วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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

การศึกษาความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ อายุ 3-6 เดือน ในประเทศไทย

The study of protein requirement for maintenance and growth of male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months old in Thailand

ปิตุนาถ หนูเสน[1]*, ปราโมทย์ แพงคำ[2], ชัยวรรณ วัฒนจันทร์[1] และ วันวิศาข์ งามผ่องใส[1]

Pitunart Noosen[1]*, Pramote Paengkoum[2], Chaiyawan Wattanachant[1], and Wanwisa Ngampongsai[1]

[1] *สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา ประเทศไทย 90110*
[1] *Animal Production Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, , 90110, Thailand*
[2] *สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000*
[2] *School of Animal Technology and Innovation, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand*

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับโปรตีนในอาหารสำหรับการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ 3-6 เดือน โดยใช้แพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ ระดับเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 16 ตัว อายุประมาณ 3 เดือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยจัดกลุ่มสัตว์ทดลองแบบ Stratified random balance group ตามน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และอายุ (เดือน) โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยให้มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง แพะได้รับอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration, TMR) โดยมีสัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบเป็นสัดส่วน 60:40 ที่มีระดับโปรตีนในอาหาร 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ โภชนะรวมที่ย่อยได้ 71.75-71.92 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ผลการทดลองพบว่า ระดับของโปรตีนในอาหารที่ 12 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อปริมาณโภชนะที่ได้รับเพิ่มขึ้น ได้แก่ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส และการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหาร ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในส่วนของการย่อยได้ของโภชนะ พบว่าระดับโปรตีนในอาหารที่ 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการย่อยได้ของโปรตีนรวม เยื่อใยรวม ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส และระดับของสมดุลไนโตรเจน ทั้งนี้แพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ 3-6 เดือน ต้องการโปรตีน 0.86 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน เพื่อรักษาสมดุลโปรตีนในร่างกาย สำหรับความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต พบว่าแพะต้องการโปรตีน 6.96 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน เพื่อการดำรงชีพ และ 0.57 กรัม เพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กรัมต่อวัน
คำสำคัญ: ความต้องการโปรตีน; การดำรงชีพ; การเจริญเติบโต; แพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน; อาหารผสมครบส่วน

ABSTRACT: The experiment was carried out to investigate the protein levels in diet for maintenance and growth, feed digestibility and nitrogen balance of the male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months old. Each group consisted of male Crossbred Anglo-Nubian goats (50% Anglo-Nubian crossbred). The experiment was assigned into a Completely Randomized Design (CRD) and stratified by their live weigh into 4 groups of which each group was randomly assigned to four dietary treatments. The animals feed was total mixed ratio (TMR) as 10, 12, 14, and 16 crude protein respectively.

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

The ratio of concentrate and roughage was 60:40 and 71.75 – 71.92 of total digestible nutrients. The results showed 12 crude protein (CP) percentage treatment increased the intake of dry matter (DM), crude protein, ether extract (EE), crude fiber (CF), cell wall (NDF) and lignocellulose (ADF). The increased level of CP of treatment affectd average daily gain (ADG). The 12 CP percentage treatment suitable for the nutrients digestibility (CP, CF, NDF and ADF) related to the nitrogen balance (NB). Furthermore, the results of the regression of CP intake (CPI) on CP balance (CPB) showed that the goat needed 0.86 g/kgBW0.75/d at zero N/protein balance. In addition, the results of the regression of CP intake on ADG showed that goat needed 6.96 g/kgBW0.75/d to maintain their BW. The estimation of the CP requirement for goat BW gain (g/g) was 0.57.

Keywords: protein requirement; maintenance; growth; crossbred anglo-nubian goats; total mixed ratio

