การใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมสำหรับพืชหมักต่อลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก

The use of yogurt as a silage additive on physical characteristics and chemical compositions of napier grass silage

ปณัท สุขสร้อย[1*] และ เจนจิรา นามี[1]
Panut Sooksoi[1*] and Janejira Name[1]

Received: 23 August 2023 ; **Revised**: 19 October 2023 ; **Accepted**: 6 November 2023

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมักที่เสริมด้วยโยเกิร์ต โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 10 ซ้ำ ได้แก่ 1) เสริมกากน้ำตาล 5% (กลุ่มควบคุม) 2) เสริมโยเกิร์ต 2% 3) เสริมโยเกิร์ต 3% และ 4) เสริมโยเกิร์ต 4% ระยะเวลาการหมัก 21 วัน ผลการทดลองพบว่า ลักษณะทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์หมักของกลุ่มที่เสริมโยเกิร์ต 3% มีคะแนนรวมลักษณะทางกายภาพเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 22.81 คะแนน จัดเป็นพืชหมักระดับดีมาก ส่วนกลุ่มอื่น ๆ มีคะแนนรวมลักษณะทางกายภาพระดับดี ซึ่งเป็นระดับที่รองลงมา ด้านองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก ได้แก่ ความชื้น วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ อินทรียวัตถุ เถ้า เยื่อใยผนังเซลล์ และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส ของทุกกลุ่มการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าปริมาณเยื่อใยหยาบของกลุ่มที่เสริมโยเกิร์ตทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล(P<0.05) ดังนั้นการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในระดับ 3% ส่งผลให้หญ้าเนเปียร์หมักมีลักษณะทางกายภาพที่ดีกว่าการเสริมด้วยกากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยหมัก

คำสำคัญ: โยเกิร์ต, สารเสริมช่วยหมัก, หญ้าเนเปียร์หมัก, ลักษณะทางกายภาพ, องค์ประกอบทางเคมี

Abstract

The purpose of this study was to determine the physical characteristics and chemical composition of Napier grass silage inoculated with yogurt. The experimental design was a completely randomized design (CRD), divided into 4 groups with 10 replicates. The treatments were 1) 5% molasses added (control group), 2) 2% yogurt added, 3) 3% yogurt added and 4) 4% yogurt added. The fermentation period was 21 days. The results showed that the physical characteristics of the Napier grass silage with 3% yogurt added had the highest total score (22.81 points). This was classified as a very good silage. The other groups had good total scores for physical characteristics, which were at a secondary level. The chemical compositions (moisture, dry matter, crude protein, organic matter, ash, NDF and ADF) of Napier grass silage were not statistically different among all experimental groups (P>0.05). However, it was found that the crude fiber content of all yogurt-added groups was higher than that of the control group (P<0.05). Therefore, using yogurt as a silage additive at 3% resulted in Napier grass silage having better physical characteristics than using molasses as a silage additive.

Keywords: Yogurt, silage additive, napier grass silage, chemical composition, physical characteristic

---

[1] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี, 13180
[2] Bachelor of Science Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani Province, 13180
* Corresponding author; e-mail address: panut@vru.ac.th

