

การปรับปรุงคุณภาพของขานอ้อยด้วยลูกแป้งต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในหลอดทดลอง

The quality improvement of sugar cane bagasse with traditional fermentation starter (Loog-Pang) on chemical composition and *in vitro* digestibility

ธนโชติ ทองย้อย¹, ประวิทย์ ห่านใต้¹, ทศพร อินเจริญ¹, วันดี ทาตระกูล¹, เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ³, วิโรจน์ ลิขิตตระกูลวงศ์² และ ณรกมล เล่าห์รอดพันธ์^{2*}

Tanachot tongyoy¹, Prawit Hantai¹, Tossaporn Incharoen¹, Wandee Tartrakoon¹, Saowaluck Yammuen-art³, Wirot Likittrakulwong² and Norakamol Laorodphan^{2*}

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000

Division of Animal Science and Feed Technology, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 6500

² คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 65000

Faculty of Food and Agricultural technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000

³ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

Department of Animal and Aquatic Science Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

*Corresponding author: naikaset119@hotmail.com

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการปรับปรุงคุณภาพของขานอ้อยด้วยลูกแป้งต่อการย่อยได้ในหลอดทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มคือ ขานอ้อยที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ (SB) ขานอ้อยหมักกับกากน้ำตาลและลูกแป้งที่ระดับ 100:1:0.1 เปอร์เซ็นต์ (T1) ขานอ้อยหมักกับกากน้ำตาลและลูกแป้งที่ระดับ 100:1:0.2 เปอร์เซ็นต์ (T2) ขานอ้อยหมักกับกากน้ำตาลและลูกแป้งที่ระดับ 100:1:0.4 เปอร์เซ็นต์ (T3) ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและวัดค่าการย่อยได้โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊ส ผลการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนหยาบของกลุ่ม T1, T2 และ T3 สูงกว่ากลุ่ม SB และปริมาณเยื่อใยหยาบของกลุ่ม T2 และ T3 ต่ำกว่าทุกกลุ่มการทดลอง ปริมาณแก๊สสะสมพบว่า ณ ชั่วโมงที่ 4-12 ของกลุ่ม SB สูงกว่ากลุ่ม T1, T2 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณแก๊สสะสม ณ ชั่วโมงที่ 24-72 ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ค่า Metabolizable energy ค่า Organic matter digestibility และปริมาณของ Short chain fatty acid ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการหมักขานอ้อยร่วมกับลูกแป้งทำให้มีโปรตีนที่เพิ่มสูงขึ้น ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองค่า Metabolizable energy ค่า Organic matter digestibility และปริมาณของ Short chain fatty acid

คำสำคัญ: ขานอ้อยหมัก; ลูกแป้ง; องค์ประกอบทางเคมี

ABSTRACT: This study aimed to investigate effect of quality improvement of sugarcane bagasse with traditional fermentation starter (Loog-Pang) on *in vitro* digestibility. The experimental diet was divided into 4 groups follow by: untreated sugarcane bagasse (SB), Sugarcane Bagasse ensiled with 1% molasses and 0.1% Loog-Pang (T1), Sugarcane Bagasse ensiled with 1% molasses and 0.2% Loog-Pang (T2) and Sugarcane Bagasse ensiled with 1% molasses and 0.4% Loog-Pang (T3). The chemical composition and *in vitro* gas production were determined. The results were shown that crude protein contents of T1, T2 and T3 were higher than SB and crude fiber contents of T2 and T3 was lower than all treatments. Gas

accumulation of experimental diets incubated with rumen fluid at 4- 12 of SB were higher than T1, T2 and T3 were significant ($P < 0.05$). The gas accumulation of experimental diets incubated with rumen fluid at 24, 48 and 72 hrs. were not affected by treatments. Furthermore, metabolizable energy (ME), organic matter digestibility (OMD) and short chain fatty acid (SCFA) were not significantly different ($P > 0.05$). According to the results of this research, it is suggested that using Traditional fermentation starter (Loog-Pang) could increase crude protein without any negative effects on *in vitro* digestibility.

