

การเสริมสนทรายในการหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกลีเซอรินดิบต่อคุณภาพการหมักและองค์ประกอบทางเคมี

Supplementation of *Baekkea frutescens* in Oil Palm Fronds Ensiled with Crude Glycerin on Fermentation Quality and Chemical Composition

นิรันดร์ นกแดง¹, วัฒนา เต็มดี¹, ศิริรัตน์ บัวผัน² และ กนก ชาวภาณี^{1*}

Nirandorn Nakdaeng¹, Wattana Temdee¹, Sirirat Buaphan² and Kanok Chaovapasee^{1*}

(Received: 17 November 2025; Revised: 20 December 2025; Accepted: 25 December 2025)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพการหมักของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบโดยมีการเสริมสนทราย (*Baekkea frutescens* L.) ที่ระดับต่าง ๆ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การเสริมสนทรายที่ระดับ 0 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด) โดยทุกกลุ่มทดลองมีการเติมกลีเซอรินดิบที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ หมักในถุงพลาสติกในสภาวะไร้อากาศเป็นเวลา 21 วัน ผลการศึกษาพบว่าพืชหมักทุกกลุ่มมีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีสีน้ำตาลเข้ม และมีกลิ่นหอมเปรี้ยว (Pleasant fermented odor) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เพิ่มขึ้นตามระดับของสนทรายที่เพิ่มขึ้น (4.41 4.86 และ 5.15 ตามลำดับ, $p < 0.01$) อย่างไรก็ตาม คุณภาพการหมักโดยรวมยังอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีปริมาณกรดแลกติกสูง (6.04–6.14 เปอร์เซ็นต์) และมีปริมาณกรดบิวทริกต่ำ (0.03–0.06 เปอร์เซ็นต์) ในทุกกลุ่มทดลอง ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าการเสริมสนทรายส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ปริมาณเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายเป็นกรด (ADF) ลดลงต่ำที่สุด (38.42 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับ

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000

¹Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University, Muang, Narathiwat, 96000, Thailand

²ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

²Department of Animal science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

*Corresponding Author: kanok.c@pnu.ac.th

กลุ่มควบคุม (41.78 เปอร์เซ็นต์) ($p < 0.01$) และมีปริมาณเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายเป็นกลาง (NDF) ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (59.58 และ 61.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, $p < 0.05$) นอกจากนี้ การเสริมสนทรายที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ยังส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) และโภชนาที่่อยได้ทั้งหมด (TDN) มีค่าสูงที่สุด (54.10 และ 59.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, $p < 0.05$) สรุปได้ว่าการเสริมสนทรายที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกลีเซอรินดิบ สามารถช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาโดยลดปริมาณเยื่อใยและเพิ่มค่าพลังงานได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการหมัก

คำสำคัญ: ทางใบปาล์มน้ำมัน สนทราย คุณภาพพืชหมัก ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี

Abstract

The objective of this study was to investigate the physical characteristics, chemical composition, and fermentation quality of oil palm fronds ensiled with crude glycerin and supplemented with *Baeckea frutescens* L. at various levels. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD). The treatments consisted of *Baeckea frutescens* supplementation at 0, 7, and 14% (fresh weight basis), with 10% crude glycerin added to all treatment groups. The samples were ensiled in plastic bags under anaerobic conditions for 21 days. The results showed that all silages exhibited good physical characteristics, appearing dark brown with a pleasant fermented odor. The pH values significantly increased with increasing levels of *Baeckea frutescens* (4.41, 4.86, and 5.15, respectively; $p < 0.01$). However, the fermentation quality remained satisfactory, characterized by high lactic acid concentrations (6.04–6.14%) and low butyric acid content (0.03–0.06%) across all treatments. Regarding nutritive value, *Baeckea frutescens* supplementation significantly improved chemical composition. The 14% supplementation level resulted in the lowest Acid Detergent Fiber (ADF) content (38.42%) compared to the control group (41.78%) ($p < 0.01$) and significantly reduced Neutral Detergent Fiber (NDF) content compared to the control (59.58% vs. 61.74%, $p < 0.05$). Furthermore, the 14% supplementation level yielded the highest Nitrogen-Free Extract (NFE) and Total Digestible Nutrients (TDN) (54.10% and 59.03%, respectively, $p < 0.05$). In conclusion, supplementing *Baeckea frutescens* at 14% with crude glycerin can improve nutritive value by reducing fiber content and enhancing energy value without adversely affecting fermentation quality.