บทนำ

ปัจจุบันแพะเนื้อจัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย จากข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และแพะรายภาค ภาคใต้มีจำนวนแพะเนื้อ และเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะสูงสุดในประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2562) การจัดการด้านอาหารสัตว์เป็นสิ่งสำคัญเพื่อผลิตแพะให้ตรงกับความต้องการของตลาดและผู้บริโภค โดยอาหารที่สัตว์ได้รับจะต้องประกอบไปด้วยโภชนะที่สัตว์ต้องการ อาทิ พลังงาน โปรตีน แร่ธาตุและไวตามิน โดยทั่วไปความต้องการโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้องมีความต้องการโปรตีนเพื่อเสริมสร้างส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตในรูปของเนื้อและนม ซึ่งจากรายงานของ Rocha et al. (2004) ระดับโปรตีน 14 16 18 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารส่งผลให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน และน้ำหนักตัวสุดท้ายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และ Shahjalal et al. (2000) รายงานว่าอาหารที่มีโปรตีน 16.9 และ 20.35 เปอร์เซ็นต์ ในแพะแบล็กเบงกอล ส่งผลให้น้ำหนักมีชีวิตเพิ่มขึ้นสูงสุดในระดับโปรตีน 20.3 เปอร์เซ็นต์ Jia และคณะ (1995) รายงานว่าระดับของโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในอาหารลูกแพะแองโกรา ส่งผลให้ลูกแพะมีน้ำหนักมากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับโปรตีน 8 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้นักวิชาการด้านอาหารสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่อ้างอิงโดยใช้ข้อมูลมาตรฐานการให้อาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กจากประเทศที่พัฒนาแล้ว หรือใช้ข้อมูลจาก National Research Council (NRC) (2007) เป็นต้น โดยที่คุณค่าและองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารสัตว์จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สภาพภูมิอากาศ ระยะการเจริญเติบโต เป็นต้น ด้วยเหตุนี้อาหารสัตว์ที่ปลูกในประเทศไทยย่อมมีคุณค่าทางโภชนะแตกต่างจากอาหารสัตว์ที่ปลูกในเขตอื่นๆ ของโลก อาหารสัตว์ในเขตร้อนมักจะมีปริมาณโปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) และโปรตีนที่ย่อยได้ (Digestible protein) ต่ำกว่าอาหารสัตว์ในเขตอบอุ่น (Wilson and Minson, 1980) การย่อยได้ของโปรตีนในอาหารสัตว์ในเขตอบอุ่น (Temperate) ค่อนข้างจะคงที่ ซึ่งผันแปรอยู่ระหว่าง 90-95เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นกรณีของอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน เช่น พืชแห้ง (Hay) พืชหมัก (Silage) และผลพลอยได้จากพืชทางการเกษตร (By-products) การย่อยได้ของโปรตีนในอาหารสัตว์คุณภาพต่ำก็มักจะต่ำด้วย ดังนั้นข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการย่อยได้ การละลายได้และการย่อยสลายของโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้อยู่ในประเทศไทยเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะกำหนดการให้อาหารสัตว์ได้ถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับความต้องการของสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กในประเทศไทย ซึ่งในกรณีที่ความต้องการโภชนะของแพะที่เลี้ยงในประเทศไทยสูงกว่าหรือต่ำกว่าที่ NRC (2007) แนะนำอาจจะไม่เหมาะสมกับความต้องการโภชนะของแพะที่เลี้ยงในประเทศไทย ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต และเกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจตามมา ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาความต้องการโภชนะโปรตีนของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ โดยผลการทดลองที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาการประเมินค่าความต้องการโปรตีนของแพะพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน ช่วงอายุ 3-6 เดือน ที่เลี้ยงในประเทศไทยได้

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาใช้แพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ ระดับเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ จากศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 16 ตัว อายุประมาณ 3 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 26.72$\pm$3.98 กิโลกรัม ปรับสัตว์ในคอกรวมเป็นระยะเวลา 14 วัน หลังจากนั้นแยกแพะแต่ละตัวอยู่ในกรงขังเดี่ยวที่มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

(Completely randomized design, CRD) โดยจัดกลุ่มสัตว์ทดลองแบบ Stratified random balance group ตามน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และอายุ (เดือน) จัดกลุ่มการทดลองตามค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยให้มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง อาหารสัตว์ให้รูปแบบเป็นอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration, TMR) ประกอบไปด้วย ข้าวโพด กากถั่วเหลือง หญ้าแพงโกล่าแห้ง แร่ธาตุรวม โดยมีสัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบเป็นสัดส่วน 60:40 ที่มีระดับโปรตีนในอาหาร 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ มีโภชนะรวมที่ย่อยได้ 71.75-71.92 เปอร์เซ็นต์ แพะจะได้รับอาหารผสมครบส่วนกินอย่างเต็มที่ตามกลุ่มทดลองเป็นระยะเวลา 14 วัน (Adjusting period) ทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 95 วัน ให้อาหาร เวลา 8.00 น. และเวลา 16.00 น. ของทุกวัน ทำการชั่งอาหาร และจดบันทึกปริมาณอาหารก่อนกินและหลังกินทุกครั้งเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) (AOAC, 1990) และ Detergent analysis (Van Soest et al., 1991) การวิเคราะห์พลังงานในอาหารและมูล โดยเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter)คำนวณหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน โดยเก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่าง เพื่อประเมินปริมาณการกินได้ต่อวัน (วัตถุแห้ง) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน) การย่อยได้ของโภชนะ และสมดุลไนโตรเจน โดย ทำการเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะ โดยเก็บแบบทั้งหมด (total collection) ตลอดระยะเวลา 5 วัน ในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะ จากสมการถดถอยเชิงเส้น (simple linear regression) โดยใช้สมการ Y = a+bx ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองถูกนำเข้าประมวลผลและวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบแนวโน้มของค่าเฉลี่ยแต่ละทรีทเมนต์ โดยวิธี Orthogonal polynomial (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 23