Keywords: sugarcane bagasse silage; traditional fermentation starter (Loog-Pang) ; chemical composition

บทนำ

ด้วยทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอย่างจำกัดและพื้นที่ถือครองของเกษตรกรที่ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้พืชอาหารสัตว์ทางธรรมชาติไม่เพียงพอ การใช้หญ้าจากทุ่งหญ้าทางธรรมชาติไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในการผลิตปศุสัตว์ในระบบเข้มข้น (Intensive farming) ทั้งในเชิงคุณค่าทางโภชนาการและทางด้านปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวตลอดช่วงการผลิตสัตว์ แม้กระทั่งการพัฒนาแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและมีผลผลิตสูง แต่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ส่วนมากเป็นเกษตรกรรายย่อย มักทำการปศุสัตว์ร่วมกับการเกษตรอื่น จึงทำให้เหลือพื้นที่ทำแปลงพืชอาหารสัตว์ไม่เพียงพอ จึงทำให้เกษตรกรประสบปัญหาขาดแคลนอาหารหยาบ การใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถจัดการปัญหาด้านอาหารหยาบได้ ซึ่งผลพลอยได้ที่คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นและพิจารณาผลพลอยได้ทางอุตสาหกรรมเกษตรที่มีปริมาณสูงคือขานอ้อยที่เหลือจากกระบวนการหีบอ้อยเพื่อทำเป็นน้ำตาล มีนักวิจัยหลายคนได้ทดสอบการนำไปใช้ หรือการใช้ขานอ้อยปรับปรุงคุณภาพด้วยยูเรียในระดับไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพเนื้อโค (Mohammed and Salih, 2013) และการใช้ขานอ้อยปรับปรุงคุณภาพด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารที่มีขานอ้อย 28 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคนมดีขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มว่าขานอ้อยสามารถใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้หากผ่านการปรับปรุงคุณภาพก่อนการใช้ นอกจากแนวทางการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรรมวิธีทางเคมีและจุลินทรีย์ดังกล่าวแล้ว ทางคณะผู้วิจัยมีแนวคิดในการปรับปรุงคุณภาพขานอ้อยด้วยการใช้จุลินทรีย์ในกลุ่มผลิตแอลกอฮอล์โดยใช้ลูกแป้ง ซึ่งถือเป็นผลผลิตจากหัวเชื้อเชื้อจุลินทรีย์ที่เก็บในรูปของแป้งแห้ง มีจุลินทรีย์ส่วนใหญ่คือกลุ่มยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่สามารถผลิตแอลกอฮอล์มาทดสอบความเป็นไปได้ในการปรับปรุงคุณภาพผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตร ซึ่งพบว่าสามารถเพิ่มโปรตีนและลดเยื่อใยได้ (ประวิทย์ และคณะ, 2561) ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของขานอ้อยด้วยลูกแป้งที่อาจสามารถนำไปใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

วิธีการศึกษา

ขานอ้อยที่นำมาทดลองเป็นเศษเหลือทิ้งจากการหีบเอาน้ำอ้อยออก โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งการทดลองเป็น 4 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มขานอ้อยที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพ (Sugarcane bagasses ; SB), กลุ่มทดลองทำการหมักขานอ้อย (97.94 %) + กากน้ำตาล (0.98 %) + น้ำ (0.98 %) โดยใช้ลูกแป้ง 0.10 เปอร์เซ็นต์ (T1), 0.20 เปอร์เซ็นต์ (T2) และ 0.39 เปอร์เซ็นต์ (T3) จากนั้นนำขานอ้อยมาสับให้มีขนาด 2-3 เซนติเมตร ผสมคลุกเคล้าจนเป็นเนื้อเดียวกันตามกลุ่มการทดลอง นำมาหมักทิ้งไว้โดยบรรจุในภาชนะขนาด 100 กรัม ทำการปิดแบบไร้อากาศจำนวน 3 ซ้ำต่อหน่วยการทดลอง หมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 14 วัน