Keywords: Oil Palm Fronds, *Baeckea Frutescens*, Silage Quality, Physical Characteristics, Chemical Composition

บทนำ

ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย 3 จังหวัด ได้แก่ นราธิวาส ปัตตานี และยะลา ภาครัฐได้มีการส่งเสริมการเลี้ยงปศุสัตว์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะโคเนื้อ แพะเนื้อ และแพะนม เพื่อเป็นแหล่งรายได้เสริมและใช้ประกอบพิธีกรรมทางศาสนาอิสลาม อย่างไรก็ตาม รูปแบบการเลี้ยงส่วนใหญ่ยังคงเป็นแบบปล่อยไล่ทุ่งหรือผูกล่ามในพื้นที่ธรรมชาติ ร่วมกับการตัดหญ้าสดหรือการใช้วัสดุในท้องถิ่น เช่น ทางใบปาล์มน้ำมัน เป็นอาหารเสริม ปัญหาสำคัญที่เกษตรกรต้องเผชิญคือการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีในช่วงฤดูฝนและช่วงน้ำท่วมขัง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสมรรถภาพการผลิตของสัตว์พืชมัก (Silage) เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยอาศัยกระบวนการหมักภายใต้สภาวะไร้อากาศ ซึ่งแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria) จะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (WSC) ให้เป็นกรดอินทรีย์ โดยเฉพาะกรดแลคติก เพื่อลดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เช่น เชื้อรา *Enterobacter* และ *Clostridium* ช่วยให้สามารถเก็บรักษาคุณค่าทางโภชนาการได้ยาวนาน (Zhang et al., 2020; Fan et al., 2021) อย่างไรก็ตาม ปัจจัยความสำเร็จขึ้นอยู่กับปริมาณ WSC ในพืชตั้งต้น ซึ่งต้องมีเพียงพอต่อการทำงานของแบคทีเรีย

ทางใบปาล์มน้ำมัน (Oil Palm Fronds) เป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในพื้นที่และมีความเป็นอาหารหยาบเนื่องจากหาได้ง่ายและราคาถูก แต่มีข้อจำกัดทางโภชนาการที่สำคัญคือ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ต่ำ และมีโครงสร้างลิกโนเซลลูโลสสูง โดย Kusmiati et al. (2024); Mookiah et al. (2020) รายงานว่าทางใบปาล์มน้ำมันมีโปรตีนหยาบต่ำเพียง 2.23–5.33 เปอร์เซ็นต์ และมีผนังเซลล์ (NDF) สูงถึง 69.50–76.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการย่อยได้ ดังนั้น การทำพืชมักจากทางใบปาล์มน้ำมันจึงจำเป็นต้องเติมแหล่งพลังงานที่ย่อยง่ายเพื่อช่วยกระตุ้นกระบวนการหมักกลีเซอรินดิบ (Crude Glycerin) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตราคาถูกที่มีกลีเซอรอลเป็นองค์ประกอบหลัก 80-90 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนกากน้ำตาลเพื่อส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Orrico Junior et al., 2017)

นอกจากการเสริมแหล่งพลังงานแล้ว การควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในพืชมักยังเป็นสิ่งสำคัญ สนทราย (*Baekkea frutescens* L.) เป็นพืชสมุนไพรท้องถิ่นในพื้นที่ชายแดนใต้ที่ยังมีการใช้ประโยชน์น้อย ภายในใบและลำต้นมีน้ำมันหอมระเหย (Essential Oils) ที่ประกอบด้วยสารสำคัญ เช่น α -pinene, β -pinene และ 1,8-cineole (An et al., 2020) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ (Antimicrobial activity) และต้านอนุมูลอิสระ ถึงแม้จะมีการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการหมักในกระเพาะรูเมน แต่ยังไม่ชัดเจนการนำสนทรายมาประยุกต์ใช้เป็นสารเสริมเพื่อปรับปรุงคุณภาพการหมัก (Silage additive) โดยเฉพาะในทางใบปาล์มน้ำมัน

