

ผลของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถินในอาหารผสมครบส่วน ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต เมแทบอลิไทต์ในกระแสเลือด และลักษณะซากในแพะขุน

The effect of oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* in total mixed ration on growth performance, blood metabolites and carcass characteristics in finishing goats

ภูวดล เหมชะรา^{1*} และ นันญรัตน์ คุ่มครอง¹

Puwadon Hamchara^{1*} and Nunyarat Koomkrong¹

¹ หลักสูตรสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84100

¹ Program of Animal Science, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100

บทคัดย่อ: งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถิน (oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala*, OPFSL) ต่อสัดส่วนของอาหารชั้นในอาหารผสมครบส่วน (total mixed ration, TMR) ที่แตกต่างกัน 4 สูตร คือ OPFSL 30, 40, 50 และ 60% ตามลำดับ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต เมแทบอลิไทต์ในกระแสเลือด และองค์ประกอบซากในแพะขุน ทำการทดลองโดยใช้แพะลูกผสมบอร์-พื้นเมือง 50% เพศผู้ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 15.0 ± 3.4 kg จำนวน 16 ตัว แบ่งแพะออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ตัว สุ่มแพะให้ได้รับปัจจัยที่ศึกษาตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) พบว่า น้ำหนักตัวเพิ่ม (weight gain) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/วัน (ADG) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR) และค่าความเข้มข้นของ BUN ของแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มี OPFSL 30% และ OPFSL 40% สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มี OPFSL 50% และ OPFSL 60% ($P < 0.05$) และเมื่อระดับของ OPFSL ในอาหาร TMR สูงกว่า 40% ส่งผลให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะมีแนวโน้มลดลงแบบเส้นตรง ($P < 0.05$) ขณะที่ปริมาณการกินได้ของโภชนะ ค่า PCV ค่า blood glucose คุณภาพซากและสัดส่วนซากของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม อาหาร TMR ที่มี OPFSL 40% มีมูลค่ากำไรจากการขายแพะสุทธิสูงกว่าแพะทุกกลุ่ม ดังนั้น อาหาร TMR ที่มี OPFSL 40% เป็นสูตรอาหาร TMR ต้นทุนต่ำที่เหมาะสมกับฟาร์มแพะภายในชุมชน

คำสำคัญ: อาหารผสมครบส่วน; ทางใบปาล์ม; กระถิน; แพะขุน

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala*-to-concentrate ratio's in 4 distinct total mixed ration (TMR) on growth performance, blood metabolites and carcass characteristics in finishing goats. The feeding treatments were: OPFSL 30, OPFSL 40, OPFSL 50 and OPFSL 60% respectively. A total of sixteen male crossbred (50% Thai Native-Boer) goats with an average initial body weight (BW) of 15.0 ± 3.4 kg were randomly assigned to 4 treatments and 4 replications with 1 goat, using a completely randomized design (CRD). The results showed that weight gain, average daily gain, feed efficiency and blood urea-nitrogen of the goats fed a OPFSL 30% and OPFSL 40% were higher than goats fed a OPFSL 50% and OPFSL 60% ($P < 0.05$). Also, an increase level of OPFSL above 40% in TMR diet resulted in a significant linear decrease in the growth performance of goats ($P < 0.05$). Furthermore, nutrients intake, pack cell volume, blood glucose, carcass quality and carcass composition were similar among treatments ($P > 0.05$). However, the highest net profit was

* Corresponding author: puwadon.ham@sru.ac.th

Received: date; December 16, 2025, Revised: date; February 22, 2026

Accepted: date; February 26, 2026 Published: date; June 24, 2026

observed in the goats fed OPFSL 40%. Therefore, the OPFSL at 40% in TMR was to be a cost-effective TMR formula for community goat farming systems.

Keywords: total mixed ration; oil palm frond; *Leucaena leucocephala*; finishing goats

บทนำ

การเลี้ยงแพะของเกษตรกรในอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นอาชีพเสริมที่สร้างรายได้รองจากการทำประมงชายฝั่งและการทำสวนปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะตำบลท่าทอง ของอำเภอกาญจนดิษฐ์ ที่มีปริมาณของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเพิ่มขึ้นหลายราย เนื่องจากเป็นชุมชนที่มีผู้นับถือศาสนาอิสลามมากถึง 60% ของพื้นที่ (เทศบาลท่าทองใหม่, 2568) และประชากรในพื้นที่หรือประชากรมุสลิมในพื้นที่ใกล้เคียงมีความต้องการแพะเนื้อเพื่อใช้ในพิธีกรรมต่างๆ ตามหลักศาสนาอิสลาม (ชารีนา, 2550) นอกจากนี้ การเข้ามาของนักท่องเที่ยวจากประเทศอินเดีย และประเทศในกลุ่มตะวันออกกลางภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่งผลให้ความต้องการบริโภคเนื้อแพะเพิ่มสูงขึ้น (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2568) แต่จากการสำรวจเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในพื้นที่ พบว่าแหล่งอาหารหายาบบ่อยในช่วงฤดูแล้ง ประกอบกับพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์/ทุ่งหญ้าธรรมชาติลดลง เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในชุมชนแก้ปัญหาโดยการนำข้าวอัดก้อนมาใช้เป็นแหล่งของอาหารหายาบบ่อยหลักส่งผลให้ต้นทุนการผลิตแพะเนื้อค่อนข้างสูง อีกทั้งจากเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะต้องเสียเวลาในหากระถินสดทุกวัน ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับอาชีพหลักในชุมชน ทางใบปาล์มน้ำมัน (oil palm frond) เป็นผลพลอยทางการเกษตรที่เกิดขึ้นหลังจากการเก็บเกี่ยวทลายปาล์มน้ำมัน และในจังหวัดสุราษฎร์ธานีทางใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณมากเกินพอสำหรับเป็นแหล่งอาหารหายาบบ่อยสำหรับแพะได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันยังมีข้อจำกัด เนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยสูง แต่มีปริมาณโปรตีนรวมและมีการย่อยได้ของวัตถุดิบต่ำ (Rahman et al., 2015; Ebrahimi et al., 2015; Chanjula et al., 2017) การหมัก (silage) ถือเป็นรูปแบบการถนอมอาหารรูปแบบหนึ่งสามารถเก็บอยู่ได้เป็นเวลานาน (สายัณห์, 2547) กระบวนการทำไม่ยุ่งยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหมักทางใบปาล์มน้ำมันยังช่วยเพิ่มการย่อยได้ (จารุณี และคณะ 2551, Dahlan et al., 2000) กระถิน (*Leucaena leucocephala*) เป็นพืชตระกูลถั่ว ที่เจริญเติบโตได้ดีทุกพื้นที่ มีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 16-35% (ปิ่น, 2561) การปรับปรุงคุณภาพทางใบปาล์มน้ำมันโดยหมักร่วมกับกระถินจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในพื้นที่ นอกจากนี้การหมักยังสามารถลดปริมาณสารไมโมซิน (mimosine) ได้ประมาณ 25-49% และลดปริมาณสารแทนนินได้ถึง 40-54% (Chen et al., 2014) มากกว่านั้นการใช้กระถินสดร่วมกับอาหารหายาบบ่อยสามารถช่วยลดปริมาณของอาหารชั้นในการเลี้ยงแพะได้ (Maksiri et al., 2016) จากข้อมูลดังกล่าวเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาอาหารแพะสำหรับชุมชน ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัดส่วนของอาหารหายาบบ่อย (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถิน) ต่ออาหารชั้นในอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration, TMR) ที่เหมาะสมต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และสัดส่วนซากของแพะขุน เพื่อเป็นการลดปัญหาการขาดแคลนอาหารหายาบบ่อยในช่วงฤดูแล้ง ลดต้นทุนให้กับฟาร์มเลี้ยงแพะขนาดเล็กภายในชุมชน อีกทั้งยังเป็นการใช้ฐานทรัพยากรที่มีในชุมชนให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามหลักของโมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Bio-Circular-Green Economy, BCG Economy)

