

คุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ในหลอดทดลองของชานอ้อยหมักยูเรีย ร่วมกับกากน้ำตาลที่ระยะเวลาหมักต่างกัน

The nutritive value and *in vitro* degradability of sugarcane bagasse treated
with urea and molasses at difference fermentation time

รัชตารณ ลุนสิน^{1*}, สมพร ดวนใหญ่¹, ดำรงชัย โสกันต์¹ และ จิราภา มานพ²

Ratchataporn Lunsin^{1*}, Somporn Duanyai¹, Damrongchai Sokantat¹
and Jirapa Manop²

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักชานอ้อยด้วยยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลที่ระยะเวลาหมักต่างกันต่อคุณค่าทางโภชนาการของชานอ้อยหมัก ปริมาณการผลิตแก๊สและการย่อยได้ในหลอดทดลองโดยเทคนิควัดผลผลิตแก๊ส วางแผนการทดลองโดยจัดทรีตเมนต์การทดลองเป็น 3x2x3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ซึ่งมีปัจจัยการทดลอง ได้แก่ ปัจจัย A ระดับยูเรีย (U) 3 ระดับ คือ 0, 2.5 และ 5% ปัจจัย B ระดับกากน้ำตาล (M) 2 ระดับ คือ 0 และ 5% และปัจจัย C ระยะเวลาการหมัก (D) 3 ระดับ คือ 14, 21 และ 28 วัน ผลการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มระดับยูเรียในการหมักชานอ้อยร่วมกับกากน้ำตาลและใช้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น ทำให้ชานอ้อยหมักมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้น ($P<0.01$) ในขณะที่วัตถุแห้ง เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF มีค่าลดลง ($P<0.01$) นอกจากนี้ ปริมาณผลผลิตแก๊ส จุลพลศาสตร์การผลิตแก๊ส และค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุของชานอ้อยหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยการหมักชานอ้อยด้วยยูเรีย 5% และกากน้ำตาล 5% เป็นเวลา 21 วัน ทำให้ชานอ้อยหมักมีคุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้เพิ่มขึ้นสูงสุด ดังนั้น การหมักชานอ้อยด้วยยูเรียและกากน้ำตาลจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของชานอ้อยให้เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

คำสำคัญ: การย่อยได้ในหลอดทดลอง, ชานอ้อย, ยูเรีย, กากน้ำตาล

ABSTRACT: This study was to investigate effect of urea and molasses treatment of sugarcane bagasse on nutrient composition, *in vitro* gas production and digestion by using *in vitro* gas production technique. The experimental design was 3x2x3 factorial arrangement in a completely randomized design (CRD). Factor A was level of urea (U = 0, 2.5 and 5%), factor B was level of molasses (M = 0 and 5%), and factor C was fermentation time (D = 14, 21 and 28d). The results showed that increasing urea level and fermentation time in combination with molasses treatment could increase ($P<0.01$) OM and CP content of sugarcane bagasse, whereas composition of NDF and ADF decreased as a result of increasing urea level and fermentation time with molasses treatment. Moreover, all treatments of urea and molasses treated sugarcane bagasse showed higher in gas production, gas kinetics and *in vitro* DM and OM degradability than those other treatments. Based on this study, the nutrient content and *in vitro* degradability of sugarcane bagasse could increase by using 5% urea and 5% molasses treatment at 21 days. Therefore, treatment with urea and molasses improve the quality of sugarcane bagasse for suitable used as ruminants feed.

Keywords: *In vitro* degradability, Sugarcane bagasse, Urea, Molasses

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย 34000

Program in Animal Science, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani, Thailand 34000

² คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000

Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani, Thailand 34000

* Corresponding author: ratchataporn.l@ubru.ac.th

บทนำ

ชานอ้อย (Bagasse) เป็นผลพลอยได้จากการเกษตรจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทรายที่มีจำนวนมากและสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ อย่างไรก็ตาม การนำชานอ้อยมาใช้เป็นอาหารสัตว์มีข้อจำกัด เนื่องจากชานอ้อยมีการย่อยได้ต่ำเพราะมีองค์ประกอบของลิกนินที่จับตัวอย่างแน่นกับเซลลูโลสซึ่งอยู่ในรูปผลึก จึงทำให้การย่อยได้ในสัตว์มีค่าต่ำ ดังนั้น การนำชานอ้อยมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของชานอ้อยให้เหมาะสมก่อนนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ การปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์คุณภาพต่ำทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีทางกายภาพ วิธีทางชีวภาพ และวิธีทางเคมี (รัชตภรณ์ และคณะ, 2561) การใช้ยูเรียปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์เป็นวิธีทางเคมีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีราคาถูกและใช้ประโยชน์ได้ง่าย โดยยูเรียจะช่วยเพิ่มไนโตรเจนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทำให้การย่อยได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารสัตว์ดีขึ้น (Sheikh et al., 2017) นอกจากนี้การใช้กากน้ำตาลเสริมร่วมกับยูเรียในการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ยังช่วยเพิ่มความน่ากินและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์ได้ จากการศึกษาของ Lunsin et al. (2018) พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของชานอ้อยหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างก่อนหมัก (วันที่ 0 ของการหมัก) และหลังการหมัก (วันที่ 21 ของการหมัก) มีค่าแตกต่างกัน โดยหลังจากหมักชานอ้อยด้วยยูเรีย 5% ร่วมกับกากน้ำตาล 5% เป็นเวลา 21 วัน ทำให้ชานอ้อยหมักมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าก่อนการหมัก ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของชานอ้อยด้วยการหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลต่อองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ในหลอดทดลองของชานอ้อยหมักเมื่อทำการหมักที่ระยะเวลาต่างกัน

วิธีการศึกษา

แผนการทดลองและกลุ่มการทดลอง

วางแผนการทดลองโดยจัดทรีทเมนต์การทดลองเป็น 3x2x3 แฟคทอเรียลในแผนการแบบสุ่ม

สมบูรณ์ (3x2x3 factorial arrangement in a completely randomized design, CRD) โดยมีปัจจัยการทดลอง ได้แก่ ปัจจัย A ระดับยูเรีย (U) 3 ระดับ คือ 0, 2.5 และ 5% ปัจจัย B ระดับกากน้ำตาล (M) 2 ระดับ คือ 0 และ 5% และปัจจัย C ระยะเวลาการหมัก (D) 3 ระยะ คือ 14, 21 และ 28 วัน

การเตรียมชานอ้อยหมัก

ชังชานอ้อยหมัก 10 กก. และน้ำสะอาดปริมาตร 10 ล. สำหรับใช้เตรียมสารละลายยูเรียและกากน้ำตาลตามทรีทเมนต์ เมื่อเตรียมชานอ้อยและสารละลายยูเรียกากน้ำตาลสำหรับทำการหมักในแต่ละทรีทเมนต์แล้ว นำสารละลาย 10 ล. มาเทราดบนชานอ้อย 10 กก. จากนั้นทำการคลุกเคล้าสารละลายและชานอ้อยให้เข้ากัน แล้วนำไปบรรจุในถุงหมักพลาสติก ทำการอัดชานอ้อยให้แน่นและไล่อากาศออกให้หมด ปิดถุงหมักให้สนิทเพื่อให้เกิดการหมักตามระยะเวลา คือ 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ เมื่อครบระยะเวลาหมักตามทรีทเมนต์จึงสุ่มเก็บตัวอย่างชานอ้อยหมักแต่ละทรีทเมนต์เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและศึกษาการย่อยได้ในหลอดทดลอง