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมสนทรายในทางใบปาล์มน้ำมันพืชมัก ร่วมกับกลีเซอรินดิบ ต่อคุณภาพการหมัก ลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารสัตว์หมักคุณภาพดีจากทรัพยากรท้องถิ่น เพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ และแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเสริมสนทรายในทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบ ต่อลักษณะทางกายภาพ คุณภาพการหมัก และองค์ประกอบทางเคมี

วิธีการวิจัย

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มทดลองที่ 2 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ และเสริมสนทราย 7 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มทดลองที่ 3 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ และเสริมสนทราย 14 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมพืชหมัก

จัดเตรียมทางใบปาล์มน้ำมันสดและสนทราย นำมาสับด้วยเครื่องสับพืชอาหารสัตว์ให้มีขนาด 2-3 เซนติเมตร นำมาผสมคลุกเคล้ากับกลีเซอรินดิบตามอัตราส่วนของแต่ละกลุ่มทดลอง จากนั้นนำบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดหนาพิเศษ ขนาดบรรจุ 1 กิโลกรัม อัดให้แน่นจนไม่มีช่องว่างของอากาศ มัดปิดปากถุงให้สนิท เก็บรักษาในที่ร่มที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาหมัก 21 วัน

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างวัตถุดิบก่อนหมัก (สด) โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันและสนทราย ใส่ถุงพลาสติกปริมาณ 500 กรัม และเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ หลังจากนั้นนำตัวอย่างเข้าเครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้มีขนาดเล็ก โดยบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ถุงซิปลาสติกใส่อากาศออกให้หมดและปิดถุงให้สนิทเพื่อทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (2012) และวิเคราะห์ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Van Soest et al. (1991)

เก็บตัวอย่างพืชหมักแต่ละกลุ่มทดลองที่อายุการหมัก 21 วัน เพื่อวิเคราะห์ความชื้น วัตถุแห้ง เถ้า และโปรตีน ตามวิธีของ Proximate analysis (AOAC, 2012) และวิเคราะห์ผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) ด้วยวิธี Detergent method (Van Soest et al., 1991) วิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ด้วย Gas chromatography ตามวิธีของ Leventini et al. (1990) วิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) ตามวิธีของ Chen et al. (1994) และวัดความเป็นกรดต่าง ด้วย pH meter ตามวิธีของ Bernardes et al. (2019)

เก็บตัวอย่างพืชหมักแต่ละกลุ่มทดลองที่อายุการหมัก 21 วัน เพื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐานของกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547)
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เมื่อพบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95 หรือ $P < 0.05$ (Steel and Torrie, 1980)

ผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพของพืชหมัก

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและเสริมสนทรายที่ระดับ 0 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการหมัก 21 วัน โดยการเปิดดูหมักเพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพด้วยสายตา (Visual observation) และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพพืชหมักของกรมปศุสัตว์ (2547) พบว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักในทุกกลุ่มการทดลองมีลักษณะโดยรวมที่พึงประสงค์ โดยเนื้อพืชหมักมีความนุ่ม ไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง และไม่พบเมือกเยิ้มหรือเชื้อรา (ภาพที่ 1) ในด้านสีและกลิ่นพบว่าพืชหมักทุกกลุ่มมีสีน้ำตาลเข้ม และมีกลิ่นหอมเปรี้ยวอ่อน ๆ คล้ายผลไม้ดอง ซึ่งบ่งชี้ถึงกระบวนการหมักกรดแลคติกที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เมื่อทำการประเมินและจัดระดับคะแนนคุณภาพทางกายภาพ (ตารางที่ 1) พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 (กลุ่มควบคุม) มีคะแนนประเมินรวมเท่ากับ 20 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก กลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 (เสริมสนทราย 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์) มีคะแนนประเมินรวมเท่ากับ 18 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดี



กลุ่มทดลอง 1
(สนทราย 0 เปอร์เซ็นต์)



กลุ่มทดลอง 2
(สนทราย 7 เปอร์เซ็นต์)



กลุ่มทดลอง 3
(สนทราย 14 เปอร์เซ็นต์)

ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและเสริมสนทรายที่ระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 1 การประเมินลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและเสริมสนทรายที่ระดับต่าง ๆ

Treatment	color	smell	texture	pH	Total score	physical appearance
T ₁	dark brown=0	Fragrant and sour like pleasant fermented odor (score = 12)	Tight. The leaves and stems remain intact. (score = 4)	4.41 (score = 4)	20	very good
T ₂	dark brown=0	Fragrant and sour like pleasant fermented odor (score = 12)	Tight. The leaves and stems remain intact. (score = 4)	4.86 (score = 2)	18	good
T ₃	dark brown=0	Fragrant and sour like pleasant fermented odor (score = 12)	Tight. The leaves and stems remain intact. (score = 4)	5.15 (score = 2)	18	good

Note: Total score 20-25 = very good; 15-19 = good; 6-14 = Medium 0-5 = Low; T₁= Oil palm frond Silage 90% with crude glycerin 10%; T₂= Oil palm frond 83% with crude glycerin 10% and *Beackea Frutescens* 7%; T₃= Oil palm frond 76% with crude glycerin 10% and *Beackea Frutescens* 14%

การประเมินคุณภาพของพืชหมักจากปริมาณกรดอินทรีย์

จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและเสริมสนทรายที่ระดับต่าง ๆ เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการหมัก 21 วัน ทำการประเมินระดับคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมปศุสัตว์ (2547) โดยพิจารณาเฉพาะสัดส่วนและปริมาณของกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้น ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก ผลการศึกษาแสดงตารางที่ 2 พบว่า พืชหมักในทุกกลุ่มการทดลองมีคุณภาพการหมักอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยกรดแลคติกเป็นกรดหลักที่พบในปริมาณสูงที่สุดในทุกกลุ่มการทดลอง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.04 – 6.14 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ซึ่งบ่งชี้ว่ากระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์โดยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก กรดบิวทีริก พบในปริมาณที่ต่ำมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.03 – 0.06 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (น้อยกว่าร้อยละ 0.1–0.2) แสดงให้เห็นว่าไม่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่ม *Clostridium spp.* ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย และกรดอะซิติก พบในปริมาณที่เหมาะสม ช่วยส่งเสริมความคงตัวของพืชหมัก

เมื่อนำปริมาณกรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดมาประเมินคะแนนคุณภาพ พบว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง มีคะแนนประเมินเต็ม 100 คะแนน จัดอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมสตรรายที่ระดับ 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพของกรดอินทรีย์ในพืชหมักได้อย่างดีเยี่ยม

ตารางที่ 2 การประเมินคุณภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับสตรรายหมักจากปริมาณกรดแลคติก กรดบิวทริก และกรดอะซิติก หมักที่ 21 วัน

Treatment	Volatile Fatty Acids (% Total acid)						Total score	Quality
	lactic acid	score	acetic acid	score	butyric acid	score		
T ₁	6.04	30	0.28	20	0.06	50	100	very good
T ₂	6.14	30	0.15	20	0.06	50	100	very good
T ₃	6.11	30	0.20	20	0.03	50	100	very good

Note: Total score 0-20 = Low; 21-40 = Fair; 41-60 = moderate; 61-80 = good; 81-100 = very good; T₁= Oil palm frond Silage 90% with crude glycerin 10%; T₂= Oil palm frond 83% with crude glycerin 10% and *Beackea Frutescens* 7%; T₃= Oil palm frond 76% with crude glycerin 10% and *Beackea Frutescens* 14%

องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและสตรรายที่ระดับต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและเสริมสตรรายที่ระดับ 0 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 21 วัน พบว่าค่าวัตถุแห้ง (DM) และโปรตีนหยาบ (CP) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 52.92 56.90 และ 56.28 เปอร์เซ็นต์ และค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 7.93 7.44 และ 7.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณเยื่อใย โดยปริมาณเยื่อใยที่เป็นผนังเซลล์ (NDF) มีค่าลดลงเมื่อมีการเสริมสตรราย (61.74 59.30 และ 59.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $p<0.05$) นอกจากนี้ ปริมาณลิกโนเซลลูโลส (ADF) ยังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยกลุ่มที่เสริมสตรราย 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำที่สุด (38.42 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 3)

คุณภาพการหมัก

ผลการตรวจสอบคุณภาพการหมักของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับสตรรายเมื่อครบ 21 วัน (ตารางที่ 3) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมสตรราย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.41 4.86 และ 5.15 ในกลุ่มที่เสริมสตรราย 0 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ พบว่าการเสริมสตรราย ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทริก โดยค่าเฉลี่ยในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ข้อมูลดังกล่าวบ่งชี้ว่า แม้ค่า pH จะมีการเปลี่ยนแปลง แต่รูปแบบการหมักและกิจกรรมของ

จุลินทรีย์กลุ่มผลิตกรดแลคติกยังคงดำเนินไปอย่างปกติ โดยการตรวจพบปริมาณกรดบิวทีริกในระดับต่ำถือเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญที่ยืนยันว่าพืชหมักในทุกกลุ่มการทดลองมีคุณภาพที่ดีเยี่ยมและปราศจากการเน่าเสีย

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและเสริมสทรายที่ระดับต่าง ๆ

Item	Level of <i>Baeckea Frutescens</i> (%)			SEM	P-value
	0	7	14		
DM (%)	52.92	56.9	56.28	0.987	0.059
CP (%)	7.93	7.44	7.83	0.156	0.146
NFE (%)	50.70 ^b	52.78 ^a	54.10 ^a	0.391	0.003
NDF (%)	61.74 ^a	59.30 ^b	59.58 ^b	0.581	0.047
ADF (%)	41.78 ^a	40.39 ^b	38.42 ^c	0.395	0.003
TDN (%)	56.19 ^b	57.30 ^b	59.03 ^a	0.498	0.019
pH	4.41 ^c	4.86 ^b	5.15 ^a	0.04	0.001
lactic acid (%)	6.04	6.14	6.11	0.225	0.948
acetic acid (%)	0.28	0.15	0.20	0.059	0.362
butyric acid (%)	0.06	0.06	0.03	0.016	0.271

หมายเหตุ : ^{abc} Means within rows with different subscripts differ significantly (p<0.01)

DM = Dry matter, CP = Crude Protein, CF = Crude Fat, NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, NFE = Nitrogen free extract, TDN = Total digestible

อภิปรายผล

ค่า pH ของหญ้าหมักที่เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมสทราย (จาก 4.41 เป็น 4.78 และ 5.15 ในกลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมสทราย 7% และ 14% ตามลำดับ) เป็นผลมาจากฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยในสทราย An et al. (2020) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *B. frutescens* มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ α -pinene (11.1%) β -pinene (19.0%) γ -terpinene (11.7%) และ 1,8-cineole (10.1%) ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก รวมถึงจุลินทรีย์กรดแลคติก (LAB) ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมัก Chen et al. (2023) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชมีกลไกการออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์โดยการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์และยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งส่งผลให้การผลิตกรดแลคติกลดลงและค่า pH สูงขึ้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ Li et al. (2022) ที่รายงานว่า การเสริมกากสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยในหญ้าหมักสามารถเปลี่ยนแปลงประชากรแบคทีเรียและคุณภาพการหมักได้แม้ว่าค่า pH จะสูงขึ้น แต่ปริมาณกรดแลคติกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลอง (6.04-6.14%) ซึ่งเป็นผลจากบทบาทของกลีเซอรินดิบที่เสริมในระดับ 10%

