

ผลของการหมักอาหารครบส่วนสำเร็จรูปต่อองค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพการหมัก

Effect of Ensiling a Total Mixed Ration on Chemical Composition and Fermentation Quality

สายัณห์ สิบผาง^{1*} วิมลศิริ สีหะวงษ์¹ และ ชัยประเสริฐ บุญเสริม²

Sayan Subepang^{1*}, Wimon Siri Sehawong¹, and Chaiprasert Bunsoem²

บทคัดย่อ

แนวทางการใช้ผลพลอยได้จากการเกษตรที่มีความชื้นสูงร่วมกับเทคโนโลยีการหมักจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพอาหารสัตว์ งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลขององค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพอาหารหมักผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของอาหารหมักที่ประกอบด้วยวัตถุดิบที่ต่างกัน วางแผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomize design; CRD) ปัจจัยทดลองคือ หญ้าเนเปียร์หมัก (กลุ่มควบคุม) อาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป-หญ้าเนเปียร์ และอาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป-ฟางข้าว โดยบรรจุในกระสอบพลาสติกในสภาพไร้อากาศ (25 กิโลกรัม/กระสอบ) กระสอบจะถูกเปิดภายหลังหมัก 0, 7, 21 และ 60 วัน จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าวัตถุแห้งและค่าโปรตีนมีค่าอยู่ในช่วง 35.34-42.50 และ 11.62-11.98 ตามลำดับ ค่าวัตถุแห้งของหญ้าหมัก มีค่าน้อยกว่าอาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป ($P<0.001$) ในขณะที่ค่าโปรตีนของอาหารทดลองไม่มีค่าความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าความเป็นกรดต่างของอาหารทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.001$) โดยค่าความเป็นกรดต่างมีค่าต่ำที่สุดเมื่ออาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูปและหญ้าหมัก หมักนาน 7 และ 21 วัน ตามลำดับ หญ้าหมักมีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่าอาหารหมักครบส่วนสำเร็จรูป หญ้าหมักมีค่าคะแนนคุณภาพการหมักต่ำกว่าอาหารหมักครบส่วนสำเร็จรูปทั้ง 2 สูตร ในขณะที่อาหารหมักครบส่วนสำเร็จรูปทั้ง 2 สูตร มีค่าคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามคุณภาพของอาหารหมักทั้ง 3 สูตรอยู่ในเกณฑ์ดี-ดีมาก งานทดลองครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าหญ้าหมักและอาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูปควรถูกเปิดใช้งานหลังหมักแล้ว 21 และ 7 วัน ตามลำดับ เทคโนโลยีการหมักสามารถถนอมอาหารสัตว์ในถุงพลาสติกขนาดบรรจุ 25 กิโลกรัม ได้ยาวนาน 60 วัน

คำสำคัญ: หญ้าหมัก อาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป การรับรู้ทางประสาทสัมผัส คุณภาพการหมัก โคเนื้อ

¹ สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ 33000

² กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนตูมพิทยานุสรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาศรีสะเกษ ยโสธร อ.ปรางค์กู่ จ.ศรีสะเกษ 33170

¹ Agricultural Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University, Muang, Sisaket 33000

² Science Department, Toomphittayanusorn School, The Secondary Educational Service Area Office Sisaket Yasothorn, Prang Ku, Sisaket 33170

*Corresponding author: sayanneng@gmail.com

Abstract

The approach of using high-moisture agricultural by-products with ensiling technology will improve feed efficiency. This research aimed to assess the impact of ensiling on chemical composition and sensory characteristics of silage quality with different ingredients. The experimental design was a completely randomized design (CRD). The treatments were Napier grass silage as control, fermented total mixed ration with Napier grass (FTMR - Napier grass) and fermented total mixed ration with rice straw (FTMR - rice straw), all of which were packed in plastic bags (25 kilogram) under ensilage condition. The bags were opened after 0, 7, 21 and 60 days in ensiling. The result showed that the content of dry matter and crude protein ranged 35.34-42.50 and 11.62-11.98, respectively. The silage had lower dry matter than the fermented total mixed ration, whereas there was no significant difference ($P>0.05$) in the content of crude protein. There was a significant difference ($P<0.001$) in pH value among experimental diet. The lowest pH value of fermented total mixed ration and Napier grass silage were obtained after 7 and 21 days of ensiling, respectively. In addition, Napier grass silage had higher pH value than fermented total mixed ration ($P<0.001$). The Napier grass had lower ensiling quality score than FTMR ($P<0.001$). By contrast, the score was not statistically different between FTMR - Napier grass and FTMR - rice straw. However, all experimental diets were in good and very good range of ensilage. These results indicate that Napier grass silage and fermented total mixed ration should be used after 21 and 7 days of ensiling, respectively. The fermentation technology could preserve feed in plastic bags (25 kilograms) for 60 days.