การศึกษาปริมาณการผลิตแก๊สและการย่อยได้ของชานอ้อยหมักในหลอดทดลอง

ด้วยวิธี *in vitro* gas production technique ดัดแปลงวิธีการของ Menke and Steingass (1988) โดยใช้โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรียเซียน (75% Holstein Friesian) จำนวน 2 ตัว เป็นสัตว์ทดลองที่ให้ของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Rumen fluid) เตรียมการศึกษาในหลอดทดลองโดยชั่งตัวอย่างอาหารทดลองปริมาณ 200 มก. ใส่ในขวดแก้วขนาด 50 มล. ที่บรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคนม ผสมกับสารอาหารและสารละลายน้ำตาลเทียม (Rumen inoculum) ปริมาตร 30 มล. ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนที่มีการควบคุมอุณหภูมิเท่ากับ 39 องศาเซลเซียส จากนั้นปิดฝาขวดให้สนิทด้วยจุกยางและฝารอบอลูมิเนียม แล้วนำขวดทดลองทั้งหมดไปบ่มในตู้บ่มร้อนที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส ทำการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากขวดทดลองที่เวลา 0, 2, 4, 6, 8, 12, 18, 24, 36, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง แล้วนำค่าปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมาคำนวณหา

จลนศาสตร์การผลิตแก๊สตามแบบจำลองสมการของ Ørskov and McDonald (1979) คือ

$$y = a + b (1 - e^{-ct})$$

เมื่อ y = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา t , a = จุดตัดแกน y (ค่า intercept) ซึ่งบ่งบอกถึงส่วนที่ละลายและถูกหมักได้ทันทีเมื่อเข้าไปในกระเพาะรูเมน (มล.), b = ค่าปริมาณแก๊สที่เกิดจากการบ่มหมักกระเพาะรูเมน (มล.) ซึ่งบ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร, c = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (gas production rate) มีหน่วยเป็น %/ชั่วโมง, e = exponential, t = ระยะเวลาการเกิดแก๊ส

นอกจากนี้ทำการศึกษาการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (In vitro dry matter degradability, IVDMD) และอินทรีย์วัตถุ (In vitro organic matter degradability, IVOMD) ของขาน้อยหมัก ณ ที่เวลา 24 ชั่วโมง ตามวิธีของ Tilley and Terry (1963)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) ตามการทดลองที่มีการจัดทรีทเมนต์แบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) (Steel and Torries, 1980)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขาน้อยหมัก (Table 1) พบว่า การหมักขาน้อยด้วยยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีของขาน้อยหมัก ได้แก่ วัตถุแห้ง, เถ้า, อินทรีย์วัตถุ, โปรตีนหยาบ, ไขมัน, เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเมื่อเพิ่มระดับยูเรียในการหมักขาน้อยรวมกับการเสริมกากน้ำตาลทำให้

ปริมาณโปรตีนหยาบและอินทรีย์วัตถุของขาน้อยหมักมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณวัตถุแห้งและเยื่อใย (NDF และ ADF) มีค่าลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากยูเรียช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในระหว่างเกิดกระบวนการหมักได้ อีกทั้งยูเรียจะแตกตัวเป็นแอมโมเนียซึ่งมีคุณสมบัติช่วยให้พันธะระหว่างลิกนินและเซลลูโลส (lignocellulose) ในผนังเซลล์พืชละลายตัว ทำให้เอนไซม์จากจุลินทรีย์มีโอกาสเข้าไปทำปฏิกิริยากับผนังเซลล์ได้ง่ายขึ้นทำให้องค์ประกอบของโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นในขณะที่ยื่อใย (NDF และ ADF) มีค่าลดลง นอกจากนี้การเสริมกากน้ำตาลยังช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขาน้อยได้ เนื่องจากกากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ง่ายและช่วยส่งเสริมกิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก (Lunsin et al., 2018) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการหมักขาน้อยด้วยยูเรียที่ระยะเวลาหมักต่างกันไม่มีผลต่อองค์ประกอบของไขมันในขาน้อยหมัก ($P > 0.05$) แต่การเสริมกากน้ำตาลทำให้ปริมาณไขมันของขาน้อยหมักมีค่าเพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) นอกจากนี้ระยะเวลาในการหมักขาน้อยที่ต่างกันมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของขาน้อยหมักด้วยเช่นกัน เมื่อหมักขาน้อยเป็นเวลา 21 วัน ทำให้คุณค่าทางโภชนาการของขาน้อยหมัก ได้แก่ โปรตีนหยาบและอินทรีย์วัตถุมีค่าสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการหมักขาน้อยเป็นเวลา 14 และ 28 วัน ส่วนองค์ประกอบของเยื่อใย พบว่า เมื่อหมักขาน้อยเป็นเวลา 21 และ 28 วัน ทำให้ปริมาณเยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ของขาน้อยมีค่าต่ำกว่าการหมักขาน้อยเป็นเวลา 14 วัน ซึ่งการหมักขาน้อยด้วยยูเรีย 5% ร่วมกับกากน้ำตาล 5% เป็นเวลา 21 วันทำให้ขาน้อยหมักมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีนหยาบและอินทรีย์วัตถุมีค่าสูงที่สุด ในขณะที่เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF มีค่าต่ำที่สุด (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lunsin et al. (2018) พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของขาน้อยหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนหมัก (วันที่ 0 ของการหมัก) และหลังการหมัก (วันที่ 21 ของการหมัก) มีค่าแตกต่างกัน โดยหลังจากหมักขาน้อยด้วยยูเรีย 5% ร่วมกับกากน้ำตาล 5% เป็นเวลา 21 วันทำให้ขาน้อยหมักมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าก่อนการหมัก

