

การใช้อากาน้ำเต้าหู้สดต่อประสิทธิภาพการผลิตและสมดุลไนโตรเจน ของแพะพันธุ์ลูกผสมบอร์-ซาเนน

Supplementation of Wet Soya Milk Residue on Productive Performance and Nitrogen Balance of Boer x Saanen Crossbred Goats

ภัทรพร ทศพงษ์^{1*}, แสงดาว หารปักษ์¹, และ รัตนภรณ์ เทพสวัสดิ์¹
Pattaraporn Tatsapong^{1*}, Sangdow Hanpok¹, and Rattanaorn Tapesawad¹

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกากน้ำเต้าหู้สดต่อการกินได้ การย่อยได้ การเจริญเติบโตและสมดุลไนโตรเจนของแพะลูกผสม ใช้แพะลูกผสมพันธุ์บอร์-ซาเนน (Boer x Saanen) เพศผู้ จำนวน 15 ตัว อายุประมาณ 5-6 เดือน และมีน้ำหนักเฉลี่ย 18.3 ± 1.2 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว ระยะเวลาเก็บข้อมูล 108 วัน อาหารทดลองแบ่งเป็น 3 สูตร คืออาหารชั้นทางการค้า 400 กรัม กากน้ำเต้าหู้สด 800 กรัม และอาหารชั้นทางการค้า 200 กรัม ร่วมกับกากน้ำเต้าหู้ 400 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เลี้ยงแพะในคอกขังเดี่ยวมีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา แพะได้รับต้นข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบโดยให้กินอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่า แพะได้รับอาหารต่างกันจะทำให้การกินได้ การย่อยได้ของพลังงานและโปรตีน การเจริญเติบโตและสมดุลไนโตรเจนของแพะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การกินได้และการย่อยได้ของโปรตีนหยาบและพลังงานทั้งหมด การเจริญเติบโตต่อวันและสมดุลไนโตรเจนในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นทางการค้าจะมีค่าสูงกว่า ($P < 0.05$) แพะที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้สดอย่างเดียว ส่วนการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแพะที่ได้รับอาหารต่างกัน การทดลองนี้สรุปได้ว่าสามารถใช้กากน้ำเต้าหู้สดร่วมกับอาหารชั้นทางการค้าเลี้ยงแพะแทนอาหารชั้นอย่างเดียวได้ โดยไม่ทำให้การเจริญเติบโตลดลง และยังเป็นการนำใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นให้เป็นประโยชน์ของเกษตรกร

คำสำคัญ: กากน้ำเต้าหู้, ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, สมดุลไนโตรเจน, แพะลูกผสมบอร์

Abstract

The objective of this experiment was to evaluate the effect of wet soya milk residue on feed intake, digestibility, growth rates and nitrogen (N) balance of crossbred goats. Fifteen Boer x Saanen crossbred male goats (5-6 month of age and 18.3 ± 1.2 kg of average live weight) were divided into three group under a Completely Randomized Design (CRD), with five goats in each groups for 108 days. Three dietary treatments were

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural resources and Environment, Naresuan University

*Corresponding author : pattaraporn@nu.ac.th

commercial concentrate pellet diet (400 g), wet soya milk residue (800 g) and mixed commercial concentrate pellet diet and wet soya milk residue (200 g : 400 g), respectively. All animals were raised in the individual pen with free access water and mineral block. The goats fed *ad libitum* with corn stover silage as roughage source. The results showed that feeding different diets had effects on feed intake, crude protein and energy digestibility, body weight gain and N balance of goats significantly ($P<0.05$). Crude protein (CP) and gross energy (GE) intake and digestibility, average daily gain and nitrogen balance of goats fed commercial concentrate pellet diet were significantly higher ($P<0.05$) than those of goat fed wet soya milk residue diets, respectively. Feed conversion ratio and feed cost per kg of BW gain were not significantly different among the diets. These results revealed that mixed commercial concentrate and soya milk residue could be used to replace commercial concentrate in the diet of goats which did not affect BW gain. Exploiting the use of local resources for goat production.