เมื่อครบกำหนดทำการสุ่มตัวอย่างอาหาร มาอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำมาทำการบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมัน และเยื่อใยหยาบ โดยวิธีแบบประมาณ Proximate Analysis (AOAC, 2000) และวิเคราะห์องค์ประกอบเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber; NDF) เยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber; ADF) และลิกนิน (lignin) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการด้านพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy; ME) โดยเทคนิคการวัดแก๊ส (gas production

technique) ตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988) โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนจากโคพื้นเมืองเพศผู้เจาะกระเพาะฝังก่อ Rumen fistula บริเวณสวาปด้านซ้ายของตัวโค (ทัศนีย์ และเทอดชัย, 2530) จำนวน 4 ตัว อายุประมาณ 8 – 10 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 263 ± 12 กิโลกรัม เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ให้อาหารหยาบเป็นฟางข้าวให้กินเต็มที่ได้รับอาหารวันละ 2 ช่วง คือ 7:00 น. และ 17:00 น. ทำการศึกษาจลพลศาสตร์การผลิตแก๊ส เพื่อประเมินการย่อยได้ของอาหารทดลองตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Blümmel et al. (1997) โดยการป้อน สารละลาย rumen liquor buffer จำนวน 30 มล. ลง ในหลอดที่มีตัวอย่างอาหารบดผ่านตะแกรง 1 มม. ประมาณ 200 มก.นำไป incubate ที่อุณหภูมิ 39°C และบันทึกปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น โดยอ่านค่าปริมาณแก๊ส ณ ชั่วโมงที่ 4, 8, 10, 12, 24, 48, และ 72 ชั่วโมง ทำตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988) จากนั้นนำมาคำนวณค่าแก๊สสุทธิ, ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME), การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (OMD) ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (SCFA) ตามวิธีของ Blümmel and Ørskov (1993) จากสูตร

$$\text{Gb (ml/200 mg DM, 24 hr)} = \frac{[(V_{24} - V_0 - \text{Gb}_0) \times 200 \times (\text{FH} + \text{Fc}) / 21]}{W}$$

$$\text{Metabolizable energy: (ME, MJ/Kg DM)} = 2.20 + 0.136\text{Gv} + 0.057\text{CP} + 0.0029\text{CF}$$

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 2.20 + 0.136\text{Gv} + 0.0057\text{CP} + 0.00029\text{CF}$$

$$\text{OMD (\%)} = 15.38 + 0.8453\text{Gv} + 0.0595\text{CP} + 0.0675\text{XA}$$

$$\text{SCFA (mol)} = 0.0239\text{Gv} - 0.0601$$

เมื่อ Gv = ปริมาณแก๊ส (มิลลิลิตร) บ่มที่ 24 ชั่วโมง

CP = ปริมาณโปรตีน (g/kg DM)

CF = ปริมาณเยื่อใยหยาบ (g/kg DM)

XA = ปริมาณเถ้า (g/kg DM)

นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป spss

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ผลของการปรับปรุงคุณภาพขานอ้อยด้วยลูกแป้งต่อการย่อยได้ในหลอดทดลอง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขานอ้อยหมักร่วมกับลูกแป้งทั้ง 4 สูตร คือ ขานอ้อย (SB) สัดส่วนของขานอ้อยหมักต่อลูกแป้งที่ระดับ 100:0.1 เปอร์เซ็นต์ (T1) สัดส่วนของขานอ้อยหมักต่อลูกแป้งที่ระดับ 100:0.2 เปอร์เซ็นต์ (T2) สัดส่วนของขานอ้อยหมักต่อลูกแป้งที่ระดับ 100:0.4 เปอร์เซ็นต์ (T3) พบว่า วัตถุประสงค์ของขานอ้อยปรับปรุงคุณภาพต่ำกว่าขานอ้อยหมัก อย่างไรก็ตามปริมาณวัตถุประสงค์ของขานอ้อยปรับปรุงคุณภาพทั้ง 3 กลุ่มการทดลองสูงกว่าขานอ้อยหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลจากรายงานของรัชดาภรณ์ และคณะ (2562) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 47.4-52.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของทุกกลุ่มการทดลองใกล้เคียงกับเชื้อในลำต้นสาคุที่ เปลือก และ มงคล, (2557) ได้รายงานไว้คือมีอินทรีย์วัตถุ 96.17 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนหยาบของขานอ้อยหมักร่วมกับลูกแป้งที่ระดับ 0.1% และ 0.2% สูงกว่าขานอ้อยก่อนการปรับปรุงคุณภาพ และพบว่าปริมาณโปรตีนหยาบที่สูงขึ้นเหมือนกับการทดลองของวาสนา และคณะ (2562) เมื่อหมักขานอ้อยและกากมันสำปะหลังกับ เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ระดับ 10^{12} cells/ml แล้วมีปริมาณโปรตีนหยาบสูงขึ้น (2.75% vs 4.88%) ทั้งนี้เกิดจากการหมักยีสต์อาจมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นและในการหมักยังโภชนะที่เพียงพอให้ยีสต์ใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้สูงสุด และส่งผลต่อการสร้างโปรตีนในเซลล์ได้สูงตามมาด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Sadiq et al. (2014) กล่าวว่ายีสต์ *S. cerevisiae* เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีปริมาณโปรตีนภายในเซลล์สูงโดยเฉลี่ยมีประมาณ 47-50% ของน้ำหนักแห้งจึงส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณโปรตีนในการหมักด้วย ปริมาณ NFE กลุ่มของอ้อยปรับปรุงคุณภาพมีค่าสูงกว่ากลุ่ม SB อาจเป็นผลมาจากการเสริมกากน้ำตาลส่งผลทำให้มีปริมาณ NFE สูงขึ้นเนื่องจากกากน้ำตาลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย 89.23 เปอร์เซ็นต์ กรมปศุสัตว์ (2547) สอดคล้องกับการรายงาน

ของ สันติ และคณะ (2555) ที่รายงานว่า การปรับปรุงคุณภาพด้วยกากน้ำตาลส่งผลให้มีปริมาณ NFE เพิ่มขึ้น ปริมาณเยื่อใยหยาบกลุ่ม T1 ใกล้เคียงกับกลุ่ม SB แต่พบว่าในกลุ่ม T2 และ T3 มีปริมาณเยื่อใยหยาบต่ำกว่ากลุ่ม SB เป็นผลมาจากเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus sp.* (วีระสิทธิ์ และคณะ, 2554) ในลูกแป้งมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ (ชลนิชา และ วิเชียร, 2549) อีกทั้งลูกแป้งจะประกอบไปด้วยจุลินทรีย์กลุ่มเชื้อราและยีสต์ในกลุ่ม *Rhizopusoryzae*, *Mucorindicus* และ *Candida parapdida*, *Pichiakudriavzevii*, *Candidaquercitrusa* และแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกกลุ่ม *Pediococcus pentosaceus* (อรุณี, 2556) เป็นการใช้อ้อยจุลินทรีย์แบบผสม หรือ mixed culture ที่สามารถเป็นการช่วยเพิ่มการผลิตเอนไซม์ได้หลากหลายชนิดเพื่อใช้ในการย่อยสลายประกอบของเยื่อใย (วาสนา และ กิตติ, 2557) ปริมาณ NDF, ADF, เซลลูโลส และเอมิเซลลูโลส ของกลุ่มขานอ้อยปรับปรุงคุณภาพมีค่าเพิ่มสูงขึ้นกว่ากลุ่มของ SB ซึ่งใกล้เคียงกับสันติ และคณะ (2555)

