

ผลของขานอ้อยหมักด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และเชื้อราขาว *Pleurotussajor-caju* ที่แตกต่างกันในอาหารสูตรรวมต่อค่ายูเรียในเลือดและ ขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนของโคนม

Effect of different levels of fermented sugarcane bagasse with sodium hydroxide (NaOH) and white rot fungi *Pleurotussajor-caju* in total mixed ration (TMR) on blood urea nitrogen (BUN) and ruminal fermentation of dairy cows

วาสนา สิริแสน^{1*}, วิโรจน์ ภัทรจินดา² และ สมพร ดวนใหญ่³

Vatsana Sirisan^{1*}, Virote Pattarajinda² and Somporn Duanyai³

บทคัดย่อ: ขานอ้อยที่เป็นเศษเหลือจากโรงงานผลิตน้ำตาล เมื่อปรับปรุงคุณภาพด้วยด่าง NaOH และเชื้อราขาว *Pleurotussajor-caju* แล้วสามารถใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามระดับการใช้ที่แตกต่างกันในสูตรอาหาร TMR คาดว่าจะให้ผลการตอบสนองที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้ เพื่อหาระดับที่เหมาะสมในการใช้ขานอ้อยหมักเป็นส่วนผสมในสูตรอาหาร TMR ที่มีระดับโปรตีน 14% ที่มีผลต่อค่ายูเรียในเลือด และขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยมี 3 ระดับของขานอ้อยหมักเป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ได้แก่ 10, 20 และ 30% ใช้โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนจำนวน 9 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 405±45 กิโลกรัม เพื่อทดสอบขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยทีรพเมนต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผลการศึกษาพบว่า ทุกระดับการใช้ขานอ้อยหมักในสูตรอาหารไม่มีผลต่อขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน แต่ผลส่วนใหญ่พบว่าที่ระดับ 30% ทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายรวม (TVFA), C2 และ C3 ในกระเพาะรูเมนมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้ขานอ้อยที่ปรับปรุงคุณภาพเป็นส่วนผสมในสูตรอาหาร TMR ที่ระดับ 30% ในสูตรอาหารที่มีโปรตีน 14% ให้ผลตอบสนองต่อขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนได้สูงสุด

คำสำคัญ: ขานอ้อยหมัก, ยูเรียในเลือด, ขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน

ABSTRACT: Sugar cane bagasse are residue from sugar mills industrial. The nutritive improved of sugarcane bagasse with NaOH and white rot fungican increase feed efficiency of ruminant animal. However, different levels of use in TMR diets are expected to yield different responses. Therefore, this is the purpose of this study to find the suitable level of fermented sugarcane bagasse (FSB) as an ingredient in TMR diets with 14% dietary protein content on ruminal fermentation.

¹ สำนักวิชาการคณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

Office of Academic Affairs, Faculty of Veterinary Science, Mahasarakham University mahasarakham, 44000

² คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Faculty of Agriculture, KhonKaen University, Khon Kaen, 40002

³ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000

Faculty of Agriculture, UbonRatchathaniRajabhat University, Ubonratchathani, 34000

* Corresponding author: Siri.vatsana@gmail.com

Nine crossbred Holstein lactating multiparous cows with an average body weight of 405 ± 45 kg were allocated using CRD. The experimental treatment were divided into 3 treatments according to 3 levels of FSB in TMR diet as 10, 20 and 30%, BUN and ruminal fermentation were collected and subjected to analysis of variance according to CRD, using the general linear model procedure of SAS. The results showed that all levels of FSB in TMR diet did not affected on BUN and ruminal fermentation ($p > 0.05$). However, most of the results revealed that at the level of 30% were increased of BUN, TVFA, C2 and C3 in the rumen. Thus, this study indicated that the appropriate level of FSB as 30% can improving ruminal fermentation.