Keywords: Soya milk residue, Growth performance, Nitrogen balance, Boer crossbred

บทนำ

การเลี้ยงแพะในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย และการเลี้ยงส่วนใหญ่จะเป็นการปล่อยเลี้ยงแพะเล็มตามธรรมชาติ ที่รกร้างว่างเปล่า หรือที่สาธารณะ ตามข้างถนน เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่ได้มีการจัดการด้านอาหาร (ปราโมทย์, 2555) จากการสัมภาษณ์ผู้เลี้ยงแพะในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง พบว่าเกษตรกรไม่ใช้อาหารข้นทางการค้าในการเลี้ยงแพะเนื่องเพราะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการเลี้ยง การเลี้ยงเพียงปล่อยแพะเล็มหญ้าธรรมชาติและใบไม้ทั่วไป และมีการเสริมด้วยผลพลอยได้ทางการเกษตรอื่นๆ เช่น ฟางข้าว เปลือกถั่ว ผักบุงและเศษเหลืออื่นที่เกษตรกรหาได้ เช่น กากน้ำตาล้า เป็นต้น เนื่องจากว่าแพะเป็นสัตว์ที่กินง่ายไม่เลือกกินอาหาร แต่อย่างไรก็ตามแพะเป็นสัตว์ที่โตช้า โตได้วันละประมาณ 50-80 กรัม และมีการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่างกายได้น้อย (Rahman *et al.*, 2014a; 2015)

ในกระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองหรือการทำน้ำเต้าหู้จะได้กากน้ำตาล้าซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่มีคุณค่าโภชนะสูงสามารถนำมาประกอบเป็นอาหารคน เช่น Okara และนำมาเป็นส่วนประกอบขนมหรืออื่นๆ (Prapasuwannakul, 2014;) และนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ เช่น อาหารกระต่าย (Ojebiyi *et al.*, 2013) อาหารแพะ (Odeyinka *et al.*, 2003) กากน้ำตาล้าสดมีความชื้นอยู่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเก็บรักษาก่อนนำไปเป็นอาหารสัตว์ เพราะจะทำให้เน่าเสียได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง แต่หากทำแห้งแล้วจะมีโปรตีนสูง มีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 16-43 เปอร์เซ็นต์ (Yang, 2005; Ojebiyi *et al.*, 2013) ขึ้นอยู่กับการกระบวนการแปรรูป Sruamsiri and Silman (2008) ศึกษาการย่อยได้ของกากน้ำตาล้า พบว่ามีการย่อยได้ดีและเหมาะสมที่จะนำไปเป็นอาหารโคทั้งให้แบบเสริมหรือผสมเป็นอาหารข้น และจากการใช้กากนมถั่วเหลืองหมักทดแทนอาหารข้นทางการค้าเลี้ยงแกะ พบว่าไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก แต่เป็นประโยชน์ด้วยการเพิ่มการผลิตโปรพิโอนิกและยังเพิ่มสมดุลไนโตรเจนและกรดอะมิโนในกระเพาะไม่ต่างจากกะที่เลี้ยงอาหารข้นทางการค้า (Harjanti *et al.*, 2012) ส่วนการใช้กากนมถั่วเหลืองผสมกับมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบทดแทนข้าวโพดบดในอาหารกระต่ายพบว่ายสามารถทดแทนได้สูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อเจริญเติบโตและค่าเมทาโบลิซึมในกระเพาะเล็ก สามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซากในกระต่ายขุนได้ (Ojebiyi *et al.*, 2012) ในสภาวะที่อาหารข้นมี

ราคาแพง กากน้ำเต้าหู้เป็นทางเลือกที่น่าสนใจ ในการใช้เป็นอาหารเสริมหรือทดแทนอาหารชั้นทางการค้า เพื่อลดต้นทุนการผลิตแพะของเกษตรกร ดังนั้นวัตถุประสงค์การทดลอง เพื่อศึกษาผลของกากน้ำเต้าหู้ต่อการกินได้ การย่อยได้ ประสิทธิภาพการผลิต และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน โดยการเปรียบเทียบกับอาหารชั้นทางการค้าในแพะขุนลูกผสมพันธุ์บอร์-ซาเนนเพื่อประยุกต์นำไปใช้กับเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

ใช้แพะพันธุ์ลูกผสมบอร์-ซาเนน (Bore x Saanen) เพศผู้อายุประมาณ 5-6 เดือน และน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 18.32 ± 1.25 กก. จำนวน 15 ตัว สัตว์ทดลองทุกตัวได้รับการถ่ายพยาธิทั้งภายในและภายนอกโดยใช้ Ivomec-F (ivermectin and clorsulon) อัตรา 1 มล. ต่อน้ำหนักตัว 50 กก. และฉีดวิตามิน เอ ดี 3 และอี อัตราตัวละ 1 มล. ก่อนเข้าการทดลอง 1 สัปดาห์