วิธีการศึกษา

การเตรียมทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถิน

การเตรียมทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถิน (oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* : OPFSL) โดยนำทางใบปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 (Deli x La Me) ที่เก็บเกี่ยวจากสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ส่วนกระถินจะใช้ทั้งกิ่งรวมใบและก้าน ขนาดกิ่งของกระถินมีขนาดความกว้างไม่เกิน 1.5 cm วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด เป็นวัตถุดิบที่อยู่ในตำบลท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี หลังจากนั้นนำทางใบปาล์มน้ำมันและกระถินมาสับด้วยเครื่องสับหญ้าเพื่อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1.50-2.00 cm โดยใช้สัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมัน : กระถิน 85:15% (ปริมาณของกระถินสด 15% คำนวณมาจากปริมาณผลผลิตของกระถินสดที่ฟาร์มขนาดเล็กในชุมชนสามารถหาได้ตลอดทั้งปี) มาผสมให้เข้ากันแล้วนำมาบรรจุใส่ในถังพลาสติกขนาด 20 ลิตรอัดให้แน่น และปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 21 วัน ที่อุณหภูมิห้อง 25 °C ตัดแปลงตามวิธีการทดลองของ (ภูวดล และคณะ, 2563) เมื่อครบระยะเวลาในการหมักนำทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถินมาตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและนำไปใช้เป็นอาหารทดลองต่อไป

การเตรียมสัตว์ทดลอง อาหารทดลอง และแผนการทดลอง

การศึกษานี้ใช้แพะลูกผสมบอร์-พื้นเมืองเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 15.0 ± 3.4 kg จำนวน 16 ตัว แพะแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาดกว้าง 1.2×1.2 m ก่อนทำการทดลองแพะทุกตัวได้ผ่านการกำจัดพยาธิภายนอกและพยาธิภายในโดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (Ivermectin®) และทำการฉีดยาบำรุงไบโอแคทาลิน (Biocatalin®) ให้แพะได้รับอาหาร TMR ที่มีทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (อาหารหยาบ) อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) เป็นเวลา 30 วัน เพื่อปรับให้แพะทุกตัวมีสภาพร่างกายที่ใกล้เคียงกัน ระยะการทดลองสุ่มให้แพะได้รับพรีทรีเมนต์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ตัว ให้ได้รับอาหาร TMR ที่มีอัตราส่วนอาหารหยาบ:อาหารข้นแตกต่างกัน 4 สูตร คือ 30:70, 40:60, 50:50 และ 60:40% ตามลำดับ แหล่งอาหารหยาบที่ใช้เป็นอาหาร TMR คือ ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกระถิน (OPFSL) โดยอาหาร TMR ทุกสูตรมีการปรับระดับโปรตีนรวมให้ใกล้เคียงกัน โดยการใช้ยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจน เพื่อให้ผลของการทดลองสะท้อนผลของสัดส่วน OPFSL ต่ออาหารข้นเป็นหลัก และมีระดับโภชนาตามความต้องการของแพะ ตามคำแนะนำของ NRC (2006) ซึ่งวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง ดังแสดงใน (Table 1) โครงการวิจัยได้รับอนุมัติและเป็นไปตามมาตรฐานการใช้สัตว์ทดลองเพื่องานทางวิทยาศาสตร์ รหัสโครงการ SRU-IACUC 005/2567 จากคณะกรรมการการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

Table 1 Composition of the experimental diets, oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* (OPFSL) (% DM basis)

Attributes	Dietary treatments				OPFSL
	OPFSL 30%	OPFSL 40%	OPFSL 50%	OPFSL 60%	
Physical composition					
OPFSL (roughage) ^{1/}	30.00	40.00	50.00	60.00	-
Ground corn	16.70	15.06	12.50	10.34	-
Cassava chips	16.24	12.96	10.20	7.60	-
Wheat bran	8.90	7.20	6.00	4.36	-
Soybean husk	11.90	10.20	8.50	6.80	-
Palm kernel cake	10.50	9.00	7.40	5.80	-
Oil palm sludge	1.40	1.20	1.00	0.80	-
Urea	1.46	1.68	1.90	2.00	-
Molasses	1.40	1.20	1.00	0.80	-
Dicalcium phosphate	0.60	0.60	0.60	0.60	-
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	-
Premix	0.60	0.60	0.60	0.60	-
Cost feed/kg (bath)	8.41	7.30	6.21	5.10	1.10
Chemical composition					
DM ^{2/}	56.75	55.50	54.50	52.00	42.50
OM	93.04	92.81	91.80	91.46	93.05
Ash	6.96	7.19	8.20	8.54	9.95
CP	14.92	14.64	14.22	14.01	11.61
EE	3.71	3.63	3.57	3.55	4.00
NDF	39.45	41.67	45.96	57.13	60.82
ADF	25.97	28.97	33.36	34.67	41.28
NSC ^{3/}	34.95	32.88	28.05	16.78	14.07

^{1/}OPFSL = oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* 85:15%.

^{2/}DM = Dry matter; OM = Organic matter; CP = Crude protein; EE = Ether extract; NDF = Neutral detergent fiber; ADF = Acid detergent fiber; NSC = Non-structural carbohydrate.

^{3/} Estimated: NSC = 100-(CP+NDF+EE+Ash) (Nocek and Russell, 1988)

การให้น้ำและอาหารแพะทดลอง ภายในคอกมีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา ให้อาหารทดลอง TMR อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) วันละ 2 ครั้ง ตอนเช้า เวลาประมาณ 08.00 น. และตอนเย็นเวลาประมาณ 16.00 น. จัดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกวันตลอดการทดลอง ซึ่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 90 วัน

การเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร TMR ทุก 15 วัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ซึ่งน้ำหนักแล้วอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 mm เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณวัตถุแห้ง (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีนรวม (CP) ไขมันรวม (EE) ตามวิธีการของ AOAC (1995) และวิเคราะห์หาปริมาณผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991)

สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดแพะทดลอง ที่เวลา 0 (ก่อนให้อาหาร) และ 4 ชั่วโมง (หลังการให้อาหาร) ในวันสุดท้ายของแต่ละเดือน (วันที่ 30) โดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ปริมาณ 3 ml ใส่หลอดที่มีเฮพาริน (heparinized) เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว นำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที และเก็บส่วนพลาสมา (plasma) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาระดับยูเรียในเลือด (blood urea-nitrogen, BUN) (Crocker, 1967) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer วิเคราะห์ความเข้มข้นของ glucose ในเลือดใช้วิธี GOD-PAP method โดยใช้ยาสำเร็จรูป (Glucose Liquicolor®, Germany) ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (pack cell volume, PCV) ใช้วิธีการ Cumulative pulse height detection method โดยใช้เครื่อง (Sysmex XN-1000R™ Hematology Analyzer)