บทนำ

การทำพืชหมักเป็นวิธีการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นวิธีการที่ช่วยเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์ที่มีปริมาณผลผลิตที่สูง มีระยะการเจริญเติบโตรวดเร็ว และคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนที่มีพืชอาหารสัตว์ในปริมาณมาก และสามารถนำมาทำพืชอาหารสัตว์หมักเก็บไว้ใช้ในช่วงที่พืชอาหารสัตว์ขาดแคลนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง ซึ่งในการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ในรูปแบบการหมักนี้มีข้อดีคือ สามารถช่วยในการยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน โดยที่ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชและคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์ที่นำมาหมักไม่มีการเปลี่ยนแปลง (กรมปศุสัตว์, 2560) โดยการผลิตพืชหมักที่มีคุณภาพดีมีปัจจัยหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ชนิดพืชอาหารสัตว์ ขนาดชิ้นส่วนพืชอาหารสัตว์ ความชื้นที่เหมาะสม (65-70%) และต้องมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่าย (water-soluble carbohydrate; WSC) ที่เพียงพอ (มากกว่า 6%) สำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค (lactic acid bacteria) เพื่อให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคนี้เปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่ายให้กลายเป็นกรดแลคติค มีผลทำให้ค่า pH ของพืชหมักลดลง เป็นผลให้การทำงานของจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ รา และแบคทีเรีย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของพืชหมักมีการหยุดทำงานลง ดังนั้นเกษตรกรที่ต้องการทำพืชอาหารสัตว์หมักจึงมักมีการใช้สารเสริมช่วยหมัก ทั้งในรูปแบบของการเสริมแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค เช่น Lactobacillus plantarum และ Lactobacillus buchneri (Kiani *et al*., 2012) และการเสริมแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย เช่น กากน้ำตาล เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก ทำให้กระบวนการหมักเสร็จสิ้นสมบูรณ์ได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถลดการสูญเสียโภชนะของพืชอาหารสัตว์ในระหว่างกระบวนการหมักได้อีกด้วย (นริสรา คงสุข และคณะ, 2563) ซึ่งกรมปศุสัตว์ (2544) ได้แนะนำว่าพืชตระกูลหญ้าทั่วไปควรเสริมกากน้ำตาลในปริมาณ 3-5% โดยในปัจจุบันได้มีการผลิตสารเสริมช่วยหมักทางการค้าเพื่อจำหน่ายตามท้องตลาดในหลายรูปแบบ ซึ่งมีราคาแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์การผลิตสัตว์เศรษฐกิจในปัจจุบันที่ต้นทุนค่าอาหารสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากประเทศไทยยังต้องอาศัยการนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์จากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ (กรมปศุสัตว์, 2566) ดังนั้นการมองหาสารช่วยหมักทางเลือกที่มีราคาถูกและเกษตรกรสามารถจัดหาได้ง่าย จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจที่จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถแข่งขันในด้านต้นทุนการผลิตได้ โดยสารช่วยหมักที่เกษตรกรสามารถจัดหาได้ง่าย มีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด และมีราคาถูก ที่ผู้วิจัยเล็งเห็นคือ โยเกิร์ต ซึ่งมีคุณสมบัติที่มีส่วนประกอบทั้งแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค ได้แก่ Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus (Kiani *et al*., 2012) และแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย ได้แก่ น้ำนม จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าจะมีคุณสมบัติเป็นสารเสริมช่วยหมักที่ดีในการผลิตพืชอาหารสัตว์หมักได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้จึงมีขึ้นเพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมักที่มีการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมัก เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านการผลิตพืชอาหารสัตว์หมักอันจะนำไปสู่การพัฒนาในการผลิตสัตว์ต่อไปในอนาคต

การทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ (Completely Randomized Design, CRD) การทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 10 ซ้ำ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์หมักเสริมกากน้ำตาล 5% (กลุ่มควบคุม), หญ้าเนเปียร์หมักเสริมโยเกิร์ต 2%, หญ้าเนเปียร์หมักเสริมโยเกิร์ต 3% และหญ้าเนเปียร์หมักเสริมโยเกิร์ต 4% โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่าง และการหมักหญ้าเนเปียร์

1.1 นำหญ้าเนเปียร์อายุ 45 วัน ตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ (2545) ทำการตัดชิดดิน มาสับเป็นชิ้น ๆ ด้วยเครื่องสับหญ้าให้ได้ขนาดความยาวประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร ตัวอย่างละ 20 กิโลกรัม

1.2 เตรียมถุงดำหนา ซ้อนกันสองชั้น

1.3 นำหญ้าเนเปียร์สับมาทำการบรรจุลงในถุง ๆ ละ 20 กิโลกรัม และคลุกเคล้าสารเสริมช่วยหมักที่เตรียมไว้ให้เข้ากันดี ตามสูตรที่เตรียมไว้มี 4 กลุ่มการทดลอง ได้แก่

กลุ่มที่ 1 หญ้าเนเปียร์ 20 กิโลกรัม เสริมกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม (5%)

กลุ่มที่ 2 หญ้าเนเปียร์ 20 กิโลกรัม เสริมโยเกิร์ต 400 กรัม (2%)