แผนการทดลองและการให้อาหารทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยจัดสัตว์ทดลองเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว โดยมีสูตรอาหารทดลอง 3 สูตร ได้แก่ 1) อาหารชั้นทางการค้า 400 กรัมต่อตัวต่อวัน 2) กากน้ำเต้าหู้สด 800 กรัมต่อตัวต่อวัน และ 3) อาหารชั้นทางการค้า 200 กรัมร่วมกับกากน้ำเต้าหู้สด 400 กรัมต่อตัวต่อวัน เลี้ยงแพะด้วยข้าวโพดหลังเก็บฝักหมัก (corn stover silage) เป็นอาหารหลักให้อย่างเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารชั้นตามกลุ่มทดลอง อาหารชั้นทางการค้ามีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์

การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ แปลงฝึกงานนิสิต คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เลี้ยงแพะในคอกขังเดี่ยว มีน้ำสะอาดให้กินและมีแร่ธาตุก้อนแขวนที่คอกตลอดเวลา และให้อาหารวันละสองครั้งเวลา 8.00 น. และ เวลา 17.00 น. ทำความสะอาดคอกทุกวัน ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 108 วัน และในการทดลองนี้ใช้กากเต้าหู้สดที่ได้จากร้านขายน้ำเต้าหู้รอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยรับกากเต้าหู้สดจากร้านขายน้ำเต้าหู้ในตอนเย็นทุกวัน

วิธีเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

บันทึกน้ำหนักแพะทุกตัวก่อนเริ่มการทดลองและหลังการทดลองเสร็จสิ้น โดยทำการชั่งน้ำหนักแพะหลังอดอาหาร 12 ชั่วโมงและก่อนให้อาหารเช้า เพื่อคำนวณการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

บันทึกปริมาณการกินได้และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารให้และอาหารเหลือทุกวัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาการกินได้สิ่งแห้ง และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารให้และอาหารเหลือทุกสัปดาห์สองวันติดกัน นำไปอบอุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1991) และวิธี Detergent method (Van Soest *et al.*, 1991) เพื่อคำนวณหาการกินได้ของโภชนะ

หาการย่อยได้ของโภชนะและสมมูลไนโตรเจน ในสัปดาห์สุดท้ายก่อนเสร็จสิ้นการทดลอง ทำการบันทึกปริมาณมูลและปัสสาวะที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวัน (total collection) เก็บในช่วงเช้ามืดก่อน

ให้อาหารทุกวัน เป็นเวลา 7 วันติดต่อกัน โดยการเก็บมูลจะใช้ผ้าไนลอนเขียวรองรับมูลใต้คอกตลอด 24 ชั่วโมง การสุมเก็บตัวอย่างมูล แบ่งเป็นสองส่วนคือส่วนที่ 1 เก็บประมาณ 50 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของมูลที่ขับถ่ายออกมาในแต่ละวัน ส่วนที่ 2 สุมตัวอย่างไว้ประมาณ 5 % ของตัวอย่างมูลทั้งหมดในแต่ละวัน นำไปอบอุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และเก็บใส่ถุงไว้ ทำเช่นจนครบ 7 วัน นำมูลทั้งหมดมาคลุกให้ผสมรวมกันแล้วทำการสุมใหม่ 5% นำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. นำไปวิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมี และคำนวณหาการย่อยได้ ดังสมการ

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏของโภชนะ (apparent digestibility coefficient; %) = $\frac{[\text{โภชนะที่กิน} - \text{โภชนะที่ขับออกในมูล}]/\text{โภชนะที่กิน} \times 100}{\text{(บุญล้อม, 2541)}}$

สำหรับตัวอย่างปัสสาวะ เก็บโดยใช้ผ้าพลาสติกรองใต้คอกตลอด 24 ชั่วโมง เจาะรูตรงกลาง และมีภาชนะรองรับปัสสาวะใต้ผ้าพลาสติกโดยเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 25% ปริมาตร 10 มล. เพื่อให้ปัสสาวะเป็นกรด (pH<3) ป้องกันการสูญเสียไนโตรเจนจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ สุ่มตัวอย่างปัสสาวะไว้ประมาณ 10% ของปัสสาวะทั้งหมดในแต่ละวัน เก็บไว้ในตู้เย็น สุ่มเก็บปัสสาวะจนครบ 7 วัน แล้วนำปัสสาวะที่เก็บได้ของแพะแต่ละตัวทั้ง 7 วัน มาผสมรวมกัน ทำการสุมอีกครั้ง ประมาณ 5% ของปัสสาวะทั้งหมด เก็บใส่ขวดตัวอย่างนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 °C เพื่อนำไปวิเคราะห์หาไนโตรเจนใช้คำนวณสมดุลไนโตรเจนของแพะ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น $P = 0.05$ โดยโปรแกรม R version 3.2.5 (R Core Team, 2016)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีอาหาร

องค์ประกอบทางเคมีของกากน้ำเต้าหู้ อาหารชั้นทางการค้า และข้าวโพดหมักมีค่าดังแสดงใน Table 1 พบว่ากากน้ำเต้าหู้มีโปรตีนหยาบสูงถึง 34 % (on dry basis) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่เคยมีรายงานไว้คือ 19.9-43.9% (Yang, 2005; Srumsiri and Silman, 2008; Ojebiyi *et al.*, 2013) และกากน้ำเต้าหู้จากโรงงานนมถั่วเหลืองมีค่าโปรตีนหยาบ 21.9-27.9 % (Rahman *et al.*, 2013; 2015) กากน้ำเต้าหู้สดที่ใช้ในการศึกษานี้จะมีความชื้นสูงถึง 88% ซึ่งสูงกว่าที่รายงานไว้ในกากเศษเหลือจากโรงงานนมถั่วเหลืองซึ่งมีความชื้น 78% (Rahman *et al.*, 2013; 2015) อาจจะเป็นได้ว่ากระบวนการผลิตน้ำเต้าหู้ของแม่ค้ารายย่อยใช้แรงงานคน ทำให้ประสิทธิภาพการบีบน้ำออกได้ไม่ดีเท่าเครื่องจักรกลในโรงงานนมถั่วเหลือง องค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ของกากน้ำเต้าหู้สูงกว่าที่รายไว้โดย Ojebiyi *et al.* (2013) อาจเพราะกระบวนการผลิตน้ำเต้าหู้หรือนมถั่วเหลืองมีความแตกต่างกัน

Table 1 Chemical composition of feeds (% on dry basis)

Parameters	Corn stover silage	Soybean milk residue	Commercial pelleted diet
Dry matter (DM, air dry)	20.70	12.10	87.13
Organic matter (OM)	92.53	95.66	93.02
Crude protein (CP)	9.98	34.68	17.81
Neutral detergent fiber (NDF)	72.90	22.11	47.12
Acid detergent fiber (ADF)	38.19	17.00	25.74
Ether extract (EE)	1.90	14.54	4.31
Ash	7.47	4.34	6.98
Gross energy (cal/g)	3,805	4,894	4,466

Table 2 Effect of wet soya milk residue and commercial concentrate pellet on nutrients intake in crossbred goats fed with corn stover silage

Parameters	Dietary treatment			SEM	P-value
	T1	T2	T3		
Dry matter intake (DMI)					
Roughage (g/day)	330.72 ^b	395.29 ^a	373.72 ^{ab}	15.15	0.031
Total DMI (g/day)	667.47 ^a	508.41 ^c	607.20 ^b	15.15	0.0001
Total DMI (g/BW ^{0.75})	63.17 ^a	52.41 ^c	59.14 ^b	1.237	0.0001
Total DMI (% BW)	2.88 ^a	2.46 ^c	2.72 ^b	0.066	0.002
Nutrients intake (g/day)					
Organic matter (OM)	619.12 ^a	473.09 ^c	563.36 ^b	13.74	0.0001
Ether extract (EE)	19.26	20.46	22.47	2.41	0.646
Crude protein (CP)	94.77 ^a	45.60 ^c	52.82 ^b	1.98	0.0001
Neutral detergent fiber	398.58 ^a	305.96 ^b	358.35 ^a	11.34	0.001
Acid detergent fiber	186.93 ^a	150.49 ^b	169.75 ^{ab}	8.36	0.030
Gross energy (MJ)	11.37 ^a	8.45 ^c	10.18 ^b	0.275	0.0001

T1= commercial concentrate pellet diet (400 g); T2= wet soya milk residue (800 g); T3= commercial concentrate pellet diet and wet soya milk residue (200 g : 400 g)

^{a, b, c}The means within rows with different letters differ significantly (p<0.05)

การกินได้ของวัตถุดิบและการกินได้ของโภชนะ

การกินได้ของวัตถุดิบและการกินได้ของโภชนะของแพะกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้สดจะมีค่าต่ำกว่า (P<0.05) กลุ่มอื่นๆ (Table 2) โดยพบว่าการกินได้ของโปรตีนหยาบในแพะกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นทางการค้ามีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้สดประมาณ 51 % (94.77 vs 45.60 g) ส่วนการกินได้ของอินทรีย์วัตถุของแพะทั้งสามกลุ่มพบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้สดจะมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วย

