ผลของการเสริมยูเรียและกากน้ำตาลต่อคุณภาพของเปลือกข้าวโพดหมักและการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของโคดอย

Effect of urea and molasses supplementation on field corn cob haylage quality and ruminal degradation characteristic in Thai northern native cattle

เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ[1*], ณิชตา เป็งทินา[1], พรทิพย์ แสนยอง[1], นพพล ชุบทอง[1] ชัยวัฒน์ อาจิน[1] และ ณรกมล เลาห์รอดพันธ์[1]

Saowaluck Yammuen-art[1*], Nichata Peangtina[1], Porntip Sanyong[1], Noppon Chuptong[1], Chaiwat Arjin[1] and Norakamol Laorodpun[1]

บทคัดย่อ: ศึกษาผลการเสริมยูเรียและกากน้ำตาลต่อคุณภาพของเปลือกข้าวโพดหมักและความสามารถในการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของโคดอยโดยผสมกากน้ำตาลและยูเรียกับน้ำนำไปราดเปลือกข้าวโพดที่ผสมกับข้าวโพดบด ในอัตราส่วนตามแผนการทดลองแบบ 2X2_Factorial in completely randomized design ซึ่งมี 2 ปัจจัยคือ ระดับยูเรีย (2 และ 3%) และระดับของกากน้ำตาล (5 และ 10%) หลังจากหมักได้ 34 วัน ทำประเมินทำการประเมินคุณภาพพืชหมัก ศึกษาค่าการย่อยสลายด้วยวิธีใช้ถุงไนลอน และการหาการย่อยได้โดยวิธี *In vitro* gas production technique พบว่าการเสริมกากน้ำตาลในระดับสูงทำให้เกิดกรดอะซิติกต่ำกว่าและทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง NDF และ ADL จะเพิ่มขึ้น แต่การเสริมยูเรียในระดับสูงทำให้เกิดกรดแลคติกต่ำกว่าและทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งและ ADL ของพืชหมักลดลง ค่า *In sacco* dry matter disappearance และ *In vitro* gas production มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันคือ การเสริมกากน้ำตาลในระดับสูงกว่าจะทำให้มีส่วนที่ละลายได้สูงกว่า ค่าการย่อยสลายช่วงแรกจึงสูงกว่า ในขณะที่การเสริมยูเรียในระดับที่สูงกว่าจะทำให้มีการย่อยสลายเยื่อใยได้ดีขึ้นแต่จุลินทรีย์จะใช้เวลาในการย่อยสลาย จึงทำให้ค่าการย่อยสลายในช่วงท้ายของการย่อยสลายเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ยูเรีย, กากน้ำตาล, เปลือกข้าวโพดหมัก, โคดอย

ABSTRACT: The objective of this study was to invested effect of urea and molasses supplementation on field corn cob haylage quality and ruminal degradation characteristic in Thai northern native cattle. Field corn cob, was ensiled in plastic bag. The treatments were arranged as 2X2 Factorial in Completely randomized design. The first factor was urea level (2 and 3%) and the second factor was molasses level (5 and 10%). After 34 days, haylage quality, *In sacco* dry matter disappearance and *In vitro* gas production were determined. The molasses supplementation decreased acetic acid, but increased DM and ADL. The urea supplementation decreased lactic acid, DM and ADL. The molasses supplementation increased water soluble fraction (a) of *in sacco* dry matter disappearance and *in vitro* gas production but urea supplementation increased the potentially degrade fraction (b).

