

ผลของการเสริมใบกระท่อมแห้งและยีสต์ (*Candida tropicalis* KKU20)
ในอาหารผสมสูตรรวมต่อ ปริมาณการกินได้ กระบวนการหมัก
และประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะ

Effects of Supplementation of Dried Kratom Leaves (*Mitragyna speciosa* (Korth.)
Havil.) and Yeast (*Candida tropicalis* KKU20) in Total Mixed Ration on Feed
Intake, Rumen Fermentation, and Microbial Population in Goats

Va Soklin¹ ชนะดล สุภาพงษ์² และ ปิ่น จันจุฬา^{1*}
Va Soklin¹, Chanadol Supapong² and Pin Chanjula^{1*}

¹สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา 90112

¹Animal Production Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources,
Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla 90112, Thailand

²สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ. นครศรีธรรมราช 80240

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya,
Nakhon Si Thammarat 80240, Thailand

*Corresponding author: Email: porlim12345@gmail.com; pin.c@psu.ac.th

(Received: 16 February 2023; Accepted: 27 April 2023)

Abstract: This experiment aimed to study the effects of 2 levels of yeast (*Candida tropicalis* KKU20) (Y; 0 and 0.5 g/kg DM) and dried kratom leaves (DKTL; 0 and 4.44 g/kg DM) in total mixed ration (TMR) on dry matter intake, rumen fermentation and microbial population in rumen of goats. Four goats with an average live weight 20 ± 0.13 kg were randomly assigned according to a 2x2 factorial arrangement in a 4x4 Latin square design to receive four diets, $T_1 = 0Y-0DKTL$, $T_2 = 0Y-4.44DKTL$, $T_3 = 0.5Y-0DKTL$, and $T_4 = 0.5Y-4.44DKTL$, respectively. TMR was given on an *ad libitum* basis. Based on this experiment, goats receiving 0 g/kg DM Y had lower total DMI (kg/d) (g/d and g/kg BW^{0.75}) and propionate (C_3) ($P < 0.05$) than other treatments, except for molar proportion of acetate (C_2), and the ratio of $C_2 + C_4 : C_3$ were higher among treatments and goats receiving 4.44 g/kg DM DKTL had lower protozoa populations ($P < 0.01$) than those receiving 0 g/kg DM Y. Whilst NH_3-N and rumen microorganism populations (bacterial and fungal zoospores) were similar among treatment ($P > 0.05$). Based on this study, 0.5 g/kg DM Y incorporated with 4.44 g/kg DM DKTL in total mixed ration could be efficiently utilized for goats.

Keywords: Yeast, *Candida tropicalis* KKU20, dried kratom leaves, rumen fermentation, goats

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมยีสต์ (*Candida tropicalis* KKU20) (yeast, Y) 2 ระดับ (0 และ 0.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง และใบกระท่อมแห้ง (dried Kratom leaves, DKTL) 2 ระดับ (0 และ 4.44 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง) ในอาหารผสมสูตรรวมต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมัก และประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะ โดยศึกษาในแพะน้ำหนักเฉลี่ย 20 ± 0.13 กิโลกรัม โดยจัดทรีทเมนต์แบบ 2×2 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบ 4×4 จัตุรัสละติน แพะได้รับอาหารผสมสูตรรวมที่มีระดับยีสต์ และใบกระท่อมแห้ง ในสูตรอาหาร 4 สูตร $T_1 = 0Y - 0DKTL$, $T_2 = 0Y - 4.44DKTL$, $T_3 = 0.5Y - 0DKTL$ และ $T_4 = 0.5Y - 4.44DKTL$ ตามลำดับ ให้แพะได้รับอาหารผสมสูตรรวมอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่า แพะกลุ่มที่ไม่เสริมยีสต์ (0 g/kg DM Y) มีค่าปริมาณการกินได้ทั้งหมด (g/d and g/kg BW^{0.75}) และความเข้มข้นของกรดโพรพิโอเนตต่ำกว่ากลุ่มอื่น ($P < 0.05$) ยกเว้นมีค่าอะซิเตทและสัดส่วนของอะซิเตทและรวมกับบิวทีเรตต่อโพรพิโอเนตสูงกว่า ($P < 0.05$) และกลุ่มที่เสริม 4.44 g/kg DM ใบกระท่อมแห้ง มีค่าประชากรโปรโตซัวต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมใบกระท่อมแห้ง ($P < 0.01$) ขณะที่ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และประชากรจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย และประชากรสปอร์เชื้อรา) มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้ยีสต์ (0.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง) ร่วมกับใบกระท่อมแห้ง (4.44 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง) ในอาหารผสมสูตรรวมของแพะ

คำสำคัญ: ยีสต์ *Candida tropicalis* KKU20 ใบกระท่อมแห้ง กระบวนการหมักในรูเมน แพะ

บทนำ

ปัจจุบันนักวิจัยด้านโภชนาการอาหารสัตว์ได้ให้ความสนใจศึกษาสารเสริมจากสมุนไพรเพิ่มมากขึ้น โดยมีการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ (Kholif *et al.*, 2017) เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ เนื่องจากมีการตรวจพบสารตกค้างจากสารปฏิชีวนะ และสารต้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น nitrofurazone, nitrofuratoin, chloramphenicol, dimetridazole, rinidazole, furaltadone และ furazolidone ในเนื้อไก่ และสุกร เป็นต้น ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ การศึกษาหาสารทางเลือกจากธรรมชาติเพื่อใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะ เช่น สมุนไพร (herbs) และสารสกัดจากพืช (plant extracts) จึงมีความจำเป็น และได้รับความสนใจอย่างมาก (Khan *et al.*, 2016) ปัจจุบันมีการศึกษาสารเสริมจากสมุนไพรธรรมชาติหลายชนิด เช่น บัวบก ฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน ตะไคร้ และใบพลู เป็นต้น พบว่า สารเสริมจากสมุนไพรสามารถช่วยเพิ่มน้ำหนัก ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของอาหาร และมีคุณภาพเนื้อดีขึ้น (Yusuf *et al.*, 2014) นอกจากนี้ ยังสามารถช่วยลดประชากร

โปรโตซัวในกระเพาะรูเมนได้อีกด้วย (Cherdthong *et al.*, 2019)