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล หมวดแพะ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ และโรงผสมอาหาร สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลการศึกษา

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์อาหารทดลองที่ประกอบไปด้วย ข้าวโพด กากถั่วเหลือง หญ้าแพงโกล่าแห้ง แร่ธาตุรวม โดยมีสัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบเป็นสัดส่วน 60:40 มีองค์ประกอบของโภชนะของอาหารทดลอง ได้แก่ วัตถุแห้ง ไขมันรวม เถ้า เยื่อใยรวม ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีระดับของโปรตีนรวมในอาหารมีระดับ 9.97 เปอร์เซ็นต์, 12.01 เปอร์เซ็นต์, 14.99 เปอร์เซ็นต์และ 16.58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (**Table 1**)

Table 1 Chemical compositions of the experimental diets

Chemical compositions	Protein level (%)			
	10	12	14	16
Dry matter (%)	91.92	91.95	92.59	92.28
		------%DM------		
Organic matter	94.95	94.57	94.23	94.42
Crude protein	10.37	12.33	14.57	16.44
Ether extract	1.50	1.51	1.52	1.36
Ash	5.05	5.43	5.77	5.58
Crude fiber	27.21	25.33	22.88	22.23
Acid detergent fiber	31.37	31.01	30.64	30.38
Lignin	1.71	1.83	1.91	1.72
Neutral detergent fiber	60.56	61.10	64.98	59.54
Nitrogen free extract[1/]	47.78	47.35	47.85	46.67
Gross energy (Calories/g)	4044.3	4029.5	4061.4	4094.4

[1/] %Nitrogen free extract = %Dry matter-(%Crude protein+%Crude fiber+%Ether extract+%Ash)

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อปริมาณการกินได้ของโภชนะ

ปริมาณการกินได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ แสดงใน **Table 2** พบว่า การกินได้ของวัตถุแห้งและปริมาณของอินทรียวัตถุที่กินได้ของแพะที่ได้รับโปรตีนในอาหารระดับ 12, 14, และ 16 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าแพะที่ได้รับโปรตีนในอาหารระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของอินทรียวัตถุที่กินได้ของแพะที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีนแตกต่างกัน พบว่าการกินได้ของอินทรียวัตถุของแพะที่ได้รับโปรตีนในอาหารระดับ 12, 14, และ 16 เปอร์เซ็นต์สูงกว่า แพะที่ได้รับโปรตีนในอาหารระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (L: P< 0.05) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหาร ส่วนโปรตีนรวมที่กินได้ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีนแตกต่างกัน ระดับ 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การกินได้ของโปรตีนรวมเพิ่มขึ้น แบบเส้นตรง (L: P<0.05) ตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหารเช่นเดียวกัน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ที่เพิ่มสูงขึ้นตามระดับของโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ในส่วนของปริมาณไขมันรวมที่กินได้ แพะที่ได้รับโปรตีนในอาหารระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าระดับอื่น ๆ (10, 12, และ 16 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) นอกจากนี้แพะที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีนแตกต่างกัน ส่งผลให้การกินได้ของผนังเซลล์ของแพะที่ได้รับโปรตีนในอาหารระดับ 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าแพะที่ได้รับโปรตีนในอาหารระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกินได้ของลิกโนเซลลูโลส โดยเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (L: P<0.05) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหาร

Table 2 Effect of protein levels on nutrient intake of the male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months old