เท่ากันทุกกลุ่ม โดยกลีเซอรินดิบทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงาน (Energy substrate) หรือแหล่งคาร์บอนที่สำคัญให้แก่แบคทีเรียกรดแลคติกเพื่อใช้ในการผลิตกรดแลคติก (Orrico Junior et al., 2017, Cunha et al., 2020; Guo et al. (2022) รายงานว่า LAB โดยเฉพาะ *Lactobacillus plantarum* มีบทบาทสำคัญในการผลิตกรดแลคติกและการลดค่า pH ของหญ้าหมัก โดยการมีแหล่งคาร์บอนที่เพียงพอจะช่วยส่งเสริมกระบวนการหมักแม้อันในสภาวะที่มีการยับยั้งบางส่วนจากสารต้านจุลินทรีย์ Xiong et al. (2022) รายงานว่าการเสริม *L. plantarum* ร่วมกับแหล่งน้ำตาลสามารถเพิ่มปริมาณกรดแลคติกและรักษาโปรตีนหยาบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น กลีเซอรินดิบจึงมีบทบาทสำคัญในการรักษาระดับการผลิตกรดแลคติกในการศึกษา

การลดลงของค่า NDF (จาก 61.74 เป็น 59.30 เปอร์เซ็นต์) และ ADF (จาก 41.78 เป็น 38.42 เปอร์เซ็นต์) ในกลุ่มที่เสริมสนทราย 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลจากการเจือจาง (dilution effect) เป็นหลักเนื่องจากสนทรายมีค่า NDF ประมาณ 45-50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าทางใบปาล์มน้ำมันที่มีค่า NDF 63-79 เปอร์เซ็นต์ (Zahari et al., 2003) เมื่อเสริมสนทรายในระดับ 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้สัดส่วนเยื่อใยโดยรวมของหญ้าหมักลดลงตามสัดส่วนของการผสม กลไกนี้แตกต่างจากการใช้เอนไซม์เซลลูเลสที่สามารถย่อยสลายเยื่อใยได้โดยตรง Santoso et al. (2024) รายงานว่าการเสริมเอนไซม์เซลลูเลสในระดับ 6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สามารถลดค่า NDF และ ADF ของหญ้าหมักทางใบปาล์มน้ำมันได้จากการย่อยสลาย lignocellulose โดยตรง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยไม่มีความสามารถในการสลายพันธะลิกนินหรือเซลลูโลส

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยอาจไม่เพียงพอที่จะส่งผลกระทบต่อประชากรแบคทีเรียกรดแลคติก หรืออาจเป็นไปได้ว่าน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้มีฤทธิ์เฉพาะเจาะจงต่อจุลินทรีย์บางชนิด โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ มากกว่าจะส่งผลกระทบต่อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เป็นประโยชน์ ดังที่ Kim et al. (2016) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถปรับสมดุลประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนโดยยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิดแต่ไม่ส่งผลเสียต่อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์

ปริมาณกรดบิวทีริกที่ต่ำมากในทุกกลุ่มทดลอง (0.03-0.06 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่าการหมักดำเนินไปอย่างเหมาะสมโดยไม่มีการเจริญของ *Clostridium spp.* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดบิวทีริกและทำให้หญ้าหมักเน่าเสีย Wang et al. (2020) รายงานว่ากรดแทนนิกและสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรสามารถลดประชากร *Clostridium spp.* ในหญ้าหมักได้ Mpanza and Mani (2023) รายงานว่าสารสกัดจากพืชสามารถปรับเปลี่ยนประชากรแบคทีเรียในหญ้าหมักข้าวโพดโดยยับยั้ง *Dysgonomonas* และ *Clostridium* ขณะที่ส่งเสริม *Lactobacillus* และ *Weissella* การที่กรดบิวทีริกต่ำในกลุ่มเสริมสนทรายแม้ค่า pH จะสูงขึ้น แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยจากสนทรายอาจมีผลยับยั้ง *Clostridium spp.* ได้ ซึ่งเป็นข้อดีที่ขัดแย้งผลกระทบจากการยับยั้ง LAB บางส่วน แต่ในระดับที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ (7-14%)