กระท่อม (*Kratom*, *Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil. เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศไทย และมาเลเซีย (Babu *et al.*, 2008) มีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นใบเดี่ยวสีเขียว ก้านใบมีทั้งชนิดที่เป็นสีแดง หรือสีเขียว ดอกมีสีขาวอมเหลืองออกเป็นช่อดู่กลม สามารถเติบโตได้ดีในที่ชุ่มชื้น ความชื้นสูง ดินอุดมสมบูรณ์ และแดดปานกลาง กระท่อมเป็นพืชที่มีสารสกัดจากกลุ่มแอลคาลอยด์ประกอบอยู่ภายในใบมากที่สุด (Bunsupa, 2016; Sangsanit *et al.*, 2021) ประกอบด้วยสารไมทราไจนีน (mitragynine) สเปซิโงไจนีน (speciogynine) และไพแนนทีน (paynantheine) เป็นต้น (Orio *et al.*, 2012) โดยสารไมทราไจนีนเป็นสารประกอบหลักที่พบมากที่สุดภายในใบกระท่อม (Kikura-Hanajiri, *et al.*, 2009) และพบปริมาณมากเฉพาะ *Mitragyna speciosa* (Shellard, 1989) ไมทราไจนีนสามารถออกฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง (Chittrakarn *et al.*, 2010; Kumarnsit *et al.*, 2007) มีสรรพคุณช่วยกระตุ้นให้ทำงานได้นานขึ้น ลดอาการเมื่อยล้า และอื่น ๆ เมื่อบริโภคในปริมาณต่ำ (Babu *et al.*, 2008) โดยทั่วไปนิยมใช้กระท่อมในกลุ่มคนทำงานกลางแดดจัด เนื่องจากมีฤทธิ์กระตุ้นคล้ายใบโคคา

(coca) หรืออาจใช้แทนฝิ่น ในตำรายาไทยมักใช้ใบกระท่อมช่วยลดหรือแก้อาการปวดท้อง บิด หรือท้องเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์พบว่า มีสารแอลคาลอยด์หลายชนิดที่มีฤทธิ์ฆ่าโปรโตซัว เช่น เชื้อบิด และสารไมทรากไนน์ (mitragynine) ที่มีฤทธิ์แก้ปวด (Department of Medical Services, 2017)

ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) เป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่มีการนำมาใช้ทั้งในอาหารคนและอาหารสัตว์ มีการศึกษาอย่างแพร่หลายทั่วโลกส่วนใหญ่ใช้เพื่อช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง พบว่า มีผลต่อนิเวศวิทยาของกระเพาะรูเมนในลักษณะความสัมพันธ์เชิงบวก โดยไปกระตุ้นประชากรแบคทีเรียจำพวกย่อยสลายเยื่อใย โปรตีน และแบคทีเรียทั้งหมด เพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากอาหารเยื่อใย และปรับปรุงกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โดยพิจารณาจากปริมาณการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนที่เพิ่มขึ้น (Wallace and Newbold, 1993) จากการรายงานของ Abd El-Ghani (2004) พบว่า อาหารที่เสริมด้วยยีสต์ 6 กรัมต่อตัวต่อวัน ทำให้แพะมีผลผลิตน้ำนมสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) เพิ่มปริมาณการกินได้ ปรับปรุงการย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน และช่วยลดการเกิดกรดแลคติกในกระเพาะรูเมนที่เป็นต้นเหตุการเกิดกรดในกระเพาะรูเมน (Pradhan *et al.*, 2021) อย่างไรก็ตาม ยีสต์ *S. cerevisiae* ยังมีความสามารถจำกัดในด้านการเพิ่มปริมาณการผลิตสารชีวมวล (biomass) เช่น จำนวนเซลล์ ผนังเซลล์ โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น จากการศึกษาของ Suntara *et al.* (2020) ได้รายงานว่ายีสต์ *Candida tropicalis*-KKU20 ในกระเพาะรูเมนเป็นยีสต์ที่มีศักยภาพในการผลิตสารชีวมวลมากกว่า และสามารถปล่อยเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อย่อยสลายปริมาณเยื่อใยต่าง ๆ ในอาหารได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ *S. cerevisiae* นอกจากนี้ ยีสต์ *Candida tropicalis*-KKU20 จัดเป็นยีสต์ในกลุ่ม Crabtree-negative ซึ่งพบว่า มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบ (6.9 เปอร์เซ็นต์) อีกทั้งยังเพิ่มจำนวนแบคทีเรียกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์โปรตีนใน

น้ำนมเมื่อเปรียบเทียบกับ *S. cerevisiae* ซึ่งสามารถใช้เสริมเป็นอาหารโคนมพันธุ์ Thai-Holstein Friesian ได้ดี (Suntara *et al.*, 2021) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการศึกษากการใช้ใบกระท่อมร่วมกับยีสต์ยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะการเสริมใบกระท่อมร่วมกับยีสต์ ดังนั้น การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมยีสต์และใบกระท่อมแห้งในอาหารผสมสูตรรวมต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ และประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยทำการศึกษาในแพะ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมใบกระท่อมแห้ง และยีสต์ที่ใช้ในการทดลอง

ใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil) ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นสายพันธุ์ก้านแดง เก็บจากตำบลน้ำพุ อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ครอบครองโดยสถาบันและติดตามการปลูกพืชเสพติดสำนักงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติด ตามหนังสือสำคัญผลิต (เลขที่ 10/2563) และหนังสือสำคัญครอบครอง (เลขที่ 3/2563) นำใบกระท่อมจากต้นกระท่อมอายุ 5 ปี มาทำความสะอาด ผึ่ง และอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท บันทึกรับน้ำหนัก และเก็บในห้องเก็บวัตถุดิบควบคุมความชื้น และอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และนำมาบดให้ละเอียดแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1) บรรจุใส่ถุงเพื่อเก็บไว้ใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมต่อไป และส่วนที่ 2) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างใบกระท่อมเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณอัลคาลอยด์ ตามวิธีของ Limsuwanchote *et al.* (2014) จากการรายงานพบว่า มีค่าเฉลี่ยสาร mitragynine, speciogynine และ paynantheine (4.14, 0.59 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) และสารกลุ่มอื่น เช่น flavonoids, phenolic acids, saponin และ condensed tannin เท่ากับ 11.24, 4.1, 2.21 และ 8.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Chanjula *et al.*, 2022a)