Keywords: grass silage, fermented total mixed ration, sensory characteristics, fermentation quality, beef cattle

คำนำ

ปัญหาหลักของการผลิตโคเนื้อทั่วไปในประเทศไทยคืออาหารสัตว์มีราคาแพง แนวทางใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรที่มีความชื้นสูง ซึ่งมีปริมาณมากและราคาถูกร่วมกับเทคโนโลยีการหมัก จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพอาหารและสร้างกำไรให้กับผู้เลี้ยงสัตว์ (Martinez et al., 2012) อาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป (fermented total mixed ration, FTMR) เป็นรูปแบบการหมักร่วมกันระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้น ซึ่งข้อดีของการผลิตและจัดการให้รูปแบบอาหาร FTMR มีหลายด้าน เช่น ช่วยลดฝุ่น อาหารมีความนุ่ม เพิ่มความน่ากิน เพิ่มการย่อยได้ของวัตถุดิบ เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Bueno et al., 2020) แนวทางการใช้เทคโนโลยีการหมักควบคุมคุณภาพอาหารที่มีความชื้นสูงซึ่งเสี่ยงต่อการเน่าเสียง่าย ใช้หลักการสร้างสภาวะที่เป็นกรดในอาหารหมักในสภาพไร้อากาศ เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ซึ่งคุณภาพอาหารหมักที่ดีเบื้องต้นนั้นควรมีค่าความชื้นที่เหมาะสมประมาณร้อยละ 40-70 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ควรอยู่ในช่วง 3.8-4.0 (McDonald, 2011) ดังนั้นการควบคุมปัจจัยการผลิตอาหารหมักจึงสำคัญมากต่อการผลิตอาหารหมักที่มีคุณภาพ ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อรายย่อยในจังหวัดศรีสะเกษเริ่มใช้หญ้าหมักและอาหาร FTMR สำหรับเลี้ยงโคเนื้อตามนโยบายการส่งเสริมของกรมปศุสัตว์ อาหารหมักส่วนใหญ่จะถูกบรรจุในถุงน้ำหนักประมาณ 25-30 กิโลกรัม เนื่องจากเป็นรูปแบบที่สะดวกสำหรับใช้งานในฟาร์ม (Bretschneider et al., 2015) อย่างไรก็ตามการผลิตอาหาร FTMR ยังคงค่อนข้างมีข้อจำกัดการใช้เครื่องผสมสำหรับเกษตรกรรายย่อย การเรียนรู้การผลิตและการเปลี่ยนแปลงสภาพอาหารในระยะการหมักจะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อมีความเข้าใจและใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นศึกษาการผลิตอาหาร FTMR ต่อองค์ประกอบทางเคมี คุณภาพการหมักทางเคมี และทางกายภาพที่ระยะเวลาการหมักแตกต่างกันไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินงานร่วมกับกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อบ้านแสนแก้ว อำเภอบางแก้ว จังหวัดศรีสะเกษ อาหารทดลองเป็นหญ้าหมักเนเปียร์ปากช่อง 1 และอาหาร FTMR ที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน (หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หรือฟางข้าว) กำหนดคุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลองที่ระดับโปรตีนร้อยละ 12 ตามค่าความต้องการโภชนาสำหรับโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมบราห์มันน้ำหนัก 250 กิโลกรัมอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.8 กิโลกรัมต่อวัน (WTSR, 2010)

แผนการทดลอง

ใช้แผนงานทดลองแบบ Completely randomize design (CRD) 4 ซ้ำ ปัจจัยทดลองเป็น หญ้าเนเปียร์หมัก (Napier grass Silage, SL) อาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป-หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก (FTMR-Napier grass) และอาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป-ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก (FTMR – Rice straw) หน่วยทดลองเป็นอาหารหมัก (ระยะวันหมัก 0, 7, 21 และ 60 วัน) บรรจุในถุงน้ำหนัก 25 กิโลกรัม รวมหน่วยทดลองทั้งสิ้น 48 ถุง