กลุ่มที่ 3 หญ้าเนเปียร์ 20 กิโลกรัม เสริมโยเกิร์ต 600 กรัม (3%)

กลุ่มที่ 4 หญ้าเนเปียร์ 20 กิโลกรัม เสริมโยเกิร์ต 800 กรัม (4%)

โดยโยเกิร์ตที่ใช้ในการทดลองเป็นโยเกิร์ตทางการค้า ซึ่งสามารถจัดหาได้ตามร้านสะดวกซื้อ โดยมีส่วนประกอบดังนี้ น้ำนมโค 85% นมผงขาดมันเนย 1.6% และโปรตีนนมเข้มข้น 0.09% ผลิตโดยใช้เชื้อแบคทีเรีย Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus

1.5 หลังจากทำการบรรจุหญ้าเนเปียร์หมักที่คลุกเคล้ากับสารเสริมช่วยหมักครบทุกสูตรที่กำหนดไว้แล้ว ทำการดูดอากาศที่เหลืออยู่ในถุงออกโดยใช้เครื่องดูดอากาศ เพื่อให้มี

สภาพไร้ออกซิเจน แล้วมัดปากถุงให้แน่น นำไปเก็บที่ร่ม หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 21 วัน

1.6 ทำการสุ่มตัวอย่างหญ้าเนเปียร์หมักจากทุกถุง ๆ ละ 4 จุด คือ ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่างของถุงหมัก เพื่อนำไปประเมินลักษณะทางกายภาพ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

2. การประเมินลักษณะทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์หมัก

นำหญ้าเนเปียร์หมักที่ทำการเก็บรวบรวมมาทำการประเมินลักษณะทางกายภาพตามวิธีการของ กรมปศุสัตว์ (2547) ดัง Table 1 ได้แก่ กลิ่น ถ้าหญ้าหมักมีหอมคล้ายกลิ่น ผลไม้ดอง หรือน้ำส้มสายชู (12 คะแนน) ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย (8 คะแนน) มีกลิ่นฉุนมาก และเหม็นเล็กน้อย (4 คะแนน) และ เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา (0 คะแนน) ด้านเนื้อพืชหมัก ถ้าหญ้าหมักมีเนื้อพืชหมัก แน่นมีส่วนใบและ ลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (4 คะแนน) แน่น ส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีเจือปน (2 คะแนน) แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยมาก มีสิ่งเจือปน (1 คะแนน) และเป็นเมือก และสกปรกมาก (0 คะแนน) ด้านสี สีเหลืองอมเขียว หรือสีกากี (3 คะแนน) สีเขียวอมเหลือง หรือสีเขียวเข้ม (2 คะแนน) สีน้ำตาลทอง (1 คะแนน) และสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ (0 คะแนน) ด้าน pH ถ้า 3.5-4.2 (6 คะแนน) 4.4-4.7 (4 คะแนน) 4.7-5.1 (2 คะแนน) >5.1 (0 คะแนน) เมื่อคะแนนรวม 20-25 = ดีมาก, 15-19 = ดี, 6-14 = ปานกลาง และ 0-5 = ต่ำ ให้คะแนนตัดสินโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ดำเนินการตามวิธีการของ Bal *et al*., (1997) โดยนำตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ที่หมักไว้ตามกลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 100 กรัม นำไปปั่นในโถปั่น (blender jar) ให้ละเอียด แล้วนำไปวัดความค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (pH meter model UB-5, Denver Instrument, Germany)

Table 1 Assessment of physical characteristics of silage

physical characteristics	
Smell	- mild, pleasantly acidic, pickled fruit or sour vinegar smell (12 point) - not mild, slight odor rancid (8 point) - odor rancid and slight putrid aroma (4 point) - musty or mouldy aroma (0 point)
Texture	- firm, material not easily rubbed from fibre (4 point) - firm, with softer material can be separated from fibre, slight slimy (2 point) - firm, soft tissues easily rubbed from fibre (1 point) - slimy and grimy (0 point)
Color	- light green-yellow or green brown (3 point) - yellowish green or brown green (2 point) - brown (1 point) - brown to black (0 point)
pH	- 3.5-4.2 (6 point) - 4.4-4.7 (4 point) - 4.7-5.1 (2 point) - >5.1 (0 point)
Total score	- 20-25 = very good quality - 15-19 = good quality - 6-14 = moderate quality - 0-5 = low quality

Note. From Silage standards (1th ed.) by, Department of Livestock Development, 2004, Printing House of the Agricultural Cooperatives Association of Thailand, Copyright ©2004 Department of Livestock Development.

