

บทความวิจัย (Research Article)

ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนา

Effects of fermenting cassava peel with rice straw
on its nutritive value

นพรัตน์ ผกาเชิด^{1*}, ทิพย์สุดา บุญมาทัน¹, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร¹, ณัฐวัฒน์ ตันพล¹ และ จิตติมา นรโกศ¹
Noppharat Phakachoe^{1*}, Thipsuda Boonmatan¹, Tanitpan Pongjongmit¹, Nathawat Tanpol¹
and Thitima Norrapoke¹

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

¹ Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University

* Corresponding author email: noppharat.ph@ksu.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)
2 เมษายน 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)
31 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)
12 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาการ วางแผนการทดลองแบบ 2x7 factorial in Completely Randomized Design ทำการทดลอง 14 ทรีทเมนต์คอมมิเนชัน ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัย A คือ ระยะเวลาในการหมัก 21 และ 35 วัน และปัจจัย B คือ สัดส่วนของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าว 7 สัดส่วน ได้แก่ 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20 และ 100 : 0 โดยทุกสัดส่วนมีการเติมกากน้ำตาล 3% และยูเรีย 3% ของวัตถุดิบแห้ง ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) และระยะเวลาในการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) แต่การเพิ่มสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังมีผลทำให้ วัตถุดิบแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (ADF) ของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวลดลงตามสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) และการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวมีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหมักฟางข้าว (0:100) ($P<0.05$) ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวที่มีการเติมกากน้ำตาลและยูเรียที่ระดับ 3 % สามารถปรับปรุงคุณภาพแหล่งอาหารหยาบได้

คำสำคัญ : การหมัก, เปลือกมันสำปะหลัง, ฟางข้าว, คุณค่าทางโภชนา

Abstract

The objective of this study was to examine the effects of fermenting cassava peel with rice straw on its nutritive value. The experiment followed a 2 x 7 factorial arrangement in a completely

randomized design. Factor A represented ensiling times (21 and 35 days), while factor B consisted of 7 ratios of cassava peel to rice straw: 0:100, 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20 and 100:0, each replicated three times. All ratios of cassava peel with rice straw were supplemented with 3% molasses and 3% urea of dry matter. The findings revealed no significant interaction effect ($P>0.05$) between ensiling times and the ratio of cassava peel to rice straw on the nutritive values of fermented cassava peel with rice straw. The ensiling times of 21 and 35 days had no significant impact on the nutritional value of the fermented cassava peel with straw ($P>0.05$). Increasing the proportion of cassava peel resulted in a decrease of dry matter, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of the fermented cassava peel with rice straw ($P<0.05$). However, fermenting cassava peel with rice straw led to an increase of crude protein of fermented cassava peel ($P<0.05$) when compared to rice straw fermentation alone (0:100). In conclusion fermenting cassava peel with rice straw, along with the addition of 3% molasses and 3% urea can enhance the quality of roughage sources.

Keywords: Fermentation, cassava peel, rice straw, nutritive value

บทนำ

ในสภาวะวัตถุดิบอาหารสัตว์มีแนวโน้มปรับราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการเลี้ยงสัตว์สูงขึ้นตามราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งต้นทุนค่าอาหารคิดเป็น ประมาณ 60-70 % ของต้นทุนทั้งหมดในการเลี้ยงสัตว์ ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องปรับตัวหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยง และการลดต้นทุนการผลิตลง โดยหาวัตถุดิบที่มีปริมาณมากและมีราคาถูกเพื่อเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเปลือกมันสำปะหลังเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ เปลือกมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังที่มีราคาถูก และมีปริมาณมากในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ เปลือกมันสำปะหลังยังมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตสูงประมาณ 86.2% แต่มีปริมาณโปรตีนต่ำ 4.51% [1] จึงต้องมีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในเปลือกมันสำปะหลังให้มากขึ้นโดยใช้วิธีการหมักด้วยจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) [2] และรา (*Aspergillus oryzae*) [3] นอกจากนี้ในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม และกระบือ นิยมใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหลัก ฟางข้าวเป็นเศษเหลือจากการทำนาที่มีปริมาณมากและราคาถูก แต่ในฟางข้าวจะมีระดับโปรตีนต่ำ มีเยื่อใยสูงส่งผลทำให้การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ทั้งเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวมีระดับโปรตีน 2.1 และ 2.3% ตามลำดับ [4] การปรับปรุงคุณภาพของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวก่อนนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหลักในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีในการเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารหยาบ เพื่อลดระดับการใช้อาหารชั้นในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิต [5] พบว่า การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับยูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบของเปลือกมันสำปะหลังหมักสูงขึ้น จาก 3.58% เป็น 11.10% และการหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 3% ทำให้ระดับโปรตีนเพิ่มขึ้น จาก 2.5% เป็น 5.4% [4] ซึ่งการรายงานข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพการใช้เปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวเพื่อเป็นอาหารหยาบสัตว์เคี้ยวเอื้องยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น

ในงานวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวก่อนนำมาใช้เป็นอาหารหยาบ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาการเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x7 factorial in Completely Randomized Design ทำการทดลอง 14 ทรีทเมนต์คอมมิเนชัน ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัย A คือ ระยะเวลาในการหมัก 21 และ 35 วัน และปัจจัย B คือ สัดส่วนของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าว 7 สัดส่วน ได้แก่ 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20 และ 100 : 0 โดยทุกสัดส่วนเติมกากน้ำตาล 3 % และยูเรีย 3 % ของวัตถุดิบ

การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าว

1. ชั่งฟางข้าวที่ผ่านการสับด้วยเครื่องสับมีชิ้นขนาด 5-10 เซนติเมตร ตามสัดส่วนที่กำหนด (10, 8, 6, 5, 4, 2 และ 0 กิโลกรัมตามลำดับ) แล้วนำลงใส่กระบะผสม
2. ชั่งเปลือกมันสำปะหลังสด (มีความชื้น 27.02%) ตามสัดส่วนที่กำหนด (0, 7.40, 14.80, 18.50, 22.20, 29.60 และ 37.00 กิโลกรัม ตามลำดับ) แล้วนำลงใส่กระบะผสม
3. ผสมกากน้ำตาล 3% (300 กรัม) และ ยูเรีย 3% (300 กรัม) ของวัตถุดิบ ในน้ำสะอาด (10, 8, 6, 5, 4, 2 และ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ) ผสมให้เข้ากัน แล้วนำมาผสมกับเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าว ทำการผสมโดยใช้พลั่วและจอบ ใช้เวลาผสม 5 นาที
4. นำเปลือกมันปะหลังและฟางข้าวที่ผสมแล้วมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกแบบหนา ขนาด 24*12 นิ้ว ทำการดูดอากาศด้วยเครื่องดูดฝุ่น และรัดปากถุงให้แน่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและไม่โดนแดด หมักที่ระยะเวลา 21 วัน และ 35 วัน

การเก็บตัวอย่าง

หลังการหมักที่ 21 และ 35 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวในแต่ละถุง โดยสุ่มเก็บ 3 จุด คือ ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่างของถุงหมัก หลังจากนั้นนำตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีแบบประมาณ (Proximate analysis) ในการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ทำการวิเคราะห์วัตถุดิบ (Dry matter, DM) โดยการนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C [6] และส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 °C นาน 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) [6] และการวิเคราะห์เยื่อใยนั้นจะใช้วิธี Detergent fiber analysis ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) [7]

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง factorial in Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Least Significant Differences (Lsd) ($P=0.05$) [8]

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) และระยะเวลาในการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) แต่สัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อ วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลของระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาการ

Treatment		Nutritive value (%)			
		DM	CP	NDF	ADF
Time (A)	21 day	30.91	10.51	52.64	33.68
	35 day	30.70	10.47	52.56	33.26
cassava peel : rice straw ratio					
Ratio (B)	T1 (0:100)	48.67 ^a	5.31 ^b	73.24 ^a	44.22 ^a
	T2 (20:80)	35.95 ^b	11.36 ^a	59.51 ^b	38.93 ^b
	T3 (40:60)	31.05 ^c	11.42 ^a	54.15 ^c	35.83 ^c
	T4 (50:50)	28.80 ^d	11.24 ^a	51.58 ^d	34.63 ^d
	T5 (60:40)	27.20 ^e	11.27 ^a	48.66 ^e	29.55 ^e
	T6 (80:20)	22.87 ^f	11.54 ^a	44.50 ^f	28.44 ^f
	T7 (100:0)	21.08 ^g	11.30 ^a	36.57 ^g	22.69 ^g
SEM		0.66	0.73	1.21	0.76
P-Value	A	0.42	0.65	0.81	0.13
	B	0.0001	0.0001	0.001	0.0001
	A * B	0.95	0.62	0.98	0.86

หมายเหตุ ^{a-g} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$), DM = วัตถุแห้ง, CP = โปรตีนหยาบ, NDF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

ผลการศึกษาสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวในสัดส่วน 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20 และ 100 : 0 ต่อคุณค่าทางโภชนาการเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ระยะเวลาการหมักที่ 21 วัน แสดงในตารางที่ 2 พบว่า สัดส่วนเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อโปรตีนหยาบ