การผลิตอาหารทดลอง

อาหารทดลองมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ เตรียมวัตถุดิบที่ทาง่ายใช้ในท้องถิ่น ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ฟางข้าว รำอ่อน มันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง กากปาล์มน้ำมัน กากถั่วเหลือง ไวตามิน และแร่ธาตุ สับหญ้าและฟางให้ได้ขนาด 3-5 เซนติเมตร ด้วยเครื่องสับดัดแปลง ซึ่งวัตถุดิบด้วยเครื่องซังดิจิทัล (ทศนิยม 1 ตำแหน่ง) ตามสัดส่วนที่กำหนด (Table 1) ผสมวัตถุดิบที่ซังแล้ว ด้วยเครื่องผสมอาหารสัตว์แนวตั้งพวงรถไฟ (เครื่องดัดแปลง กำลังผลิต 2 ตันต่อวัน) เมื่อผสมเสร็จในแต่ละครั้งแล้ว ดำเนินการบรรจุอาหารทดลองใส่ในถุงพลาสติก 2 ชั้น (ชั้นในเป็นถุงรองในสำหรับหญ้าหมัก ขนาด 20 x 40 นิ้ว และชั้นนอกเป็นกระสอบพลาสติกสาน ขนาด 20 x 37 นิ้ว) บรรจุอาหารทดลอง 25 กิโลกรัมต่อถุง ดูดอากาศด้วยเครื่องดูดฝุ่น และมัดปากถุงให้แน่น จากนั้นเก็บไว้ในที่ร่ม แยกตามปัจจัยทดลอง เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพการหมักต่อไป

การเก็บตัวอย่างข้อมูล

เมื่อครบกำหนดระยะเวลาหมัก ทำการเปิดถุงหมักตามปัจจัยทดลองและระยะเวลาหมักเพื่อตรวจสอบค่าความเป็นกรดต่าง (pH) องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ น้ำหนักวัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนรวม (crude protein, CP) และคุณภาพอาหารหมัก ได้แก่ เนื้อสัมผัส สี และกลิ่น ดังนี้

การวัดค่า pH สุ่มตัวอย่าง 3 จุดใน แต่ละชั้น (บน กลาง และล่าง) ของแต่ละถุง ประมาณ 1 กิโลกรัม คลุกตัวอย่างที่สุ่มมาแล้วให้เข้ากันดี สุ่มเก็บตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกจำนวน 3 ถุง/ปัจจัยทดลอง จากนั้นเติมน้ำกลั่นประมาณ 180 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันในแต่ละถุง แช่ทิ้งไว้ 8 ชั่วโมงในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ครบกำหนดนำตัวอย่างกรองผ่านกระดาษกรอง เบอร์ 0 เพื่อแยกส่วนของแข็งและของเหลว นำของเหลวมาวัดค่าความเป็นกรดต่างโดยใช้เครื่อง pH meter (Denver Instrument BASIC pH Meter, Denver Instrument Company, Colorado, United States) ตามวิธีของ Cai et al. (1998)

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี สุ่มตัวอย่างมา 1 กิโลกรัม แบ่งเป็น 2 ส่วน สุ่มตัวอย่างจากส่วนที่ 1 ประมาณ 100 กรัม จำนวน 3 ซ้ำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 18 ชั่วโมงเพื่อหาค่าวัตถุน้ำหนัแห้งตามวิธีของ AOAC (1995) และสุ่มตัวอย่างส่วนที่ 2 ประมาณ 500 กรัมเพื่อนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ประมาณ 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดผ่านตระแกรงร่อน 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาว่า โปรตีนตามวิธีของ Galyean (1989)

ตรวจสอบคุณภาพการหมักผ่านระบบประสาทสัมผัส ได้แก่ กลิ่น สี และเนื้อสัมผัส เปิดถุงตัวอย่างแต่ละปัจจัยทดลองตามกำหนด และสุ่มตัวอย่างบริเวณ 3 จุดให้ทั่วถึง (ปากถุง กลางถุง และก้นถุง) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพอาหารหมักผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบบันทึกประเมินคุณภาพการหมักในแต่ละด้าน ตามวิธีของ Varunee et al. (2004) โดยแบ่งเกณฑ์ระดับคะแนน ดังนี้