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักโดยนำหญ้าเนเปียร์หมักแต่ละกลุ่มการทดลองมาอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน เมื่อตัวอย่างแห้งนำมาชั่งน้ำหนักแล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Proximate analysis ตามวิธีการของ AOAC (1996) ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter) โปรตีนหยาบ (crude protein) เถ้า (ash) และเยื่อใยหยาบ (crude fiber) และวิธี Detergent method ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) ได้แก่ เยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส (ADF)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลของตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 26.0

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ลักษณะทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์หมัก

การประเมินคุณภาพทางกายภาพของพืชหมักด้านกลิ่นของหญ้าเนเปียร์หมักของทุกกลุ่มการทดลองภายหลังจากการหมักเป็นเวลา 21 วัน เมื่อทำการเปิดถุงหมัก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีลักษณะกลิ่นหอมคล้ายผลไม้ดองหรือน้ำส้มสายชู ซึ่งกลิ่นดังกล่าวเป็นกลิ่นที่ดีของพืชอาหารสัตว์หมัก แต่กลุ่มที่ใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมัก 3% มีระดับคะแนนการประเมินคุณภาพทางกายภาพของพืชหมักด้านกลิ่นสูงที่สุด (12 คะแนน) ด้านเนื้อสัมผัสของหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมัก 3% มีการยุบตัวลงเล็กน้อย แต่ยังคงมีลักษณะแน่น ส่วนใบ และลำต้นยังคงเป็นสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปนส่วนกลุ่มที่เหลือ ได้แก่กลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 5% เสริมโยเกิร์ต 2% และเสริมโยเกิร์ต 4% มีการยุบตัวลงเล็กน้อย มีลักษณะแน่น ส่วนลำต้นเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย ลื่นเป็นเมือก ซึ่งเป็นลักษณะดังกล่าวเป็นคุณภาพที่รองลงมา ด้านลักษณะสีของพืชหมักทั้ง 4 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยลักษณะของหญ้าเนเปียร์หมักของกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 5% จะมีลักษณะสีน้ำตาลทอง มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.00 จัดเป็นลักษณะของสีพืชอาหารหมักที่ไม่ดี ในขณะที่กลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 3% และ 4% มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว หรือสีกากี คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.66 และ 3.00 ตามลำดับ จัดเป็นลักษณะของสีที่ดีของพืชหมัก ส่วนลักษณะสีของหญ้าเนเปียร์หมักของกลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 2% จะมีลักษณะสีเขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะสีดังกล่าวจัดเป็นคุณภาพที่รองลงมา ด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของการใช้สารเสริมช่วยหมักในหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 4 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยหญ้าเนเปียร์หมักของกลุ่มที่เสริมด้วยกากน้ำตาล 5% มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.72 บ่งบอกได้ว่าเป็นระดับความเป็นกรด-ด่างที่ดีของพืชอาหารหมัก ส่วนกลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 2% โยเกิร์ต 3% และโยเกิร์ต 4% มีค่าเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 3.81 และ 3.91 (ตามลำดับ) สูงกว่าหญ้าเนเปียร์หมักกลุ่มที่เสริมด้วยกากน้ำตาล 5% แต่ก็ยังเป็นระดับความเป็นกรด-ด่างที่ดีที่สุดของพืชอาหารหมักเช่นเดียวกัน ด้านคะแนนรวมของลักษณะทางกายภาพของพืชหมักของทุกกลุ่มการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 3% มีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 22.81 จัดเป็นคะแนนรวมของลักษณะทางกายภาพของพืชหมักระดับดีมาก ในขณะที่ กลุ่มที่เสริมด้วยกากน้ำตาล 5% กลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 2% และกลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 4% มีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 16.05 19.88 และ 19.25 จัดเป็นคะแนนรวมลักษณะทางกายภาพของพืชหมักระดับดี ซึ่งเป็นระดับที่รองลงมา (Table 2)