Table 1 Chemical composition of experimental diets

Item	Treatment			
	SB	T1	T2	T3
Dry matter	86.96	63.93	62.63	63.40
Organic matter	96.62	96.16	95.49	95.96
Crude protein	2.58	3.42	3.20	2.82
Ether extract	3.51	1.00	4.46	1.78
NFE	64.11	65.92	69.70	69.55
Crude fiber	33.24	33.57	27.25	29.98
NDF	40.18	43.72	71.82	73.35
ADF	44.21	49.25	45.86	46.95
ADL	11.05	10.62	11.08	11.38
Cellulose	33.16	38.63	34.78	35.57
Hemicellulose	4.02	5.53	25.96	26.41
Lignin	9.21	9.77	10.45	10.16

SB = Sugarcane bagasses, T1 = Sugarcane bagasses with fermentation starter at 0.1 percentage, T2 = Sugarcane bagasses with fermentation starter at 0.2 percentage, T3 = Sugarcane bagasses with fermentation starter at 0.4 percentage

จากการศึกษาปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นของ ขานอ้อย (SB) สัดส่วนของขานอ้อยหมักต่อลูกแป้งที่ระดับ 100:0.1 เปอร์เซ็นต์ (T1) สัดส่วนของขานอ้อยหมักต่อลูกแป้งที่ระดับ 100:0.2 เปอร์เซ็นต์ (T2) สัดส่วนของขานอ้อยหมักต่อลูกแป้งที่ระดับ 100:0.4 เปอร์เซ็นต์ (T3) พบว่า ปริมาณแก๊สสะสม ณ ชั่วโมงที่ 4-12 ของขานอ้อยสูงกว่ากลุ่ม T1, T2 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องมาจาก ปริมาณวัตถุแห้ง และ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ของกลุ่ม SB มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นทำให้จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าส่งผลทำให้เกิดแก๊สในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของ SB สูงกว่ากลุ่มอื่น (เทอดชัย, 2548) และอาจเนื่องมาจากในกลุ่มของขานอ้อยที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้วยลูกแป้งในตัวของลูกแป้งมีจุลินทรีย์กลุ่ม *Saccharomyces sp* ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของยีสต์ (วีระสิทธิ์และคณะ, 2554) สอดคล้องกับการรายงานของ Peripolli et al. (2017) มีการใช้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (Nitrogen free extract; NFE) โดยจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายขององค์ประกอบทางเคมีจึงทำให้ มีการย่อยสลายปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายเป็นกรด โพรพิโอนัท ที่ได้รับการสลายปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย ในส่วนของค่าพลังงานใช้ประโยชน์

ได้ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ สูงกว่าการรายงานของ สมสุข และคณะ (2545) ที่รายงานว่าการใช้หญ้าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ อยู่ในช่วง 1.63-2.12 MJ/Kg จึงส่งผลให้มีการหมักย่อยได้ดีค่าอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งต่ำกว่าการรายงานของ ซาลินี และคณะ (2560) ที่รายงานว่าการใช้เศษเหลือจากสับประรดหมักมีค่าอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ 95.56-97.23 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจาก เนื่องจากกากน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทำให้จะทำให้อะไมโลไลติก แบคทีเรียจะเพิ่มขึ้น (Seglar,2003) ทำให้มีการย่อยสลายของน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการหมักจึงทำให้ปริมาณ OM ในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล จึงมีค่าต่ำกว่าการไม่เสริมกากน้ำตาล (เสาวลักษณ์ และคณะ 2555) และปริมาณของกรดไขมันสายสั้นของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามปริมาณกรดไขมันสายสั้นสูงกว่าการรายงานของประวิทย์ และคณะ (2562) ที่รายงานว่าการใช้ขี้เถ้าหมักร่วมกับมันเส้นและลูกแป้งซึ่งมีปริมาณกรดไขมันสายสั้นอยู่ระหว่าง 0.99-1.45 mol อาจเป็นผลมาจากปริมาณ NFE (64.11-69.70 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าการรายงานของประวิทย์ และคณะ (2562) ซึ่งมีปริมาณ NFE 43.92-63.21 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลมาจากปริมาณ NFE ที่สูงส่งผลทำให้จุลินทรีย์ย่อยได้ดี จึงทำให้มีการผลิตอะซิเตท โพรพิโอเนท และ บิวทีเรท ใน ปริมาณสูงส่งผลต่อค่ากรดไขมันสายสั้นที่สูง (ศมนพร และคณะ, 2560)