1. กลิ่น (0-12 คะแนน) รายละเอียดดังต่อไปนี้ เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา (0 คะแนน) มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย (4 คะแนน) ไม่หอม มีกลิ่นฉุนมาก และไม่มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย (8 คะแนน) และ หอมคล้ายกลิ่นมะม่วงทองหรือน้ำส้มสายชู (12 คะแนน)
2. เนื้อสัมผัส (0-3 คะแนน) รายละเอียดดังต่อไปนี้ เละ เป็นเมือก และสกปรกมาก (0 คะแนน) แน่น ส่วนใบ ลำต้นและวัตถุดิบเปื่อยยุ่ยมาก และมีสิ่งเจือปน (1 คะแนน) แน่น ส่วนใบ ลำต้นและวัตถุดิบเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย และสิ้นเป็นเมือก (2 คะแนน) และแน่น มีส่วนใบ ลำต้น และวัตถุดิบคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (3 คะแนน)
3. สี (0-3 คะแนน) รายละเอียดดังต่อไปนี้ น้ำตาลเข้ม หรือดำ (0 คะแนน) น้ำตาลทอง (1 คะแนน) เขียวอมเหลือง เขียวเข้ม หรือคล้ำลง (2 คะแนน) และ เหลืองอมเขียว สีก็ก หรือสีคงเดิม (3 คะแนน)
4. ค่าคะแนนความเป็นกรดต่าง หรือ pH score (0-6 คะแนน) รายละเอียดดังต่อไปนี้ มากกว่า 5.1 (0 คะแนน) 4.7-5.1 (2 คะแนน) 4.2-4.7 (4 คะแนน) 3.5-4.2 (6 คะแนน)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SAS (1998) โดยใช้คำสั่ง PROC MIXED ตามแผนงานทดลองสุ่มแบบสมบูรณ์โดยวัดซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test

Table 1 Feed composition of the diet (% of dry matter).

Item	Napier grass silage	FTMR-Napier grass	FTMR-rice straw
Pakchong 1 Napier grass (60 day)	100.00	25.00	-
Rice straw	-	-	25.00
Fresh cassava pulp	-	28.30	26.00
Cassava chip	-	15.45	15.45
Palm meal	-	10.10	10.10
Soymeal	-	8.50	10.45
Rice meal	-	11.35	11.35
Urea	-	0.30	0.65
Minerals, mixed ^{1/}	-	0.50	0.50
Vitamins, premixed ^{2/}	-	0.50	0.50
total	100.00	100.00	100.00

^{1/} Trace minerals premix provided the following per kg concentrate: cobalt, 0.02 g; copper, 1.60 g; iodine, 10.00 g; manganese, 8.00 g; selenium, 0.06 g; zinc, 6.00 g; anti-rancidity, 2.50 g; carrier, 1,000.00 g.

^{2/} Vitamins premix provided the following per kg concentrate: A, 2,000,000 I.U.; D3, 4,000,000 I.U.; E, 3,000 I.U.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษา พบว่า ค่าองค์ประกอบทางเคมี มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้เบื้องต้น ค่าวิเคราะห์ DM มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 35.34-42.50 (Table 2) หญ้าเนเปียร์หมัก (silage, SL) มีค่า DM น้อยกว่าอาหาร FTMR ($P<0.001$) โดยปกติแล้วค่า DM ของอาหารหมักที่ดีควรอยู่ในช่วงร้อยละ 30-60 (McDonald et al., 2002) สอดคล้องกับ Subepang et al. (2019) ซึ่งได้ผลิตอาหาร FTMR คุณภาพดีที่มีค่า DM ร้อยละ 55 ทั้งนี้ เนื่องจากค่า DM ในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ Lactic acid bacteria ในทางกลับกันหากค่า DM ต่ำกว่าร้อยละ 30 จะเป็นสภาวะเหมาะสมของแบคทีเรียในกลุ่ม E. coli หรือ clostridium ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าวจะใช้ CP เป็นแหล่งอาหารและผลิตกรดบิวทีริก บ่งบอกถึงความเน่าเสียของอาหารหมัก อย่างไรก็ตามหากค่า DM ที่สูงเกินไปจะส่งผลต่อสภาพไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของ lactic acid bacteria ส่งผลให้ระดับความเป็นกรดไม่เพียงพอต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่ม sacharolytic clostridia และ coliform bacteria (McDonald et al., 1991) จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา (Kamphayae et al., 2017) พบว่า เมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่า DM มีแนวโน้มที่ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์จะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต ส่งผลให้วัตถุดิบแห้งลดลงประมาณร้อยละ 2-4 (Borreani et al., 2018) ค่า CP ในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 11.62-11.98 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในแต่ละวันหมัก ทั้งนี้ อาจเกิดจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้โปรตีนเป็นอาหารโดยเฉพาะ coliform bacteria ลดลงจากสภาพแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นโดยแบคทีเรียในกลุ่ม Lactic acid bacteria