Table 1 The nutritive value of sugarcane bagasse treated with urea and molasses at difference fermentation time

Treatment		DM (%)	OM	Ash	CP	EE	NDF	ADF
		 (% DM)						
T1	U0M0D14	52.3 ^a	91.2 ^l	8.8 ^a	3.8 ^l	1.19 ^{cd}	80.9 ^a	54.8 ^a
T2	U0M0D21	49.9 ^e	92.3 ^h	7.7 ^b	3.8 ^l	1.14 ^d	80.4 ^{ab}	55.2 ^a
T3	U0M0D28	51.2 ^b	93.6 ^{cdef}	6.4 ^{defg}	3.9 ^l	1.20 ^{cd}	79.5 ^{bc}	55.6 ^a
T4	U0M5D14	49.3 ^f	91.1 ⁱ	8.9 ^a	4.2 ^h	1.50 ^{ab}	79.2 ^c	51.0 ^{bc}
T5	U0M5D21	48.4 ^{hi}	91.3 ^j	8.7 ^a	4.4 ^h	1.64 ^a	78.1 ^d	50.1 ^{cde}
T6	U0M5D28	50.6 ^{bcd}	91.4 ^j	8.6 ^a	4.4 ^h	1.55 ^{ab}	77.7 ^{de}	49.1 ^{fg}
T7	U2.5M0D14	48.6 ^{gh}	92.5 ^{hg}	7.5 ^{bc}	5.6 ^g	1.27 ^{bcd}	76.7 ^{efg}	50.6 ^{bcd}
T8	U2.5M0D21	47.9 ⁱ	93.3 ^{defg}	6.7 ^{bcd}	5.7 ^g	1.26 ^{bcd}	75.9 ^{gh}	49.7 ^{def}
T9	U2.5M0D28	50.9 ^{bc}	94.3 ^{abc}	5.7 ^{ghi}	5.5 ^g	1.30 ^{bcd}	76.5 ^{fg}	51.0 ^b
T10	U2.5M5D14	50.7 ^{bcd}	92.7 ^{hg}	7.3 ^{bc}	6.2 ^e	1.38 ^{abcd}	76.9 ^{ef}	49.5 ^{efg}
T11	U2.5M5D21	47.4 ^l	94.7 ^{ab}	5.3 ^{hi}	6.7 ^d	1.47 ^{abc}	75.6 ^{ghi}	48.3 ^{hij}
T12	U2.5M5D28	51.0 ^b	94.2 ^{abc}	5.8 ^{ghi}	6.0 ^f	1.53 ^{ab}	75.8 ^{ghi}	48.7 ^{ghi}
T13	U5M0D14	50.4 ^{cde}	93.8 ^{cde}	6.2 ^{efg}	6.8 ^d	1.37 ^{abcd}	78.6 ^{cd}	49.9 ^{def}
T14	U5M0D21	50.0 ^e	93.0 ^{efgh}	7.0 ^{bcd}	7.2 ^c	1.28 ^{bcd}	75.6 ^{ghi}	48.4 ^{hij}
T15	U5M0D28	51.8 ^a	92.8 ^{fg}	7.2 ^{bcd}	7.0 ^{cd}	1.30 ^{bcd}	76.4 ^{fg}	47.9 ^{ijk}
T16	U5M5D14	49.0 ^{fh}	93.1 ^{efgh}	6.9 ^{bcd}	8.3 ^b	1.42 ^{abc}	75.0 ^{hij}	48.1 ^{ijk}
T17	U5M5D21	48.1 ^{hi}	95.0 ^a	5.0 ⁱ	8.6 ^a	1.50 ^{ab}	74.3 ^j	47.2 ^k
T18	U5M5D28	50.3 ^{ed}	94.1 ^{bcd}	5.9 ^{gh}	8.2 ^b	1.39 ^{abcd}	74.8 ^{ij}	47.7 ^{jk}
SEM		0.05	0.08	0.08	0.03	0.08	0.10	0.08
Comparison								
Urea, % (A)		0	50.3 ^a	91.8 ^b	8.2 ^a	4.1 ^c	1.37	79.3 ^a
		2.5	49.4 ^c	93.6 ^a	6.4 ^b	5.9 ^b	1.37	76.2 ^b
		5	50.0 ^b	93.6 ^a	6.4 ^b	7.7 ^a	1.38	75.8 ^c
Molasses, % (B)		0	50.3 ^a	93.0	7.0	5.5 ^b	1.26 ^b	77.8 ^a
		5	49.4 ^b	93.1	6.9	6.3 ^a	1.49 ^a	76.4 ^b
Fermentation time, days (C)								
		14	50.1 ^b	92.4 ^b	7.6 ^a	5.8 ^b	1.36	77.9 ^a
		21	48.6 ^c	93.3 ^a	6.7 ^b	6.1 ^a	1.38	76.7 ^b
		28	51.0 ^a	93.4 ^a	6.6 ^b	5.8 ^b	1.38	76.8 ^b
Interaction								
A x B			**	**	*	**	**	**
A x C			**	**	**	ns	*	**
B x C			*	**	**	ns	ns	ns
A x B x C			**	**	**	ns	ns	**