โดยสรุป การเสริมสนทรายในการหมักทางใบปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ค่า pH สูงขึ้นจากการยับยั้ง LAB โดยน้ำมันหอมระเหย แต่กลีเซอรินดิบช่วยรักษาระดับการผลิตกรดแลคติกได้ ทำให้คุณภาพการหมักโดยรวมยังอยู่ในเกณฑ์ดี ข้อดีหลักของการเสริมสนทรายคือการลดสัดส่วนเยื่อใยในหญ้าหมักผ่านผลของการเจือจางซึ่งอาจส่งผลดีต่อการย่อยได้ของสัตว์ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีข้อจำกัดที่ยังไม่ได้ศึกษาการย่อยได้ในสัตว์โดยตรง ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการย่อยได้ในหลอดทดลอง (*in vitro* digestibility) และใน

สัตว์ (*in vivo*) รวมถึงผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตสัตว์ เพื่อยืนยันประโยชน์ของการเสริมสนทรายในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สรุป

จากการศึกษาผลของการเสริมสนทรายในทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบ พบว่าการเสริมสนทรายที่ระดับ 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมัก โดยพืชหมักทุกกลุ่มการทดลองยังคงมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากตามมาตรฐานกรมปศุสัตว์ ซึ่งพิจารณาจากปริมาณกรดแลคติกที่สูงและกรดบิวทิริกที่ต่ำมาก แสดงให้เห็นถึงกระบวนการหมักที่สมบูรณ์และปราศจากการเน่าเสีย แม้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างจะมีการปรับตัวสูงขึ้นเล็กน้อยตามระดับของสนทราย สำหรับคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าการเสริมสนทรายที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงสุดในการปรับปรุงคุณภาพ โดยสามารถลดปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ค่าพลังงานและโภชนาการที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้น การผลิตทางใบปาล์มน้ำมันหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จึงแนะนำให้ใช้สูตรการหมักร่วมกับกลีเซอรินดิบและเสริมสนทรายที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในการยกระดับคุณภาพอาหารหยาบ โดยช่วยลดข้อจำกัดเรื่องปริมาณเยื่อใยที่ย่อยยากและเพิ่มแหล่งพลังงานให้แก่สัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับสนทรายที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ในการเลี้ยงสัตว์จริง (*In vivo study*) โดยมุ่งเน้นการประเมินผลต่อการเจริญเติบโต การกินได้ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน อีกทั้งควรมีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสารพิษตกค้างและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds) ในระหว่างกระบวนการหมัก เพื่อวิเคราะห์ผลสืบเนื่องที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพและระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์

รายการอ้างอิง (References)

- กรมปศุสัตว์. (2547). *มาตรฐานพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- An, N. T. G., Huong, L. T., Satyal, P., Tai, T. A., Dai, D. N., Hung, N. H., Ngoc, N. T. B., & Setzer, W. N. (2020). Mosquito larvicidal activity, antimicrobial activity, and chemical compositions of essential oils from four species of Myrtaceae from central Vietnam. *Plants*, 9(4), 544. <https://doi.org/10.3390/plants9040544>
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis* (19th ed.). Association of Official Analytical Chemists.

- Bernardes, T.F., Gervásio, J.R.S., De Moraes, G. & Casagrande, D.R. (2019). Technical note: A comparison of methods to determine pH in silages. *Journal of Dairy Science*. 102(10), 9039 - 9042. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16553>
- Chen, J., Stokes, M.R. & Wallace, C.R. (1994). Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of hay crop and corn silages. *Journal of Dairy Science*. 77(2), 501 - 512. . [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)76978-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)76978-2)
- Chen, L., Li, X., Wang, Y., Guo, Z., Wang, G., & Zhang, Y. (2023). The performance of plant essential oils against lactic acid bacteria and adverse microorganisms in silage production. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1285722. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1285722/full>
- Cunha, S. S., Orrico Junior, M. A. P., Reis, R. A., Reis, S. D. S., Silva, M. S. J., Orrico, A. C. A., & Schwingel, A. W. (2020). Use of crude glycerine and microbial inoculants to improve the fermentation process of Tifton 85 haylages. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 871 – 879. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02082-y>
- Fan, X., Zhao, S., Yang, F., Yang, F., Wang, Y., & Wang, Y. (2021). Effects of lactic acid bacterial inoculants on fermentation quality, bacterial community, and mycotoxins of alfalfa silage under vacuum or nonvacuum treatment. *Microorganisms*, 9(12), 2614. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122614>
- Guo, X., Xu, D., Li, F., Bai, J., & Su, R. (2022). Current approaches on the roles of lactic acid bacteria in crop silage. *Microbial Biotechnology*, 16(1), 67 - 87. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14184>
- Kim, M.J., Jung, U.S., Jeon, S.W., Lee, J.S., Kim, W.S., Lee, S.B., Kim, Y.C., Kim, B.Y., Wang, T. & Lee, H.G. (2016). Improvement of milk fatty acid composition for production of functional milk by dietary phytoncide oil extracted from discarded pine nut cones (*Pinus koraiensis*) in Holstein dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 29, 1734 - 1741. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0281>
- Kusmiati, R., Syaputri, Y., Abun, & Safitri, R. (2024). Pretreatment and fermentation of lignocellulose from oil palm fronds as a potential source of fibre for ruminant feed: a review. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 3(3), 1 - 18. <https://doi.org/10.1002/sae2.70003>