จาก Figure 1 ค่า pH ของอาหารหมักทั้ง 3 แบบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญอย่างยิ่ง ($P<0.001$) SL มีค่า pH มากกว่า FTMR ในทุกวันหมัก ($P<0.001$) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำตาลใน SL มีน้อยกว่า FTMR สอดคล้องกับ Meenongyai et al. (2017) พบว่า SL หมัก 21 วัน (pH=4.7) มีค่า pH สูงกว่า FTMR (pH=4.0) ค่า pH ของ FTMR จะลดลงได้เร็วกว่า SL ทั้งนี้ อาจเนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารที่มากกว่าจึงทำให้ lactic acid bacteria มีโอกาสเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก ได้เร็วกว่า ดังนั้นการใช้งาน SL ควรเปิดใช้ภายหลังที่มีการหมักแล้วอย่างต่ำ 21 วัน ในขณะที่ FTMR สามารถเปิดใช้ภายหลังการหมักแล้ว 7 วัน ค่า pH ของ FTMR ที่ศึกษาทั้ง 2 สูตร มีค่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่า pH ก่อนหมัก

(วันหมักที่ 0) ของอาหารทดลองทั้ง 3 แบบ มีค่าอยู่ในช่วง 5.18-6.32 เมื่อวันหมักเพิ่มขึ้นค่า pH จะลดลงในวันที่ 7 และคงที่ไปจนถึงในวันหมักที่ 60 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.23-5.46 ค่า pH ของอาหารหมักเป็นค่าบ่งบอกที่สำคัญของคุณภาพการหมัก ค่า pH ของ FTMR ในช่วงวันหมัก 7-60 วันมีค่าใกล้เคียง 4.2 ซึ่งเป็นค่าที่ถูกกำหนดให้เป็นค่ามาตรฐานของอาหารหมักที่มีคุณภาพ (McDonald et al., 2002) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Subepang et al. (2019) ที่ได้ศึกษาคุณภาพการหมักของ FTMR ที่ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักและกากแป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารชั้นหลักที่ถูกหมักในกระสอบพลาสติกขนาดบรรจุ 300 กิโลกรัม พบว่า ค่า pH ของอาหารหมักมีค่าอยู่ในช่วง 3.82-4.31 ระยะเวลาหมัก 15-30 วัน และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Kongphithee et al. (2018) รายงานว่า FTMR ที่ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักและใช้กากมันสำปะหลังสดในสัดส่วนน้ำหนักแห้งร้อยละ 10 และ 50 ตามลำดับ มีค่า pH 3.8 ณ การหมักอย่างต่ำ 7 วัน ในกระสอบพลาสติกขนาดบรรจุ 350 กิโลกรัม การลดลงของค่า pH เป็นผลจากกิจกรรมของ lactic acid bacteria เปลี่ยนน้ำตาลในอาหารเป็นกรดแลคติก

ค่าคะแนนกลิ่นของอาหารหมักทั้ง 3 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกวันหมัก ($P>0.05$) มีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 7.8-10.8 เมื่อวันหมักยาวนานขึ้น พบว่า ค่าคะแนนกลิ่นของ SL มีค่าเพิ่มขึ้นในวันหมักที่ 7 และ 21 และลดลงในวันหมักที่ 60 ในขณะที่ค่าคะแนนกลิ่นของ FTMR ทั้ง 2 สูตร มีค่าคะแนนเพิ่มขึ้นในวันหมักที่ 7 และคงที่จนถึงวันหมักที่ 60 (Table 3) กลิ่นของอาหารหมักจะมีที่กลิ่นหอมคล้ายมะม่วงตองอันเนื่องจากกลิ่นของกรดแลคติกและแอลกอฮอล์ที่ถูกผลิตขึ้นระหว่างกระบวนการหมักโดย lactic acid bacteria และ yeast ตามลำดับ ซึ่งบ่งบอกถึงการหมักที่มีคุณภาพดีมาก (Kaiser et al., 2003) นอกจากนี้กลิ่นที่หอมยังเพิ่มความน่ากินให้กับสัตว์ ส่งผลถึงโอกาสที่สัตว์จะได้รับโภชนาได้อย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตามหากปริมาณกรดที่สูงมากย่อมส่งผลต่อค่ากลิ่นและกระทบต่อปริมาณการกินได้ของสัตว์ (Gerlach et al., 2021)