สุ่มฆ่าแพะทรีทเมนต์ละ 3 ตัว เมื่อครบเวลาที่กำหนด (ระยะเวลาขุน 90 วัน) ทำการถอดอาหารแพะภายในคอกพักสัตว์เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ภายในคอกพักมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ซึ่งน้ำหนักมีชีวิตแพะทุกตัวหลังถอดอาหาร ทำการสลบสัตว์แล้วเชือดคอเพื่อเอาเลือดออกให้เร็วที่สุด โดยตัดเส้นเลือดดำและเส้นเลือดแดงใหญ่บริเวณคอกอย่างรวดเร็ว ตัดแข็งทั้ง 4 และหัวออก และเอาอวัยวะภายในออกตามวิธีการ (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2550) ทำการกำจัดขนด้วยวิธีเฉาขน ซึ่งน้ำหนักซากอุ่นไม่รวมหัวและเท้า ตัดแบ่งซากแพะออกเป็น 2 ซีก วัดความยาวซากจากตำแหน่งซีโครงซี่ที่ 1 จนถึงกระดูกเชิงกราน วัดความกว้างซาก โดยวัดจากจุดปลายสุดที่ติดกับกระดูกสันหลัง ลากตั้งฉากมายังจุดที่อยู่ใกล้กับกระดูกอก และวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) จากบริเวณกระดูกซี่โครงซี่ที่ 12 และ 13 ของแพะซีกซ้าย ตามวิธีการของปิ่น และคณะ (2557) นำมาตัดแต่งแบบสากล โดยตัดแต่งซากเป็นสัดส่วนขนาดใหญ่ 8 ส่วน ได้แก่ คอ (neck) ขา (leg) เนื้อสัน (loin) ซีโครง (rack) ไหล่ (shoulder) ข้าง (shank) ออก (breast) และพื้นที่ท้อง (flank) แล้วชั่งน้ำหนักส่วนต่างๆ เพื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์ซาก ดัดแปลงตามวิธีการของ ไชยวรรณ และคณะ (2559) เก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกซีกซ้ายเพื่อวัดค่า pH ที่ 45 นาที และที่ 24 ชั่วโมง ภายหลังสัตว์ตาย ด้วยเครื่อง pH meter (HandyLab 680pH, SI Analytics, Germany) วัดค่าสีที่ 45 นาที ภายหลังสัตว์ตาย โดยทดสอบค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter (CR-400, Konica Minolta, INC., Japan) และวิเคราะห์การสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (drip loss) ตามวิธีการของ Honikel et al. (1986)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมด มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SAS® University Edition โดยหาค่าความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ Proc GLM เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) และวิเคราะห์แนวโน้มการตอบสนองจากค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Orthogonal polynomial

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR (อาหารทดลอง) ที่มี OPFSL ต่ออาหารชั้นในสัดส่วนที่แตกต่างกัน 4 สูตร คือ 30, 40, 50 และ 60% ตามลำดับ (Table 1) พบว่า อาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรมีองค์ประกอบทางเคมีของ CP และ EE มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่า CP อยู่ในช่วง 14.01-14.92% และค่า EE อยู่ในช่วง 3.55-3.71% เนื่องจากในสูตรอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีการใช้ยูเรียเพื่อปรับปริมาณ CP ให้ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของ DM, OM และ NSC ในอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีแนวโน้ม

ลดลงเมื่อระดับของ OPFSL (อาหารหยาบ) เพิ่มขึ้น 30-60% ตามลำดับ เนื่องจาก OPFSL มีปริมาณเยื่อใย NDF และ ADF สูง นอกจากนี้ OPFSL อยู่ในสภาพหมักมีความชื้นประมาณ 58% จึงทำให้ค่า DM ลดลง สอดคล้องกับรายงานของสุนทร (2555) ได้ทำการศึกษการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 (80:20), สูตรที่ 2 (70:30), สูตรที่ 3 (60:40) และ สูตรที่ 4 (50:50) ในแพะขุน พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของ DM, OM, และ NFE มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณของ NDF, ADF และ Ash ที่สูงขึ้น ดังนั้นเยื่อใยจากแหล่งอาหารหยาบมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของ OM NFE และ NSC ในอาหาร อย่างไรก็ตาม อาหาร TMR ที่ใช้ในการวิจัยนี้คำนวณค่าโภชนาการให้เพียงพอสำหรับแพะลูกผสมพื้นเมืองขนาดน้ำหนักตัว 20 kg โดยมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันประมาณ 100 g/day (NRC, 1981)

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีของ OPFSL (ทางใบปาล์มน้ำมัน 85% หมักร่วมกับกระถิน 15%) (Table 1) พบว่า องค์ประกอบของ DM, OM, Ash, CP, EE, NDF, ADF และ NSC มีค่าเท่ากับ 42.50%, 93.05%, 9.95%, 11.61%, 4.00%, 60.82%, 41.28% และ 14.07% ตามลำดับ ดังนั้น การเพิ่มกระถิน 15% เข้าไปหมักร่วมกับทางใบปาล์มน้ำมัน 85% ช่วยปรับปรุงคุณภาพของอาหารหยาบทำให้ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีเพิ่มขึ้นทั้ง OM, EE, และ NSC โดยเฉพาะปริมาณ CP ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวประมาณ 4.57% เนื่องจากกระถินเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีปริมาณของ CP สูงอยู่ระหว่าง 16-35% (ปิ่น, 2561) นอกจากนี้กระถินยังมีเยื่อใยต่ำทำให้ปริมาณของ NDF และ ADF ลดลงจากการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียว จากหลายรายงานพบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการหมักแบบธรรมชาติจะมีองค์ประกอบทางเคมีของ DM อยู่ในช่วง 37.10-40.82% OM อยู่ในช่วง 89.27-92.60% CP อยู่ในช่วง 5.74-7.86% ปริมาณของ NDF อยู่ในช่วง 66.99-82.20% และ ADF อยู่ในช่วง 45.48-66.50% (ณัฐฐา, 2552; ภูวดล และคณะ, 2565; Chanjula et al., 2021) ยิ่งไปกว่านั้น การใช้กระถินในกระบวนการหมักทางใบปาล์มน้ำมันยังเป็นแหล่งไนโตรเจนที่สำคัญให้กับจุลินทรีย์กลุ่ม proteolytic bacteria ในกระบวนการหมัก ส่งผลให้การหมักสมบูรณ์ (สายัณห์, 2547)