Table 2 Physical characteristics of Napier grass silage

Physical characteristics	molasses 5%	yogurt 2%	yogurt 3%	yogurt 4%	P-Value	%CV
Smell	8.00	10.66	12.00	9.33	0.33	25.82
Texture	3.33	3.33	4.00	3.33	0.80	28.57
Color	1.00^{a}	2.00^{b}	2.66^{c}	3.00^{c}	0.00	13.27
pH	3.72^{a}	3.88^{bc}	3.81^{b}	3.91^{c}	0.00	1.17
Total score	**16.05**	**19.88**	**22.81**	**19.25**	**0.23**	**18.62**

$^{a-c}$ Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

ผลจากการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักต่อลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ กลิ่น เนื้อสัมผัส สี และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของหญ้าเนเปียร์หมัก พบว่าลักษณะทางกายภาพด้านของกลิ่นของทุกกลุ่มการทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานของ Kiani *et al*., (2012) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในการทำข้าวโพดหมัก โดยใช้โยเกิร์ตในปริมาณ 5% เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้สารเสริมช่วยหมัก ทำการประเมินลักษณะทางกายภาพด้านกลิ่น ตามวิธีการของ Nikpourtehrani *et al*., (1987) พบว่ากลุ่มที่ใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักมีระดับคะแนนประเมินลักษณะทางกายภาพด้านกลิ่นเฉลี่ยเท่ากับ 12.8 ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้สารเสริมช่วยหมักมีระดับคะแนนประเมินลักษณะทางกายภาพด้านกลิ่นเฉลี่ยเท่ากับ 12.7 จากระดับคะแนนประเมินเต็ม 14 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งระดับคะแนนประเมินดังกล่าวเป็นลักษณะของกลิ่นคล้ายกลิ่นผลไม้ดอง บ่งบอกถึงลักษณะทางกายภาพด้านกลิ่นที่ดีของพืชหมัก ในส่วนของลักษณะทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยหญ้าเนเปียร์หมักในทุกกลุ่มการทดลองมีลักษณะส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของพืชหมักตามเกณฑ์การประเมินจากสำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kiani *et al*., (2012) ที่พบว่าการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในการทำข้าวโพดหมักไม่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้สารเสริมช่วยหมัก โดยมีระดับคะแนนประเมินลักษณะทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 และ 3.1 ตามลำดับ จากระดับคะแนนประเมินเต็ม 4 ในส่วนของลักษณะทางกายภาพด้านสี พบว่ากลุ่มที่ใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักมีลักษณะทางกายภาพด้านสีในลักษณะของสีเหลืองอมเขียวหรือสีกากี ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของสีที่ดีที่สุดของพืชหมักตามเกณฑ์การประเมินจากสำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยหมัก โดยมีระดับคะแนนประเมินลักษณะทางกายภาพด้านสีเฉลี่ยต่ำที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีลักษณะทางกายภาพด้านสีเป็นสีเขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม ซึ่งอยู่ในระดับที่รองลงมา ในส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.72-3.91 ซึ่งเป็นค่าระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของพืชหมักที่ดีที่สุดตามเกณฑ์การประเมินจากสำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) ที่กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไว้ที่ 3.5-4.2 สอดคล้องกับรายงานของ Paulus *et al*., (2020) ที่ได้กำหนดระดับคุณภาพพืชหมักจากค่าระดับความเป็นกรด-ด่างไว้ดังนี้ ค่า pH ระดับ 3.0-4.2 อยู่ในระดับดีมาก ค่า pH ระดับ 4.2-4.5 อยู่ในระดับดี และ ค่า pH ระดับ 4.5-4.8 อยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับข้อมูลสนับสนุนจาก Sibel *et al*., (2022) ได้ทำการศึกษาการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในการทำข้าวโพดหมัก โดยใช้โยเกิร์ตในปริมาณ 2%, 4%, 6% 8% และ 10% เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้สารเสริมช่วยหมัก พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยที่ 3.51-3.63 ซึ่งเป็นค่าระดับที่ดีที่สุดของพืชหมักเช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับรายงานจากบุญส่ง และคณะ (2555) ที่ได้ทำการศึกษาคุณภาพการหมักของหญ้าเนเปียร์ยักษ์หมัก โดยใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยหมักในปริมาณ 6% ที่ระยะเวลาในการหมัก 1 เดือนพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยเท่ากับ 3.96 ซึ่งเป็นค่าระดับที่ดีที่สุดของพืชหมักเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ผลจากการทดลองยังพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) จะสูงขึ้นตามปริมาณการเสริมโยเกิร์ต (P<0.05) เนื่องจากโยเกิร์ตมีส่วนประกอบทั้งแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค ได้แก่ Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus และแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย ได้แก่ น้ำนม ซึ่งช่วยเร่งปฏิกิริยาการหมักทำให้ค่า pH ลดลงได้เร็ว ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์หยุดลงก่อนอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กลุ่มที่เสริมกากน้ำตาลเพียงอย่างเดียวไม่มีการเสริมแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคค่า pH จะลดลงช้ากว่า จึงอาจเป็นผลให้มีค่า pH ที่ต่ำกว่า สอดคล้องกับรายงานของปฏิภาณ และเสาวลักษณ์ (2562) ที่ได้ศึกษาผลของการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก ต่อคุณค่าทางโภชนะของเปลือกและซังข้าวโพดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ระยะหมัก 28 วัน พบว่ากลุ่มที่เสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกมีค่า pH สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) มีค่าเท่ากับ 4.44 และ 4.27 ตามลำดับ และในขณะเดียวกันกลุ่มที่เสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกมีปริมาณค่าเฉลี่ยกรดแลคติกสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) มีค่าเท่ากับ 3.74 และ 2.88% ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ ซึ่งบ่งชี้ว่าในกระบวนการหมักแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกสามารถผลิตกรดแลคติกได้ในปริมาณมากกว่าและรวดเร็วกว่าจึงส่งผลให้ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์หยุดลงก่อนอย่างรวดเร็ว

2. องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก

องค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักของทุกกลุ่มการทดลองภายหลังจากการหมักเป็นเวลา 21 วัน เมื่อทำการเปิดถุงหมัก พบว่าปริมาณความชื้น (Moisture) วัตถุแห้ง (DM) อินทรียวัตถุ (OM) เถ้า (Ash) และโปรตีนหยาบ (CP) ของหญ้าเนเปียร์หมักไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ด้านปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF) พบว่ากลุ่มของหญ้าเนเปียร์หมัก

ที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 2% กลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 3% และกลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ต 4% มีปริมาณเยื่อใยหยาบเฉลี่ยเท่ากับ 40.09% 40.05% และ 39.90% ตามลำดับ สูงกว่ากลุ่มเสริมด้วยกากน้ำตาล 5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ที่มีปริมาณเยื่อใยหยาบเฉลี่ยเท่ากับ 36.27% ในขณะที่ปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส (ADF) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มทดลอง (Table 3)

Table 3 Chemical compositions of Napier grass silage (%DM basis)

Chemical compositions	molasses 5%	yogurt 2%	yogurt 3%	yogurt 4%	P-Value	%CV
Moisture	83.20	84.20	84.04	85.26	0.25	1.34
DM	16.80	15.80	15.96	14.74	0.07	7.14
OM	88.70	87.84	88.42	86.36	0.08	1.15
Ash	11.30	12.16	11.58	13.64	0.08	8.28
CF	36.27[a]	40.09[b]	40.05[b]	39.90[b]	0.04	4.09
CP	6.07	6.26	6.17	6.93	0.25	5.67
NDF	66.48	68.03	68.29	68.41	0.06	0.92
ADF	37.96	39.30	38.49	39.04	0.29	1.58