Nutrient intake (g/DM)	Protein level (%)				SEM	P-Value		
	10	12	14	16		Linear	Quadratic	Cubic
Dry matter	395.53[b]	525.70[a]	550.49[a]	538.00[a]	18.701	<0.000	0.006	0.488
Organic matterr	375.56[b]	497.17[a]	518.75[a]	507.98[a]	17.436	0.001	0.006	0.467
Crude protein	41.01[c]	64.83[b]	80.19[ab]	88.44[a]	4.835	<0.000	0.019	0.918
Ether extract	5.95[c]	7.92[ab]	8.39[a]	7.32[b]	0.276	0.007	<0.000	0.968
Crude fiber	107.63[b]	133.17[a]	125.93[a]	119.58[ab]	3.361	0.243	0.010	0.174
Neutral detergent fiber	239.54[b]	321.18[a]	357.70[a]	320.34[a]	12.630	0.001	0.001	0.636
Acid detergent fiber	124.07[b]	163.03[a]	168.67[a]	163.43[a]	5.472	0.001	0.006	0.460

[a,b,c] With rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05)

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโต

ผลของอาหารโปรตีนระดับ 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว อัตราการเปลี่ยนพลังงานเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเปลี่ยนโปรตีนเป็นน้ำหนักตัว ดังแสดงใน **Table 3** พบว่าแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหาร ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (L: P<0.05) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหาร แต่ระดับโปรตีนในอาหารที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนพลังงานเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเปลี่ยนโปรตีนเป็นน้ำหนัก

Table 3 Effect of protein levels on performance of the male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months years old

Attribute	Protein level (%)				SEM	P-value		
	10	12	14	16		Linear	Quadratic	Cubic
Initial body weight, kg	13.75	14.00	14.50	14.50	0.370	0.461	0.879	0.839
Final body weight, kg	17.00	17.63	18.50	19.00	0.404	0.074	0.938	0.826
Body weight gain, kg	3.00	3.25	4.00	4.38	0.273	0.058	0.906	0.713
Average daily gain, g/d	42.86	46.43	57.14	62.50	5.14	0.058	0.906	0.713
Feed : Gain ratio	1.18[b]	1.69[a]	2.09[a]	2.30[a]	0.167	0.005	0.739	0.741
Energy gain, g/d	569.41	787.96	596.64	509.88	65.52	0.547	0.276	0.406
Protein gain, g/d	14.60	24.12	21.40	20.47	2.036	0.431	0.225	0.458

[a,b,c] With rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05)

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะ

ผลของอาหารโปรตีนระดับ 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ต่อการย่อยได้ของโภชนะ แสดงใน **Table 4** พบว่า ระดับโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และไนโตรเจนฟรีเอกซ์ แต่อย่างไรก็ตาม โปรตีนในอาหารมีผลต่อการย่อยได้ของโปรตีนรวม โดยแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีการย่อยได้ของโปรตีนรวม สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 10, 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกันกับการย่อยได้ของไขมัน แพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีการย่อยได้ของโปรตีนรวม สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 10, 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ผลการย่อยได้ของเยื่อใยรวมมีค่าลดลงตามระดับโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของการย่อยได้ของผนังเซลล์ของแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีผลการย่อยได้ของผนังเซลล์ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 10 และ 16 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 12 เปอร์เซ็นต์ มีผลการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนระดับ 10, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Table 4 Effect of protein levels on digestible nutrients of the male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months years old

Digestible nutrients	Protein level (%)				SEM	P-Value		
(%)	10	12	14	16		Linear	Quadratic	Cubic
Dry matter	78.33	82.07	80.02	74.88	1.285	0.278	0.094	0.810
Organic matterr	81.90	84.86	82.90	78.67	1.090	0.231	0.108	0.780
Crude protein	76.80^{b}	83.50^{ab}	84.76^{a}	83.13^{ab}	1.256	0.059	0.079	0.797
Ether extract	75.63^{bc}	81.32^{b}	89.21^{a}	69.62^{c}	2.134	0.347	<0.000	0.014
Crude fiber	75.98^{a}	78.65^{a}	71.92^{ab}	62.31^{b}	2.128	0.005	0.074	0.652
Neutral detergent fiber	71.28^{ab}	77.34^{a}	76.80^{a}	66.57^{b}	1.782	0.306	0.021	0.827
Acid detergent fiber	59.38	66.82	62.59	50.59	2.586	0.167	0.059	0.855
Nitrogen free extract	63.92	69.80	66.31	57.35	2.177	0.230	0.096	0.835