Keywords: Urea, Molasses, field corn cob haylage, Thai northern native cattle

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, 50200

* Corresponding author: saowaluck.y@cmu.ac.th

บทนำ

จังหวัดเชียงใหม่ที่มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงถึง 154,700 ไร่ มีผลผลิตข้าวโพดประมาณ 180,000 ตัน และมีวัสดุเศษเหลือคือเปลือกข้าวโพดประมาณ 42,000 ตัน ซึ่งเป็นภาระแก่เกษตรกรในการกำจัดวัสดุเศษเหลือดังกล่าว ดังนั้นการนำเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นำมาเป็นอาหารสัตว์ก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะโคพื้นเมือง อาทิเช่น โคดอย ซึ่งเป็นสัตว์ที่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ดี และสามารถให้ผลผลิตถึงแม้ว่าจะได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ อย่างไรก็ตามเปลือกข้าวโพดมีคุณค่าทางโภชนะต่ำและมีลิกนินที่ยับยั้งการย่อยได้ของโภชนะอื่นๆ สูง จึงทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้น้อย นอกจากนี้ปริมาณเปลือกข้าวโพดที่สูงในช่วงเก็บเกี่ยวทำให้เกิดไม่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ทัน ดังนั้นการนำเปลือกข้าวโพดมาทำเป็นพืชแห้งหมัก (Haylage) โดยการเติมสารเสริมเพื่อเร่งกระบวนการหมักและเพิ่มคุณค่าทางโภชนะ รวมทั้งยังเป็นการเก็บถนอมอาหารไว้ใช้ในยามขาดแคลน จึงเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกข้าวโพดได้มากขึ้น เนื่องจากกากน้ำตาลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้ง่ายได้สูง ทำให้จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที สามารถเร่งปฏิกิริยาการหมักได้เร็วขึ้น (Seglar, 2003) ในขณะที่ยูเรียเป็น Non protein nitrogen (NPN) ที่มีปริมาณไนโตรเจนอยู่สูงสามารถแตกตัวเป็นแอมโนเนียได้เร็ว ซึ่งจุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันทีเช่นกัน ดังนั้น การเสริมกากน้ำตาลและยูเรียจึงเป็นการเพิ่มแหล่งพลังงานและโปรตีนที่เป็นประโยชน์ให้แก่จุลินทรีย์ และเพิ่มคุณภาพของพืชหมักได้ การเติมยูเรียลงไปในพืชก่อนทำการหมักนอกจากช่วยเพิ่มโปรตีนหยาบในพืชหมักได้แล้วยังอาจช่วยรักษาคุณภาพของพืชหมักไว้ได้เพราะยูเรียสามารถเปลี่ยนเป็นแก๊สแอมโมเนียซึ่งมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์และเชื้อรา (Muck, 1988) อย่างไรก็ดีเนื่องจากยูเรียมีผลต่อการเพิ่ม pH ในพืชหมักจึงควรมีการศึกษาผลของการเสริมยูเรียต่อกระบวนการหมักด้วย ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้คือเพื่อศึกษาระดับของยูเรียและกากน้ำตาลต่อคุณภาพพืชหมักและการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของโคดอย

วิธีการศึกษา

ผสมกากน้ำตาลและยูเรียกับน้ำนำไปราดเปลือกข้าวโพดที่ผสมกับข้าวโพดบด ในอัตราส่วนตามกลุ่มการทดลอง โดยใช้วิธีการทดลองแบบ 2X2_Factorial Experiment ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) โดยมีจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 15 กก. ซึ่งมี 2 ปัจจัยคือ ระดับยูเรีย (2 และ 3%) และระดับของกากน้ำตาล (5 และ 10%) การทดลองทั้งหมดมี 4 treatment ดังนี้

	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
เปลือกข้าวโพด	40	45	41	46
น้ำ	33	28	32	27
ข้าวโพดบด	20	15	19	14
ยูเรีย	2	2	3	3
กากน้ำตาล	5	10	5	10

นำเปลือกข้าวโพดมาบรรจุในถุงขนาด 50x87 เซนติเมตร ใช้ปั๊มดูดอากาศออก เพื่อให้เกิดสภาพการหมักในสภาพไร้ออกซิเจน มัดปิดปากถุงให้แน่น ใช้เวลาในการหมักเปลือกข้าวโพด ทั้งหมด 34 วัน ทำการประเมินคุณภาพพืชหมักโดยสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์และประเมินคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส, ค่าความชื้นทั้งก่อนหมักและหลังหมัก, ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณกรดอินทรีย์ (acetic, butyric และ lactic acid) โดยวิธีการกลั่น และวิเคราะห์วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน อินทรียวัตถุ และเถ้า โดยวิธี proximate และวิเคราะห์เยื่อใย โดยวิธี detergent method โดยการชั่งตัวอย่างสดประมาณ 200 กรัม อบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 36 ชั่วโมง วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ glass electrode pH meter วัดปริมาณกรดอินทรีย์ (acetic, butyric และ lactic acid) โดยวิธีการกลั่น

การศึกษาค่าการย่อยสลายด้วยวิธีใช้ถุงไนลอน : บดตัวอย่างผ่านตะแกรง 2 มม. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ในถุงไนลอนที่มีขนาดรู (pore size) 40 µm ที่ชั่งน้ำหนักแล้วนำไปหย่อนโดยผูกติดกับสายยางในกระเพาะรูเมนของโคดอยที่เจาะกระเพาะ (fistulated cows) ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 219±14.5 กก. จำนวน 3 ตัว และเก็บออกที่เวลา 4, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงหลังการบ่ม ตามลำดับ โดยโคจะได้รับหญ้าแห้งวันละ 1.5-2 กก. และอาหารข้นวันละ 1 กก. เมื่อครบกำหนดเวลา นำถุงออกมาล้างด้วยน้ำเปล่าเป็นเวลา 15 นาที แล้วนำถุงไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 ^{0}C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำถุงและตัวอย่างอาหารนั้นไปชั่งน้ำหนักที่เหลือ คำนวณค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (dry matter degradation, DMD) จากนั้นนำค่าการย่อยสลายของตัวอย่างมาคำนวณตามสมการ $P = a+b(1-e^{-ct})$ โดยที่ P = ค่าอัตราการย่อยสลายที่เวลา t (%) ต่างๆ a = ส่วนที่ละลายได้ทันที b = ส่วนที่มีศักยภาพในการย่อยสลายได้ที่เวลา t และ c = ค่าคงที่ของอัตราการย่อยสลายได้ และ t = ช่วงเวลา (h) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จ NEWAY (Ørskov and Mcdonald, 1979)