ค่าคะแนนเนื้อสัมผัสของอาหารหมักทั้ง 3 สูตรในแต่ละวันหมัก มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าคะแนนสูงสุด 4.0 และต่ำสุด 3.5 (Table 3) เมื่อวันหมักยาวนานขึ้นค่าคะแนนเนื้อสัมผัสของ SL ที่ค่าลดลงในวันหมักที่ 60 ในขณะที่ค่าคะแนนเนื้อสัมผัสของ FTMR ทั้ง 2 สูตร มีค่าคะแนนไม่เปลี่ยนแปลงในทุกวันหมัก เนื้อสัมผัสของอาหารหมักมีความแน่นไม่ยุ่ย บ่งบอกได้ว่าการบรรจุในถุงพลาสติกขนาดบรรจุ 25 กิโลกรัม ไม่มีการฉีกขาดยุ่ย สามารถป้องกันการเข้าไปของแก๊สออกซิเจนในถุงหมักซึ่งสภาพเหมาะสมต่อการทำงานของกลุ่ม sacharolytic clostridia และ coliform bacteria ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเน่าและเป็นพิษได้ (Muck, 2010)

ค่าคะแนนสีของอาหารหมักทั้ง 3 สูตรในวันที่ 0, 7 และ 21 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามในวันหมักที่ 60 ค่าคะแนนสีของ SL มีค่าต่ำกว่า FTMR ทั้ง 2 สูตร ($P<0.01$) ในขณะที่ค่าคะแนนสีของ FTMR ทั้ง 2 สูตรมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในทุกๆ วันหมัก (Table 3) ค่าสีของอาหาร FTMR ครั้งนี้มีสีที่เหมือนเดิมคือสีเหลืองทองซึ่งจะคล้ำลงเล็กน้อยจากเดิม เนื่องจากระดับความชื้นที่เหมาะสมและสภาพหมักในสภาพไร้อากาศ และการเกิดปฏิกิริยาของกรดอินทรีย์ในอาหารหมักที่เปลี่ยนสีเป็นสีของ phaeophytin ในระหว่างช่วงการหมัก (McDonald, 2011)

ค่าคะแนนรวมคุณภาพผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของอาหารหมักทั้ง 3 สูตร (Table 3) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) ณ วันหมักที่ 7, 21 และ 60 โดยค่าคะแนนรวมคุณภาพการหมักของ SL มีค่าน้อยกว่า FTMR ($P<0.001$) ในขณะที่ FTMR ทั้ง 2 สูตรมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยภาพรวมอาหารหมักทั้ง 3 สูตรมีคุณภาพการหมักจัดอยู่ในเกณฑ์ดี และดีมาก ซึ่ง SL และ อาหาร FTMR มีคุณภาพดีที่สุดในวันหมักที่ 21 และ 7 ตามลำดับ และคงสภาพคุณภาพดีที่สุดได้ยาวนาน 60 วัน

Table 2 Dry matter, crude protein and pH value of the diet different ensiling day.

Item	Napier grass silage	FTMR-Napier grass	FTMR-rice straw	SEM	P-value
dry matter, %					
Day 0	35.34 ^b	40.82 ^a	41.21 ^a	0.648	<0.001
Day 7	35.90 ^b	42.35 ^a	42.28 ^a	0.742	<0.001
Day 21	36.43 ^b	42.50 ^a	42.25 ^a	0.908	<0.001
Day 60	37.00 ^b	41.63 ^a	42.15 ^a	0.967	<0.001
crude protein, % on dry matter					
Day 0	11.83	11.65	11.83	0.263	0.8560
Day 7	11.84	11.77	11.62	0.207	0.7470
Day 21	11.91	11.78	11.87	0.245	0.9211
Day 60	11.84	11.98	11.67	0.157	0.3715

^{a b} Mean with different superscripts within columns significantly differed ($P < 0.05$).

