

การใช้เปลือกกล้วยหมักร่วมกับลูกแป้งและมันเส้น ต่อการย่อยได้ของโภชนะและค่าชีวเคมีของเลือดในแพะเนื้อ

Use of Banana Peels Fermented with Fermentation Starter Balls and Cassava Chip on Digestibility and Blood Biochemical Contents in Meat Goats

ณรคมล เล่าห์รอดพันธ์^{1*} วิโรจน์ ลิขิตตระกูลวงศ์¹ ทศพร อินเจริญ²
เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ³ และ สิริวดี พรหมน้อย⁴

Norakamol Laorodphan^{1*}, Wirot Likittrakulwong¹, Tossaporn Incharoen²,
Saowaluck Yammuen-art³ and Siriwadee Phromnoi⁴

¹สาขาวิชาสัตวศาสตร์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก 65000

¹Animal Science and Aquaculture Program, Faculty of Food and Agricultural Technology,
Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000, Thailand

²สาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

²Division of Animal Science and Feed Technology, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment,
Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

³ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

³Department of Animal and Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

⁴คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

⁴Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit, 53000, Thailand

*Corresponding author: Email: naikaset119@hotmail.com

(Received: 14 July 2021; Accepted: 13 September 2021)

Abstract: The objective of this study was to determine the effects of fermentation starter and cassava chip supplementation in banana peel silage on feed intake, nutrients digestibility and blood biochemical contents in goat. Three crossbred Boer goats, average initial weight at 15.09 ± 1.04 kg were used Crossover designs. The dietary treatments were divided into 3 groups; banana peel silage, banana peel silage with cassava chip and fermentation starter at 70 : 30 : 0.01 % and 70 : 30 : 0.02 %, respectively. The results showed that dry matter intake of concentrate feed and roughage was not significantly different among treatments ($P > 0.05$). Organic matter (OM) intake, crude protein (CP) intake, ether extract (EE) intake, nitrogen free extract (NFE) intake and crude fiber (CF) intake were not significantly different among treatments ($P > 0.05$). However, the feeding of banana peel silage with cassava chip and fermentation starter at 70 : 30 : 0.02 % has significantly increased the digestibility of OM, CF and NFE ($P < 0.05$). Additionally, blood biochemical

contents were no significant differences among treatments ($P > 0.05$). According to the results of this research, it is suggested that supplementation 0.02 % of fermentation starter ball with cassava chip in banana peel silage could improve nutrients digestibility without any negative effects on feed intake and blood biochemical contents.

Keywords: Banana peel silage, fermentation starter balls, feed intake, nutrients digestibility, blood biochemical contents

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของเปลือกกล้วยหมักร่วมกับมันเส้นและลูกแป้งที่แตกต่างกันต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และค่าชีวเคมีของเลือดของแพะเนื้อ โดยใช้แพะเนื้อลูกผสมบอร์นาหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 15.09 ± 1.04 กิโลกรัม จำนวน 3 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Crossover designs อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ เปลือกกล้วยหมัก เปลือกกล้วยหมักร่วมกับมันเส้นและลูกแป้งที่ระดับ 70 : 30 : 0.01 % และ 70 : 30 : 0.02 % ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าปริมาณการกินได้ที่วัตถุประสงค์ของอาหารหยาบและอาหารข้นไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ ไขมันหยาบ คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย และเยื่อใยหยาบไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่า สัตว์ทดลองที่ได้รับเปลือกกล้วยหมักร่วมกับมันเส้นและลูกแป้งที่ระดับ 70 : 30 : 0.02 % มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยหยาบสูงขึ้น ($P < 0.05$) นอกจากนี้พบว่า ค่าชีวเคมีของเลือดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการทดลองสรุปได้ว่า การใช้ลูกแป้งในระดับ 0.02 % หมักร่วมกับกากน้ำตาลและมันเส้นในเปลือกกล้วยหมักช่วยปรับปรุงการย่อยได้ของโภชนะ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้และค่าชีวเคมีของเลือด

คำสำคัญ: เปลือกกล้วยหมัก ลูกแป้ง ปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ค่าชีวเคมีของเลือด

คำนำ

อาหารหยาบเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง ถึงแม้ทางภาครัฐจะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชอาหารสัตว์เพื่อใช้ในฟาร์ม แต่เกษตรกรมีพื้นที่จำกัดเนื่องจากเกษตรกรมักเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพรองจากการปลูกพืช ทำให้พื้นที่ทำแปลงหญ้าไม่เพียงพอเกษตรกรจึงเลือกที่จะซื้อฟางข้าว ต้นข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมัก มาเป็นอาหารหยาบให้สัตว์ ซึ่งมักมีราคาแพงโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงฤดูแล้งทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรหรืออุตสาหกรรมเกษตรในท้องถิ่นย่อมมาใช้เป็นอาหารหยาบย่อมเป็นการลดต้นทุนค่าอาหารหยาบได้

ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกเป็นแหล่งแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย เช่น กล้วยตาก กล้วยอบกรอบ

และกล้วยกวน โดยมีปริมาณการผลิตวันละ 60 - 70 ตันต่อวัน มีการผลิตต่อเนื่องตลอดทั้งปี และมีผลพลอยได้จากการผลิตคือ เปลือกกล้วย เครือและกากนเคือกล้วย ประมาณ 3 - 5 ตันต่อวัน (Weerakul *et al.*, 2015) ทำให้มีเปลือกกล้วยเหลือปริมาณมาก ซึ่งเปลือกกล้วยเป็นผลพลอยได้ที่ยังมีคุณค่าทางโภชนะอยู่ โดยเปลือกกล้วยมีพลังงานรวมถึง 4,158 Kcal/kg โปรตีนหยาบ 6.16 % ไขมันหยาบ 6.11 % และเยื่อใยหยาบ 16.11 % (Laorodphan and Likittrakulwong, 2017) ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในสัตว์ได้ มีหลากหลายงานวิจัยที่พบว่าเปลือกกล้วยสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีทั้งในโคขุน ซึ่งการใช้เปลือกกล้วยหมักร่วมกับอาหารข้นช่วยให้โคขุนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรให้หญ้าเนเปียร์หมักร่วมกับอาหารข้น (Laorodphan and Likittrakulwong, 2017) สำหรับในแพะนม เมื่อ

อุปกรณ์และวิธีการ

เปรียบเทียบผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม
ในแพะรีดนมระหว่างการใช้เปลือกกล้วยหมักร่วมกับ
อาหารชั้นเทียบกับหญ้าขนสดร่วมกับอาหารชั้นพบว่า
ไม่แตกต่างกัน (Mukthang *et al.*, 2020) แต่อย่างไร
ก็ตามการใช้เปลือกกล้วยมีข้อจำกัดในการใช้อยู่
บางประการ ได้แก่ มีความชื้นสูง มีโปรตีนต่ำ และเน่าเสีย
ได้เร็ว การนำเปลือกกล้วยไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็น
อาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่เหมาะสมที่
สุดคือการหมัก แต่ด้วยข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาข้างต้น
จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนการนำไปใช้ประโยชน์
ในกรณีการลดความชื้นของเปลือกกล้วยสามารถ
ทำได้โดยการเติมวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีความชื้นต่ำ
เช่น มันเส้น กากมันสำปะหลัง หรือข้าวโพดบด เข้าไป
ในเปลือกกล้วยจะทำให้พืชหมักมีคุณภาพดีขึ้น โดย
ควรมีความชื้นอยู่ระหว่าง 65 - 70 % ส่วนการเพิ่ม
โปรตีนโดยใช้การปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการทาง
ชีวภาพเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจาก
สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนได้ (Bourapa and Kullama,
2018) และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของพืชหมัก
ด้วย (Hnokaew and Yammuan-Art, 2019) ลูกแป้ง
(fermentation starter ball) ซึ่งเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม
ที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งสามารถเจริญเติบโต
และเพิ่มจำนวนได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมและมี
อาหารเพียงพอ การใช้ลูกแป้งหมักร่วมกับพืช
อาหารสัตว์หมักจะทำให้พืชหมักมีโปรตีนเพิ่มขึ้น
จากจุลินทรีย์เซลล์เดี่ยว (single cell protein) จาก
งานวิจัยก่อนหน้าของ Hantai *et al.* (2018) ที่ได้ทำ
การปรับปรุงคุณภาพของเปลือกกล้วยหมักด้วยมันเส้น
และลูกแป้งช่วยทำให้เพิ่มปริมาณโปรตีนหยาบ เพิ่ม
ปริมาณวัตถุแห้ง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มค่าพลังงานใช้
ประโยชน์ได้ ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ และการย่อย
สลายของอินทรีย์วัตถุในการทดสอบการย่อยได้ใน
หลอดทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการใช้
เปลือกกล้วยหมักร่วมกับมันเส้นและลูกแป้งต่อปริมาณ
การกินได้ การย่อยได้ปรากฏ และค่าชีวเคมีของเลือด
ในแพะเนื้อ