ปริมาณการกินได้ของอาหาร และการเจริญเติบโตในแพะ

ผลของ OPFSL ต่อสัดส่วนอาหารข้นในอาหาร TMR แตกต่างกัน 4 สูตร 30, 40, 50 และ 60% ตามลำดับ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย (Table 2) ระยะเวลา 90 วัน พบว่า น้ำหนักสิ้นสุดและน้ำหนักตัวเพิ่มในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 30 และ 40% สูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 60% ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า สัดส่วนของ OPFSL (อาหารหยาบ) ที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 50% ต่อสัดส่วนอาหารข้นในสูตรอาหาร TMR ส่งผลให้น้ำหนักตัวสิ้นสุดและน้ำหนักตัวเพิ่มของแพะมีแนวโน้มลดลงแบบเส้นตรง (L , $P = 0.05$ และ L , $P = 0.02$ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการกินได้ทั้งหมดของวัตถุดิบทั้งหมดที่คิดเป็น % ของน้ำหนักตัว (%BW) ในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่มี OPFSL ที่ระดับ 30% สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และมีแนวโน้มลดลงเป็นเส้นโค้งกำลังสอง (Q , $P = 0.05$) ตามปริมาณ OPFSL ที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณเฉลี่ย (kg/d) กรัมนต่อกิโลกรัม น้ำหนักแม่แพะ (g/kg $W^{0.75}$) และปริมาณการกินได้ของ OM, CP, EE, NDF และ ADF ของแพะทุกกลุ่มใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) นอกจากนี้แพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 30 และ 40% มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ต่ำกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 50 และ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยอัตราการเจริญเติบโตของแพะขุนทั้ง ADG และ FCR มีแนวโน้มลดลงแบบเส้นตรง (L , $P = 0.01$ และ L , $P = < 0.01$ ตามลำดับ) จากปริมาณการกินได้อย่างอิสระและอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง เนื่องมาจากสัดส่วนของปริมาณของ OPFSL ที่เพิ่มขึ้นในอาหารต่ออาหารข้นในอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 50 และ 60% โดยเฉพาะ NDF และ ADF ที่มีมากทำให้อาหารที่กินเข้าไปแล้วอยู่ในกระเพาะหมักนาน ทำให้มีอัตราการไหลผ่าน (rate of passage) ลดลง (Van Soest, 1944; Church, 1998) ยิ่งไปกว่านั้นระดับสัดส่วนอาหารข้นที่น้อยลงทำให้แพะได้รับพลังงานลดลง อาจมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาการ สอดคล้องกับรายงาน สุนทร (2555) ที่ได้ทำการศึกษการใช้สัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักต่ออาหารข้นเพื่อใช้เป็นอาหาร TMR ในแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50% เพศผู้ โดยมีสัดส่วนอาหารหยาบ:อาหารข้น 4 ระดับ ดังนี้ 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50% พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR สูตร 60:40 และ 50:50% มีปริมาณการกินได้อย่างอิสระและสมรรถภาพการเจริญเติบโตสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR 80:20 และ 70:30% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากเยื่อใยของทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่สูงในอาหาร TMR สูตร 1 (ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 80%) และ TMR สูตร 2 (ทางใบ

ปาล์มน้ำมันหมัก 70%) ขณะรายงานของ Ebrahimi et al. (2015) ได้ศึกษาการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันต่อสัดส่วนอาหารชั้น 3 ระดับ 0:100, 25:75 และ 50:50% ในแพะขุน พบว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมด และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะมีแนวโน้มลดลงเมื่อ สัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

Table 2 Effect of oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala*-to-concentrate ratio of the total mixed ration (TMR) on growth performance and DMI in finishing goats

Item	Dietary treatments ^{1/}				SEM	p-value	
	OPFSL 30%	OPFSL 40%	OPFSL 50%	OPFSL 60%		L	Q
Initial BW (kg)	15.83	15.80	15.15	14.29	1.33	NS	NS
Final BW (kg)	25.63 ^a	25.40 ^a	22.42 ^{ab}	20.86 ^b	1.22	0.04	NS
Weight gain (kg)	9.80 ^a	9.60 ^a	7.27 ^{ab}	6.57 ^b	0.76	0.02	NS
Dry matter intake							
kg/d	0.584	0.574	0.565	0.522	0.04	NS	NS
%BW	3.27 ^a	3.17 ^b	3.15 ^b	3.14 ^b	0.02	NS	0.05
g/kgBW ^{0.75}	65.69	64.88	64.54	62.91	1.37	NS	NS
Nutrients intake (kg)							
OM ^{2/}	0.543	0.533	0.518	0.478	0.04	NS	NS
CP	0.086	0.084	0.080	0.073	0.01	NS	NS
EE	0.021	0.021	0.020	0.018	0.01	NS	NS
NDF	0.230	0.239	0.259	0.298	0.02	NS	NS
ADF	0.151	0.166	0.181	0.188	0.01	NS	NS
ADG (kg/d)	0.109 ^a	0.106 ^a	0.080 ^{ab}	0.072 ^b	0.01*	0.01	NS
FCR	8.52 ^b	9.56 ^b	13.46 ^a	14.35 ^a	0.30*	<0.01	NS

^{a-b} Means within rows followed with different superscript letters are statistically different ($p < 0.05$).

^{1/} OPFSL = oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* 85:15%.

^{2/} OM = Organic matter; CP = Crude protein; EE = Ether extract; NDF = Neutral detergent fiber; ADF = Acid detergent fiber.

NS = $p > 0.05$.

Orthogonal polynomial test for OPFSL levels at L = linear, Q = quadratic.

SEM = Standard error of the mean.

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงแพะ

ผลของ OPFSL ต่อสัดส่วนอาหารชั้นในอาหาร TMR ที่แตกต่างกัน 4 สูตร ต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงแพะ (Table 3) พบว่า ต้นทุนรวมการผลิตแพะได้แก่ ค่าพันธุ์แพะ ค่าเวชภัณฑ์ ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ที่ใช้ระยะเวลาเลี้ยง 90 วัน โดยแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าพันธุ์แพะประมาณ 2,143-2,374 บาท/ตัว (ราคาแพะมีชีวิต 150 บาท/kg) (เนื่องจากต้นทุนอาจไม่เท่ากันเนื่องจาก คัดจากน้ำหนักแพะเริ่มต้น (Table 2) ในส่วนของต้นทุนค่าเวชภัณฑ์ ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ของแพะขุนทั้ง 4 กลุ่ม มีต้นทุนเท่ากัน ค่าเวชภัณฑ์เท่ากับ 14.88 บาท/ตัว ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์เท่ากับ 69.12 บาท/ตัว เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 kg พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 40% มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 kg (69.83 บาท) มีแนวโน้มต่ำกว่าแพะทุกกลุ่ม รองลงมาคืออาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 30, 60 และ 50% เนื่องจากแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร

TMR ที่มีระดับ OPFSL 30 และ 40% มีค่า FCR ต่ำกว่า ถึงแม้ว่าต้นทุนราคาอาหารจะสูงกว่าอาหาร TMR ที่ระดับ OPFSL ที่ระดับ 50 และ 60% เฉลี่ยประมาณ 2 บาท ก็ตาม และเมื่อวิเคราะห์ถึงต้นทุนรวมการผลิตกับราคาจำหน่ายคิดตามน้ำหนักตัวสุดท้ายออกมาเป็นกำไรทั้งหมด พบว่า แพะที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีระดับ OPFSL 30 และ 40% ได้กำไรจากการขายแพะสูงกว่ากลุ่มแพะทุกกลุ่มคิดเป็นกำไรส่วนต่างโดยประมาณ 275 บาท (คิดจากราคาขายแพะมีชีวิตหลังขุน – ต้นทุนรวมทั้งหมด) ดังนั้น สามารถใช้ OPFSL ได้ถึง 40% ต่อสัดส่วนอาหารชั้นในสูตรอาหาร TMR ที่เหมาะสำหรับการเลี้ยงแพะของเกษตรกรภายในชุมชน