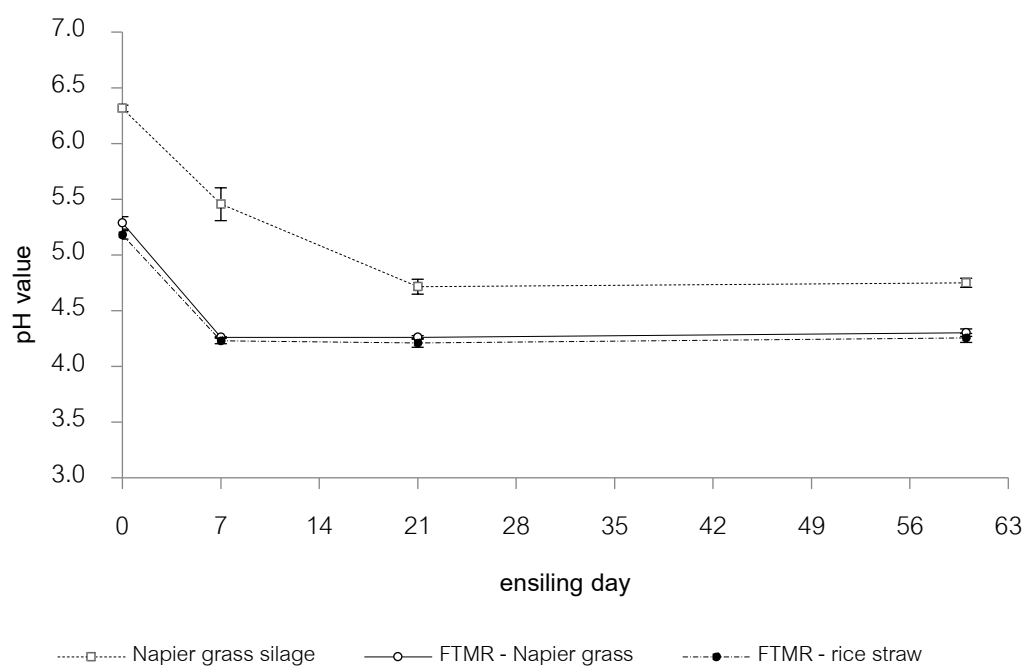


Figure 1 pH value of Napier grass silage and fermented total mixed ration packed in plastic bag (25 kilograms) with different ensiling day (0, 7, 21 and 60 day).

Table 3 sensory characteristic of the diet with different ensiling day.

Item	Napier grass silage	FTMR-Napier grass	FTMR-rice straw	SEM	P-value
odor score					
Day 0	7.8	7.8	7.8	0.25	1.0000
Day 7	10.8	10.8	10.8	0.25	1.0000
Day 21	10.3	10.8	10.8	0.25	0.3111
Day 60	9.3	10.8	10.5	0.53	0.2635
texture score					
Day 0	4.0	4.0	4.0	-	-
Day 7	4.0	4.0	4.0	-	-
Day 21	4.0	4.0	4.0	-	-
Day 60	3.5	4.0	4.0	0.17	0.1004
color score					
Day 0	3.0	3.0	3.0	-	-
Day 7	3.0	3.0	3.0	-	-
Day 21	3.0	3.0	3.0	-	-
Day 60	2.3	3.0	3.0	0.14	0.0007
pH score					
Day 0	0.0	0.0	0.0	-	-
Day 7	0.0 ^b	4.0 ^a	4.0 ^a	-	<0.001
Day 21	2.0 ^b	4.0 ^a	4.0 ^b	-	<0.001
Day 60	2.3 ^b	4.0 ^a	4.0 ^a	0.29	0.0071
total score					
Day 0	15.0	15.0	15.0	-	-
Day 7	17.8 ^b	21.8 ^a	21.8 ^a	0.25	<0.001
Day 21	19.2 ^b	21.8 ^a	21.8 ^a	0.25	<0.001
Day 60	17.5 ^b	21.8 ^a	21.5 ^a	0.43	<0.001
ensiling quality					
Day 0	good	good	good	-	-
Day 7	good	very good	good	-	-
Day 21	very good	very good	very good	-	-
Day 60	good	very good	very good	-	-

^{a b} Mean with different superscripts within columns significantly differed ($P < 0.05$).