Table 2 Effect of quality improvement of sugarcane bagasse by using by using TTFS on gas production and estimate parameter

Item	SB	T1	T2	T3	SEM	P-Value
G4	16.33 ^a	12.33 ^b	11.67 ^b	11.33 ^b	0.75	0.03
G8	20.67 ^a	16.34 ^b	15.34 ^b	14.67 ^b	0.81	0.01
G10	22.33 ^a	17.66 ^b	16.33 ^b	16.00 ^b	0.87	0.01
G12	22.34 ^a	17.67 ^b	17.34 ^b	16.67 ^b	0.81	0.02
G24	19.34	16.67	15.00	16.34	0.74	0.21
G48	26.67	23.67	22.34	28.67	1.72	0.62
G72	29.67	25.67	25.00	30.00	1.63	0.65
ME	5.90	5.31	4.87	5.18	0.17	0.18
OMD	35.47	33.78	32.65	33.35	0.59	0.43
SCFA	19.28	16.61	14.94	16.28	0.74	0.21

SB = Sugarcane bagasses, T1 = Sugarcane bagasses with fermentation starter at 0.1 percentage, T2 = Sugarcane bagasses with fermentation starter at 0.2 percentage, T3 = Sugarcane bagasses with fermentation starter at 0.4 percentage