อาหารชั้นทางการค้าและอาหารผสม (กากเต้าหู้สดร่วมกับอาหารชั้นทางการค้า) ประมาณ 23.58 และ 22.41% ตามลำดับ ในขณะที่การกินได้ของไขมันไม่ต่างในแพะทั้งสามกลุ่มอาจเป็นเพราะว่าในกากน้ำเต้าหู้สดมีไขมันสูง (Table 1) การกินได้ของข้าวโพดหมักในแพะกลุ่มที่เสริมกากน้ำเต้าหู้สดจะเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะแพะได้รับโภชนาไม่เพียงพอจากการได้รับกากน้ำเต้าหู้สดเพียงอย่างเดียวซึ่งมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบสูง (Table 1) และทำให้การกินได้สิ่งแห้งทั้งหมดลดน้อยลงด้วย (Rahman *et al.*, 2015) ถ้าอาหารมีความชื้นสูง จะทำน้ำในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น ทำให้ยับยั้งการกินได้เพราะกระเพาะเต็มเร็ว (Rahman *et al.*, 2014b) ทำให้การกินได้ของโภชนาอื่นๆ ลดลง (Rahman *et al.*, 2014a) จากผลการศึกษานี้แพะกลุ่มที่เสริมกากน้ำเต้าหู้สดอย่างเดียว 800 กรัมต่อวัน จะได้รับโภชนาโปรตีนและพลังงานต่ำ ถึงแม้ว่ากากน้ำเต้าหู้จะมีคุณค่าโภชนาสูงแต่เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งที่แพะได้รับในแต่ละวันค่อนข้างน้อย (0.5 %BW) ซึ่งส่งผลให้แพะมีการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ

Table 3 Effect of wet soya milk residue and commercial concentrate pellet on apparent digestibility in crossbred goats fed with corn stover silage

Parameters	Dietary treatment			SEM	<i>P</i> -value
	T1	T2	T3		
Apparent digestibility (g/kg DM)					
Dry matter (DM)	662.01	655.17	666.30	22.12	0.938
Organic matter (OM)	706.78	689.71	707.45	19.05	0.762
Crude protein (CP)	645.57 ^a	468.57 ^b	436.61 ^b	37.68	0.004
Neutral detergent fiber	634.22	683.06	638.19	23.69	0.306
Acid detergent fiber	441.56	537.45	468.96	46.51	0.356
Digestible energy (MJ)	8.29 ^a	4.83 ^c	7.12 ^b	0.275	0.0001

T1= commercial concentrate pellet diet (400 g); T2= wet soya milk residue (800 g); T3= commercial concentrate pellet diet and wet soya milk residue (200 g : 400 g)

The means within rows with different letters (a, b, c) differ significantly (p<0.05)

การย่อยได้

การย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ ไขมันและส่วนของเยื่อใยผนังเซลล์ที่พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันในแพะที่เลี้ยงอาหารทั้งสามกลุ่ม (Table 3) ในขณะที่การย่อยได้ของโปรตีนในแพะกลุ่มที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้สดอย่างเดียวจะมีการย่อยได้ต่ำกว่ากลุ่มอาหารชั้นทางการค้า (645.557 vs 468.57 g/kg DM) แต่ไม่แตกต่างจากแพะกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้สดร่วมกับอาหารชั้นทางการค้า อาจเป็นเพราะแพะได้รับโภชนาโปรตีนหยาดต่ำและกินอาหารหยาดสูง และต้นข้าวโพดหมักซึ่งเป็นอาหารหยาดมีเยื่อใยสูง จึงทำให้การย่อยได้ของโปรตีนหยาดต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Rahman *et al.* (2015) พบว่าการกินได้ของโปรตีนหยาดสูงขึ้นทำให้การย่อยได้ของโปรตีนหยาดสูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามการย่อยได้ของโปรตีนหยาดมีแนวโน้มสูงขึ้นในแพะกลุ่มเลี้ยงกากน้ำเต้าหู้สดอย่างเดียวเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอาหารผสม แต่ผลไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาของ Odeyinka *et al.* (2003) การเลี้ยงแพะแอฟริกันโดยการเปรียบเทียบการใช้กากน้ำเต้าหู้ กากแป้งข้าวโพด เศษเหลือเมล็ดถั่วพุ่มและกากถั่วลิสงพบว่าการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่ประสิทธิภาพการย่อยได้ของเยื่อใยในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้มีค่าสูงที่สุด จากผลการทดลองนี้

พบว่ากรกินได้ของส่วนของผนังเซลล์พืช (NDF, ADF) ในแพะกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้สดจะมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่การย่อยได้ไม่แตกต่างกันแสดงว่ากากน้ำเต้าหู้มีส่วนช่วยให้การย่อยได้ของเยื่อใยเพิ่มขึ้น