- Leventini, M.W., Hunt, C.W., Roffler, R.E., & Casebolt, D.G. (1990). Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68(12), 4334 - 4344. <https://doi.org/10.2527/1990.68124334x>.
- Li, X., Chen, F., Xu, J., Guo, L., Xiong, Y., Lin, Y., Ni, K., & Yang, F. (2022). Exploring the addition of herbal residues on fermentation quality, bacterial communities, and ruminal greenhouse gas emissions of paper mulberry silage. *Frontiers in Microbiology*, 13, 951335. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.820011>
- Mookiah, S., Wan Mohamed, W.N., Md Noh, A., Ibrahim, N.A., Asraf Fuat, M.A., Ramiah, S., Chung, E.L.T., & Mat Dian, N.L.H. (2020). Treated oil palm frond and its utilization as an improved feedstuff for ruminants-An overview. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20, 0360. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0360>
- Mpanza, T., & Mani, S. (2023). Effects of Vachellia mearnsii tannin extract as an additive on fermentation quality, aerobic stability, and microbial modulation of maize silage. *Microorganisms*, 11(11), 2767. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112767>
- Orrico Junior, M. A. P., Duarte, J. A. V., Crone, C., Neves, F. O., Reis, R. A., Orrico, A. C. A., Schwingel, A. W., & Vilela, D. M. (2017). The use of crude glycerin as an alternative to reduce fermentation losses and enhance the nutritional value of Piatã grass silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(8), 638 - 644. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000800002>
- Santoso, B., Hariadi, B.T., & Lekitoo, M.N. (2024). Fermentation characteristics, in vitro nutrient digestibility, and methane production of oil palm frond-based complete feed silage treated with cellulase. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 12(7), 1394 - 1403. <https://researcherslinks.com/current-issues/Fermentation-Characteristics-In-Vitro-Nutrient/33/1/9592/html>
- Steel, R.G., & Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583 - 3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

- Wang, C., Pian, R., Chen, X., Lv, H., Zhou, W., & Zhang, Q. (2020). Beneficial effects of tannic acid on the quality of bacterial communities present in high-moisture mulberry leaf and stylo silage. *Frontiers in Microbiology*, 11, 586412. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.586412>
- Xiong, H., Zhu, Y., Wen, Z., Liu, G., Guo, Y., & Sun, B. (2022). Effects of cellulase, *Lactobacillus plantarum*, and sucrose on fermentation parameters, chemical composition, and bacterial community of hybrid Pennisetum silage. *Fermentation*, 8 (8), 3 5 6 . <https://doi.org/10.3390/fermentation8080356>
- Zahari, M. W., Hassan, O. A., Wong, H. K., & Liang, J. B. (2003). Utilization of oil palm frond-based diets for beef and dairy production in Malaysia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(4), 625 - 634. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.625>
- Zhang, Q., Li, X., Zhao, M., & Yu, Z. (2020). Lactic acid bacteria strains for enhancing the fermentation quality and aerobic stability of *Leymus chinensis* silage. *Frontiers in Microbiology*, (71)3, 472 - 481. <https://doi.org/10.1111/gfs.12190>