^{a-j}=Mean within columns with different superscript letters differ (P<0.05); U=urea, M=molasses, D=fermentation time, *=P<0.05, **=P<0.01, ns=non-significant, SEM=standard error of the mean.

สำหรับปริมาณผลผลิตแก๊สและการย่อยได้ในหลอดทดลอง พบว่า การหมักขาน้อยโดยไม่ใช้ยูเรียและกากน้ำตาลทำให้ปริมาณแก๊สสะสม ค่าจนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส และค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ (IVDMD) และอินทรีย์วัตถุ (IVOMD) มีค่าต่ำที่สุด (P<0.01) ในขณะที่เมื่อเพิ่มระดับของยูเรียร่วมกับการเสริมกากน้ำตาล และใช้ระยะเวลาในการหมักขาน้อยเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณแก๊สสะสม ค่าจนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส และค่าการย่อยได้

ของขาน้อยหมักมีค่าเพิ่มขึ้น (Table 2) ซึ่งการหมักขาน้อยด้วยยูเรีย 5% และกากน้ำตาล 5% เป็นเวลา 21 วัน ทำให้ปริมาณแก๊สสะสมที่ 96 ซม. ค่าศักยภาพการผลิตแก๊ส (ค่า a+b) และปริมาณแก๊สที่เกิดจากการบ่มหมักในกระเพาะรูเมน (ค่า b) ซึ่งบ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหารมีค่าสูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 56.3 มล./0.2 กรัม DM, 60.0 มล. และ 61.7 มล. ตามลำดับ โดยหากวัตถุดิบมีค่า b สูง แสดงว่ามีส่วนที่มีศักยภาพในการย่อย

สลายได้สูง และทำให้ปริมาณแก๊สที่ผลิตได้สูงขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (IVDMD) และอินทรียัตถุ (IVOMD) มีค่าสูงที่สุดในขาน้อยหมักด้วยยูเรีย 5% ร่วมกับกากน้ำตาล 5% เป็นเวลา 21 วัน ด้วยเช่นกัน (35.8% และ 57.3% ตามลำดับ) Sommart et al. (2000) รายงานว่า การย่อยได้ของอินทรียัตถุมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้