[a-c] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

ผลจากการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมัก พบว่าปริมาณความชื้นและวัตถุแห้งของทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับรายงานของ Kiani *et al*., (2012) ที่พบว่าการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในการทำข้าวโพดหมักไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น และวัตถุแห้ง (P>0.05) แต่การเสริมโยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในการศึกษาครั้งนี้ส่งผลให้ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (P=0.25) โดยกลุ่มที่ใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยหมักมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 83.20% ในขณะที่กลุ่มที่ใช้โยเกิร์ต 4% เป็นสารเสริมช่วยหมักปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 85.26% ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเสริมโยเกิร์ตที่มีเชื้อแบคทีเรีย Lactobacillus bulgaricus และStreptococcus thermophilus มีส่วนให้เกิดกระบวนการย่อยสลายขึ้นในกระบวนการหมัก จึงมีการผลิตน้ำออกมามากขึ้น (Basso, 2013) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนรวมเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของการเสริมโยเกิร์ต ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sibel *et al*., (2022) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในการทำข้าวโพดหมัก โดยใช้โยเกิร์ตในปริมาณ 2%, 4%, 6% 8% และ 10% พบว่ามีปริมาณโปรตีนหยาบเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมโยเกิร์ตเช่นเดียวกัน (7.93%, 7.97%, 8.16% 8.22% และ 8.68% ตามลำดับ) เช่นเดียวกับรายงานของ Kiani *et al*., (2012) ที่พบว่าปริมาณโปรตีนหยาบเฉลี่ยของข้าวโพดหมักจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมัก ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคในโยเกิร์ตสามารถผลิตกรดแลคติกในปริมาณมากและรวดเร็วทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็วจนส่งผลไปยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่ม proteolytic และหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนลง ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะไม่สามารถทำงานได้ในสภาวะที่มีความเป็นกรด (pH 3.8-4.5) (Sharp *et al*., 1994) ดังนั้นเมื่อเสริมโยเกิร์ตจึงส่งผลให้ปริมาณโปรตีนหยาบในหญ้าหมักมีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย ในส่วนปริมาณเยื่อใยหยาบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ตมีปริมาณเยื่อใยหยาบสูงกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยกากน้ำตาล นอกจากนี้เยื่อใยผนังเซลล์ และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลสของกลุ่มที่เสริมด้วยโยเกิร์ตก็มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน (P>0.05) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากจุลินทรีย์จากโยเกิร์ตที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นในระหว่างการหมัก มีการหลั่งเอนไซม์ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water-soluble carbohydrate; WSC) ซึ่งเป็นส่วนที่ย่อยได้ง่ายของหญ้าเนเปียร์ เพื่อผลิตเป็นกรดแลคติคส่งผลให้สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้างที่เป็นส่วนของเยื่อใยรวม เยื่อใยผนังเซลล์ และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Irsyammawati *et al*., (2020) ได้รายงานว่าการใช้จุลินทรีย์ Lactobacillus plantarum เป็นสารเสริมในการทำหญ้าเนเปียร์แคระหมัก พบว่าเยื่อใยหยาบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เมื่อมีการเสริมจุลินทรีย์ Lactobacillus plantarum ในระดับ 0%, 0.3%, 0.6% และ 0.9% โดยพบว่าปริมาณ

เยื่อใยหยาบมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเสริม Lactobacillus plantarum ในระดับ 0.6% (ปริมาณเยื่อใยหยาบเฉลี่ยเท่ากับ 23.94%)

สรุปผลการทดลอง

การใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักหญ้าเนเปียร์ส่งผลให้มีลักษณะทางกายภาพดีกว่าการใช้กากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยหมัก ซึ่งระดับของปริมาณการเสริมโยเกิร์ตที่เหมาะสมต่อลักษณะทางกายภาพสำหรับหญ้าเนเปียร์หมักคือระดับ 3% โดยมีผลให้กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ดี และมีความเป็นกรด-ด่างในระดับที่เหมาะสม และมีคะแนนประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชหมักรวมเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 22.81 จัดเป็นคะแนนคุณภาพทางกายภาพของพืชหมักระดับดีมาก นอกจากนี้การใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักยังมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมักใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณความชื้น วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ อินทรียวัตถุ เถ้า เยื่อใยผนังเซลล์ และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าปริมาณเยื่อใยหยาบของกลุ่มที่เสริมโยเกิร์ตทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล (P<0.05) ดังนั้นการใช้โยเกิร์ตเป็นสารเสริมช่วยหมักในระดับ 3% ส่งผลให้หญ้าเนเปียร์หมักมีลักษณะทางกายภาพที่ดีกว่าการเสริมด้วยกากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยหมัก สามารถนำมาใช้เป็นสารเสริมในพืชหมักได้ ทำให้กระบวนการหมักเป็นไปโดยสมบูรณ์ และมีคุณภาพในระดับที่ดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. (2544). *หญ้าหมัก* (พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมปศุสัตว์. (2545). *หญ้าเนเปียร์* (พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมปศุสัตว์. (2547). *มาตรฐานพืชอาหารหมัก, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์* (พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมปศุสัตว์. (2560). *หญ้าหมัก*. URL: https://secretary.dld.go.th/webnew/index.php/th/news-menu/dld-editorial-menu/2703-6-2560. 1 พฤษภาคม.