การหาการย่อยได้โดยวิธี *In vitro* gas production technique : เก็บของเหลวจากรูเมนของโค 4 ตัว ก่อนให้อาหารเช้าซึ่งเป็นอาหารชนิดเดียวกับ *in sacco* นำมาผสมกับสารละลาย medium ที่เตรียมไว้ (Blümmel et al., 1997) ปั๊มสารละลาย rumen liquor buffer จำนวน 30 มล. ลงในหลอดที่มีตัวอย่างอาหารที่บดผ่านตะแกรง 1 มม. ประมาณ 200 มก. นำไป incubate ที่อุณหภูมิ 39°C อ่านค่าแกสที่เวลา 4, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นนำค่าการย่อยสลายของตัวอย่างมาคำนวณตามสมการ $P = a+b(1-e^{-ct})$ เช่นเดียวกับการศึกษาค่าการย่อยสลายด้วยวิธีใช้ถุงไนลอน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเสริมยูเรียและกากน้ำตาลไม่มีอิทธิพลร่วม (interaction) ต่อการสูญเสียวัตถุแห้ง (DM loss) pH และปริมาณกรดอินทรีย์ แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยของการเสริมยูเรียหรือกากน้ำตาลพบว่า ระดับของการเสริมยูเรียหรือกากน้ำตาลไม่มีผลต่อการสูญเสียวัตถุแห้ง pH และกรดบิวทิริค แต่การเสริมกากน้ำตาล 5% ทำให้เกิดกรดอะซิติกสูงกว่าการเสริมกากน้ำตาล 10 % (0.8 เทียบกับ 0.6%; $P < 0.05$) **(Table 1)** ทั้งนี้เนื่องจากกากน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทำให้ Cellulolytic bacteria ลดลง มีผลทำให้มีการผลิตกรดอะซิติคลดลง (Muck, 1988) ส่วนการเสริมยูเรีย 2% ทำให้เกิดกรดแลคติกสูงกว่าการเสริมยูเรีย 3% (1.0 เทียบกับ 0.8%; $P < 0.05$) อาจเนื่องจากการเสริมยูเรียจะทำให้ยูเรียแตกตัวเป็นแอมโมเนียและรวมตัวกับน้ำเป็นแอมโมเนียมไอดรอกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ดังนั้นการเสริมยูเรียในระดับน้อยกว่าจะมีผลทำให้ pH ต่ำกว่า ซึ่งมีผลทำให้ Amylolytic bacteria เพิ่มขึ้น และมีการผลิตกรดแลคติดเพิ่มขึ้น (Seglar, 2003)

Table 1 DM loss, pH and organic acid of field corn cob haylage supplemented with different level of molasses and urea

VFA	Treatment					Urea			Molasses			*P*-value		
	T1	T2	T3	T4	SME	2%	3%	SME	5%	10%	SME	U	M	U*M
DM loss(%)	2.4	5.1	3.1	1.7	0.73	3.5	2.4	0.55	2.8	3.1	0.15	ns	ns	ns
pH	4.7	4.6	4.7	4.7	0.02	4.6	4.7	0.02	4.7	4.7	0.02	ns	ns	ns
Acetate(%)	0.7^{ab}	0.6^{a}	0.8^{b}	0.6^{a}	0.04	0.6	0.7	0.05	0.8^{X}	0.6^{Y}	0.10	ns	*	ns
Butyrate(%)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.01	0.2	0.2	0.01	0.2	0.2	0.01	ns	ns	ns
Lactate (%)	1.0^{b}	0.9^{ab}	0.9^{ab}	0.8^{a}	0.06	1.0^{B}	0.8^{A}	0.10	0.9	0.8	0.05	*	ns	ns

$^{abc, AB, xy}$ mean within row with different superscripts are significantly different