Keywords: fermented sugarcane bagasse (FSB), BUN, ruminal fermentation

บทนำ

ชานอ้อย (sugarcane bagasse) เป็นเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล ที่สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ แต่เนื่องจากคุณสมบัติทางด้านองค์ประกอบทางเคมีของชานอ้อยในรูปของสิ่งแห้ง (dry matter, DM) พบว่ามีโปรตีนต่ำกว่า 3% เยื่อใยเซลลูโลส (cellulose) มากกว่า 40% เยื่อใยเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) มากกว่า 35% และลิกนินมากกว่า 15% (Costa et al., 2015) รวมทั้งมีการย่อยได้ค่อนข้างต่ำ (20-30%) เพราะมีการเกาะรวมตัวกันของลิกนินกับเซลลูโลส (ligno-cellulose complex) ทำให้การใช้ประโยชน์สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องลดลง (Balgees et al., 2007) ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพชานอ้อยด้วยความร้อน สารเคมี และจุลินทรีย์ อาจช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้สำหรับสัตว์ จากรายงานการศึกษาของ Balgees et al. (2007) ในการปรับปรุงคุณภาพชานอ้อยด้วยยูเรีย พบว่าช่วยเพิ่มคุณภาพโปรตีนในชานอ้อย และปรับปรุงการย่อยได้ เพราะแอมโมเนียที่ปลดปล่อยออกมาจากยูเรียไปมีผลต่อโครงสร้างผนังเซลล์ (cell wall) ของชานอ้อย สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Ahamed et al. (2013) พบว่าชานอ้อยที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยูเรียช่วยลดสัดส่วนของเยื่อใย ทำให้การย่อยได้เยื่อใยได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การปรับปรุงคุณภาพด้วยต่างช่วยไปทำลายพันธะระหว่างเยื่อใยทั้งเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน และโครงสร้างของเยื่อใยของชานอ้อยลง ซึ่งช่วยให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเข้าไปเกาะและย่อยเยื่อใยจากชานอ้อยปรับปรุงคุณภาพได้ดีขึ้น (Wanapat et al.,

2009; Castanon-Rodriguez et al., 2015) จากการศึกษานี้ของ Gunun et al. (2016) ในการปรับปรุงคุณภาพชานอ้อยด้วยยูเรีย และยูเรีย 2% ผสมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2% พบว่าทำให้การกินได้ การย่อยได้ และความเข้มข้นของโพรพิโอนิก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) วาสนา และคณะ (2559) ศึกษาชานอ้อยปรับปรุงคุณภาพด้วย 4% NaOH และ เชื้อราขาว *P. sajor-caju* ในอาหาร TMR ที่ระดับ 10, 20, 30 และ 40% พบว่าการเพิ่มระดับชานอ้อยในอาหาร TMR ทำให้การย่อยได้สิ่งแห้ง การย่อยได้เยื่อใย ADF และการย่อย NDF เพิ่มขึ้น Mohammed and Salih (2015) ใช้ชานอ้อยที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยูเรีย 10% เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับ 30% พบว่าไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพเนื้อโค และจากการศึกษาของ ณัฐพงษ์ และคณะ (2556) ในการใช้ชานอ้อยที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้วยต่าง NaOH ที่ระดับ 4% เป็นอาหารหยาบสำหรับโคนมรุ่นที่ระดับ 28% ทำให้เพิ่มการกินได้ วัตถุแห้ง (dry matter intake, DMI) และประสิทธิภาพการใช้อาหารและจากการศึกษาของ วาสนา และคณะ (2560) ได้สรุปว่าชานอ้อยปรับปรุงคุณภาพด้วย NaOH และ *P. sajor-caju* สามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ของโครีดนมได้ โดยที่ระดับ 20% ช่วยเพิ่มองค์ประกอบน้ำนม และที่ระดับ 30% เพิ่มการกินได้และน้ำหนักตัว ดังนั้นชานอ้อยที่ปรับปรุงคุณภาพสามารถใช้เป็นอาหารโคนมได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ระดับที่เหมาะสมในการใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่จะให้ผลตอบแทนต่อชบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนได้สูงสุดจำเป็นต้องมีการศึกษา จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ในการใช้ชานอ้อยที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยต่าง NaOH และเชื้อราขาว

Pleurotussajor-caju เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับแตกต่างกันในอาหารโคนนมที่มีผลต่อ ขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน

วิธีการศึกษา

ซานอ้อยที่หมักด้วยด่าง NaOH 4% ร่วมกับ เชื้อราขาว *Pleurotussajor-caju* ในวันที่ 20 ของการ หมักที่มีปริมาณสิ่งแห้ง แฉา โปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF เยื่อใย ADF การย่อยได้ของสิ่งแห้งในระบบ *in vitro* (In vitro dry matter digestibility, IVDMD) การย่อย ได้เยื่อใย NDF (IVNDFD) และการย่อยได้เยื่อใย ADF (IVADFD) เท่ากับ 98.76, 10.50, 3.32, 44.23 และ 32.03, 75.67, 47.47 และ 48.75% ตามลำดับ มาเป็นส่วนประกอบในอาหาร TMR 3 ระดับ ได้แก่ 10, 20 และ 30% ตามแผนการทดลองแบบสุ่ม สมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) คำนวณสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป KCF 2006 (วิโรจน์ และมนต์ชัย, 2553) (Table 1) ใช้โคนม พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน จำนวน 12 ตัว มีน้ำหนักตัว เฉลี่ย 405 ± 45 กิโลกรัม อยู่ในช่วงวันให้นม (Day in milk, DIM) 90-140 วัน และมีผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 12.0 ± 1.2 กิโลกรัม/วัน โคแต่ละตัวจะจัดให้อยู่ใน คอกขังเดี่ยวเพื่อเก็บข้อมูลรายตัว ใช้ระยะเวลาใน การทดลอง 74 วัน เก็บตัวอย่างเลือดและของเหลว ในกระเพาะหมัก (Rumen fluid) โคในวันสุดท้ายของ การทดลองในช่วงเวลา 0, 1.5 และ 4.5 ชม. หลังจาก ให้อาหาร ตามลำดับ ด้วยวิธี stomach tube แล้วนำ rumen fluid มากรองที่ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดที่มี HCL อยู่ 5 มิลลิลิตร เพื่อเป็นการหยุด ปฏิกริยาการหมักของจุลินทรีย์ หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วแยกเอาเฉพาะส่วนที่ใส (supernatant) ไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อจะได้นำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน

(ammonia nitrogen, $\text{NH}_3\text{-N}$) ด้วยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) และความเข้มข้น ของกรดไขมันระเหยง่าย (volatile fatty acid, VFA) ด้วยเครื่อง high-performance liquid chromatography (HPLC) นำข้อมูลทั้งหมดมา วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลอง CRD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ ด้วย โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical analysis (SAS, 1996)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าระดับของซานอ้อยหมักใน อาหาร TMR ไม่มีผลต่อความเข้มข้นเฉลี่ยของ BUN ในช่วง 1 ชั่วโมงแรก และที่ 4 ชั่วโมงครึ่งหลังจากให้อาหาร แต่ซานอ้อยในระดับที่เพิ่มขึ้นในอาหาร TMR ทำให้ ความเข้มข้นของ BUN ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับ 10% ความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในกระเพาะรูเมนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 15.09 mg/dl พบว่าทุกระดับของซานอ้อย หมักในอาหาร TMR ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ เฉลี่ย และในทุกชั่วโมงหลังจากให้อาหาร (Table 2)

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายรวม (total volatile fatty acid, TVFA) กรดอะซิติก (C2) โพรพิโอนิก (C3) และบิวทีริก (C4) ในกระเพาะรูเมน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.81, 55.80, 21.37 และ 11.63 mmol/l ตามลำดับ พบว่าทุกระดับของซานอ้อยหมัก ในอาหาร TMR ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของ TVFA, C2 และ C3 ในทุกชั่วโมงหลังจาก ให้อาหาร แต่ความเข้มข้นของ C4 เฉพาะที่ 1 ชั่วโมง ครึ่งหลังจากให้อาหารมีค่าลดลงตามระดับ ซานอ้อย ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร TMR อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($p < 0.05$) (Table 3)

Table 1 Feed ingredient of TMR diet on dry matter (DM) basis

Feed ingredient	Level of fermented sugarcane bagasse in TMR diet (%)		
	10	20	30
Cassava chip	40.79	40.0	36.0
Rice bran	9.71	7.00	10.0
Corn meal	15.0	13.96	5.0
Molasses	5.0	5.0	5.0
Palm kernel meal	8	1.0	1.0
Soybean meal	10	11.54	11.5
Urea	1.5	1.5	1.5
Fermented bagasse	10.0	20.0	30.0
Total	100.0	100.0	100.0
Chemical composition, %			
DM	89.7	90.5	91.0
TDN	70.0	62.5	55.0
CP	14.0	14.0	14.0
ADF	12.0	11.3	14.2
NDF	20.3	18.4	21.9

Table 2 Effect of different levels of FSB on blood urea nitrogen (BUN) and ruminalNH₃-N concentration

Item	Level of fermented sugarcane bagasse in TMR diet (%)			SEM	p-value
	10	20	30		
BUN, mg/dl					
0 h post feeding	15.00	12.00	15.00	1.41	ns
1.5	17.00 ^a	15.00 ^b	15.50 ^b	0.28	*
4.5	18.00	17.00	17.50	1.32	ns
mean	16.65	14.65	16.00	0.58	ns
NH ₃ -N, mg/dl					
0 h post feeding	10.38	20.10	15.34	2.07	ns
1.5	15.40	17.03	14.06	2.64	ns
4.5	13.23	17.16	13.18	2.49	ns
mean	10.96	17.56	11.44	1.54	ns