ทำการเตรียมเปลือกกล้วยหมักโดยนำ
เปลือกกล้วยรวมหัวของกล้วยน้ำว้าสายพันธุ์มะลิอ่อน
อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน ที่ผ่านการบ่มจนสุก ซึ่ง
เก็บมาจากลานตากกล้วย อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัด
พิษณุโลก มาทำการสับผ่านเครื่องสับให้มีขนาด
ประมาณ 1 นิ้ว โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มการทดลอง คือ
กลุ่มควบคุมใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าสับโดยไม่เติม
มันเส้นและลูกแป้ง (T1), กลุ่มทดลองใช้สัดส่วน
ของเปลือกกล้วยหมักต่อมันเส้นที่ระดับ 70 : 30
หมักร่วมกับกากน้ำตาล 0.1 % และลูกแป้ง 0.01 %
ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (T2) และกลุ่มทดลอง
ใช้สัดส่วนของเปลือกกล้วยหมักต่อมันเส้นที่ระดับ
70 : 30 หมักร่วมกับร่วกับกากน้ำตาล 0.1 % และ
ลูกแป้ง 0.02 % ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (T3)
จากนั้นนำสัดส่วนที่ผสมคลุกกันด้วยเครื่องผสม
เมื่อคลุกเคล้าจนเป็นเนื้อเดียวกันจึงนำมาหมักในถัง
พลาสติกขนาด 150 ลิตร โดยอัดให้แน่น และทำการปิด
ฝาล็อกไว้ให้สนิทหมักไว้เป็นเวลา 21 วัน จึงพร้อมเปิด
ใช้งาน

การทดลองนี้ใช้แพะเนื้อลูกผสมเพศผู้
(พันธุ์บอร์ 50 % × พันธุ์พื้นเมือง 50 %) น้ำหนักตัว
เฉลี่ย 15.09 ± 1.04 กิโลกรัม มีจำนวนทั้งหมด 3 ตัว
(ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการกำกับดูแล
การเลี้ยงและใช้สัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
เลขที่เอกสารรับรอง PSRU - (AG) - 2019 - 006 ตาม
หลักเกณฑ์จรรยาบรรณการใช้สัตว์ สำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ) โดยวางแผนการทดลอง
แบบ Crossover designs แพะถูกเลี้ยงบนกรงเมตาบอลิ
ซึมได้กรงมีรางสำหรับเก็บมูล สัตว์ทดลองได้รับอาหาร
ชั้นที่มีระดับโปรตีนหยาบ 18 % (ดังส่วนประกอบที่
แสดงใน Table 1) ที่ประมาณ 2 % น้ำหนักตัว และได้รับ
อาหารหยาบแบบไม่จำกัดปริมาณ (*ad libitum*) โดย
ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 7.30 และ 16.00 น. มีน้ำให้
กินตลอดเวลา ทุกกรงมีที่แขวนแร่ธาตุก้อน พร้อมกับ
ทำการถ่ายพยาธิแพะทุกตัว ใช้เวลาการทดลองรวม
ทั้งสิ้น 57 วัน แบ่งออกเป็น 3 ระยะการทดลองตาม

Table 1. The experimental dietary formula

Ingredients	% DM basis
cassava chip	31
rice polish	30.1
palm kernel meal	20.56
molasses	1.23
soybean meal	15.06
urea	0.5
premix	1
dicalcium phosphate	0.3
sulfur	0.05
salt	0.2
total	100

แผนการทดลอง โดยแต่ละระยะ ทำการทดลองเป็นเวลา 19 วัน เป็นระยะปรับตัว 14 วัน และระยะเก็บข้อมูล 5 วัน ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กินทั้งเปลือกกล้วยหมักที่ใช้เป็นอาหารหยابในการทดลองและอาหารชั้น เพื่อนำปริมาณอาหารที่กินได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยกรัมวัตถุดิบต่อวัน (gDM/d), เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (% BW) และการกินได้กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kgW0.75) บันทึกน้ำหนักมูลที่เก็บแต่ละครั้ง และเก็บตัวอย่างเลือดโดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ไล่สารกันเลือดแข็งตัว (EDTA) นำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) และเก็บส่วน plasma เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (blood urea nitrogen; BUN) และสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ โปรตีนรวม (total Protein; TP) ครีเอตินิน (creatinine; creat) น้ำตาลกลูโคส (glucose) คอเลสเตอรอล (cholesterol) กรดยูริก (uric acid) อัลบูมิน (albumin; Alb) และบิลิรูบินรวม (total bilirubin; TBIL) ตามวิธีการของ Burtis and Ashwood (1994) และ Hallett and Cook (1971) จากนั้น ทำการสุ่มตัวอย่างอาหารและมูลไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์

องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบ โปรตีน หยาบ ไขมัน และเยื่อหยาบ โดยวิธี proximate analysis (Association of Official Analytical Chemists, 2000) ทำการคำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ ตามวิธีการของ Cheva-Isarakul (1998)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Ver.19.0 for windows)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากผลการศึกษาขององค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง 3 สูตร (Table 2) พบว่า เปลือกกล้วยหมักมีปริมาณวัตถุดิบ 18.27 % และเปลือกกล้วยที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยมันเส้นและลูกแป้งมีปริมาณวัตถุดิบเพิ่มขึ้นโดยประมาณ 2 เท่า (37.08 - 38.88 %) อาจเนื่องมาจากมีการผสมมันเส้นในเปลือกกล้วย 30 % ทำให้วัตถุดิบสูงขึ้น ปริมาณ

Table 2. Effect of cassava chip and fermentation starter supplementation in banana peel silage on chemical composition

Item	T1	T2	T3	Concentrate
Dry matter (%)	18.27	37.08	37.88	87.32
Organic matter (% of DM)	82.96	86.74	86.91	80.15
Crude protein (% of DM)	6.30	4.19	3.88	18.59
Ether extract (% of DM)	13.25	4.91	5.59	7.49
Nitrogen free extract (% of DM)	48.35	65.60	63.85	53.06
Crude fiber (% of DM)	20.00	16.28	16.70	12.56
Ash (% of DM)	12.11	9.02	9.98	8.31

T1 = banana peel silage

T2 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.01 %)

T3 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.02 %)

โปรตีนหยาบของเปลือกกล้วยหมักมีค่าเท่ากับ 6.30 % อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเปลือกกล้วยที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยมันเส้นและลูกแป้งปริมาณโปรตีนมีค่าเท่ากับ (3.88 และ 4.19 %) อาจเป็นผลมาจากปริมาณ โปรตีนในมันเส้นที่ผสมลงไปมีน้อยกว่าโปรตีนในเปลือกกล้วยจึงทำให้เกิดปริมาณโปรตีนลดลง ในส่วนปริมาณเยื่อใยหยาบของเปลือกกล้วยที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยมันเส้นและลูกแป้งมีค่าเท่ากับ (16.28 และ 16.70 %) อาจเป็นเพราะในการปรับปรุงคุณภาพของเปลือกกล้วยหมักด้วยลูกแป้งซึ่งมีเชื้อรา *Aspergillus* spp. สามารถสร้างเอนไซม์ในการย่อยสลายเยื่อใยจึงส่งผลทำให้ปริมาณเยื่อใยลดลง (Hantai *et al.*, 2018) ปริมาณไขมันหยาบในเปลือกกล้วยหมักมีค่าอยู่ที่ 13.25 % และเปลือกกล้วยที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยมันเส้นและลูกแป้งมีค่าเท่ากับ 4.91 และ 5.59 % ทั้งนี้ การเสริมมันเส้นลงไปส่งผลให้มีปริมาณไขมันลดลง ตรงกันข้ามกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (nitrogen free extract; NFE) เพราะมันเส้นมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายอยู่ในปริมาณมาก (75 - 85 %) (Wanapat and Khampa, 2007)

การศึกษาปริมาณการกินได้ที่วัดดูแห่ง (Table 3) ของอาหารชั้นและอาหารหยาบของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ปริมาณการกินได้ของของวัดดูแห่งรวมตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่า 3.50, 3.99 และ 3.68 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณอาหารที่สัตว์ได้รับเพียงพอต่อความต้องการการกินได้ของวัดดูแห่ง ซึ่งสอดคล้องกับ Devendra and Burns (1983) ที่รายงานว่าปริมาณการกินได้ที่วัดดูแห่งของแพะเนื้อในเขตร้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 1.9 - 3.8 % ของน้ำหนักตัว

การศึกษากการเจริญเติบโตของแพะ (Table 4) พบว่า น้ำหนักเริ่มต้น (initial body weight; IW) น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain; WG) ทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (average daily gain; ADG) ทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 92.22 - 116.11 g/day ซึ่งสูงกว่าการรายงานของ Seesawhea *et al.* (2017) ที่รายงานว่าแพะที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหมักมีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 40 - 70 กรัม g/day ทั้งนี้

อาจเนื่องมาจากเปลือกกล้วยสุกที่นำมาใช้ในการทำอาหารหมักมีปริมาณแทนนินเท่ากับ 43.17 ± 3.46 mg tannic acid/100 g DW (Cham *et al.*, 2019) ปริมาณแทนนินที่มีในเปลือกกล้วยส่งผลให้โปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมน ซึ่ง Barry (1989)