Table 4 Effect of wet soya milk residue and commercial concentrate pellet on average daily gain, feed conversion ratio (FCR), feed cost in crossbred goats fed with corn stover silage

Parameters	Dietary treatment			SEM	P-value
	T1	T2	T3		
Initial weight (kg)	18.55	17.90	18.50	0.609	0.710
Final weight (kg)	27.90 ^a	23.50 ^b	26.20 ^a	0.83	0.009
Body weight change (kg)	9.35 ^a	5.60 ^b	7.70 ^a	0.667	0.006
Average daily gain (g/day)	86.57 ^a	51.85 ^b	71.29 ^a	6.176	0.006
Feed conversion ratio	7.92	10.01	8.83	0.752	0.187
Feed cost /day (baht)	7.59 ^a	5.02 ^c	6.41 ^b	0.146	0.0001
Feed cost / kg gain (baht)	90.31	98.77	93.25	8.050	0.758

T1= commercial concentrate pellet diet (400 g); T2= wet soya milk residue (800 g); T3= commercial concentrate pellet diet and wet soya milk residue (200 g : 400 g)

a, b, c The means within rows with different letters differ significantly ($p < 0.05$)

การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร

แพะในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้สดจะมีการเจริญเติบโตต่อวันต่ำสุด ($P < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 51.86 กรัม ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นทางการค้าและอาหารข้นทางการค้าร่วมกับกากน้ำเต้าหู้สด มีค่าประมาณ 40.11 และ 27.27 % ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 4 จากการศึกษาพบว่าแพะมีการอัตราการเจริญเติบโตวันละ 52-86 กรัม มีค่าใกล้เคียงกับที่เคยรายงานไว้โดย Rahman *et al.* (2014a; 2014b) พบว่าแพะพันธุ์ลูกผสมบอร์มีอัตราการเจริญเติบโตวันอยู่ระหว่าง 53-82 กรัม ส่วนแพะที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นทางการค้าร่วมกับกากน้ำเต้าหู้สดทำให้การเจริญเติบโตของแพะไม่ต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารข้นเพียงอย่างเดียว แต่มีการเจริญเติบโตที่สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากน้ำเต้าหู้สดเพียงอย่างเดียว (Table 4) อาจเป็นเพราะว่าแพะได้รับโปรตีนและพลังงานน้อยกว่า (Table 2) ขัดแย้งกับรายงานของ Rahman *et al.* (2015) แพะที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้มากขึ้นจะได้รับโปรตีนมากขึ้นและเพิ่มการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามแพะที่ได้รับอาหารข้น และกากน้ำเต้าหู้ที่มีระดับโปรตีนเท่ากัน ไม่ทำให้การเจริญเติบโตต่างกันแต่มีการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าและลดต้นทุนด้านอาหารในกลุ่มที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้ (Rahman *et al.* (2014b) จากผลการศึกษาพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. ไม่แตกต่างกัน ซึ่งขัดแย้งกับ การศึกษาของ Rahman *et al.* (2014a) รายงานไว้ว่า การเสริมกากเต้าหู้ร่วมกับอาหารข้นจะทำให้การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มอาหารข้นอย่างเดียว และลดต้นทุนด้านอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. Rahman *et al.* (2015) เพิ่มปริมาณของกากน้ำเต้าหู้ จาก 1-2% (DM, น้ำหนักตัว) จะเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มเสริม 0.5 % (DM, BW) ซึ่งจากการศึกษานี้เสริมกากน้ำเต้าหู้เพียงอย่างเดียวคิดเป็น 0.5 % (DM, BW) และแพะกลุ่มนี้รับโภชนาการน้อยกว่า นั้นแสดงว่าการเสริมกากน้ำเต้าหู้ทำให้แพะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ดีขึ้น ในขณะที่ต้นทุนด้านอาหารต่ำกว่ากลุ่มให้

อาหารชั้น แต่ต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. ไม่แตกต่างกัน (Table 3) อาจเพราะเสริมในระดับต่ำเกินไป จากรายงานของ Kim *et al.* (2012) ศึกษาการใช้กากนมถั่วเหลือง (soybean curd residue) ในระดับ 0, 25 และ 35 % ในอาหารโครุ่นถึงขุน พบว่าการเจริญเติบโตของโคจะสูงในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากนมถั่วเหลือง แต่การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่ต่างกัน Ojebiyi *et al.* (2013) ทำการศึกษาการใช้กากนมถั่วเหลือง ผสมกับมันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดบดในอาหารกระต่าย พบว่าการเจริญเติบโตวันสูงและอัตราการเป็นอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมกากนมถั่วเหลืองและยังลดต้นทุนค่าอาหารด้วย