กรมปศุสัตว์. (2566). *ข้อมูลสถิติ นำเข้า-ส่งออกอาหารสัตว์*. https://data.go.th/ dataset/item_de26c80b-0571-4721-8a82-aeed70919906. 1 มีนาคม.

นริศรา คงสุข, ศิวัช สังข์ศรีทวงษ์, เวทชัย เปล่งวิทยา, กิตติมา กองทอง และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ. (2563). ผลของการเสริมLactobacillus plantarum BCC 65951 ต่อคุณภาพการหมักของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก โดยวิธีวัดแก๊สในห้องปฏิบัติการและการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน. *วารสารเกษตร, 36*(1), 145-153.

บุญส่ง เลิศรัตนพงค์, วิทยา สุมามาลย์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย, และรำไพร นามสีลี. (2555). *การศึกษาคุณภาพของพืชหมักในถุงพลาสติกดำที่อายุการเก็บรักษาต่าง ๆ. ใน, รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2555*. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปฏิภาณ หน่อแก้ว และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ. (2562). ผลของการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก ต่อคุณค่าทางโภชนะของเปลือก ซังข้าวโพดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ระยะการหมักต่างๆ. *วารสารแก่นเกษตร, 47*(ฉบับพิเศษ 2), 747-752.

AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of AOAC*. (17th ed). Association of Official Analytical Chemists.

Bal, M.A., J.G. Coors., & Shaver, R.D. (1997). Impact of the maturity of corn for use as silage of dairy cows on intake, digestion and milk production. *Journal of Dairy Science, 80*(18), 2497-2503.

Basso, F. C. (2013). *Corn silage inoculated with microbial additives*. [Thesis, Universidade Estadual Paulista] Campus de Jaboticabal.

Goering, H. K., & Van Soest, P. J. (1970). *Forage Fiber analysis* (*Apparatus Reagents, Procedures and Some Applications*). Department of Agriculture.

Irsyammawati, A., Mashudi., & Ndaru, P. H. (2020). The Effect of Lactobacillus plantarum Addition and Fermentation Periods on Nutritive Value Dwarf Elephant Grass (Pennisetum purpureum cv Mott) Silage. *The 4th Animal Production International Seminar*. 24-27 October 2019. Malang, Indonesia.

Kiani, A., Fallah, R., & Azarfar, A. (2012). Effect of adding sour yoghurt and dough as bacterial inoculant on quality of corn silage. *African Journal of Biotechnolog, 11*(50), 11092-11095.

Nikpourtehrani, K., Movahedi, A. H., Shamma, M., & Saedi, H. (1987). *Animal and poultry feed and their conservation methods*. Tehran University. Press.

Paulus, K. T., Gerson, F. B. & Hendrik, T. (2020). Physical characteristics analysis of complete silage made of sorghum forage, king grass and natural grass. *Earth and Environmental Science, 465*, 1-6.

Sharp, R. P., Hooper, G. & Armstrong, D. G. (1994). The digestion of grass silages produced using inoculants of lactic acid bacteria. *Grass Forage Science, 49*, 42-53.

Sibel, S. O., Kadir, E., & Onder, C. (2022). Effects of Sour Yogurt as an Alternative Additive in Second Crop Corn Silage. *Fermentation, 8*, 494-508.