ยีสต์ที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้คือยีสต์สายพันธุ์ *Candida tropicalis* KKU20 (*C. tropicalis* KKU20; CBS 94T (U45749)) ได้จากภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คือยีสต์ มีจำนวนเซลล์ 1.15×10^{13} cfu/g จัดเป็นยีสต์กลุ่ม Crabtree-negative ซึ่งได้ผ่านการทดสอบคุณสมบัติที่รับรองได้ถึงการมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Suntara *et al.*, 2021)

สัตว์ทดลอง อาหารทดลอง และแผนการทดลอง

ใช้แพะลูกผสมสายพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียนอายุเฉลี่ย 9 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 20 ± 0.13 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว ซึ่งได้หนังสือรับรองจรรยาบรรณการใช้สัตว์จากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ของสถาบัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (AGO12/2022) ทำการสุ่มแพะโดยจัดทรีทเมนต์แบบ 2×2 แฟกตอเรียลให้กับหน่วยทดลองในแผนการทดลองแบบ 4×4 จตุรัสละติน (2×2 factorial arrangement in a 4×4 Latin square design) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยแรกคือ การเสริมยีสต์ (yeast, Y) 2 ระดับ ได้แก่ 0 และ 0.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ และปัจจัยที่สองคือ การเสริมใบกระต่อมแห้ง (dried Kratom leaves, DKTL) 2 ระดับ ได้แก่ 0 และ 4.44 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ ซึ่งมีทรีทเมนต์รวมทั้งหมด 4 ทรีทเมนต์ ดังนี้ (treatment combination) $T_1 = 0Y-0DKTL$, $T_2 = 0Y-4.44DKTL$, $T_3 = 0.5Y-0DKTL$ และ $T_4 = 0.5Y-4.44DKTL$ ตามลำดับ

แพะแต่ละตัวถูกเลี้ยงในกรงสำหรับการศึกษาค่าการย่อยได้ (metabolism crate) จำนวน 4 กรง มีรางอาหาร และที่ให้น้ำเพื่อให้แพะสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา แพะทุกตัวได้รับอาหารผสมสูตรรวม (TMR) แสดงดัง Table 1 มีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น 30 : 70 ทุกสูตรคำนวณให้มีระดับโภชนาที่ตามความต้องการของแพะ (NRC, 1981) ทำการทดลอง 4 ช่วง ๆ ละ 21 วัน ซึ่งประกอบด้วย ระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 7 วัน โดยในระยะปรับตัวให้แพะได้รับอาหารผสมสูตรรวมแบบเต็มๆ โดยให้วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 07.00 น. และ 16.00 น. ทำการวัดปริมาณอาหารที่ให้ และอาหาร

ที่เหลือทิ้งในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวันเพื่อศึกษาปริมาณการกินได้ ส่วนในระยะทดลองให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัวแต่ลดปริมาณอาหารที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่กินได้ในช่วงระยะปรับตัว

การเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของแพะ โดยชั่งน้ำหนักก่อนเข้าช่วงการทดลอง และในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง (วันที่ 21) สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง โดยนำมาปรับหาปริมาณการกินได้ของสัตว์ในแต่ละวัน อีกส่วนหนึ่งสุ่มเก็บจากแต่ละช่วงของการทดลองอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วบดให้ละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อรอวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (DM, ash, CP และ EE) ตามวิธีการของ AOAC (1995) และวิเคราะห์ค่าเยื่อใย NDF, ADF และ ADL ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991)

สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่มที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร โดยวิธีการใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลองปริมาณ 100 มล. นำมาวัดอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่างทันทีโดยใช้ pH meter (HANNA instruments HI 98153 microcomputer pH meter) หลังจากนั้นแบ่งของเหลวจากกระเพาะรูเมนออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 นั้นสุ่มเก็บประมาณ 30 มิลลิลิตร เติมน้ำ H_2SO_4 จำนวน 3 มิลลิลิตร เพื่อยุติการทำงานของจุลินทรีย์ นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนใส (supernatant) ไว้ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิประมาณ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia nitrogen, NH_3-N) โดยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) โดยใช้เครื่อง KJELTEC AUTO 2200

Analyzer (Foss, tecator) ของเหลวอีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acid, TVFA) และสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ที่สำคัญ ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid, C₂) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid, C₃) และกรดบิวทีริก (butyric acid, C₄) โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (Hewlett Packard) ประกอบด้วย water 510 pump (Millipore), UV Detector 210 nm, ODS reverse phase column (5μ, 40 x 250 มิลลิเมตร) ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Samuel *et al.* (1997) และส่วนที่ 2 ทำการสุ่มเก็บ

1 มิลลิลิตร เติม formalin 9 มิลลิลิตร เพื่อนำไปนับประชากรจุลินทรีย์ (ประชากรแบคทีเรีย โปรโตซัว และสปอร์เชื้อรา) ด้วยวิธีการนับตรงตามวิธีการของ Galyean (2010) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Olympus BX51TRF, No. 2B04492, Olympus optical Co. Ltd., Japan) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลอง 4 x 4 จตุรัสละติน โดยใช้ Proc GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980)

Table 1. Dietary ingredients and chemical composition of total mixed ration (TMR), pangola grass hay (PGH), and dried kratom leaves (DKTL) fed to the goats during the trial

Item	TMR ¹	PGH	DKTL
Pangola grass hay (PGH)	30.00		
Ground corn	36.17		
Soybean meal	22.73		
Fish meal	0.50		
Leucaena leave meal	4.00		
Molasses	5.00		
Dicalcium phosphate	0.30		
Salt	0.30		
Mineral and vitamin mix ²	1.00		
Chemical composition, % DM (TMR)			
DM ³	87.95	91.00	
Ash	5.03	3.65	4.10
OM	94.97	96.35	95.80
CP	16.20	5.88	20.10
NDF	48.17	82.04	44.48
ADF	24.27	45.19	27.30
ADL	4.42	38.00	8.26
EE	2.27	1.31	1.70
GE (kcal/kg DM)	4,475.04	2194.09	4,634.60

