความชัน เท่ากับ 0.39 (SE เท่ากับ 0.05) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.88 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า แพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ (อายุ 3 - 6 เดือน) ต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพ 3.13 ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก และต้องการโปรตีนเพิ่มขึ้น 0.39 ก. เพื่อเพิ่มน้ำหนักตัว 1 ก./วัน

ดังนั้นถ้าแพะน้ำหนัก 10 กก. หากใช้สมการที่ได้จากการทดลองคำนวณความต้องการโปรตีนของแพะ พบว่าแพะต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพ 17.60 ก./วัน และหากต้องการให้แพะมีน้ำหนักตัวเพิ่ม 50 ก./วัน แพะต้องการโปรตีน 37.10 ก./วัน ซึ่งใกล้เคียงกับ NRC (1981) ที่แนะนำว่า แพะน้ำหนัก 10 กก. ที่ได้รับอาหารในปริมาณคงที่และมีกิจกรรมน้อย ต้องการโปรตีน 22 ก./วัน เพื่อการดำรงชีพ และต้องการโปรตีน 36 ก./วัน เพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 50 ก./วัน

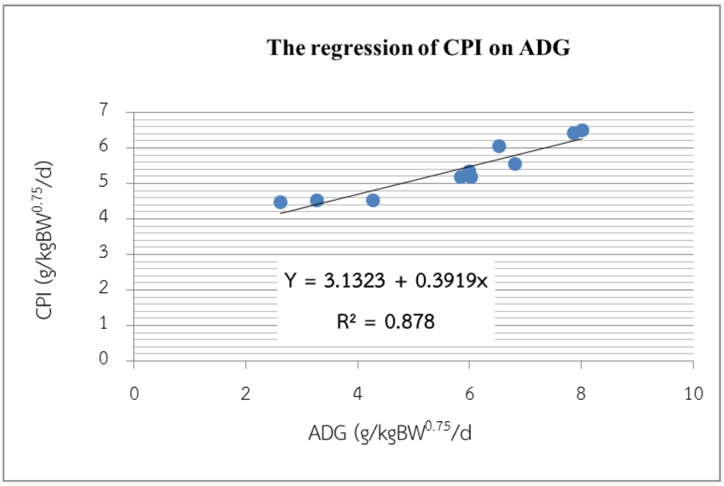

Figure 1 The regression of CPI on ADG

สรุป

การเสริมอาหารข้นที่ให้แก่แพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ อายุ 3 - 6 เดือน ที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งแบบเต็มที่ พบว่าระดับโปรตีนในอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่แพะกินได้ แต่ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนที่แพะได้รับสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน การเก็บกักไนโตรเจน/โปรตีน และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้น โดยแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งแบบเต็มที่ ควรได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 14% ทั้งนี้แพะพื้นเมืองไทยเพศผู้ อายุ 3 - 6 เดือน ต้องการโปรตีน 3.13 (± 0.39) ก./กก.น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน เพื่อการดำรงชีพ และต้องการโปรตีนเพิ่มขึ้น 0.39 (± 0.05) ก. เพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 ก./วัน อย่างไรก็ตาม ควรมีการประเมินความสมบูรณ์ของร่างกายแพะ เพื่อใช้ประกอบการอภิปรายผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และควรเก็บตัวอย่างของเหลวในรูเมน เพื่อศึกษากระบวนการหมักย่อย และใช้ประกอบการอภิปรายผลการใช้ประโยชน์ได้และการหมุนเวียนของไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หมวดอาหารสัตว์ ฟาร์มปฏิบัติการสัตวศาสตร์หาดใหญ่ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ ทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2563. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และแพะรายภาค (ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service–ict/report/247report–thailand–livestock. ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2564.

ขวัญชนก รัตนะ. 2552. ผลของระดับเยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะ นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนการเจริญเติบโต และลักษณะซากของแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2562. การผลิตแพะเนื้อและเนื้อแพะคุณภาพดี. สงขลา: บริษัท เอสพริ้นท์ (2004) จำกัด.

ธำรง ทองจำรูญ, ถาวร ถมมาลี, สาโรจน์ เดชะพันธ์ และสุรศักดิ์ คชภักดี. 2545. การเจริญเติบโตหลังหย่านมของแพะพันธุ์พื้นเมืองไทย พันธุ์แองโกลนูเบียน และลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน ที่เลี้ยง ณ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ยะลา. น. 111-116. ใน: ประชุมวิชาการทางสัตวศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 17-18 สิงหาคม 2545. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

นันทนา มูลมาตย์, ศุภชัย อุดชาชน และ กฤตพล สมมาตย์. 2553. การประเมินคุณค่าทางโภชนะและค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของรำละเอียด กากเมล็ดนุ่น และกากมะพร้าวในโคเนื้อพื้นเมืองไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 29: 382-388.