สรุป

การปรับปรุงคุณภาพของขาน้อยหมักด้วยยูเรียและกากน้ำตาลโดยใช้ระยะเวลาหมักต่างกันทำให้คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณผลผลิตแก๊ส และการย่อยได้ของขาน้อยหมักมีค่าแตกต่างกัน การหมักขาน้อยด้วยยูเรีย 5% ร่วมกับกากน้ำตาล 5% เป็นเวลา 21 วัน ทำให้ขาน้อยหมักมีปริมาณโปรตีนและอินทรียัตถุ ตลอดจนปริมาณผลผลิตแก๊สและการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งและอินทรียัตถุมีค่าสูงที่สุด ดังนั้น การใช้ยูเรียและกากน้ำตาลปรับปรุงคุณภาพของขาน้อยจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์คุณภาพต่ำให้เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ได้ในตัวสัตว์ของขาน้อยหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการอาหารสัตว์ระดับฟาร์มของเกษตรกรต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีที่สนับสนุนทุนวิจัย (ทุนส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร) วัสดุอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการและสถานที่ดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

รัชตภรณ์ ลุนสิน, สุนทรีพร ดวนใหญ่, เรืองยศ พิลาจันทร์, อนุสรณ์ เชิดทอง, สมพร ดวนใหญ่ และประภัสสร สมบัติศรี. 2561. ผล

ของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อปริมาณผลผลิตแก๊สและการย่อยได้ในหลอดทดลองของอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ขาน้อยหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบ. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 35(2) (พิเศษ 2):626-635.

Lunsin, R., S., Duanyai, R., Pilajun, S., Duanyai, and P. Sombatsri. 2018. Effect of urea- and molasses-treated sugarcane bagasse on nutrient composition and in vitro rumen fermentation in dairy cows. Agr. Nat. Resour. 52(5):622-627.

Menke, K.H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Anim. Res. Develop. 28(3-4):7-55.

Ørskov, E.R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. (Camb.). 92(2):499-503.

Sheikh, G.G., A.M., Ganai, F.A., Sheikh, S.A., Bhat, D. Masood, S. Mir, I. Ahmad and M.A. Bhat. 2017. Effect of feeding urea molasses treated rice straw along with fibrolytic enzymes on the performance of Corriedale Sheep. J. Entomol. Zool. Stud. 5(6):2626-2630.

Sommart, K., D.S., Parker, P., Rowlinson, and M. Wanapat. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an in vitro system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrate. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13:1084-1093.

Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw Hill Book Co, New York, USA.

Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18:104-111.

Table 2 Effect of dietary treatment on gas kinetics, gas production and *in vitro* degradability