รายงานว่า อาหารที่แทนนินเป็นองค์ประกอบ 20 - 40 g/kg DM จะมีผลลดการย่อยสลายของโปรตีนโดยจุลินทรีย์ในรูเมนได้ โดยโปรตีนจะไหลผ่านและดูดซึมในลำไส้เล็ก ซึ่งการย่อยและดูดซึมสารอาหารในลำไส้เล็กมีประสิทธิภาพกว่าในกระเพาะรูเมน (Wu *et al.*, 1991)

Table 3. Effects of cassava chip and fermentation starter supplementation in banana peel silage on feed intake and nutrient intake of goat

<i>Item</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>SEM</i>	<i>P - value</i>
<i>Concentrate (gDM / d)</i>	278.83	249.11	230.66	10.38	0.53
<i>Roughage (gDM / d)</i>	279.42	317.60	311.12	16.18	0.77
<i>Total feed intake (gDM / d)</i>	558.25	566.71	541.78	19.42	0.94
<i>Total feed intake (gDM / kg^{0.75})</i>	69.81	77.48	71.92	3.02	0.79
<i>Total feed intake (% BW)</i>	3.50	3.99	3.68	0.18	0.74
<i>Nutrient intake (g / day)</i>					
<i>Dry matter</i>	296.30	329.54	323.68	10.35	0.69
<i>Organic matter</i>	287.12	329.94	325.87	13.69	0.64
<i>Crude protein</i>	69.96	58.94	55.61	2.99	0.40
<i>Ether extract</i>	59.01	33.46	35.15	4.70	0.14
<i>Nitrogen free extract</i>	92.61	80.36	82.16	4.27	0.69
<i>Crude fiber</i>	508.70	502.71	498.79	19.68	0.99

SEM = standard error of mean

T1 = banana peel silage

T2 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.01 %)

T3 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.02 %)

Table 4. Effects of cassava chip and fermentation starter supplementation in banana peel silage on growth performance of goat

<i>Items</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>SEM</i>	<i>P - value</i>
<i>Initial body weight (kg)</i>	15.93	14.25	15.08	0.60	0.60
<i>Final body weight (kg)</i>	17.33	15.36	16.46	0.67	0.37
<i>Weight gain (g)</i>	1,393.33	1,106.67	1,383.33	276.81	0.94
<i>Average daily gain (g / d)</i>	116.11	92.22	115.28	23.07	0.94

SEM = standard error of mean

T1 = banana peel silage

T2 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.01 %)

T3 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.02 %)

การศึกษาค่าการย่อยได้ (Table 5) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (dry matter digestibility; DMD) ของ T3 (74.43 %) สูงกว่ากลุ่ม T1 (56.88 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเป็นผลมาจากการปรับปรุงคุณภาพของเปลือกกล้วยด้วยลูกแป้งมีเชื้อรา *Aspergillus* spp. ที่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อใช้ในการย่อยผนังเซลล์พืช (Mrudula *et al.*, 2011) ทำให้ปริมาณเยื่อใยลดลงและทำให้มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ Wachirapakom *et al.* (2016) ที่รายงานว่าการเพิ่มของเยื่อใยมีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน (crude protein digestibility; CPD) และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันหยาบ (ether extract digestibility; EED) ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยหยาบ (crude fiber digestibility; CFD) ของกลุ่ม T3 สูงกว่ากลุ่ม T1 และ T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเป็นเพราะ

จากอาหารทดลองในกลุ่ม T3 มีปริมาณลูกแป้งมากกว่าจึงทำให้มีจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์เพิ่มขึ้นจนเกิดกระบวนการย่อยสลายของเยื่อใยในอาหารได้มากกว่า อีกทั้งปริมาณไขมันที่ได้รับของแพะในกลุ่ม T3 มีปริมาณน้อยกว่าแพะในกลุ่ม T1 ซึ่งไขมันจะเข้าไปเคลือบเยื่อใยทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเข้าไปย่อยสลายเยื่อใยในกระเพาะรูเมนได้ (Devendra and Lewis, 1973) ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (nitrogen free extract digestibility; NFED) และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility; OMD) ของกลุ่ม T3 สูงกว่ากลุ่ม T1 ($P < 0.05$) เนื่องจากปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายในกลุ่ม T3 สูงกว่ากลุ่ม T1 จึงส่งผลทำให้มีการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายและอินทรีย์วัตถุมากกว่า (Chaokaur *et al.*, 2014) และสอดคล้องกับการรายงานของ Bhatt *et al.* (2016) ที่รายงานว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย

Table 5. Effects of cassava chip and fermentation starter supplementation in banana peel silage on digestion coefficients and digestible nutrient intake of goat

Digestion coefficients (%)	T1	T2	T3	SEM	<i>P</i> -value
Dry matter	56.88 ^b	64.01 ^{ab}	74.43 ^a	2.99	0.05
Organic matter	59.36 ^b	68.28 ^{ab}	77.50 ^a	3.01	0.04
Crude protein	44.93	44.27	58.66	4.33	0.16
Ether extract	19.33	47.54	49.91	6.26	0.13
Nitrogen free extract	71.86 ^b	77.40 ^{ab}	85.21 ^a	2.32	0.04
Crude fiber	56.88 ^b	59.38 ^b	71.02 ^a	2.64	0.04
Digestible nutrient intake (g / day)					
Dry matter	168.94	212.01	240.41	13.36	0.26
Organic matter	301.80	344.52	385.63	18.80	0.44
Crude protein	31.65	26.57	32.45	2.74	0.73
Ether extract	11.86	16.23	17.46	1.97	0.65
Nitrogen free extract	205.30	254.87	277.13	12.87	0.25
Crude fiber	52.98	48.08	58.24	3.40	0.63

^{a, b} Mean within the same row followed by different superscript letters are significantly different at $P < 0.05$ level by DMRT.

SEM = standard error of mean

T1 = banana peel silage

T2 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.01 %)

T3 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.02 %)

การศึกษาค่าทางชีวเคมีในเลือดแพะ (Table 6) พบว่า ปริมาณกลูโคส ในเลือดของทุกกลุ่มการทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 62.67 - 65.00 mg/dl โดยปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดของแพะที่ได้รับอาหารทดลองอยู่ในช่วงปกติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 50 - 75 mg/dl (Kaneko, 1989) ดังนั้น จึงบ่งชี้ว่า แพะมีการได้รับพลังงานจากอาหารเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ปริมาณคอเลสเตอรอล และปริมาณครีเอตินินในเลือดของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.87 - 1.02 mg/dl ซึ่งอยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งปริมาณ creatinine โดยปกติของแพะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.75-1.5 mg/dl ปริมาณ Creatinine สามารถบ่งบอกถึงการทำงานของไตในการกรอง creatin ออกจากร่างกายผ่านโกลเมอรูลัส อยู่ในสภาวะการทำงานที่ปกติหรือสามารถทำงานได้อย่างปกติ ปริมาณ albumin ในเลือดของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.83-3.07

g/dl ปริมาณ albumin ของเลือดแพะจากการทดลอง อยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งค่าปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2.7 - 3.9 g/dl (Kaneko, 1989) ปริมาณ albumin บ่งบอกถึงการขนส่งสารต่าง ๆ ไปตามกระแสเลือดและปริมาณการได้รับสารอาหารของตัวสัตว์ (Cai, 2007) ปริมาณกรดยูริกในเลือดแพะทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และปริมาณโปรตีนรวมในเลือดของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ปริมาณบิลิรูบินทั้งหมดในเลือดของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ปริมาณ total bilirubin บ่งบอกถึงสมรรถภาพการทำงานของตับอยู่ในสภาวะปกติ โดยปริมาณ total bilirubin ในแพะปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 - 0.1 mg/dl (Kaneko, 1989) ปริมาณแอสพาเทต อะมิโนทรานสเฟอเรส (aspartate aminotransferase; AST) ในเลือดแพะของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 77.00 - 132.00 U/L โดยปริมาณ AST จากการทดลองอยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งปริมาณ AST

Table 6. Effects of cassava chip and fermentation starter supplementation in banana peel silage on blood biochemical contents of goat

Items	T1	T2	T3	SEM	P-value
Glucose (mg/dl)	62.67	63.00	65.00	1.32	0.86
Cholesterol (mg/dl)	61.33	48.00	48.67	6.29	0.54
Creatinine (mg/dl)	0.95	0.87	1.02	0.07	0.60
Albumin (g/dl)	3.07	2.87	2.83	0.10	0.64
Uric acid (mg/dl)	0.10	0.10	0.10	0.00	0.80
TP (g/dl)	5.83	6.03	6.27	0.13	0.54
TBIL (mg/dl)	0.20	0.17	0.20	0.01	0.50
AST (U/L)	132.00	91.67	77.00	12.51	0.22
ALT (U/L)	33.33	21.00	17.33	3.88	0.18
BUN (mg/dl)	8.67	6.33	9.33	0.99	0.22