เท่ากับ 5.46, 11.39, 11.29, 11.21, 11.28, 11.52 และ 11.43% ตามลำดับ ซึ่งการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่มียูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหมักฟางข้าว 100:0 ($P<0.05$) และพบว่า สัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อ วัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ($P<0.05$) โดยสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้วัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดลดลงตามสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 48.78, 36.06, 30.81, 28.91, 27.37, 23.19 และ 21.24% ตามลำดับ ($P<0.05$) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง เท่ากับ 73.32, 59.68, 54.07, 51.67, 48.32, 44.71 และ 36.74% ตามลำดับ ($P<0.01$) และ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด เท่ากับ 44.40, 39.03, 36.07, 35.17, 29.35, 28.77 และ 22.98% ตามลำดับ ($P<0.01$)

ตารางที่ 2: ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่ระยะเวลาการหมัก 21 วัน ต่อคุณค่าทางโภชนา

Treatment	Nutritive value (%)			
cassava peel : rice straw ratio	DM	CP	NDF	ADF
T1 (0:100)	48.78 ^a	5.46 ^b	73.32 ^a	44.40 ^a
T2 (20:80)	36.06 ^b	11.39 ^a	59.68 ^b	39.03 ^b
T3 (40:60)	30.81 ^c	11.29 ^a	54.07 ^c	36.07 ^c
T4 (50:50)	28.91 ^d	11.21 ^a	51.67 ^d	35.17 ^d
T5 (60:40)	27.37 ^e	11.28 ^a	48.32 ^e	29.35 ^e
T6 (80:20)	23.19 ^f	11.52 ^a	44.71 ^f	28.77 ^f
T7 (100:0)	21.24 ^g	11.43 ^a	36.74 ^g	22.98 ^g
SEM	0.66	0.73	1.21	0.76
P-Value	0.0001	0.0001	0.001	0.0001

หมายเหตุ ^{a-g} ตัวอักษรที่ต่างกันในตัวอักษรเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$), DM = วัตถุแห้ง, CP = โปรตีนหยาบ, NDF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

ผลการศึกษาสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวในสัดส่วน 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20 และ 100 : 0 ต่อคุณค่าทางโภชนาเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ระยะเวลาการหมักที่ 35 วัน แสดงในตารางที่ 3 พบว่า สัดส่วนเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อโปรตีนหยาบ เท่ากับ 5.17, 11.33, 11.56, 11.27, 11.25, 11.55 และ 11.18% ตามลำดับ ซึ่งการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่มียูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหมักฟางข้าว 0:100 ($P<0.05$) และพบว่า สัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อวัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ($P<0.05$) โดยสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้วัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดลดลงตามสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 48.58, 35.48, 31.30, 28.69, 27.02, 22.54 และ 20.93% ตามลำดับ ($P<0.05$) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางเท่ากับ 73.15, 59.34, 54.23, 51.51, 49.00,

44.30 และ 36.41% ตามลำดับ ($P<0.05$) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด เท่ากับ 44.04, 38.83, 35.60, 34.10, 29.76, 28.11 และ 22.40% ตามลำดับ ($P<0.05$)

ตารางที่ 3: ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่ระยะเวลาการหมัก 35 วัน ต่อคุณค่าทางโภชนา

Treatment	Nutritive value (%)			
cassava peel : rice straw ratio	DM	CP	NDF	ADF
T1 (0:100)	48.58 ^a	5.17 ^b	73.15 ^a	44.04 ^a
T2 (20:80)	35.48 ^b	11.33 ^a	59.35 ^b	38.83 ^b
T3 (40:60)	31.30 ^c	11.56 ^a	54.23 ^c	35.60 ^c
T4 (50:50)	28.69 ^d	11.27 ^a	51.51 ^d	34.10 ^d
T5 (60:40)	27.02 ^e	11.25 ^a	49.00 ^e	29.76 ^e
T6 (80:20)	22.54 ^f	11.55 ^a	44.30 ^f	28.11 ^f
T7 (100:0)	20.93 ^g	11.18 ^a	36.41 ^g	22.40 ^g
SEM	0.66	0.73	1.21	0.76
P-Value	0.0001	0.0001	0.001	0.0001

หมายเหตุ ^{a-g} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$), DM = วัตถุแห้ง, CP = โปรตีนหยาบ, NDF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