¹TMR diet was divided into four treatments depending on Y and DKTL supplementation level: T1 = Supplemented 0Y-0DKTL, T2 = 0Y-4.44DKTL, T3 = 0.5Y-0DKTL, T4 = 0.5Y-4.44DKTL (g/kg DM in TMR) ²Minerals and vitamins (each kg contains): Vitamin A: 10,000,000 IU; Vitamin E : 70,000 IU; Vitamin D : 1,600,000 IU; Fe : 50 g; Zn : 40 g; Mn: 40 g; Co : 0.1 g; Cu : 10 g; Se : 0.1 g; I : 0.5 g ³DM = dry matter; OM = organic matter; CP = crude protein; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; ADL = acid detergent lignin, EE = ether extract; GE = gross energy; TMR = total mixed ration; PGH = pangola grass hay; DKTL = dried kratom leaves

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของยีสต์ และใบกระพ้อมแห้ง พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับยีสต์ และใบกระพ้อมแห้งต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมดในรูปของ g/d และ g/kg BW^{0.75} (Table 2) แต่มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ของระดับ Y ต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมดในรูปของ g/d และ g/kg W^{0.75} โดยระดับ Y 0.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ มีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริม Y ($P < 0.05$) และมีค่าสูงสุดในกลุ่มที่เสริม Y 0.5 ร่วมกับ DKTL 4.44 ($P < 0.05$) อาจเนื่องมาจากกลุ่มที่ได้รับการเสริมยีสต์ (*C. tropicalis* KKU20) สามารถเพิ่มการปลดปล่อยเอนไซม์เซลลูเลส (releasing cellulase enzymes) และช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบ (Suntara *et al.*, 2020) สอดคล้องกับการศึกษาของ Stella *et al.* (2007) รายงานว่า การเสริมยีสต์ *S. cerevisiae* ทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบเพิ่มขึ้น และ Habeeb (2017) ที่รายงานว่ามีผลิตภัณฑ์จากผนังเซลล์ยีสต์ช่วยเพิ่มความน่ากินให้กับอาหารโดยเฉพาะ 5'-nucleotide และ glutamate ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ และผนังเซลล์นั้นยังมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ การเสริมยีสต์ทั้งในรูปแบบเสริมโดยตรง และการหมักกับวัตถุดิบอาหารสัตว์แล้วให้สัตว์เคี้ยวเอื้อง พบว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยเยื่อ กระบวนการหมัก และเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนทำให้สัตว์ได้รับจุลินทรีย์โปรตีนมากขึ้น (Arowolo and He, 2018) ขณะที่ ปริมาณการกินได้ของโคชนะ (OMI, CPI, EEI, NDFI และ ADFI) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ทำนองเดียวกับ Chanjula *et al.* (2022a) ที่ศึกษาผลของการเสริมใบกระพ้อมแห้ง (2.22 - 4.44 กรัม) พบว่า ปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ และกระบวนการหมักในแพะมีค่าเพิ่มขึ้น และการเสริมใบกระพ้อมแห้งในแพะที่โตเต็มวัยต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบของซาก และคุณภาพเนื้อ พบว่า กลุ่มที่ได้รับ DKTL ระดับ 2.22 และ 4.44 กรัม มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ แม้ว่าไม่มีความแตกต่างกัน (Chanjula *et al.*, 2022b) ส่วน

การรายงานของ Dias *et al.* (2018) ศึกษาผลของการเสริมยีสต์ (yeast culture, YC) ในอาหารระดับของแป้งต่ำ (low starch, LS) และแป้งสูง (high starch, HS) ต่อกระบวนการหมัก และความสามารถในการย่อยได้ในโคนม พบว่าการเสริม YC ต่อการย่อยได้ของโปรตีนในโคที่เลี้ยงด้วยอาหาร HS เสริมด้วย YC มีความสามารถในการย่อยได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม ขณะที่ ไม่มีผลต่อความสามารถในการย่อยได้ของผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส และ García *et al.* (2000) ได้ศึกษาผลของการเสริมยีสต์ *S. cerevisiae* และสารโมเนนซิน (monensin) ต่อกระบวนการหมัก และความสามารถในการย่อยได้ในแกะ พบว่า การเสริมยีสต์ร่วมกับสารโมเนนซินในอาหารไม่มีผลต่อความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบ และผนังเซลล์ อย่างไรก็ตาม Kim *et al.* (1992) พบว่า เมื่อเสริมยีสต์ในโคนมจะเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของ CF, ADF และ NDF นอกจากนี้ เมื่อเสริมยีสต์มีชีวิตรับประทาน 4 กรัมต่อตัวต่อวัน สามารถเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของ DM, OM, NDF และ ADF ของกากมะเขือเทศ (Paryad and Rashidi, 2009)

จาก Table 3 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนของแพะ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับการเสริมยีสต์และใบกระพ้อมแห้ง แต่พบความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ของระดับการเสริมยีสต์ที่ระดับ 0.5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดต่างสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมยีสต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของความเป็นกรด-ด่าง ค่อนข้างคงที่ (6.70 - 6.80) ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเยื่อ (cellulolytic bacteria) และการย่อยของโปรตีน (6.0 - 7.1) (Firkins, 1996; Firkins and Eastridge, 1994) ขณะที่ค่าอุณหภูมิและความเข้มข้นของค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าค่อนข้างคงที่ (38.4 - 39.01 องศาเซลเซียส) (Zicarelli *et al.*, 2007) ซึ่งเป็นระดับที่ปกติ ทำนองเดียวกับค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม 10 - 30 mg/dl (Ferguson *et al.*, 1993) สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการสังเคราะห์

**ผลของการเสริมใบกระท่อมแห้งและยีสต์ (*Candida tropicalis* KKU20) ในอาหารผสมสูตรรวมต่อ
ปริมาณการกินได้ กระบวนการหมัก และประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะ**

จุลินทรีย์โปรตีนและ Preston and Leng (1987) รายงาน ในช่วง 5 - 25 mg/dl เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของ
ว่า ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

Table 2. Effects of feeding combinations of yeast (Y) and dried Kratom leaves (DKTL) supplementation on feed intake and nutrient intake in goats