TP = total protein; TBIL= total bilirubin; AST = aspartate aminotransferase; ALT = alanine aminotransferase; BUN = blood urea nitrogen

T1 = banana peel silage

T2 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.01 %)

T3 = banana peel silage with cassava chip 30 % and fermentation starter (0.02 %)

ที่ปกติของแพะมีค่าอยู่ระหว่าง 66 - 230 U/L (Fielder, 2015) ปริมาณ AST สามารถบ่งบอกถึงความผิดปกติในการทำงานของตับ เช่นการอักเสบและการตายของเซลล์ตับได้ (Rattana *et al.*, 2011) ปริมาณอะลานีนอะมิโนทรานสเฟอเรส (alanine aminotransferase; ALT) ในเลือดของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 17.33-33.33 U/L ปกติปริมาณ ALT ของแพะมีค่าอยู่ระหว่าง 15 - 52 U/L (Fielder, 2015) โดยค่าดังกล่าวบ่งบอกและตรวจสุขภาพการทำงานของตับ (Rattana *et al.*, 2011) ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดในเลือดของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.33 - 9.33 mg/dl ต่ำกว่าการรายงานของ Chanjula *et al.* (2014) ที่รายงานว่าแพะลูกผสมซาเนนที่ได้รับหญ้าที่สดมีปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดอยู่ในช่วง 16.91 - 21.72 mg/dl อาจเนื่องมาจากแพะได้รับโภชนะประเภทโปรตีนในปริมาณที่น้อย (55.61 - 69.96 g/day) สอดคล้องกับ Preston *et al.* (1965) ที่รายงานว่า ค่า BUN มีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนที่กินได้ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนในกระแสเลือดในเลือดสามารถบ่งบอกถึงความเหมาะสมของปริมาณสารอาหารโปรตีนที่แพะได้รับและบ่งบอกถึงการขับออกของแอมโมเนียที่ได้จากการย่อยโปรตีนโดยกลไกของร่างกายแพะผ่านการทำงานของไต (Sakha *et al.*, 2009)

สรุป

จากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้เปลือกกล้วยหมักร่วมกับมันเส้น และลูกแป้งที่อัตราส่วน 70 : 30 : 0.02 % ทำให้มีปริมาณวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายในอาหารหยาบสูงขึ้น แต่มีโปรตีนหยาบและเยื่อใยหยาบลดลง แต่อย่างไรก็ตามไม่ส่งผลเชิงลบต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบและปริมาณการโภชนะที่กินได้ อีกทั้งเพิ่มสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย และเยื่อใยหยาบ การใช้เปลือกกล้วยหมักร่วมกับมันเส้น และลูกแป้ง ไม่ส่งผลเชิงลบต่อค่า

ชีวทางเคมีของเลือด ดังนั้น การปรับปรุงคุณภาพเปลือกกล้วยหมักร่วมกับมันเส้นด้วยลูกแป้ง 0.02 % สามารถใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับแพะได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณฟาร์มปศุสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Barry, T.N. 1989. Condensed tannins: their role in ruminant protein and carbohydrate digestion and possible effects upon the rumen ecosystem. pp.153-169. In: J.V. Nolan, R.A. Leng, and D.I. Demeyer (eds.). The Roles of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion. Penambol Books, Armidale.
- Bhatt, H.D., N.H. Kelawala, V.S. Dabas, R.H. Bhatt, S.K. Jhala, D.N. Suthar and V.D. Dodia. 2016. Incidence of hoof disorders in bovine of south Gujarat. International Journal of Science Environment and Technology 5(5): 3346-3351.
- Bourapa, R. and P. Kullama. 2018. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on nutritive values and fermentation characteristics of rice straw. Khon Kaen Agriculture Journal 46(5): 947-954. (in Thai)