การใช้ประโยชน์ไนโตรเจน

แพะที่เลี้ยงด้วยอาหารชั้นทางการค้าจะมีไนโตรเจนกินได้สูงที่สุด 15.16 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงด้วยการนำเต้าหู้และอาหารผสม (กากเต้าหู้ร่วมกับอาหารชั้นทางการค้า) ซึ่งมีค่าการกินได้ ไนโตรเจนเพียง 7.29 และ 8.45 กรัม ตามลำดับ แต่ไนโตรเจนที่ถูกขับออกทั้งหมดไม่ต่างกันซึ่งมีค่าอยู่ 5 ถึง 6 กรัมต่อวัน ซึ่งขัดแย้งกับงานของ Paengkoum *et al.* (2006a; 2006b) รายงานว่า แพะที่ได้รับ อาหารหยาบหมักยูเรีย 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีไนโตรเจนขับออกทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อแพะได้รับไนโตรเจน กินได้สูงขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6 ถึง 21 กรัมต่อวัน อาจเนื่องมาจากการทดลองนี้แพะได้รับไนโตรเจนกิน ได้้น้อยอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจึงขับไนโตรเจนออกมาน้อยด้วย หรือกากน้ำเต้าหู้และ อาหารชั้นทางการค้าเป็นไนโตรเจนที่ใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าไนโตรเจนจากยูเรีย ส่วนไนโตรเจนที่ขับออกมา กับปัสสาวะมีค่าสูงในแพะกลุ่มที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้ อาจเพราะกากน้ำเต้าหู้มีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงจึงทำให้ แพะขับปัสสาวะสูง

Table 5 Daily nitrogen balance of crossbred goats fed wet soya milk residue and commercial concentrate pellet diet

Parameters	Dietary treatment			SEM	P-value
	T1	T2	T3		
N intake (g/day)	15.16 ^a	7.29 ^c	8.45 ^b	0.316	0.0001
N excretion (g/day)					
Faeces N	5.34 ^a	3.88 ^b	4.75 ^{ab}	0.335	0.030
Urine N	0.71 ^b	1.40 ^a	0.94 ^b	0.097	0.001
Total N loss	6.05	5.28	5.70	0.362	0.355
N absorption (g/day)	9.83 ^a	3.42 ^b	3.69 ^b	0.476	0.0001
N absorption (% of N intake)	64.56 ^a	46.86 ^b	43.66 ^b	3.768	0.004
N retention (g/day)	9.11 ^a	2.02 ^b	2.75 ^b	0.461	0.0001
N retention (% of N intake)	59.89 ^a	27.66 ^b	32.59 ^b	4.003	0.0001
N retention (g/BW ^{0.75})	0.88 ^a	0.21 ^b	0.27 ^b	0.039	0.0001

T1= commercial concentrate pellet diet (400 g); T2= wet soya milk residue (800 g); T3= commercial concentrate pellet diet and wet soya milk residue (200 g : 400 g)

^{a, b, c} The means within rows with different letters differ significantly (p<0.05)

Harjanti *et al.* (2012) รายงานว่าการเลี้ยงแกะด้วยกากถั่วเหลืองหมักเปรียบเทียบกับอาหารชั้นทางการค้าจะทำให้การขับไนโตรเจนในปัสสาวะสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมและไนโตรเจนกักเก็บไม่ต่างกันอาจเป็นว่าแกะได้รับไนโตรเจนไม่ต่างกัน แต่จากการทดลองนี้พบว่าไนโตรเจนที่ดูดซึมและไนโตรเจนกักเก็บในกลุ่มที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้อย่างเดียวและกลุ่มที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้ร่วมกับอาหารชั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งที่แพะกลุ่มที่ได้รับกากน้ำเต้าหู้ร่วมกับอาหารชั้นได้รับไนโตรเจนกินได้สูงกว่า (Table 3) แสดงว่าโปรตีนจากกากน้ำเต้าหู้มีไนโตรเจนที่ใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าในอาหารชั้น (Harjanti *et al.*, 2012)