Item	Y0.0 ¹		Y0.5		SEM ²	P-value		
	T ₁ (DKTL0.0)	T ₂ (DKTL4.44)	T ₃ (DKTL0.0)	T ₄ (DKTL4.44)		Y	DKTL	YxDKTL
Total DMI, g/d	751 ^b	771 ^{ab}	774 ^{ab}	830 ^a	19.98	0.04	0.10	0.12
DMI, g/kg BW ^{0.75}	72.63 ^b	76.56 ^{ab}	78.26 ^{ab}	80.73 ^a	1.93	0.04	0.14	0.11
Nutrient intake, g/d								
OMI	709	728	731	784	19.02	0.08	0.11	0.40
CPI	122	125	125	134	3.19	0.08	0.10	0.40
NDFI	362	371	373	400	9.60	0.09	0.10	0.39
ADFI	182	187	188	201	4.82	0.08	0.10	0.39

¹T₁ = Supplemented 0Y-0DKTL, T₂ = 0Y-4.44DKTL, T₃ = 0.5Y-0DKTL, T₄ = 0.5Y-4.44DKTL (g/kg DM in TMR) ²SEM = Standard error of the mean. ^{a-b} Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P* < 0.05). DMI = dry matter intake, OMI = organic matter intake, CPI = crude protein intake, EEI = ether extract intake, NDFI = neutral detergent fiber intake, ADFI = acid detergent fiber intake

Table 3. Effects of feeding combinations of yeast (Y) and dried Kratom leaves (DKTL) supplementation on rumen fermentation characteristics and VFA concentration in goats

Item	Y0.0 ¹		Y0.5		SEM ²	P-value		
	T ₁ (DKTL0.0)	T ₂ (DKTL4.44)	T ₃ (DKTL0.0)	T ₄ (DKTL4.44)		Y	DKTL	YxDKTL
Temperature, °C	38.46	38.93	39.01	38.95	0.14	0.08	0.19	0.10
Ruminal pH	6.70 ^b	6.73 ^b	6.82 ^a	6.80 ^a	0.03	0.04	0.89	0.61
NH ₃ -N, mg/dL	25.54	27.50	28.04	27.99	2.53	0.57	0.71	0.88
Total VFA, mmol/L	67.24	70.20	76.02	73.10	5.04	0.29	0.99	0.58
C ₂ %	64.35 ^a	58.80 ^b	56.25 ^b	55.83 ^b	0.98	0.01	0.02	0.04
C ₃ %	19.64 ^c	24.29 ^{cb}	27.11 ^{cb}	29.77 ^a	1.46	0.01	0.04	0.52
C ₄ %	13.75	14.31	14.27	11.73	0.70	0.19	0.20	0.06
C ₂ +C ₄ :C ₃	4.06 ^a	3.21 ^b	2.74 ^b	2.48 ^b	0.22	0.01	0.05	0.24

¹T₁ = Supplemented 0Y-0DKTL, T₂ = 0Y-4.44DKTL, T₃ = 0.5Y-0DKTL, T₄ = 0.5Y-4.44DKTL (g/kg DM in TMR) ²SEM = Standard error of the mean. ^{a-b} Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P* < 0.05) DMI = dry matter intake, OMI = organic matter intake, CPI = crude protein intake, EEI = ether extract intake, NDFI = neutral detergent fiber intake, ADFI = acid detergent fiber intake

ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acids, TVFAs) ภายในกระเพาะรูเมนของแพะ (Table 3) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 67.24 - 73.10 mmol/L อย่างไรก็ตาม ได้มีการรายงานการศึกษาของ Özsoy *et al.* (2013) ได้รายงานว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยยีสต์ (1.5, 3.0 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์) มีค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดในแพะลูกผสมซานเนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 77.11 - 77.71 mmol/L และการศึกษาของ Abd El-Ghani (2004) ในแพะพันธุ์ Zeraibi ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยยีสต์มีความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่ 3 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร และลดลงในเวลา 6 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร ขณะที่ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นในเวลา 6 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร และ Kowalik *et al.* (2011) ที่ศึกษาผลของการเสริมยีสต์ *S. cerevisiae* ในอาหารต่อเมแทบอลิซึมของ fibrolytic bacteria กิจกรรมของเอนไซม์อะไมโลไลติกในย่อยคาร์โบไฮเดรต และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะ รายงานว่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ การศึกษาในครั้งนี้พบว่า สัดส่วนค่าของอะซิเตท (acetate, C_2) มีอิทธิพลร่วมของระดับ Y และ DKTL ($P < 0.05$) และพบว่า T1 มีสัดส่วนของอะซิเตทสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ขณะที่ สัดส่วนของโพรพิโอเนต (propionate, C_3) ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับ Y และ DKTL แต่มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ของระดับ Y และระดับ DKTL โดยพบว่า T4 (0.5Y-4.44DKTL) มีสัดส่วนของโพรพิโอเนตสูงที่สุด ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ Ahmed and Wang (2022) ที่ศึกษา ยีสต์แห้งที่มีชีวิตร่วมกับไทอามีน (thiamine) พบว่า สามารถลดค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนในหลอดทดลองของแพะ และมีค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด อะซิเตท และสัดส่วนของอะซิเตทต่อโพรพิโอเนต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกลุ่มที่เสริมยีสต์แห้งที่มีชีวิตร่วมกับวิตามิน thiamine มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ขณะที่การทดลองของ