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

ผลของโปรตีนในอาหารต่อสมดุลไนโตรเจน

ผลของโปรตีนในอาหารระดับ 10, 12, 14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ต่อปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจน แสดงใน **Table 5** พบว่าระดับโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้แพะได้รับปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกในปัสสาวะที่เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (L: $P<0.05$) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกในมูลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงสมดุลไนโตรเจน พบว่าแพะที่ได้รับอาหารโปรตีนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้แพะมีสมดุลไนโตรเจนสูงขึ้นโดยเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (L: $P<0.05$) ตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้น แพะอายุ 3-6 เดือนระดับโปรตีนในอาหารที่ 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อระดับของสมดุลไนโตรเจน

Table 5 Effect of protein levels on nitrogen balance of the male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months old

Attribute	Protein level (%)				SEM	P-Value		
	10	12	14	16		Linear	Quadratic	Cubic
Nitrogen intake								
g/d	9.60^{d}	13.12^{c}	17.06^{b}	18.49^{a}	0.9	<0.000	<0.000	0.001
g/kgBW$^{0.75}$	1.10^{c}	1.45^{b}	1.83^{a}	1.93^{a}	0.09	<0.00	0.064	0.22
Fecal nitrogen								
g/d	2.27^{c}	2.21^{c}	2.64^{b}	3.17^{a}	0.17	0.046	0.357	0.78
g/kgBW$^{0.75}$	0.26	0.24	0.28	0.33	0.02	0.112	0.276	0.70
Urine nitrogen								
g/d	0.25^{b}	0.55^{b}	1.04^{a}	1.13^{a}	0.11	<0.00	0.509	0.36
g/kgBW$^{0.75}$	0.03^{b}	0.06^{ab}	0.11^{a}	0.12^{a}	0.01	0.002	0.44	0.43
Nitrogen balance								
g/d	7.07^{c}	10.36^{b}	13.37^{a}	14.19^{a}	0.74	<0.00	0.004	0.19
g/kgBW$^{0.75}$	0.81^{c}	1.15^{b}	1.44^{a}	1.48^{a}	0.07	<0.00	0.06	0.47

^{a,b,c,d} With rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05)

การประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ อายุ 3-6 เดือน

การประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อรักษาสมดุลโปรตีนในร่างกาย โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นระหว่างปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้และสมดุลโปรตีน Y = 1.01+1.17x (R^2 = 0.961, **Figure 1**) การทำนายความต้องการโปรตีนเพื่อรักษาสมดุลโปรตีนในร่างกาย โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนรวมที่กินได้กับสมดุลโปรตีน พบว่า มีจุดตัดแกน Y เท่ากับ 1.01 และมีความชัน เท่ากับ 1.17 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.961 ซึ่งกล่าวได้ว่าแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ อายุ 3-6 เดือน ต้องการโปรตีน 0.86 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกเพื่อรักษาสมดุลโปรตีนในร่างกาย

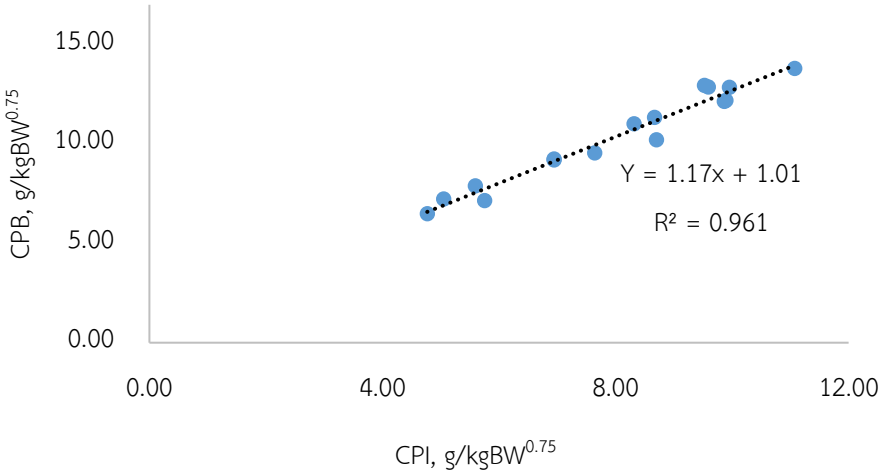

Figure 1 The relationship between crude protein intake and protein balance of the male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months old

การประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต จากสมการถดถอยเชิงเส้น ระหว่าง ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ดังสมการ Y = 6.96 + 0.57x (R^2 = 0.160, **Figure 2**) โดยจุดตัดแกน Y เท่ากับ 6.96 และมีความชัน เท่ากับ 0.57 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.160 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า แพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ อายุ 3-6 เดือนต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพ 6.96 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก และต้องการโปรตีนเพิ่มขึ้น 0.57 กรัม เพื่อเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กรัมต่อวัน

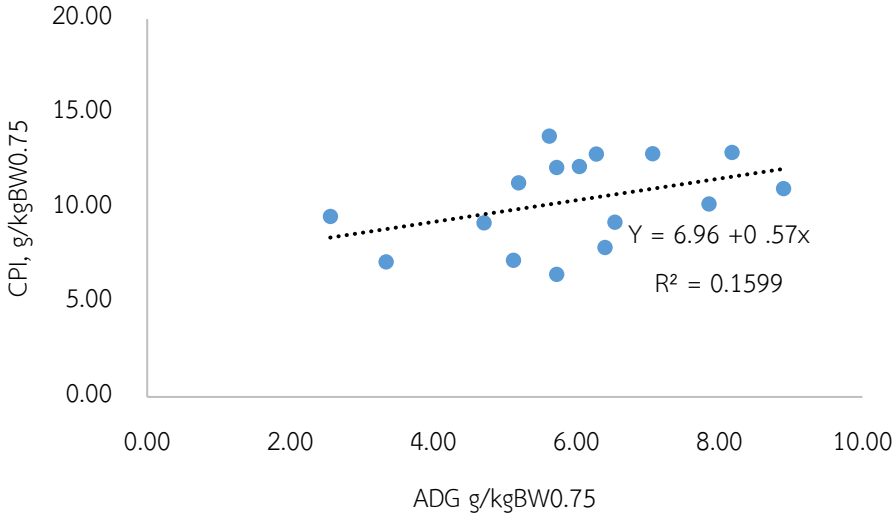

Figure 2 The relationship between crude protein intake and average daily gain of the male Crossbred Anglo-Nubian goats 3-6 months old

วิจารณ์

การศึกษาระดับโปรตีนในอาหารสำหรับการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ อายุ 3-6 เดือน ในประเทศไทย โดยผลการวิเคราะห์อาหารทดลองที่ประกอบไปด้วย ข้าวโพด กากถั่วเหลือง หญ้าแพงโกล่าแห้ง แร่ธาตุรวม โดยมีสัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบเป็นสัดส่วน 60:40 มีองค์ประกอบของโภชนะของอาหารทดลอง ได้แก่ วัตถุแห้ง ไขมันรวม เถ้า เยื่อใยรวม ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีระดับของโปรตีนรวมในอาหารมีระดับ 9.97 เปอร์เซ็นต์, 12.01 เปอร์เซ็นต์, 14.99 เปอร์เซ็นต์และ 16.58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยอาหารและการให้อาหารมีผลโดยตรงต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการผลิตของสัตว์ ด้วยเหตุนี้โภชนะที่สัตว์ได้รับต้องสอดคล้องและครอบคลุมความต้องการโภชนะของแพะ NRC (1981) แนะนำความความต้องการโภชนะของแพะตามสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยง ซึ่งจากความแตกต่างของสภาพพื้นที่การเลี้ยงและสายพันธุ์แพะ ส่งผลต่อศักยภาพในการเจริญเติบโตของแพะ ซึ่ง NRC (1981) แนะนำให้มีโปรตีนรวมในอาหารแพะ 129.95 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร หรือคิดเป็นประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ในอาหาร (Abdelrahman et al., 2017) ซึ่งในเขตร้อนมีคุณค่าทางโภชนะแตกต่างจากอาหารสัตว์ที่ปลูกในเขตอื่นๆ ของโลก อาหารสัตว์ในเขตร้อนมักจะมีปริมาณโปรตีนหยาบ และโปรตีนที่ย่อยได้ ต่ำกว่าอาหารสัตว์ในเขตอบอุ่น (Wilson and Minson, 1980) ดังนั้นจึงสอดคล้องกับระดับเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนรวมในอาหารทดลองครอบคลุมตามคำแนะนำของ NRC (1981)

จากการศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารแพะ อายุ 3-6 เดือน พบว่าระดับของโปรตีนในอาหารที่ 12 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อปริมาณโภชนะที่ได้รับเพิ่มขึ้นได้แก่ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส โดยเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนในอาหารที่แพะได้รับ โดยจากรายงานของจิรารัตน์ และคณะ (2562) ศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมครบส่วนที่ระดับ 14, 16 และ 18 เปอร์เซนต์ ต่อสมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้อายุ เฉลี่ย 2-3 เดือน พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรทก็ตามจากรายงานของ Shoaib et al. (2016) Prieto et al. (2000) และ Rocha et al. (2004) พบว่าระดับโปรตีนในอาหารไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณการกินได้ของโภชะที่เพิ่มขึ้นหรือไม่เปลี่ยนแปลงจากอิทธิพลของปริมาณโปรตีนในอาหาร อาจจะมีปัจจัยเกี่ยวกับความน่ากินของอาหารที่สัตว์ได้รับร่วมด้วย (Hwangbo et al., 2009)

เนื่องด้วยโปรตีนในอาหารหมายถึงปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในอาหาร จุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะหมักจะทำหน้าที่เข้าย่อยสลายโปรตีนตามชนิดและลักษณะของอาหาร ได้ผลผลิตเป็นแอมโนเนียและกรดอินทรีย์ แอมโมเนียถูกนำไปใช้สร้างจุลินทรีย์โปรตีน กรดอะมิโนจะถูกดูดซึมในกระเพาะหมักน้อยมากและผ่านไปสู่กระเพาะแท้ และผ่านไปถูกดูดซึมที่บริเวณผนังของลำไส้เล็ก จากการเปรียบเทียบสัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณไนโตรเจน 2 ระดับ โดยมีพลังงานในอาหารเท่ากัน ซึ่งพบว่าการเพิ่มไนโตรเจนในอาหารจะเป็นการเพิ่มการสะสมไนโตรเจนในกระเพาะหมัก (rumen pool) และเพิ่มการขับไนโตรเจนในปัสสาวะ ส่วนแอมโมเนียส่วนเกินที่ถูกดูดซึมจากลำไส้เล็กจะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานของร่างกาย ปริมาณโปรตีนในอาหารจึงเป็นโภชนะที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ มีบทบาทในการสร้างกล้ามเนื้อและการพัฒนาของสัตว์ (Mtenga and Kitaly, 1990) ในการวิจัยครั้งนี้ผลของการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในแพะเนื้อ อายุ 3-6 เดือน และที่ระดับโปรตีนในอาหาร 12 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของโภชนะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว การย่อยได้ของโภชนะ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ และสมดุลไนโตรเจน เหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ Rocha et al. (2004) Chobtang et al. (2009) พบความแตกต่างของระดับโปรตีนส่งผลต่ออัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน และน้ำหนักตัวสุดท้ายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารผสมครบส่วนทำให้แพะมีน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น และระดับโปรตีนต่ำในอาหารส่งผลให้แพะลูกผสมพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำไปด้วย (Pralomkarn et al., 1995) Negesse et al. (2001) รายงานว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง (17.6 เปอร์เซ็นต์) มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด ในกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 16.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น (โปรตีน 8.7, 11.7 และ 14.4 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้ Shoaib et al. (2016) พบว่า เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีน และไขมัน

เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามระดับของโปรตีนในอาหารที่เพิ่มขึ้น โดยการย่อยได้ของโปรตีนและไขมันรวมสูงที่สุดในแพะพันธุ์พาเทอรีที่ได้รับโปรตีนในอาหารที่ระดับ 16.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระดับโปรตีนในอาหารไม่ทำให้การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสแตกต่างกัน นอกจากนี้ Mohammad et al. (2013) พบว่าระดับของโปรตีนในอาหารไม่มีผลทำให้การย่อยได้ปรากฏของโปรตีนแตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ลูกแพะที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ปรากฏของโปรตีนต่ำกว่ากลุ่มอื่น Ash and Norton (1987) รายงานว่าการให้อาหารที่มีโปรตีนสูงไปช่วยเพิ่มการย่อยได้ของไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนต่ำ ซึ่งระดับโปรตีนในอาหารที่ 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อระดับของสมดุลไนโตรเจนของแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ ช่วงอายุ 3-6 เดือน และจากรายงานของ Atti et al. (2004) พบว่าสมดุลไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อโปรตีนในอาหารข้นเพิ่มขึ้น โดยแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีนระดับสูงมีสมดุลไนโตรเจนสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีนระดับปานกลาง และโปรตีนระดับต่ำ ซึ่งการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกายสูงสุดเมื่อแพะได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 160 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ใกล้เคียงกับรายงานของ Negesse et al. (2001) ที่พบว่าระดับโปรตีนในอาหารที่เหมาะสม ที่ทำให้แพะพันธุ์ซาแนน เพศผู้หลังหย่านมมีการเก็บกักไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 180 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง

สรุป

การศึกษาความต้องการโปรตีนในแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน เพศผู้ ช่วงอายุ 3-6 เดือน โดยมีระดับโปรตีนในอาหารแตกต่าง 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ 12 เปอร์เซ็นต์ 14 เปอร์เซ็นต์ และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าระดับโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมสำหรับ ได้แก่ 12 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของโภชนะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว การย่อยได้ของโภชนะ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ และสมดุลไนโตรเจน เหมาะสมที่สุด โดยสมการความต้องการโปรตีนเพื่อรักษาสมดุลโปรตีนในร่ายกาย ได้แก่ $y = 1.17x + 1.01$ ($R^2 = 0.961$) สมการประเมินความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต ได้แก่ $y = 0.57x + 6.96$ ($R^2 = 0.159$)

คำขอบคุณ

หมวดแพะ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ และโรงผสมอาหาร สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และทุนสนับสนุนโครงการความต้องการโภชนะของแพะในประเทศไทย สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) สวก.

อ้างอิง

กรมปศุสัตว์ 2562. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ รายเขตปศุสัตว์และรายภาค ปี 2562. แหล่งข้อมูล: http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/323-report-thailand-livestock/reportservey2562/1371-2562-country. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2562

จิรารัตน์ วุ่นจันทร์, เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และ ทศพล มูลมณี. 2562. ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมครบส่วนต่อสมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้. แก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 2): 741-746.

Abdelrahman, M.M., M.M. Alobri, and F.A. Alshamiry. 2017. Goat breeds and protein requirments. Report and Opinion. 9: 39-42.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia

Ash A. J., and B. W. Norton 1987. Studies with the Australian Cashmere goats. Australian Journal of Agricultural Research. 38: 957-969.

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.

Chobtang, J., K. Intharak, and A. Isuwan. 2009. Effects of dietary crude protein levels on nutrient digestibility and growth performance of Thai indigenous male goats. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 31: 591-596.

Mtenga, L. A., and A. J. Kitaly. 1990. Growth performance and carcass characteristics of Tanzanian goats fed Chloris gayana Hay with different levels of protein supplement. Small Ruminant Research. 3: 1-8.

NRC. 1981. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, DC: The National Academic Science.

NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, DC: The National Academic Science.

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

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 AngloNubian X Thai native male goats. Small Ruminant Research. 16: 21-25.

Prieto, I., A. L. Goetsch, V. Banskalieva, M. Camerton, R. Puchala, T. Sahlu, L. J. Dawson, and S. W. Coleman 2000. Effects of dietary protein concentration on postweaning growth of Boer crossbred and Spanish goat wethers. Journal of Animal Science. 78: 2275- 2281.

Rocha, M. H., A. V. Susin S. F. Pires, and C. Q. Mendes. 2004. Performance of Santa Ines lambs fed diets of variable crude protein levels. Scientia Agricola. 61: 141-145.

Shahjalal, M., M. A. A. Bishwas, A. M. M. Tareque, and H. Dohi. 2000. Growth and carcass characteristics of goats given diets varying protein concentration and feeding level. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 13: 613-618.

Shoaib, A. P., M. Zakria, M. Tariq, M. H. Baloch, D. H. Kalhoro, I. H. Laghari, G. A. Mughal, F. Parveen, and R. A. Lagari. 2016. Effect of different levels of protein diets on growth performance and carcass yield of pateri male goat kids. Pure and Applied Biology. 5: 1200-1206.

Hwangbo, S., S. H. Choi, S. W. Kim, D. S. Son, H. S. Park, S. H. Lee, and I. H. Jo. 2009. Effects of crude protein levels in total mixed rations on growth performance and meat quality in growing Korean Black goats. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 22: 1133-1139.

Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principal and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd ed. New York: McGraw Hill Book Co.

Wilson, J. R. and D. J. Minson. 1980. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. Tropical Grasslands. 14: 253-359.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implication in dairy cattle: methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides inrelation to animal. Journal of Dairy Science. 74: 3585-3597.