Treatment ¹		Gas kinetics				Gas volume (ml./0.2 g. DM)	<i>In vitro</i> Degradability (%)	
		a	b	c	a+b		IVDMD	IVOMD
T1	U0M0D14	-0.70 ^a	41.9 ^j	0.03	41.2 ^h	40.4 ^h	24.0 ^g	41.0 ^g
T2	U0M0D21	-0.72 ^{ab}	43.1 ^{hi}	0.03	42.4 ^{gh}	41.0 ^{gh}	24.2 ^g	41.4 ^g
T3	U0M0D28	-0.93 ^{abcd}	43.2 ^{ghi}	0.03	42.2 ^{gh}	40.4 ^h	24.8 ^g	42.2 ^g
T4	U0M5D14	-0.87 ^{abc}	45.2 ^{efgh}	0.03	44.4 ^{efg}	42.2 ^{efgh}	26.2 ^{fg}	47.4 ^f
T5	U0M5D21	-0.77 ^{ab}	45.9 ^{defg}	0.03	45.2 ^{def}	42.8 ^{defg}	28.7 ^{def}	50.8 ^{de}
T6	U0M5D28	-0.90 ^{abcd}	43.5 ^{fghi}	0.03	42.6 ^{fgh}	41.6 ^{fgh}	28.0 ^{ef}	49.1 ^{ef}
T7	U2.5M0D14	-1.03 ^{abcdef}	46.1 ^{def}	0.03	45.0 ^{def}	43.5 ^{def}	27.6 ^f	49.8 ^{ef}
T8	U2.5M0D21	-0.97 ^{abcde}	48.2 ^d	0.03	47.3 ^d	45.1 ^d	29.0 ^{def}	51.4 ^{cde}
T9	U2.5M0D28	-1.01 ^{abcde}	46.6 ^{de}	0.03	45.6 ^{de}	44.0 ^{de}	28.2 ^{ef}	50.1 ^{ef}
T10	U2.5M5D14	-1.14 ^{abcdefg}	55.6 ^c	0.03	54.4 ^c	51.2 ^c	32.3 ^{bc}	54.0 ^{bc}
T11	U2.5M5D21	-1.47 ^{efg}	55.8 ^c	0.03	54.3 ^c	50.8 ^c	33.8 ^{ab}	55.8 ^{ab}
T12	U2.5M5D28	-1.29 ^{cdefg}	57.2 ^{bc}	0.03	55.9 ^{bc}	52.5 ^{bc}	31.9 ^{bc}	56.1 ^{ab}
T13	U5M0D14	-1.39 ^{defg}	56.2 ^c	0.03	54.8 ^c	52.0 ^{bc}	30.5 ^{cbe}	53.2 ^{bcd}
T14	U5M0D21	-1.20 ^{cdefg}	57.6 ^{bc}	0.03	56.4 ^{bc}	53.0 ^{bc}	32.2 ^{bc}	53.4 ^{bcd}
T15	U5M0D28	-1.52 ^g	58.4 ^{ab}	0.03	56.9 ^{abc}	53.6 ^{ab}	31.4 ^{bcd}	51.6 ^{cde}
T16	U5M5D14	-1.55 ^g	59.1 ^{ab}	0.03	57.6 ^{ab}	54.2 ^{ab}	33.4 ^{ab}	56.1 ^{ab}
T17	U5M5D21	-1.69 ^g	61.7 ^a	0.03	60.0 ^a	56.3 ^a	35.8 ^a	57.3 ^a
T18	U5M5D28	-1.51 ^{fg}	59.2 ^{ab}	0.03	57.7 ^{ab}	54.3 ^{ab}	34.2 ^{ab}	57.0 ^a
SEM		0.19	1.13	1.01	1.05	0.92	1.14	1.23
Comparison								
Urea, % (A)	0	-0.82 ^a	43.8 ^c	0.03	43.0 ^c	41.4 ^c	26.0 ^c	45.3 ^c
	2.5	-1.15 ^b	51.6 ^b	0.03	50.4 ^b	47.8 ^b	30.5 ^b	52.9 ^b
	5	-1.48 ^c	58.7 ^a	0.03	57.2 ^a	53.9 ^a	32.9 ^a	54.8 ^a
Molasses, % (B)	0	-1.05 ^a	49.0 ^b	0.03	48.0 ^b	45.9 ^b	28.0 ^b	48.2 ^b
	5	-1.24 ^b	53.7 ^a	0.03	52.5 ^a	49.5 ^a	31.6 ^a	53.7 ^a
Fermentation time, days (C)								
14		-1.11	50.7	0.03	49.6 ^b	47.2 ^b	29.0 ^b	50.3 ^b
21		-1.14	52.1	0.03	50.9 ^a	48.2 ^a	30.6 ^a	51.7 ^a
28		-1.19	51.4	0.03	50.2 ^{ab}	47.7 ^{ab}	29.7 ^{ab}	51.0 ^{ab}
Interaction								
A x B		ns	**	ns	**	**	ns	ns
A x C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B x C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B x C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹=see in Table 1, ^{a,b,c}=Mean within columns with different superscript letters differ (P<0.05), a= the gas production

from the immediately soluble fraction (ml), b=the gas production from the insoluble fraction (ml), c=the gas production rate constant for the insoluble fraction (ml/hr), a+b=extent of gas production, IVDMD=*in vitro* dry matter degradability, IVOMD=*in vitro* organic matter degradability. *=P<0.05, **=P<0.01, ns=non-significant, SEM= standard error of the mean.