Özsoy *et al.* (2013) ที่ได้ทำการศึกษาค่าผลของอาหารที่เสริมด้วยยีสต์ พบว่า ค่าของอะซิเตท และโพรพิโอเนต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กลุ่มที่เสริมด้วยยีสต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ ค่าของบิวทีเรตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ พบว่า ค่าของกรดบิวทีเรตไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่มีแนวโน้มลดลง ($P < 0.06$) ในกลุ่มที่ T4 (T_4 , 0.5Y - 4.44DKTL) นอกจากนี้ Lu *et al.* (2016) ศึกษาผลของการเสริมเซลล์ยีสต์และยีสต์ทางการค้า *S. cerevisiae* ต่อการย่อยได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน พบว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด อะซิเตท และโพรพิโอเนต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของอะซิเตทและบิวทีเรตต่อโพรพิโอเนต ($\text{C}_2 + \text{C}_4 : \text{C}_3$) พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับยีสต์ และใบกระท่อมแห้ง แต่มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ของระดับการเสริมยีสต์และการเสริมใบกระท่อมแห้ง โดยพบว่า T1 (0Y-0DKTL) มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ Doležal *et al.* (2011) ที่ศึกษาผลของการเสริมยีสต์ในอาหารต่อกระบวนการหมักโคโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ และ Guedes *et al.* (2008) ศึกษาผลของการเสริมยีสต์ *S. cerevisiae* ในอาหารต่อกระบวนการหมัก และการย่อยได้ของเยื่อใยข้าวโพดหมักในโค พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมยีสต์มีความเข้มข้นของโพรพิโอเนตเพิ่มสูงขึ้น และสัดส่วนของอะซิเตทต่อโพรพิโอเนตลดลงต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมยีสต์ โดยความเข้มข้นของโพรพิโอเนต และสัดส่วนของอะซิเตทต่อโพรพิโอเนตที่ต่ำส่งผลช่วยให้เก็บพลังงานได้สูงขึ้น เนื่องจากโพรพิโอเนตมีประสิทธิภาพของพลังงานสูงกว่าอะซิเตท (Van Soest, 1994)

Table 4. Effects of feeding combinations of yeast (Y) and dried Kratom leaves (DKTL) supplementation on ruminal microorganism count in goat

Item	Y0.0 ¹		Y0.5		SEM ²	P-value		
	T ₁ (DKTL0.0)	T ₂ (DKTL4.44)	T ₃ (DKTL0.0)	T ₄ (DKTL4.44)		Y	DKTL	YxDKTL
Total direct counts (cell/ml)								
Bacteria (x10 ⁹)	1.53	1.81	1.82	2.11	0.16	0.13	0.14	0.94
Fungal zoospores (x10 ⁶)	0.96	1.28	1.18	1.37	0.18	0.43	0.22	0.74
Protozoa (x10 ⁶)	10.30 ^a	7.95 ^b	10.11 ^a	7.38 ^b	0.31	0.25	<0.01	0.71

¹T₁ = Supplemented 0Y-0DKTL, T₂ = 0Y-4.44DKTL, T₃ = 0.5Y-0DKTL, T₄ = 0.5Y-4.44DKTL (g/kg DM in TMR)

²SEM = Standard error of the mean. ^{a,b}Means with different superscripts within the same row are significantly different (*P* < 0.05)

จาก Table 4 พบว่า ประชากรของแบคทีเรียและประชากรสปอร์เชื้อรา (zoospores) ในกระเพาะรูเมนของแพะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P* > 0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยของประชากรแบคทีเรียอยู่ระหว่าง 1.53 - 2.11 × 10⁹ เซลล์ต่อมิลลิลิตรตามลำดับ และเชื้อราอยู่ระหว่าง 0.96-1.37 × 10⁶ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับ Chanjula *et al.* (2007a, b) ที่รายงานไว้ว่า ประชากรของแบคทีเรีย และเชื้อราของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทยและแองโกลนูเบียนเพศผู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.40 - 1.90 × 10¹⁰ และ 1.15 - 2.89 × 10⁶ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และสอดคล้องกับ Bryant and Robinson (1961) และ Hungate (1966) ที่รายงานไว้ว่า ประชากรของแบคทีเรีย และเชื้อราในกระเพาะรูเมนมีค่าอยู่ในช่วง 10¹⁰-10¹² และ 10⁴-10⁶ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ขณะที่ประชากรโปรโตซัวมีความแตกต่างกันของระดับ DKTL โดยการเสริมระดับ DKTL ที่ 4.44 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับ 0.0 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10.21 - 7.67 × 10⁶ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (*P* < 0.01) ตามลำดับ เนื่องมาจากสารไมโครไบโอตา หรือสารประกอบฟลาโวนอยด์ แทนนิน และซาโปนินที่มีอยู่ใน DKTL สามารถยับยั้งประชากรโปรโตซัว (Chanjula *et al.*, 2022a) หรือแบคทีเรียที่ยึดเกาะอยู่กับโปรโตซัว (bacteria associated with protozoa) โดยการยับยั้งการสังเคราะห์ผนังเซลล์

หรือการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก (Ku-Vera *et al.*, 2020) ทำนองเดียวกับการศึกษาของ Patra and Saxena (2010) รายงานว่า สารฟลาโวนอยด์สามารถยับยั้งแบคทีเรียเมทาโนเจน (methanogenic) ได้ และลดโปรโตซัวที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ CH₄ ในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตาม การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่า อาหารที่เสริมด้วยยีสต์ 2 ระดับ (0 และ 0.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ) และใบกระท่อมแห้ง 2 ระดับ (0 และ 4.44 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ) ในอาหารผสมสูตรรวมไม่มีผลกระทบต่อประชากรจุลินทรีย์และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะ

สรุป

อาหารที่เสริมด้วยยีสต์ และใบกระท่อมแห้งในอาหารผสมสูตรรวม พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วม (YxDKTL) ต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมด ปริมาณการกินได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และประชากรของแบคทีเรีย และประชากรสปอร์เชื้อรา ขณะที่กลุ่มที่ไม่เสริมยีสต์ มีผลต่อปริมาณการกินได้ และความเข้มข้นของกรดโฟลิกโอเนตต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่มีค่าอะซิเตทและสัดส่วนของอะซิเตท และรวมกับบิวทีเรตต่อโฟลิกโอเนตสูงกว่า และกลุ่มที่เสริมใบกระท่อมแห้ง มีผลต่อประชากรโปรโตซัวมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมใบกระท่อมแห้ง ดังนั้น สามารถใช้