สรุปผลการทดลอง

การเสริมกากน้ำเต้าหู้สดร่วมกับอาหารชั้นทางการค้าเลี้ยงแพะเป็นการลดต้นทุนด้านอาหารและการเจริญเติบโตไม่ต่างจากการเลี้ยงอาหารชั้นเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้กากน้ำเต้าหู้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนราคาถูกสำหรับแพะที่เลี้ยงในสภาพปล่อยแทะเล็มตามธรรมชาติของเกษตรกรและเป็นการใช้แหล่งวัตถุดิบในท้องถิ่นให้เป็นประโยชน์ อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ใช้กากน้ำเต้าหู้สดในปริมาณต่ำ (0.5 %BW) อาจทำให้แพะได้รับโภชนาไม่เพียงพอ จึงมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาเปรียบเทียบหาระดับที่เหมาะสมต่อการนำใช้ของกากน้ำเต้าหู้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ กองบริการวิชาการและจัดการทรัพยากร มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และขอขอบคุณ คุณเนติวัฒน์ สมศรีษะ และคุณวิรศักดิ์ กันตุม เจ้าของฟาร์มแพะ-แกะ อ.หล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์แพะสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ปราโมทย์ แพงคำ. (2555). โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก. นครราชสีมา : สำนักวิทยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2541). โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. (1991). *Official Methods of Analysis* (15th Edition). Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Harjanti, D. W., Y. Sugwara, M. Al-Manun, and H. Sano. (2012). Effects of replacing concentrate with soybean curd residue silage on ruminal characteristics, plasma leucine and glucose turnover rates in sheep. *Journal of Animal Science Advances*, 2(4), 361-374.
- Kim, K.H., S. J. Kim, B. T. Jeon, D. J. Kim, M. R. Oh, P. J. Park, H. J. Kweon, B. Y. Oh, S. J. Hur, and H. Moon. (2012). Effects of dietary soybean curd residue on the growth performance and carcass characteristics in Hanwoo (*Bos taurus coreanae*) steer. *African journal of agricultural research*, 7(30), 4331-4336.
- Odeyinka, S. M., O. J. Oyedele, and P. A. Olubunmi. (2003). The performance of west African dwarf goats on soybean milk residue, cowpea seed waste and corn starch residue. *Livestock Research for Rural Development*, 15(12), 93-98.

- Ojebiyi, O. O., I. O. Oladunjoye, O. L. Aboderin, and A. A. Okelade. (2013). Synergetic effect of cassava sievate/soybean milk residue mixtures as replacement for maize in growing rabbits diet. *Journal of Natural Sciences Research*, 3, 129-135.
- Paengkoum, P., J. B. Liang, Z. A. Jelan, and M. Basery. (2006a). Utilization of steam-treated oil palm fronds in growing goats : I. Supplementation with dietary urea. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(9), 1305-1313.
- Paengkoum, P., J. B. Liang, Z. A. Jelan, and M. Basery. (2006b). Utilization of steam-treated oil palm fronds in growing goats : II. Supplementation with energy and urea. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(11), 1623-1631.
- Prapasuwannakul, N. (2014). Utilization of soymilk residue for wheat flour substitution in gyoza skin. *International Journal of Biological, Veterinary, Agricultural and Food Engineering*, 8(1), 5-7.
- R Core Team. (2016). R: A Language and environment for statistical computing, R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rahman, M. M., M. R. Rahman, T. Nakagawa, R. B. Abdullah, W. E. Wan Khadijah, and R. Akashi. (2015). Effects of wet soya waste supplementation on the intake, growth and reproduction of goats fed Napier grass. *Animal Feed Science and Technology*, 199(1), 104-112.
- Rahman, M. M., R. B. Abdullah, W. E. Wan Khadijah, T. Nakagawa and R. Akashi. (2014a). Feed intake and growth performance of goats offered napier grass (*Pennisetum purpureum*) supplemented with concentrate pellet and soya waste. *Sains Malaysiana*, 43, 967-971.
- Rahman, M. M., R. B. Abdullah, W. E. Wan Khadijah, T. Nakagawa and R. Akashi. (2013). Feed intake, digestibility and growth performance of goats offered napier grass supplemented with molasses protected palm kernel cake and soya waste. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(3), 527-534.
- Rahman, M. M., T. Nakagawa, R. B. Abdullah, W. E. Wan Khadijah and R. Akashi. (2014b). Feed intake and growth performance of goats supplemented with soy waste. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49, 554-558.
- Sruamsiri, S. and P. Silman. (2008). Nutritive composition of soybean by-products and nutrient digestibility of soybean pod husk. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 2(3), 586-576.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. (1991). Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Yang, C. M. J. (2005). Soybean milk residue ensiled with peanut hulls: fermentation acids, cell wall composition, and silage utilization by mixed ruminal microorganisms. *Bioresource Technology*, 96(12), 1419-1424.