Table 3 Effect of oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala*-to-concentrate ratio of the total mixed ration (TMR) on economic profit in goats

Item	Dietary treatments ^{1/}			
	OPFSL 30%	OPFSL 40%	OPFSL 50%	OPFSL 60%
Cost of live goat (bath/head) ^{2/}	2,374	2,370	2,273	2,143
Medical supplies cost (bath/head)	14.88	14.88	14.88	14.88
Depreciation of housing (bath/head) ^{3/}	69.12	69.12	69.12	69.12
Feed cost per 1 kg gain (baht) ^{4/}	71.70	69.83	83.62	73.21
Total feed cost per gain of 90 day (baht)	702.68	670.36	607.95	481.01
Total cost (bath/head)	3,161	3,124	2,965	2,708
Selling price of live goat (bath/head)	3,845	3,810	3,363	3,130
Profit (bath/head) ^{5/}	684	686	398	422

^{1/}OPFSL = oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* 85:15%.

^{2/}Cost of live goat (baht/head) = initial live weight (kg) x price of live goat (150 baht/kg).

^{3/}Depreciation of housing (baht/head) = (purchase cost–salvage value) /useful life assumption according straight-line method.

^{4/}Feed cost per 1 kg gain (baht) = FCR x feed cost per 1 kg.

^{5/} Profit (bath/head) = selling price of live goat (bath/head) - total cost (bath/head).

เมแทบอลิซึมของเลือด

ผลของ OPFSL ต่อสัดส่วนอาหารชั้นในอาหาร TMR ที่แตกต่างกัน 4 สูตร ต่อค่าเมแทบอลิซึมในกระแสเลือดของแพะ (Table 4) พบว่า แพะทุกกลุ่มมีค่าความเข้มข้นของ BUN ในกระแสเลือดที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และชั่วโมงเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยค่า BUN ในกระแสเลือดที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 13.44-13.88 mg/dl และ BUN ที่ชั่วโมงเฉลี่ย มีค่าอยู่ในช่วง 14.61-16.39 mg/dl ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าความเข้มข้นของ BUN ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 30 และ 40% มีค่าสูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 50 และ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อเพิ่มสัดส่วนของ OPFSL สูงขึ้นส่งผลให้ระดับ BUN ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีแนวโน้มลดลงแบบเส้นตรง (L, $P=0.01$) อาจเนื่องมาจากปริมาณการกินได้ของ CP มีแนวโน้มลดลงในแพะกลุ่มที่ได้อาหารที่มีระดับ OPFSL 50 และ 60% (ไม่แตกต่างกันทางสถิติ $P>0.05$) ส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของ BUN ในกระแสเลือดลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Wang et al. (2023) ได้ทำการศึกษาระดับของอาหารชั้น:อาหารหยาบ 3 ระดับ คือ 80:20, 50:50 และ 25:75% ต่อค่าเมแทบอลิซึมในกระแสเลือดและการแสดงออกของยีนของตับในแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองจีน (Jianzhou big ear) พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น:อาหารหยาบที่ระดับ 80:20% มีการย่อยได้ของ DM และ CP สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารชั้น:อาหารหยาบที่ระดับ 50:50 และ 25:75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณความเข้มข้นของ glucose และ BUN ในกระแสเลือดมีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณของอาหารชั้น (แต่ไม่แตกต่างกัน $P>0.05$) นอกจากนี้ มีความเป็นไปได้ที่สัดส่วนของ OPFSL ที่สูงขึ้นส่งผลทำให้โปรตีนไหลผ่านมายังลำไส้เล็ก

(by-pass protein) ได้สูงขึ้นเนื่องจากในกระถินมีสารแทนนิน (tannins) ที่มีผลต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (McSweeney et al., 2001) ส่งผลทำให้ปริมาณความเข้มข้นของ BUN ในกระสเลือดในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับ OPFSL 50 และ 40% มีแนวโน้มลดลงได้เช่นกัน เมื่อพิจารณาถึงค่าความเข้มข้นของ glucose และ ค่า PCV ในกระสเลือดแพะ ที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และที่ชั่วโมงเฉลี่ยของแพะทั้ง 4 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ซึ่งค่าความเข้มข้นของ glucose ในกระสเลือดที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 58.44-62.77 mg/dl ค่าความเข้มข้นของ glucose ในกระสเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 63.00-67.88 mg/dl และค่าความเข้มข้นของ glucose ที่ชั่วโมงเฉลี่ย มีค่าอยู่ในช่วง 60.05-65.33 mg/dl ตามลำดับ และค่าความเข้มข้น PCV ในกระสเลือดที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 22.89-24.55% ค่าความเข้มข้นของ PCV ในกระสเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 23.89-26.33% และค่าความเข้มข้นของ PCV ที่ชั่วโมงเฉลี่ย มีค่าอยู่ในช่วง 23.39-25.44% ตามลำดับ ข้อมูลจากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของ glucose ในกระสเลือดแพะทดลองมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณของ OPFSL ที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน สอดคล้องกับรายงานของ Maksilril et al. (2016) พบว่า ระดับสัดส่วนของอาหารชั้นที่เพิ่มขึ้นต่ออาหารหยาบที่ใช้ฟางข้าวฟ่างและกระถินเป็นอาหาร TMR ในแพะ ส่งผลให้ความเข้มข้นของ glucose ในกระสเลือดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอาหารชั้น (แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ $P>0.05$) การหมักย่อยอาหารชั้นโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นแป้งทำให้เกิดกรดโพโมนิกจำนวนมาก โดยกรดโพโมนิกที่เป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในการสังเคราะห์ glucose ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการสร้างผลผลิตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Radostits et al., 2000) ขณะที่การเพิ่มระดับของ OPFSL ที่สูงขึ้นไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของ PCV ในกระสเลือดของแพะแต่อย่างใด ค่า PCV เป็นค่าดัชนีที่บ่งบอกถึงสุขภาพของสัตว์เลี้ยง (เฉลี่ยว, 2548) อย่างไรก็ตาม ปริมาณความเข้มข้น BUN glucose และ PCV ในกระสเลือดของแพะลูกผสมพื้นเมือง-บอร์ ในการวิจัยครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับแพะลูกผสมพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารชั้น 60-75% ต่อสัดส่วนอาหารหยาบ โดยค่า BUN อยู่ในช่วง 16-24 mg/dL ค่า glucose อยู่ในช่วง 50-78 mg/dL และค่า PCV อยู่ในช่วง 22-31% (ภูวดล และคณะ, 2565; Chanjula et al., 2014; Maksilril et al., 2016) นอกจากนี้ค่าเมแทบอลิซึมในกระสเลือดของแพะทุกกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน OPFSL ต่ออาหารชั้น อยู่ในช่วงปกติ โดยค่า BUN อยู่ในช่วง 11.2-27.7 mg/dL (Lloyd, 1982) ค่า glucose อยู่ในช่วง 50-75 mg/d (Keneko, 1980) และค่า PCV อยู่ในช่วง 22-38% (Jain, 1993; เฉลียว, 2548)