- Burtis, C.A. and E.R. Ashwood. 1994. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 2nd ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Cai, J.S. 2007. Effect of protein sources on performance and organ development and serum biochemical indexes in early-weaned lambs. M.S. Thesis. Chinese of Academy Agricultural Sciences, Beijing.
- Cham, P., W. Poonsri, I. Lichanporn and N. Lapsongphon. 2019. Effects of ripening stages and extraction conditions on tannin content of Namwa banana peel powder. pp. 659-695. *In*: Proceedings of 20th National Graduate Research Conference. Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Chanjula, P., P. Pakdeechnuan, S. Wasiksiri and S. Tedprasit. 2014. Effects of dietary protein levels on digestibility, blood metabolites, and production performance of lactating dairy goats. *Journal of Agriculture* 30(2): 191-200. (in Thai).
- Chaokaur, A., Y. Laikhonburi, C. Kunmee, C. Santhong and S. Chimthong. 2014. Evaluation of nutritive value and sugar soluble carbohydrate of pineapple residue. *Khon Kaen Agriculture Journal* 42 (Suppl. 1): 301-306. (in Thai)
- Cheva-Isarakul, B. 1998. *Animal Nutrition*. 6th ed. Thanaban Printing, Chiang Mai. 170 p. (in Thai)
- Devendra, C. and M. Burns. 1983. *Goat Production in the Tropics*. 2nd ed. Slough: Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal.
- Devendra, C. and D. Lewis. 1973. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep 1. A comparison of the methods used for crude fibre and acid-detergent fibre estimations. *Animal Science* 17(3): 275-280.
- Fielder, S.E. 2015. Serum biochemical reference ranges. (Online). Available: <https://www.msddvetmanual.com/special-subjects/reference-guides/serum-biochemical-reference-ranges> (October 14, 2020).
- Hallett, C.J. and J.G.H. Cook. 1971. Reduced nicotinamide adenine dinucleotide-coupled reaction for emergency blood urea estimation. *Clinica Chimica Acta* 35(1): 33-37.
- Hantai, P., B. Plangsungnem, C. Chueaphudi, S. Yammuen-art, W. Tartrakoon, P. Rattanapradit and N. Laorodphan. 2018. Effect of cassava chip and fermentation starter supplementation of banana peel silage on chemical composition and *in vitro* digestibility. *Journal of Agricultural Research and Extension* 35(2) (Suppl. 2): 713-721. (in Thai)
- Hnokaew, P. and S. Yammuan-Art. 2019. Effect of lactic acid bacteria inoculation on nutritive value of maize cob and husk with napier pakchong 1 silage at different ensiling period. *Khon Kaen Agriculture Journal* 47 (Suppl. 2): 747-752. (in Thai)
- Kaneko, J.J. 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4th ed. Academic Press, San Diego.
- Laorodphan, N. and W. Likittrakulwong. 2017. Effects of banana peel silage on growth performance of crossbred Charolais. *Naresuan Phayao Journal* 10(2): 50-53. (in Thai)
- Mrudula, S., G. Reddy and G. Seenayya. 2011. Screening of various raw starches on production of thermostable amylopullulanase by *Clostridium thermosulfurogenes* SVM17. *World Applied Sciences Journal* 15(7): 996-1001.

- Mukthang, K., W. Tartrakoon, C. Chueaphudi, P. Hantai, T. Tongyoy, W. Likittrakulwong, T. Kassanuk and N. Laorodphan. 2020. Effects of banana peel silage on milk yields in lactating dairy goats. *Khon Kaen Agriculture Journal* 48 (Suppl 1.): 251-256. (in Thai)
- Preston, R.L., D.D. Schnakenberg and W.H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. *Journal of Nutrition* 86(3): 281-287.
- Rattana, S., O. Arunsakul and P. Sangkhapaitoon. 2011. Biochemical blood parameters of goats in southern Thailand. *Journal of Agriculture* 27(3): 283-292. (in Thai)
- Sakha, M., M. Shamesdini and F. Mohamad-zadeh. 2009. Serum biochemistry values in Raini goat of Iran. (Online). Available: http://www.ispub.com/journal/the_internet_journal_of_veterinary_medicine/volume_6_number_1_39/article/serum-biochemistry-values-in-raini-goat-of-iran.html. (October 14, 2020).
- Seesawhea, Y., P. Saenphoom, A. Chaokaur, S. Chimtong, S. Bureenok and S. Prajukboonjatsada. 2017. Nutritional improvement of corn peel silage using fermented juice from epiphytic lactic bacteria (FJLB), nutrients digestibility and growth performance in crossbred goat. *Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University* 4(5): 144-156.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nd ed. McGraw-Hill, New York.
- Wachirapakorn, C., C. Wongnen, A. Cherdthong and K. Phonsaen. 2016. Effects of dried ethanol by-product in total mixed ration on intake, digestibility, yield and milk composition of lactating cows. *Journal of Agriculture* 32(2): 247-259. (in Thai)
- Wanapat, M. and S. Khampa. 2007. Effect of levels of supplementation of concentrate containing high levels of cassava chip on rumen ecology, microbial N supply and digestibility of nutrients in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 20(1): 75-81.
- Weerakul, K., C. Sodchit and R. Singganusong. 2015. Extraction and utilization of dietary fiber from banana peels. *SDU Research Journal of Sciences and Technology* 8(3): 61-80.
- Wu, Z., O.A. Ohajuruka and D.L. Palmquist. 1991. Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74(9): 3025-3034.
-