นพพงษ์ ศรีอาจ. 2549. ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นที่มีต่อการกินได้และการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทย และลูกผสมพื้นเมืองไทย – แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ที่ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปิ่น จันจุฬา, พัชรินทร์ ภักดีฉนวน, ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ และ สมพงษ์ เทศประสิทธิ์. 2557. ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการย่อยได้เมแทบอไลท์ในกระแสเลือด และสมรรถภาพการผลิตของแพะรีดนม. วารสารเกษตร. 30: 191–200.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. หจก.ฟันนี่พลับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

สุธี รัตนะ, อรษา อรุณสกุล และปิยนันท์ สังขไพฑูรย์. 2554. ค่าทางชีวเคมีของเลือดแพะที่เลี้ยงในภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารเกษตร. 27: 283-292.

เศกสรรค์ สวนกูล, อภิชาติ บุญเรืองขาว และ จีระศักดิ์ ชอบแต่ง. 2552. ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทยอายุ 3 เดือน – 1 ปี. น. 44-54. ใน: ผลงานวิจัยการผลิตแพะ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ สุราษฎร์ธานี.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, จีระศักดิ์ ชอบแต่ง และเทวัญ จันทร์โคตร. 2555. การประเมินคุณค่าทางโภชนะของหญ้าแพงโกล่าแห้งและหญ้าแพงโกล่าอัดเม็ดที่อายุการตัดต่างๆ ในแพะ. น. 1366-1373. ใน: การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สาขาสัตว์และสัตวแพทย์ 6-7 ธันวาคม 2555. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.

AFRC. 1988. The Nutrition of Goat. CAB International, New York.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th edition. Association Official Analytical Chemists, Washington D.C.

Atti, N., H. Rouissi, and M. Mahouachi. 2004. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. Small Ruminant Research. 54: 89-97.

Chenost M., and R. Sansoucy. 1991. Nutritional characteristics of tropical feed resources: natural and improved grasslands, crop residues and agro-industrial by-products. Available: https://www.fao.org/ag/aGa/agap /FRG/AHPP86/Chenost.pdf. Accessed October 29, 2021.

Chobtang, J., S. Prajakboonjetsada, S. Watananawin, and A. Isuwan. 2008. Change in dry matter and nutritive composition of Brachiaria humidicola grown in Ban Thon soil series. Maejo International Journal of Science and Technology. 2: 551–558.

Choi, S.H., S.W. Kim, B.Y. Park, B.D. Sang, Y.K. Kim, J.H. Myung, and S.N. Hur. 2005. Effects of dietary crude protein level on growth and meat quality of Korean native goats. Journal of Animal Science and Technology. 45: 783-788.

Devendra, C., and M. Burn. 1983. Goat Production in the Tropics. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux.

Intharak, K., and J. Saelim. 2008. Effect of crude protein concentration in total mixed rations on growth performance of Ango-Nubian crossbred goats. P. 246-270. In: Annual Research Report 2008, Animal Nutrition Division. Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture and Cooperative.

Mandal, A. B., S. S. Paul, G. P. Mandal, A.,Kannan, and N. N. Pathak. 2005. Deriving nutrient requirements of growing Indian goats under tropical condition. Small Ruminant Research. 58(3): 201–217.

Mohsin, I., M. Q. Shahid, M. N. Haque, N. Ahmad, and H. Mustafa. 2019. Effect of dietary protein level on growth and body condition score of male Beetal goats during summer. South African Journal of Animal Science. 49: 898-901.

Negesse, T., M. Rodehutscord, and E. Pfeffer. 2001. The effect of dietary crude protein level on intake, growth, protein retention and utilization of growth male Saanen kids. Small Ruminant Research. 39: 243-251.

NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goat: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. National Academy Press, Washington D.C.

NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th revised edition. National Academies Press, Washington D. C.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th revised edition. Washington, D.C: National Academic Science.

Park, J. H., S. J. Kim, S. Y. Jang, J. W. Lee, Y. S. Yun, and S. H. Moon. 2018. Effects of dietary crude protein levels on intake, digestibility, and crude protein balance of growing Korean native goats (*Capra Hircus Coreanae*). Journal of Animal and Plant Sciences. 28: 981-988.

Pralomkarn, W., S. Saithanoo, S. Kochapakdee, and B. W. Norton. 1995. Effect of genotype and plane of nutrition on carcass characteristics of Thai native and Anglo-Nubian X Thai native male goats. Small Ruminant Research. 16: 21-25.

Preston, R. L., D. D. Schnakanberg, and W. H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. The Journal of Nutrition. 6: 281-287.

Rashid, M. 2008. Goats and their Nutrition: Systematic review of the published literature. Available: http://www.manitobagoats.ca. Accessed May 27, 2019.

Schneider, B. H., and W. P. Flat. 1975. The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments. The University of Georgia Press, Athens, Georgia.

Stanbio Laboratory. 2020. Stanbio Urea Nitro gen Liquid UV Procedure No. 2020. Available: http://www.stanbio.com. Accessed January 20, 2019.

Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (A Biometrics Approach). 2nd edition. McGraw-Hill, New York.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583 – 3597.