สรุป

การปรับปรุงคุณภาพของขานอ้อยร่วมกับลูกแป้งทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ได้และปริมาณกรดไขมันสายสั้นอยู่ในระดับที่สูงซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักของกองอาหารสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ถนนพญาไท กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- ชาลินี ตีมขลิบ, พรพรรณ แสนภูมิ, อนันท์ เชาวน์เครือ และ เสมอใจ บุรีนอก. 2560. การย่อยได้และผลผลิตแก๊สในหลอดทดลองของเศษเหลือสับประดหมัก เพื่อใช้เป็นอาหารหยาบทดแทนในช่วงฤดูแล้ง. *แก่นเกษตร*. 45(ฉบับพิเศษ 1): 26-32.
- ทัศนีย์ อภิชาติสร่างกูร และเทอดชัย เวียรศิลป์. 2530. การผ่าตัดใส่ท่อ Rumen Fistula ในวัวนมโดยวิธีการผ่าตัดครั้งเดียว (One Stage Operation). *เวชสารสัตวแพทย์*. 17(15): 349-355.
- เทอดชัย เวียรศิลป์. 2548. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. พิมพ์ครั้งที่ 5. เชียงใหม่: บริษัททรีโอแอดเวอร์ไทซิงแอนด์มีเดีย. ประวิทย์ ห่านไต้, ฉัตรชัย เชื้อผู้ดี, วันดี ทาตระกูล, บุญชริกา ปลั่งสูงเนิน, เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ, ปุณเรศวร์ รัตน์ประดิษฐ์ และ ณรงค์มล เล่าห์รอดพันธ์. 2561. ผลของการเสริมมันเส้นและลูกแป้งในเปลือกกล้วยหมักต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในหลอดทดลอง. *วิจัยและส่งเสริมการเกษตร*. 35(ฉบับพิเศษ 2): 713-721.
- ประวิทย์ ห่านไต้, ฉัตรชัย เชื้อผู้ดี, วันดี ทาตระกูล, ทศพร อินเจริญ, บุญชริกา ปลั่งสูงเนิน, เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ, ธันวาคม กาศสนุก และ ณรงค์มล เล่าห์รอดพันธ์. 2562. การเสริมมันเส้นและลูกแป้งในอ้อยหมักต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในหลอดทดลอง. *แก่นเกษตร*. 47(ฉบับพิเศษ 1): 825-832.
- เปลื้อง บุญแก้ว และมงคล คงเสน. 2557. การใช้ปาล์มสาควาในอาหารสัตว์. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 6(1): 113 -118.
- รัชดาภรณ์ ลุนสิน, สมพร ดวนใหญ่, ดำรงชัย โสภณทัต และ จิราภา มานพ. 2562. คุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ในหลอดทดลองของขานอ้อยหมักยเร็ว ร่วมกับกากน้ำตาลที่ระยะเวลาหมักต่างกัน. *แก่นเกษตร*. 47(ฉบับพิเศษ 2): 736-740.
- วาสนา ศิริแสน และ กิตติ วิรุณพันธ์. 2557. กลยุทธ์การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของเศษเหลือทางการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยจุลินทรีย์โปรไบโอติก เพื่อเป็นอาหารสัตว์. *วารสารการเกษตรราชภัฏ*. 13(1): 1-10.
- วาสนา ศิริแสน, วุฒิชัย เคนไชยวงศ์, ปองพล พงไธสงค์, สุภาวดี ปิระเต และ สุขกมล เกตุพลทอง. 2562. การปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบหมักจากขานอ้อยและกากมันสำปะหลัง ด้วยเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์โดยวิธีการหมักอาหารแบบแห้ง. *แก่นเกษตร*. 47(ฉบับพิเศษ 2): 783-788.
- วีระสิทธิ์ กัลป์ยากฤต, วรศักดิ์ ช่างภา, มังกร โรจน์ประภากร, และปราโมทย์ ศิริโรจน์. 2554. การศึกษาการใช้จุลินทรีย์หัวเชื้อผสมเพื่อการผลิตลูกแป้งสาโท. น. 523 – 531. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. วันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2554. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สันติ หมัดหมั่น, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, วันวิศาข์ งามผ่องใส และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2555. ผลของการหมักทางไบโพลัม น้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลระดับต่าง ๆ ต่อปริมาณการกินได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาในโคพื้นเมือง. *แก่นเกษตร*. 40: 79-92.
- สมสุข พวงดี, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, สมคิด พรหมมา และ บุญเสริม ชีวะอิระกุล. 2545. การย่อยได้ และค่าพลังงานของหัวเชื้อหมักรวมกับกากน้ำตาล 5% ที่ศึกษาในโคนมแห้งและวิธีวัดปริมาณแก๊ส. น. 138 – 145. ใน: การประชุม ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40. วันที่ 4 – 7 กุมภาพันธ์ 2545. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- อรุณี ทรัพย์เจริญเลิศ. 2553. การคัดแยกสายพันธุ์ราและยีสต์จากลูกแป้งเหล้า. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี)*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศมนพร วงศ์เรียน, ศิริรัตน์ บัวผัน และ เลอชาติ บุญเอก. 2560. ผลของสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส ในอาหารโคนมต่อผลผลิตแก๊สและการย่อยได้ ในหลอดทดลอง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 48(2): 169-175.
- AOAC. 2000. *Office Methods of Analysis*. Association of official analytical chemists. Washington, DC.
- Blümmel, M., H. Steingas, and K. Becker. 1997. The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *Br. J. Nutr.* 77: 911-921.

- Menke K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtains from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28: 7-55.
- Mohammed, H. A., A. B. Salih, M. A. Fadel Elseed. and M. A. Mohammed. 2013. Effect of urea-treatment on nutritive value of sugarcane bagasse. *ARPN Journal of Science and Technology*. 3(8): 834-838.
- Sadiq, A., Z. Khan, B. Ahmad, I. Khan, and J. Ali. 2014. Production of Single Cell protein from Orange Peels Using *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry* 9: 14-18.
- Steel R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. Second Edition. New York: McGraw-Hill.
- Seglar, B. 2003. Fermentation analysis and silage quality testing. pp. 119-136 In: *Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference*. Univ. Minnesota. Minnesota.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B.A. Lewism. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.* 74: 3.