Table 4 Effect of oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala*-to-concentrate ratio of the total mixed ration (TMR) on blood metabolites in goats

Item	Dietary treatments ^{1/}				SEM	p-value	
	OPFSL 30%	OPFSL 40%	OPFSL 50%	OPFSL 60%		L	Q
BUN, mg/dl							
0 h-post feeding	13.88	13.67	13.89	13.44	0.65	NS	NS
4	18.89 ^a	18.20 ^a	16.77 ^{bc}	15.78 ^c	0.48	0.01	NS
Mean	16.39	15.93	15.33	14.61	0.47	NS	NS
Glucose, mg/dl							
0 h-post feeding	62.77	59.44	57.44	58.44	1.99	NS	NS
4	67.88	63.78	62.66	63.00	2.55	NS	NS
Mean	65.33	61.61	60.72	60.05	1.91	NS	NS
PCV, %							
0 h-post feeding	24.00	22.89	24.66	24.55	1.50	NS	NS
4	25.55	23.89	25.66	26.33	1.82	NS	NS
Mean	24.77	23.39	25.16	25.44	1.66	NS	NS

^{a-c} Means within rows followed with different superscript letters are statistically different ($p < 0.05$).

^{1/}OPFSL = oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* 85:15%.

Orthogonal polynomial test for OPFSL levels at L = linear, Q = quadratic.

SEM = Standard error of the mean.

คุณภาพซากและองค์ประกอบซากแพะ

ผลของ OPFSL ต่อสัดส่วนอาหารชั้นในอาหาร TMR ที่แตกต่างกัน 4 สูตร ต่อคุณภาพซากแพะขุน (Table 5) พบว่า น้ำหนักตัวหลังอดอาหาร (อยู่ในช่วง 20.16-24.63 kg) น้ำหนักซากอ่อน (อยู่ในช่วง 9.96-12.53 kg) เปอร์เซ็นต์ซาก (อยู่ในช่วง 49.21-50.75%) ความยาวซาก (อยู่ในช่วง 45.33-53.00 cm) ความกว้างซาก (อยู่ในช่วง 22.66-24.66 cm) และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (อยู่ในช่วง 7.26-8.57 cm²) ของแพะทั้ง 4 กลุ่มใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) แม้ว่าแพะกลุ่มที่ได้อาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 30 และ 40% มีแนวโน้มคุณภาพซากแพะดีกว่าเนื่องจากปริมาณสัดส่วนของอาหารชั้นสูงในอาหาร TMR จากรายงานของ สุนทร (2555) พบว่า สัดส่วนอาหารชั้นตั้งแต่ 60% ในอาหาร TMR ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบส่งผลให้แพะลูกผสมพื้นเมืองไทยมีคุณภาพซากแพะสูงขึ้น ทำนองเดียวกับรายงานของ Mushi et al. (2009) ได้ทำการศึกษาลักษณะระดับอาหารชั้นต่อสมรรถนะของแพะขุนที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ โดยใช้แพะพันธุ์ลูกผสมแอฟริกัน-นอร์วีเจียน (African-Norwegian crossbred) แบ่งแพะออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับอาหารชั้นที่ 0, 33, 66 และ 100% พบว่า น้ำหนักซากซากอ่อน น้ำหนักซากเย็นและเปอร์เซ็นต์ซากของแพะขุนเพิ่มขึ้นตามระดับของอาหารชั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ซากแพะมีค่าอยู่ในช่วง 49.21-50.57% ซึ่งสูงกว่าเปอร์เซ็นต์ซากแพะลูกผสมพื้นเมือง/แพะพันธุ์บอร์ที่อยู่ในช่วง 40-48% (สุนทร, 2555; Chanjula et al., 2017; Gertruida et al., 2020) เนื่องจากการชำแหละแพะในการทดลองใช้วิธีการเผาขน แพะจึงทำให้เปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าการแบบการชำแหละแพะแบบเลาะหนัง (ไชยวรรณ และคณะ, 2559) และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง 45 นาที ค่าความเป็นกรด-ด่าง 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) ค่าสีของเนื้อสันนอก ค่าความสว่าง (lightness, L*) ค่าสีแดง (redness, a*) และ ค่าสีเหลือง (yellowness, b*) ของแพะทั้ง 4 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง 45 นาที ภายหลังสัตว์ตาย (อยู่ในช่วง 6.25-6.33) ค่าความเป็นกรด-ด่าง 24 ชั่วโมง ภายหลังสัตว์ตาย (อยู่ในช่วง 5.61-5.74) เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำ (อยู่ในช่วง 7.29-8.78%) ค่าสีของเนื้อสัน ค่า L* (อยู่ในช่วง 51.58-53.23) ค่า a* (อยู่ในช่วง 20.94-21.82) และ ค่า b* (อยู่ในช่วง 13.97-15.38) ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อ เกิดจากการสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อให้กลายเป็นกรดแลคติก (lactic acid) ในสภาวะไร้อากาศส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลงอย่างช้าๆ จนถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง สุดท้ายจะอยู่ระหว่าง 5.3-5.7 หลังจากสัตว์ตายภายใน 24 ชั่วโมง (Warriss, 2000) อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นกรด-ด่างเนื้อส่วนสันของแพะลูกผสมบอร์-พื้นเมืองที่ใช้ในการทดลองทั้งเวลาที่ 45 นาที และเวลา 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย อยู่ในช่วงปกติ โดยค่าปกติของค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อแพะบอร์/แพะลูกผสมพื้นเมืองของเนื้อสันที่ 45 นาที ภายหลังสัตว์ตาย อยู่ในช่วง 6.15-6.78 และ 24 ชั่วโมง ภายหลังสัตว์ตาย อยู่ในช่วง 5.56-5.93 ตามลำดับ (Pophiwa et al., 2017; Chanjula et al., 2017; Malik et al., 2023) เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำระหว่างการเก็บรักษา และค่า L* ของเนื้อสันในแพะทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำระหว่างการเก็บรักษาและค่า L* ของเนื้อแพะปกติที่อยู่ประมาณ 1.74 – 5.89% และ 36.20-42.30 ตามลำดับ เนื่องจากกระบวนการฆ่าแพะในครั้งนี้ใช้วิธีการเผาขนโดยใช้ความร้อน ความร้อนทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของโปรตีน (denaturation) ในกล้ามเนื้อทำให้การจับตัวกับน้ำในเนื้อลดลงส่งผลให้มีการสูญเสีย น้ำมากกว่าการถลกหนัง ยิ่งไปกว่านั้นความร้อนอาจลดระดับของไมโอโกลบิน myoglobin ทำให้เนื้อมีสีซีดลงเช่นกัน (Warriss, 2000; ไชยวรรณ และคณะ, 2561) ดังนั้น ปัจจัยจากอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของ OPFSL ต่ออาหารชั้นที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อแพะทั้ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำจากเนื้อระหว่างการเก็บรักษา และค่าสี (L*, a* และ b*) ของเนื้อแพะแต่อย่างใด