ยีสต์ (0.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง) ร่วมกับใบกระเทียมแห้ง (4.44 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง) ในอาหารผสมสูตรรวม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณการกินได้ของโคชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และประชากรของแบคทีเรีย และประชากรสปอร์เชื้อรา หรือสมรรถภาพของสัตว์ด้อยลง อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในแพะขุน หรือแพะรีดนมในระยะต่าง ๆ รวมทั้งวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในสภาพฟาร์มหรือการเลี้ยงของเกษตรกรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณศูนย์วิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร และทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 3 (CoE-ANRB: phase 3) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี พ.ศ. 2564 และขอขอบคุณสาขาวิชาวนวัฒนกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนสถานที่ และอุปกรณ์ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Abd El-Ghani, A.A. 2004. Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. *Small Ruminant Research* 52(3): 223-229.
- Ahmed, G. and H. Wang. 2022. Active dry yeast and thiamine in synergistic mode can mitigate adverse effects of *in vitro* ruminal acidosis model of goats. *Animals* 12(8):2333, doi: 10.3390/ani12182333.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington, D.C.
- Arowolo, M.A. and J. He. 2018. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. *Animal Nutrition* 4(3): 241-249.
- Babu, K.M., C.R. McCurdy and E.W. Boyer. 2008. Opioid receptors and legal highs: *Salvia divinorum* and Kratom. *Clinical Toxicology* 46(2): 146-152.
- Bremner, J.M. and D.R. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytica Chimica Acta* 32: 485-495.
- Bryant, M.P. and I.M. Robinson. 1961. An improved nonselective culture medium for ruminal bacteria and its use in determining diurnal variation in numbers of bacteria in the rumen. *Journal of Dairy Science* 44(8): 1446-1456.
- Bunsupa, S. 2016. Kratom plant that everyone wants to know. (Online). Available: <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/354/kratom/> (December 3, 2022). (in Thai)
- Chanjula, P., W. Ngampongsai and M. Wanapat. 2007a. Effect of levels of urea and cassava chip on feed intake, rumen fermentation, blood metabolites and microbial populations in growing goats. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 29(1): 37-48.
- Chanjula, P., W. Ngampongsai and M. Wanapat. 2007b. Effects of replacing ground corn with cassava chip in concentrate on feed intake, nutrient utilization, rumen fermentation characteristics and microbial populations in goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 20(10): 1557-1566.
- Chanjula, P., J. Wungsintaweekul, R. Chiarawipa, A. Rugkong, B. Khonkhaeng, C. Suntara and A. Cherdthong. 2022a. Effect of feed

- supplement containing dried Kratom leaves on apparent digestibility, rumen fermentation, serum antioxidants, hematology, and nitrogen balance in goats. *Fermentation* 8(3): 131, doi: 10.3390/fermentation8030131.
- Chanjula, P., J. Wungsintaweekul, R. Chiarawipa, K. Phesatcha, C. Suntara, R. Prachumchai, P. Pakdeechanuan and A. Cherdthong. 2022b. Effects of supplementing finishing goats with *Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil leaves powder on growth performance, hematological parameters, carcass composition, and meat quality. *Animals* 12(13): 1637, doi: 10.3390/ani12131637.
- Cherdthong, A., B. Khonkhaeng, S. Foiklang, M. Wanapat, N. Gunun, P. Gunun, P. Chanjula and S. Polyorach. 2019. Effects of supplementation of *Piper sarmentosum* leaf powder on feed efficiency, rumen ecology and rumen protozoal concentration in Thai native beef cattle. *Animals* 9(4): 130, doi: 10.3390/ani9040130.
- Chittrakarn, S., N. Keawpradub, K. Sawangjaroen, S. Kansanalak and B. Janchawee. 2010. The neuromuscular blockade produced by pure alkaloid, mitragynine and methanol extract of Kratom leaves (*Mitragyna speciosa* Korth.). *Journal of Ethnopharmacology* 129(3): 344-349.
- Department of Medical Services. 2017. Plants that should be treated as prescribed 4x100. (Online). Available: http://www.dms.moph.go.th/dmsweb/rspa_per/rspaper_54/patani_4.doc (February 20, 2020). (in Thai)
- Dias, A.L.G., J.A. Freitas, B. Micai, R.A. Azevedo, L.F. Greco and J.E.P. Santos. 2018. Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101(1): 201-221.
- Doležal, P., J. Dvoracek, J. Doležal, J. Cermáková, L. Zeman and K. Szwedziak. 2011. Effect of feeding yeast culture on ruminal fermentation and blood indicators of Holstein dairy cows. *Acta Veterinaria Brno* 80(2): 139-145.
- Ferguson, J.D., D.T. Galligan, T. Blanchard and M. Reeves. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *Journal of Dairy Science* 76(12): 3742-3746.
- Firkins, J.L. 1996. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. *The Journal of Nutrition* 126(Suppl. 4):1347S-1354S.
- Firkins, J.L. and M.L. Eastridge. 1994. Assessment of the effects of iodine value on fatty acid digestibility, feed intake, and milk production. *Journal of Dairy Science* 77(8): 2357-2366.
- Galyean, M.L. 2010. *Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research*. Department of Animal and food Sciences. Teyas Tech University, Lubbock. 189 p.
- García, C.C.G., M.G.D. Mendoza, M.S. Gonzalez, P.M. Cobos, C.M.E. Ortega and L.R. Ramirez. 2000. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 83(2): 165-170.
- Guedes, C.M., D. Gonçalves, M.A.M. Rodrigues and A. Dias-da-Silva. 2008. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows.