จากผลการทดลองพบว่า การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวทุกสัดส่วนที่มียูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% ที่ระยะเวลาการหมัก 21 และ 35 วัน สามารถเพิ่มระดับโปรตีนหยาบได้ เมื่อเปรียบเทียบกับหมักฟางอย่างเดียว (0:100) โดยเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมฟางข้าวมีระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 11.21–11.52% ซึ่งเป็นไปได้ว่าการใช้เปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวสามารถเก็บไนโตรเจนจากยูเรียได้มากกว่าการหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับ นพรัตน์ [9] รายงานว่าระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเปลือกมันสำปะหลัง 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก มีค่าโปรตีนหยาบระหว่าง 10.33–11.49% นอกจากนี้ นพรัตน์ [5] พบว่า ระยะเวลาการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก แต่การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับยูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบของเปลือกมันสำปะหลังหมักสูงขึ้น จาก 3.58% เป็น 11.10% การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรียเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวได้ โดยจากงานทดลองในครั้งนี้ พบว่า การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนสูงขึ้นมีค่าเท่ากับ 5.46% สอดคล้องกับ Gunun [4] พบว่า การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 3% ทำให้ระดับโปรตีนเพิ่มขึ้น จาก 2.5% เป็น 5.4% และ ณรณมล [10] พบว่า การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 6% สามารถเพิ่มระดับโปรตีนฟางข้าวได้ โดยมีระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 5.81–6.70% เมฆ [11] ศึกษาการผลิตอาหารหยาบหมักจากผลพลอยได้ทางการเกษตรโดยใช้เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40% ร่วมกับเปลือกข้าวโพด กากเปียร์ ยูเรีย และกากน้ำตาล สามารถเพิ่มระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 13.0–14.7 % การศึกษารั้ครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าเปลือกมันสำปะหลัง สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารหยาบหมักได้ โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยที่มักขาดแคลนหญ้าสดในฤดูแล้ง ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำก่อนนำมาเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นอีกหนึ่ง

ทางเลือกเพื่อใช้เป็นอาหารหยาบในช่วงที่ขาดแคลนหญ้าสด หรือเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สรุปผล

ระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อคุณค่าทางโภชนา และระยะเวลาในการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนา การเพิ่มสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวมีผลทำให้วัตถุดิบแห้ง และเยื่อของใยของเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวลดลง แต่การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวทุกสัดส่วนสามารถเพิ่มระดับโปรตีนหยาบได้

ดังนั้น การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่มีการเติมกากน้ำตาลและยูเรีย 3% จึงสามารถปรับปรุงคุณภาพแหล่งอาหารหยาบได้

เอกสารอ้างอิง

1. Ferreira, G.D.G. Oliveira, R.L. Cardoso, E.C. Magalhães and A.L.R. Brito. Nutritive value of cassava by-products. Rev. Bras. Saúde Prod. 2007; 4: 364–374.
2. จักรกริช หอมขาว. การเพิ่มโปรตีนในผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโดยใช้จุลินทรีย์ และผลการใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังหมักทดแทนอาหารชั้นในโคเจาะกระเพาะต่อการหมักย่อยในกระเพาะหมัก (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2555.
3. สุภัตรา โอกระโทก. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* เพื่อเป็นอาหารในไก่ไข่ (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2555.
4. Gunun, P., A. Cherdthong, P. Khejornsart, M. Wanapat, S. Polyorach, W. Kaewwongsa and N. Gunun. Replacing Concentrate with Yeast- or EM-Fermented Cassava Peel (YFCP or EMFCP): Effects on the Feed Intake, Feed Digestibility, Rumen Fermentation, and Growth Performance of Goats. Animals. 2023; 13: 1-9.
5. นพรัตน์ ผกาเขต ทิพย์สุตา บุญมาทัน ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร และ ฐิติมา นรโกศ. ผลของการเสริมยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) และลูกแป้งข้าวหมากต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก. เกษตร. 2562. 47 (ฉบับพิเศษ 2): 819-824.
6. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. 1995.
7. Van Soest, P. J., Robertson, J. B., and A. B., Lewis. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science. 1991, 74(10): 3583-3597.
8. SAS. SAS/STAT User's Guide: Version 6. 4th Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. 1998.

9. นพรัตน์ ผกาเขต ครรชิต ปัตนาศรี อีระพงษ์ เรืองช่อ ศราวุฒิ ภูปาทา ทิพย์สุตา บุญมาทัน และธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร. ผลของระดับยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2560, 48 (2) (พิเศษ) : 659-665.
10. ณรงมล เล่าห์รอดพันธ์ วิโรจน์ ลิขิตตระกูลวงศ์ ประวิทย์ ห่านใต้ ทศพร อินเจริญ บุญทริกา ปลั่งสูงเนิน และ เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ. การเปรียบเทียบวิธีการปรับสภาพฟางข้าวปิ้งแต่งด้วยยูเรียที่แตกต่างกัน ต่อองค์ประกอบทางเคมี และการย่อยสลายในหลอดทดลอง. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 2562, 1: 83-92.
11. เมฆ ขวัญแก้ว พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์ และวิศิษฐ์พร สุขสมบัติ. การใช้เปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในการผลิตอาหารหยาบหมัก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2556, 12(3): 92-103.