ผลของ OPFSL ต่อสัดส่วนอาหารชั้นในอาหาร TMR ที่แตกต่างกัน 4 สูตร ต่อสัดส่วนซากของแพะขุน (Table 5) โดยมีการตัดแต่งซากแพะออกเป็น 8 ชิ้นส่วนใหญ่ พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR ทุกกลุ่มมีสัดส่วนซาก คอ, ไหล, ขาหน้า, ซีโครง, อก, สันสะเอว, สะโพก และขาหลัง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.38, 12.11, 16.67, 11.23, 8.32, 10.60, 11.32, และ 18.47% ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลสัดส่วนซากของแพะขุนใกล้เคียงกับรายงานของ สุนทร (2555) ที่รายงานว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50% ที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีระดับทางใบปาล์มน้ำมันหมักต่ออาหารชั้นที่ระดับแตกต่างกันมีสัดส่วนซากที่ตัดแต่งแบบสากล ได้แก่ สัดส่วนของคอเฉลี่ย 6.76% สัดส่วนของไหลเฉลี่ย 11.49% สัดส่วนของขาหน้าเฉลี่ย 19.30% สัดส่วนของซีโครงเฉลี่ย 11.43% สัดส่วนของอกเฉลี่ย 6.99% สัดส่วนของสันสะเอวเฉลี่ย 11.20% สัดส่วนของสะโพกเฉลี่ย 6.81% และสัดส่วนของขาหลังเฉลี่ย

24.65% อย่างไรก็ตาม สัตว์ส่วนซากของแพะขุนในครั้งนี้มีส่วนหนึ่งคิดเป็นองค์ประกอบด้วยจึงอาจทำให้ข้อมูลสัตว์ส่วนซากอาจเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานอื่นๆ นอกจากนี้สัตว์ส่วนขาหน้าและขาหลังของแพะที่ทดลองในครั้งนี้มีเปอร์เซ็นต์สัตว์ส่วนซากน้อยกว่าอาจเนื่องมาจากปัจจัยทางพันธุกรรมซึ่งแพะลูกผสมเบอร์-พื้นเมืองไทยมีขาที่สั้นกว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทยที่เป็นแพะที่มีพันธุกรรมส่วนขาสูงหรือยาวกว่า

Table 5 Effect of oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala*-to-concentrate ratio of the total mixed ration (TMR) on slaughtered carcass characteristics and carcass composition in goats

Item	Dietary treatments ^{1/}				SEM	<i>p</i> -value	
	OPFSL 30%	OPFSL 40%	OPFSL 50%	OPFSL 60%		L	Q
Slaughter data							
Fasted live weight, kg	24.63	24.27	21.55	20.16	1.67	NS	NS
HCW, kg ^{2/}	12.53	12.15	10.70	9.96	1.72	NS	NS
Warm dressing percentage, %	50.75	49.91	49.57	49.21	0.90	NS	NS
Carcass length (cm)	53.00	51.66	50.00	45.33	0.15	NS	NS
Carcass width (cm)	24.33	24.66	22.66	22.66	2.14	NS	NS
LM area, cm ^{3/}	8.57	7.80	7.46	7.26	0.68	NS	NS
pH _{45min}	6.33	6.23	6.33	6.25	0.46	NS	NS
pH _{24h}	5.74	5.70	5.61	5.62	0.13	NS	NS
Drip loss, %	7.92	7.29	8.20	8.78	1.13	NS	NS
Color of LM ^{4/} (<i>Longissimus dorsi</i>)							
L*	52.33	51.58	52.30	53.23	0.12	NS	NS
a*	21.43	21.82	21.58	20.94	2.66	NS	NS
b*	14.86	13.97	14.81	15.38	2.21	NS	NS
Carcass composition ^{5/}							
Neck, %	5.44	5.39	5.46	5.23	0.19	NS	NS
Shoulder, %	12.43	12.25	12.04	11.70	0.21	NS	NS
Fore leg, %	17.73	16.81	16.29	15.83	0.27	NS	NS
Rack, %	11.96	11.57	10.91	10.48	0.47	NS	NS
Breast, %	8.54	8.68	8.10	7.95	0.50	NS	NS
Loin, %	10.88	10.77	10.71	10.03	0.16	NS	NS
Chump, %	11.91	11.57	11.01	10.78	0.24	NS	NS
Hind leg, %	19.12	18.86	18.27	17.62	0.54	NS	NS

^{1/}OPFSL = oil palm frond silage with *Leucaena leucocephala* 85:15%.

^{2/}HCW = hot carcass weight.

^{3/}LM = Longissimus muscle area, cm².

^{4/}L* values are a measure of lightness; a* values are a measure of redness; b* values are a measure of yellowness.

^{5/}Carcass composition = as a percentage of hot carcass weight.

Orthogonal polynomial test for OPFSL levels at L = linear, Q = quadratic.

SEM = Standard error of the mean.

สรุปและข้อเสนอแนะ

สามารถใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถิน (OPFSL) ต่ออาหารชั้นที่ระดับ 30-40% เพื่อใช้เป็นอาหาร TMR สำหรับฟาร์มแพะภายในชุมชนตำบลท่าทอง ส่งผลให้แพะเนื้อมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีกว่าการให้อาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL 60% แต่ระดับ OPFSL ทุกระดับไม่ส่งผลต่อคุณภาพซากและสัดส่วนซากของแพะ อย่างไรก็ตาม การใช้อาหาร TMR ที่มีระดับ OPFSL ไม่เกิน 40% มีแนวโน้มที่จะได้กำไรจากการขายแพะมีชีวิตสูงกว่าอาหาร TMR กลุ่มอื่น อย่างไรก็ตาม ควรมีการส่งเสริมการใช้อาหาร TMR ที่ได้จากงานวิจัยให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในพื้นที่อื่นๆ ภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ และควรมีการศึกษาวิเคราะห์มูลค่าทางเศรษฐกิจระหว่างการเลี้ยงแพะแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับเลี้ยงแพะโดยใช้อาหาร TMR เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการอาหารแพะที่เหมาะสมกับเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย ขอขอบคุณหลักสูตรสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี พรหมพันธ์ฟาร์ม และเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะภายในตำบลท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุนสถานที่และอำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2568. สถิตินักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางเข้าประเทศไทย ปี 2568. แหล่งข้อมูล:

<https://www.mots.go.th/news/category/805>. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2568.

จารุณี อิ่มเอิบ, อังคณา หาญบรรจง, งามอาจ อินสังข์ และอรุณี อิงคกุล. 2551. องค์ประกอบทางเคมีและค่าการสลายตัวในกระเพาะรูเมนของวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุของทางใบปาล์มน้ำมัน. น. 235-244. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2551. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เฉลียว ศาลากิจ. 2548. โลหิตวิทยาทางสัตวแพทย์. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, เกลิงศักดิ์ อังกูรเศรษฐ์ และวินิจ คำสังข์. 2559. การเปรียบเทียบวิธีการตกแต่งซากแบบละหนังกับแบบเผาขนต่อเปอร์เซ็นต์ซากและส่วนประกอบของแพะลูกผสมบอร์. วารสารแก่นเกษตร. 44: 582-588.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, เกลิงศักดิ์ อังกูรเศรษฐ์, วินิจ คำสังข์ และนัสวีล บุญวงศ์. 2561. การเปรียบเทียบวิธีการตัดแต่งซากแพะแบบละหนังกับการเผาขน: ผลต่อคุณภาพของเนื้อระหว่างการแช่เย็น. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 35: 318-328.