Values on the same row with different superscripts differed (P<0.05), ns not significant, *P<0.05, **P<0.01

Table 3 Effect of different levels of FSB on volatile fatty acid (VFA) concentration

Item	Level of fermented sugarcane bagasse in TMR diet (%)			SEM	p-value
	10	20	30		
Total VFA (mmol/l)					
0 h post feeding	93.11	83.47	102.82	10.97	ns
1.5	81.08	78.94	90.52	7.72	ns
4.5	88.24	84.89	96.23	3.00	ns
mean	87.47	82.43	96.52	6.89	ns
acetic acid (mmol/l)					
0 h post feeding	58.00	56.61	60.76	5.32	ns
1.5	50.20	53.70	56.74	2.72	ns
4.5	54.65	54.50	57.08	2.51	ns
mean	52.42	54.10	56.91	2.43	ns
Propionic acid (mmo/ml)					
0 h post feeding	23.18	13.43	28.64	4.57	ns
1.5	19.32	12.62	26.28	4.52	ns
4.5	23.89	17.69	27.30	2.56	ns
mean	21.60	15.15	26.79	3.24	ns
Butyric acid (mmo/ml)					
0 h post feeding	11.93	13.43	13.41	2.45	ns
1.5	11.56 ^a	12.62 ^a	7.50 ^b	0.53	*
4.5	9.70	12.70	11.85	1.42	ns
mean	10.63	12.66	9.67	0.77	ns

วิจารณ์

ปัจจัยจากองค์ประกอบโปรตีนในสูตรอาหารที่เมื่อถูกหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนแล้วได้ $\text{NH}_3\text{-N}$ แล้วส่งผลต่อปริมาณความเข้มข้นของ BUN แต่เนื่องจากสูตรอาหารที่ใช้ในการศึกษา มีระดับโปรตีน 14% เท่ากันในทุกๆระดับ จึงอาจจะไม่เห็นผลแตกต่างในเรื่องความเข้มข้นของ BUN และความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในกระเพาะรูเมน Tamminga (2006) รายงานว่าความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในกระเพาะรูเมนขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนในอาหารที่สัตว์ได้รับ อัตราการกินได้ และอัตราการย่อยได้ของโปรตีน สอดคล้องกับ Wanapat and Pimpa (1999) พบว่าความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ที่ 15-30 mg/dl เป็นระดับที่เหมาะสมที่ทำให้การกินได้ ขบวนการหมักย่อย และจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น เมื่อสัตว์ได้รับฟางหมักยูเรีย

เป็นอาหารหมักหลักจากการศึกษาของ Gunun et al. (2016) พบว่าการหมักขาน้อยด้วยยูเรียและยูเรียผสมกับปูนขาวทำให้การกินได้ ความเข้มข้นของ BUN และ $\text{NH}_3\text{-N}$ ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้การใช้ขาน้อยหมักในระดับที่เพิ่มขึ้นน่าจะมีเหมาะสมต่อขบวนการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน จึงส่งผลต่อความเข้มข้นของ TVFA ในกระเพาะรูเมนเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ วาสนา และคณะ (2559) พบว่ากากขาน้อยหมักที่ระดับ 30% ในอาหาร TMR ทำให้การย่อยได้ของสิ่งแห้งในระบบ *in vitro* เพิ่มมากขึ้นทั้งนี้เพราะต่าง NaOH ช่วยเพิ่มการแตกตัวหรือการทำลายพันธะ และเชื้อราขาวมีบทบาทช่วยย่อยสลายลิกนินที่เป็นองค์ประกอบในกากขาน้อยที่ทำให้การย่อยได้ลดลง ดังนั้นเมื่อองค์ประกอบเหล่านี้ของกากขาน้อยเกิดการคลายตัวหรือมีปริมาณลดลง ทำให้ง่ายต่อการเข้าย่อยโดยจุลินทรีย์ จึงทำให้การย่อยได้ดีขึ้น (Mahesh and

Mohini, 2013; Farhad et al., 2016) และยังสอดคล้องการระดับการศึกษาของ ณัฐพงษ์ และคณะ (2556) ที่พบว่าการใช้ขานอ้อยหมักร่วมกับต่าง NaOH ที่ระดับ 6% เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับ 28% ทำให้การย่อยได้สิ่งแห้ง เยื่อใย ADF และ NDF เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าผลการศึกษโดยส่วนใหญ่จะไม่ได้แสดงให้เห็นความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็พบว่าการใช้ขานอ้อยหมักเป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับ 20-30% ทำให้ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ BUN ในเลือด ความเข้มข้นของ TVFA, C2 และ C3 ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น