- Animal Feed Science and Technology 145(1-4): 27-40.
- Habeeb, A.A.M. 2017. Current view of the significance of yeast for ruminants a review 1- role of yeast and modes of action. American Journal of Information Science and Technology 1(1): 8-14.
- Hungate, R.E. 1966. The Rumen and Its Microbes. Academic Press, New York. 533 p.
- Khan, R.U., S. Naz, K. Dhama, K. Karthik, R. Tiwari, M.M. Abdelrahman, I.A. Alhidary and A. Zahoor. 2016. Direct-fed microbial: Beneficial applications, modes of action and prospects as a safe tool for enhancing ruminant production and safeguarding health. International Journal of Pharmacology 12(3): 220-231.
- Kholif, A.E., O.H. Matloup, T.A. Morsy, M.M. Abdo, A.A. AbuElella, U.Y. Anele and K.C. Swanson. 2017. Rosemary and lemongrass herbs as phytogetic feed additives to improve efficient feed utilization, manipulate rumen fermentation and elevate milk production of Damascus goats. Livestock Science 204: 39-46.
- Kikura-Hanajiri, R., M. Kawamura, T. Maruyama, M. Kitajima, H. Takayama and Y. Goda. 2009. Simultaneous analysis of mitragynine, 7-hydroxymitragynine, and other alkaloids in the psychotropic plant "Kratom" (*Mitragyna speciosa*) by LC-ESI-MS. Forensic Toxicology 27: 7-74.
- Kim, D.Y., M.R. Figueroa, D.P. Dawson, C.E. Batallas, M.J. Arambel and J.L. Walters. 1992. Efficacy of supplemental viable yeast culture with or without *Aspergillus oryzae* on nutrient digestibility and milk production in early to mid-lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 75(Suppl. 1): 206.
- Kowalik, B., T. Michalowski, J.J. Pajak, M. Taciak and M. Zalewska. 2011. The effect of live yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, and their metabolites on ciliate fauna, fibrolytic and amylolytic activity, carbohydrate digestion and fermentation in the rumen of goats. Journal of Animal and Feed Sciences 20(4): 526-536.
- Kumarnsit, E., N. Keawpradub and W. Nuankaew. 2007. Effect of *Mitragyna speciosa* aqueous extract on ethanol withdrawal symptoms in mice. Fitoterapia 78(3): 182-185.
- Ku-Vera, J.C., R. Jiménez-Ocampo, S.S. Valencia-Salazar, M.D. Montoya-Flores, I.C. Olina-Botero, J. Arango. C.A. Gómez-Bravo, C.F. Aguilar-Pérez and F.J. Solorio-Sánchez. 2020. Role of secondary plant metabolites on enteric methane mitigation in ruminants. Frontiers in Veterinary Science 7: 584, doi.10.3389/fvets.2020.00584.
- Limsuwanchote, S., J. Wungsintaweekul, N. Keawpradub, W. Putalun, S. Morimoto and H. Tanaka. 2014. Development of indirect competitive ELISA for quantification of mitragynine in Kratom (*Mitragyna speciosa* (Roxb.) Korth.). Forensic Science International 244: 70-77.
- Lu, Q., J. Wu, M. Wang, C. Zhou, X. Han, E.N. Odongo, Z. Tan and S. Tang. 2016. Effects of dietary addition of cellulase and a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on nutrient digestibility, rumen fermentation and enteric methane emissions in growing goats. Archives of Animal Nutrition 70(3): 224-238.

- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goat in Temperate and Tropical Countries. National Academy Press, Washington, D.C. 115 p.
- Orio, L., L. Alaxandru, G. Cravotto, S. Mantegna and A. Barge. 2012. UAE, MAE, SFE-CO₂ and classical methods for the extranction of *Mitragyna speciosa* leaves. Ultrasonics Sonochemistry 19(3): 591-595.
- Özsoy, B., S. Yalçın, Z. Erdogan, Z. Cantekin and T. Aksu. 2013. Effects of dietary live yeast culture on fattening performance on some blood and rumen fluid parameters in goats. Revue de Medecine Veterinaire 164(5): 263-271.
- Paryad, A. and M. Rashidi. 2009. Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on apparent digestibility and nitrogen retention of tomato pomace in sheep. Pakistan Journal of Nutrition 8(3):273-278.
- Patra, A.K. and J. Saxena. 2010. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. Phytochemistry 71(11-12): 1198-1222.
- Pradhan, S.K., S.B. Deshpande, R.R. Singh and V.S. Dabas. 2021. Effect of active dry yeast supplementation on nutrient digestibility, rumen metabolites and performances of Surti goat kids. Indian Journal of Animal Nutrition 38(1): 23-30.
- Preston, T.R., and R.A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-tropics. Penambul Books, Armidale. 259 p.
- Samuel, M., A.O. Ceballos-Baumann, J. Blin, T. Uema, H. Boecker, R.E. Passingham and D.J. Brooks. 1997. Evidence for lateral premotor and parietal overactivity in Parkinson's disease during sequential and bimanual movements. A PET study Brain 120(6): 963-976.
- Sangsanit, P., N. Panyawoot, J. Wungsintaweekul, R. Chiarawipa, A. Rugkong, A. Cherdthong, C. Suntara and P. Chanjula. 2021. Research and development the use of Kratom herbs in goat raising: Preliminary characterization, phytochemical study, and chemical composition of Kratom leaves. Khon Kaen Agriculture Journal 49(Suppl. 2): 332-338. (in Thai)
- Shellard, E.J. 1989. Ethnopharmacology of Kratom and the *Mitragyna* alkaloids. Journal of Ethnopharmacology 25(1): 123-124.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd ed. McGraw-Hill, New York. 633 p.
- Stella, A.V., R. Paratte, L. Valnegri, G. Cigalino, G. Soncini, E. Chevaux, V. Dell'Orto and G. Savoini. 2007. Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, milk composition, blood metabolites, and faecal flora in early lactating dairy goats. Small Ruminant Research 67(1): 7-13.
- Suntara, C., A. Cherdthong S. Uriyapongson, M. Wanapat and P. Chanjula. 2020. Comparison effects of ruminal Crabtree-negative yeasts and Crabtree-positive yeasts for improving ensiled rice straw quality and ruminal digestion using in vitro gas production. Journal of Fungi 6(3): 109, doi: 10.3390/jof6030109.

- Suntara, C., A. Cherdthong, S. Uriyapongson, M. Wanapat and P. Chanjula. 2021. Novel Crabtree negative yeast from rumen fluids can improve rumen fermentation and milk quality. *Scientific Reports* 11: 6236, doi: 10.1038/s41598-021-85643-2.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca. 476 p.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74(10): 3583-3597.
- Wallace, R.J. and C.J. Newbold. 1993. Rumen fermentation and its manipulation: The development of yeast cultures as feed additives. pp. 173-192. *In*: T.P. Lyons (ed.). *Biotechnology in the Feed Industry*. Alltech Technical Publications, Nicholasville, Kentucky.
- Yusuf, A.L., Y.M. Goh, A.A. Samsudin, A.R. Alimon and A.Q. Sazili. 2014. Growth performance, carcass characteristics and meat yield of Boer goats fed diets containing leaves or whole parts of *Andrographis paniculata*. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 27(4):503-510.
- Zicarelli, F., C. Grassi, M.P. Gazaneo, I. Masiello, D. Vecchio and G. Campanile. 2007. Starter protein concentration and weaning of buffalo calf. *Italian Journal of Animal Science* 6(Suppl. 1): 515-517.
-