ชาрина สือแม. 2550. การเลี้ยงแพะตามวิถีมุสลิม: แนวทางสู่ความสำเร็จ. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 2: 72-81.

ณัฐฐา รัตนโกศล. 2552. การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

เทศบาลท่าทองใหม่. 2565. ประวัติความเป็นมาและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของตำบลท่าทอง. แหล่งข้อมูล:

<https://www.tathongmaicity.go.th/content/information/2>. ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2568.

ปิ่น จันจุฬา, พชรินทร์ รักติณวน และสุธา วัฒนสิทธิ์. 2557. สมรรถภาพการผลิตและลักษณะทางซากของแพะขุนที่ได้รับกลีเซอรินดิบในอาหารผสมเสร็จ. วารสารแก่นเกษตร. 42: 509-520.

ปิ่น จันจุฬา. 2561. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้องและเมแทบอลิซึม. สำนักพิมพ์เอสพรีนธ์ (2004) จำกัด, สงขลา.

ภูวดล เหมชะรา, พีรวัจน์ ชูเพ็ง และณัณฐรัตน์ คุ่มครอง. 2565. ผลของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเคลือบไฮดรอกไซด์ในอาหารผสมครบส่วน ต่อปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ในแพะ. วารสารแก่นเกษตร. 50: 1174-1184.

ภูวดล เหมชะรา, พีรวัจน์ ชูเพ็ง, ณัณฐรัตน์ คุ่มครอง และโสภณ บุญล้ำ. 2563. ผลของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเคลือบไฮดรอกไซด์ต่อปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ในแพะ. วารสารแก่นเกษตร. 48: 163-176.

- มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2550. การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าโคและกระบือ (มกอช.9019-2550). สำนักงานมาตรฐาน
สินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุนทร รอดด้วง. 2555. ผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากแพะ.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Edition. Assoc. Off. Anal.Chem., Arlington, VA.
- Chanjula, P., C. Suntara, and A. Cherdthong. 2021. The effects of oil palm fronds silage supplemented with
urea-calcium hydroxide on rumen fermentation and nutrient digestibility of thai native-anglonubian goats.
Fermentation. 7: 1-14.
- Chanjula, P., P. Pakdeechanuan, and S. Wattanasit. 2014. Effects of dietary crude glycerin supplementation on
nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood Metabolites, and nitrogen balance of goats. Asian-
Australasian Journal of Animal Sciences. 27: 365-374.
- Chanjula, P., V. Petcharat, and A. Cherdthong. 2017. Effects of fungal (*Lentinussajor-caju*) treated oil palm frond on
performance and carcass characteristics in finishing goats. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.
30: 811-818.
- Chen, X. Z., F. Feng, Q. H. Liu, and J. G. Zhang. 2014. Degrading mimosine and tannins of *Leucaena leucocephala*.
Applied Mechanics and Materials. 618: 349-353.
- Church, D. C. 1988. The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hill. New Jersey.
- Crocker, C. L. 1967. Rapid determination of urea-nitrogen in serum or plasma without deproteinization. American
Journal of Medical Technology. 33: 361-365.
- Dahlan, I., M. Islam, and A. M. Rajion. 2000. Nutrient intake and digestibility of fresh, ensiled and pelleted oil palm
(*Elaeis guineensis*) frond by goats. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 13: 1407-1413.
- Ebrahimi, M., M. A. Rajion, M. Y. Goh, P. Shokryzadan, A. Q. Sazili, and M. F. Jahromi. 2015. Feeding oil palm (*Elaeis
guineensis*, Jacq.) fronds alters rumen protozoal population and ruminal fermentation pattern in goats.
Italian Journal of Animal Science. 14: 403-409.
- Gertruida, L. W., L. C. Hoffman, P. E. Strydom, and L. Frylinck. 2020. Effect of breed types and castration on carcass
characteristics of boer and large frame indigenous veld goats of southern Africa. Journal of Animals. 10: 1-
13.
- Honikel, K. O., C. J. Kim, and R. Hamm. 1986. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip
loss. Meat Science. 16: 267-282.
- Jain, N. C. 1993. Essentials of Veterinary Hematology. 1st Edition. Philadelphia, USA.
- Kaneko, J. J. 1980. Appendixes. In: Chincial Biochemistry of Domestic Animal, 3rd Edition. In: J. J. Kaneko (ed). New
York, Academic Press.
- Lloyd, S. 1982. Blood characteristics and the nutrition of ruminants. Journal of The British Veterinary Journal. 138:
70-85.

- Maksiri, W., S. Tudsri, J. Thiengtham, and S. Prasanpanich. 2016. Supplementation of forage sorghum with meal concentrate and *leucaena leucocephala* on goat performance with particular reference to meat essential fatty acid contents. *Walailak Journal of Science and Technology*. 14: 855-864.
- Malik, M. I., X. Sun, M. A. Rashid, M. A. Sohail, M. S. Yousaf, H. U. Rehman, I. Mohsin, and J. Li. 2023. Feed intake, feeding behavior, growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of goats fed pelleted total mixed rations with varying rhodes hay levels. *Journal of Small Ruminant Research*. 225: 1-9.
- McSweeney, C. S., B. Palmer, D. M. McNeill, and D. O. Krause. 2001. Microbial interactions with tannins : nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 91: 83-93.
- Mushi, D. E., J. Safari, L. A. Mtenga, G. C. Kifaro, and L. O. Eik. 2009. Growth and distribution of non-carcass components of small east african and f1 Norwegian crossbred goats under concentrate diets. *Journal of livestock science*. 126: 80-86.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of goats: angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. The National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC. 2006. Nutrient requirements of small ruminants. The National Academies Press, Washington, D.C.
- Pophiwa, P., E. C. Webb, and L. Frylinck. 2017. Carcass and meat quality of boer and indigenous goats of south africa under delayed chilling conditions. *Journal of South African Journal of Animal Science*. 47: 794-803.
- Radostits, O. M., C. C. Gay, D. C. Blood, and K. W. Hinchcliff. 2000. *Veterinary medicine*. 9th Edition. Harcourt Publishers Ltd., London.
- Rahman, M., M. Ramli Bin Abdullah, W. E. W. Khadijaha, T. Nakagawa, and R. Akashi. 2015. Feed intake and growth performance of goats fed with Napier grass and oil palm frond supplemented with soya waste. *Journal of Applied Animal Research*. 43: 256-260.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and procedures of statistics: A Biometerial Approach*. 2nd Edition. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd Edition. Cornell University Press, New York.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
- Wang, Y., L. Qiong, L. Wang, Y. Liu, and T. Yan. 2023. Effects of a high-concentrate diet on the blood parameters and liver transcriptome of goats. *Animals*. 13: 1-17.
- Warriss, P. D. 2000. *Meat science an introductory text*. CAB International Cambridge University Press. Cambridge.