สรุป

การใช้ขานอ้อยหมักต่าง NaOH และเชื้อราขาวเป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับ 20-30 % ผลการศึกษาโดยส่วนใหญ่ทำให้ความเข้มข้นของ BUN ในเลือด ความเข้มข้น TVFA, C2 และ C3 ในกระเพาะรูเมนมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้ขานอ้อยที่ปรับปรุงคุณภาพเป็นส่วนผสมในสูตรอาหาร TMR ที่ระดับ 20-30% ในสูตรอาหารที่มีโปรตีน 14% ให้ผลตอบสนองต่อขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนได้สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงษ์ หม่อทอง, วิโรจน์ ภัทรจินดา, พรชัย ล้อวิสัย และ ศิวชัย สังข์ศรีทอง. 2556. การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ปรับปรุงคุณภาพขานอ้อย เพื่อเป็นอาหารในโคนมรุ่น. แก่นเกษตร. 41: 92-95.
- วาสนา ศิริแสน วิโรจน์ ภัทรจินดาและสมพร ดวนใหญ่. 2559. ผลของการกากขานอ้อยหมักร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์และเชื้อราขาวในอาหารสูตรรวมต่อการย่อยได้ของโภชนะในระบบ *in vitro*. แก่นเกษตร 44 (ฉบับพิเศษ 2): 413-419.
- วาสนา ศิริแสน วิโรจน์ ภัทรจินดาและสมพร ดวนใหญ่. 2560. การใช้กากขานอ้อยหมักในอาหารสูตรรวมต่อสมรรถนะการผลิตในโคนม. แก่นเกษตร 45 ฉบับพิเศษ 1: 710-714.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา และมนต์ชัย ดวงจินดา. 2549. KCF 2006 โปรแกรมจัดการอาหารโคนมและคำนวณสูตรอาหารต่ำสุด. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Ahmed. MH, SA.Babiker, MA.FadelElseed, and AM. Mohammed. 2013. Effect of urea-treatment on nutritive value of sugarcane bagasse. ARPN. Journal of Science and Technology. 3: 834-838.
- Balgees A, A. Elmnar, AMA. Fadel Elseed, and AM. Salih. 2007. Effect of ammonia and urea treatments on the chemical composition and rumen degradability of bagasse. Journal of Applied Sciences Research: 3: 1359-1362.
- Bremner, J. M., and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, and nitrite. Anal. Chim. Acta 32:485-495.
- Castañón-Rodríguez JF, J. Welti-Chanes, AJ. Palacios, B.Torrestiana-Sanchez, JA.Ramírez de León, G. Velázquez, and MG. Aguilar-Uscanga. 2015. Influence of high pressure processing and alkaline treatment on sugarcane bagasse hydrolysis. Journal of food. 13:613-620.
- Costa DA, SL. Clebson, SSO. Eloisa, and CC. Jailton. 2015. By-products of sugar cane industry in ruminant nutrition. International. Journal of Advance Agricultural Research: 3: 1-9.
- Farhad A., M. J. Zamiri, M.Khorvash, E. Ziaee, and I. Polikarpov.2016. Pre-treatment of sugarcane bagasse with a combination of sodium hydroxide and lime for improving the ruminal degradability: optimization of process parameters using response surface methodology. J. Appl. Anim Research. 44: 287-296.
- Gunun, N., M. Wanapat, P. Gunun, A. Cherdthong, P. Khejomsart, and S.Kang. 2016. Effect of treating sugarcane bagasse with urea and calcium hydroxide on feed intake, digestibility, and rumen fermentation in beef cattle. Trop Anim Health Prod. DOI 10.1007/s11250-016-1061-2.
- Mahesh, M. S.,and M. Mohini.2013. Biological treatment of crop residues for ruminant feeding: A review. Afr. J. Biotechnol. 12: 4221-4231.
- Mohammed, H. A., and A. B. Salih. 2015. Effect of feeding urea-treated sugar-cane bagasse on properties and quality of fresh meat of Sudan Baggara Zebu Bulls. Inter. J. Anim. Bio. 1: 45-49.
- SAS. 1996. The SAS system, Version 6.2, SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Wanapat M, Pimpa O. 1999. Effect of ruminal NH₃-N levels on ruminal fermentation, purine derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp buffaloes. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 12: 904-907.