สรุปผลการศึกษา

เทคโนโลยีการหมักสามารถเก็บรักษาคุณภาพหญ้าหมักและอาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูป ในถุงพลาสติกขนาดบรรจุ 25 กิโลกรัม ได้ยาวนานถึง 60 วัน โดยที่ค่าโปรตีนไม่เปลี่ยนแปลง หญ้าหมักควรเริ่มเปิดใช้หลังจากผ่านการหมัก 21 วัน ในขณะที่อาหารครบส่วนหมักสำเร็จรูปสามารถเปิดใช้หลังจากผ่านการหมักแล้ว 7 วัน ซึ่งเกษตรกรจะสามารถนำไปใช้เลี้ยงโคเนื้อได้อย่างปลอดภัย และสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ควรศึกษาจำนวนจุลินทรีย์และปริมาณกรดที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมัก และควรศึกษาต่อเนื่องถึงการใช้ประโยชน์ได้ในตัวสัตว์ของอาหารหมักเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Chemists [AOAC]. (1995). **Official method of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists International.
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J. & Muck, R. E. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**. 101(5), 3952-3979.
- Bretschneider, G., Mattera, J., Cuatrin, A., Arias, D. & Wanzenried, R. (2015). Effect of ensiling a total mixed ration on feed quality for cattle in smallholder dairy farms. **Archivos de Medicina Veterinaria**. 47(2), 225-229.
- Bueno, A. V. I., Lazzari, G., Jobim, C. C. & Daniel, J. L. P. (2020). Ensiling Total Mixed Ration for Ruminants: A Review. **Agronomy**. 10(6), 879.
- Cai, Y., Benno, Y., Ogawa, M., Ohmomo, S., Kumai, S. & Nakase, T. (1998). Influence of *Lactobacillus* spp. From an Inoculant and of *Weissella* and *Leuconostoc* spp. From Forage Crops on Silage Fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**. 64(8), 2982-2987.
- Galyean, M. L. (1989). **Laboratory procedures in animal nutrition research**. Lubbock: Department of Animal and Food Science, Texas Tech University.
- Gerlach, K., Daniel, J. L. P., Jobim, C. C. & Nussio, L. G. (2021). A data analysis on the effect of acetic acid on dry matter intake in dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**. (272), 114782.
- Kamphayae, S., Kumagai, H., Bureenok, S., Narmseelee, R. & Butcha, P. (2017). Effects of graded levels of liquid brewer's yeast on chemical composition and fermentation quality in cassava pulp and rice straw-based total mixed ration silage. **Animal Science Journal**. 88(4), 618-624.
- Kongphitee, K., Sommart, K., Phonbumrung, T., Gunha, T. & Suzuki, T. (2018). Feed intake, digestibility and energy partitioning in beef cattle fed diets with cassava pulp instead of rice straw. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 31(9), 1431-1441.
- Kaiser, A. G., Piltz, J. W., Burns, H. M. & Griffiths, N. W. (2003). **Successful Silage**. Australia: Dairy Research and Development Corporation and New South Wales Agriculture.
- Martinez, R. M., Mezquita, P. C., Bermúdez, P. & Muñoz, R. B. (2012). Use of food wastes for the production of lactic silage. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. 55(1), 115-126.
- McDonald, P., Edwards, R. A. & Greenhalgh, J. F. D. (2002). **Animal Nutrition**. 6th ed. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- McDonald, P., Edwards, R. A., J Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. & Wilkinson R. G. (2011). **Animal Nutrition**. 7th ed. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- McDonald, P., Henderson, A. R. & Heron S. J. E. (1991). **The biochemistry of silage**. 2nd ed. EdCenterbury, UK: Chalcombe publications.
- Meenongyai, W., Virote, P., Stelzleni, A., Sethakul, J. & Duangjinda, M. (2017). Effects of forage ensiling and ration fermentation on total mixed ration pH, ruminal fermentation and performance of growing Holstein-Zebu cross steers. **Animal Science Journal**. 88(9), 1372-1379.
- Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39 (suppl spe), 183-191.
- Statistical Analysis Systems Institute (SAS). (1998). **SAS/STAT User's Guid 6. Version 9.1**. 12th ed. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- Subepang, S., Suzuki, T., Phonbumrung, T., & Sommart, K. (2019). Enteric methane emissions, energy partitioning, and energetic efficiency of zebu beef cattle fed total mixed ration silage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 32(4), 548-555.
- The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant [WTSR]. (2010). **Nutrient requirement of beef cattle in Indochinese Peninsula**. Khon Kaen: Klunghanavithaya Press.
- Varunee, P., Phaikaew, C., Promma, S., Chinvarol, S., Arananant, J., Ritruethai, W. & Angthong, W. (2004). **Silage standards of animal nutrition division**. Bangkok, Thailand: The Agricultural co-operative federation of Thailand. Ltd.

วันรับบทความ (Received date) : 2 ต.ค. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 11 พ.ค. 65

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 29 ก.ค. 65

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.08.31.001>