การเสริมยูเรียและกากน้ำตาลมีอิทธิพลร่วมต่อองค์ประกอบทางเคมีทุกชนิด ยกเว้น โปรตีน ในกรณีที่มียูเรีย 2% เมื่อเสริมกากน้ำตาลในระดับสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณ DM, OM, CF, NDF, ADF และ ADL เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการเสริมกากน้ำตาลในพืชหมักในระดับสูงขึ้นทำให้การผลิตกรดเร็วขึ้น ค่า pH จึงลดลง มีผลทำให้จุลินทรีย์ย่อยเยื่อใยลดลง ไม่สามารถนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ได้ทัน ในทางตรงกันข้ามในกรณีที่มียูเรีย 3% การเสริมกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าเยื่อใยลดลง แสดงว่ายูเรียที่เพิ่มขึ้นจะมีการแตกตัวเป็นแอมโมเนีย ซึ่งทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น จึงทำให้จุลินทรีย์ย่อยเยื่อใยได้ดีขึ้น เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจึงมีปริมาณเยื่อใยลดลง จากอิทธิพลร่วมของการเสริมยูเรียและกากน้ำตาลแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของความสมดุลย์ระหว่างปริมาณยูเรียและกากน้ำตาล นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมยูเรียที่สูงเกินไปจะทำให้กรดแลคติคลดลงและการใช้ยูเรียในระดับต่ำไม่จำเป็นต้องเสริมกากน้ำตาลในระดับสูงเนื่องจากจะทำให้การย่อยเยื่อใยลดลง จากองค์ประกอบทางเคมีของพืชหมักพบว่าระดับที่เหมาะสมคือการเสริมยูเรีย 2% ร่วมกับกากน้ำตาล 5% เมื่อพิจารณาอิทธิพลของการเสริมยูเรียพบว่าเมื่อเพิ่มระดับยูเรียให้สูงขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งและ ADL ของพืชหมักลดลง (87.5 เทียบกับ 89.8 และ 3.6 เทียบกับ 4.2; $P < 0.01$) เนื่องจากยูเรียจะแตกตัวเป็นแอมโมเนีย ทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัวลงและย่อยสลายพันธะเอสเทอร์ภายใน Cellulose และ Hemicellulose ทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายเยื่อใยได้ดีขึ้น ค่า ADL เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจึงลดลง (Muck, 1988) สำหรับการเสริมกากน้ำตาล 10% จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง NDF และ ADL มากกว่าการเสริมกากน้ำตาล 5% (88.7 เทียบกับ 88.5, 72.6 เทียบกับ 69.7 และ 4.2 เทียบกับ 3.6 ; $P<0.01$) เนื่องจากกากน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทำให้ Cellulolytic bacteria ลดลง การย่อยสลายเยื่อใยลดลง เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปริมาณเยื่อใย (NDF และ ADF) ในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 10% จึงมีค่าสูงกว่าการเสริมกากน้ำตาล 5% แต่การเพิ่มกากน้ำตาล10% จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ OM และน้ำตาล (NSC) น้อยกว่าการเสริมกากน้ำตาล 5% (96.5 เทียบกับ 96.8 และ 17.2 เทียบกับ 20.1 ; $P < 0.01$) เนื่องจากกากน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทำให้ จะทำให้ Amylolytic bacteria จะเพิ่มขึ้น (Seglar, 2003) ทำให้มีการย่อยสลายของน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการหมัก จึงทำให้ปริมาณ OM และน้ำตาลในกลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 10% จึงมีค่าต่ำกว่าการเสริมกากน้ำตาล 5%

ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนและปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายเปลือกข้าวโพดหมักมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน **(Table 3)** พบว่า การเสริมยูเรีย 2% ร่วมกับกากน้ำตาล 10% จะมีค่าการย่อยสลายสูงในช่วง 4 ชั่วโมงแรก หลังนั้นค่าการย่อยสลายจะไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมยูเรีย 3% ร่วมกับกากน้ำตาล 5% เมื่อสิ้นสุดการย่อยสลายค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนและปริมาณ

แก๊สที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเสริมกากน้ำตาลในระดับสูงกว่าจะทำให้มีส่วนที่ละลายได้สูงกว่า ค่าการย่อยสลายช่วงแรกจึงสูงกว่า ในขณะที่การเสริมยูเรียในระดับที่สูงกว่าจะทำให้มีการย่อยสลายเยื่อใยได้ดีขึ้นแต่จุลินทรีย์จะใช้เวลาในการย่อยสลาย จึงทำให้ค่าการย่อยสลายในช่วงท้ายของการย่อยสลายเพิ่มขึ้น

Table 2 Chemical composition (%DM basis) of field corn cob haylage supplemented with different level of molasses and urea

VFA	Treatment					Urea			Molasses			*P*-value		
	T1	T2	T3	T4	SME	2%	3%	SME	5%	10%	SME	U	M	U*M
DM	89.2^{c}	90.3^{d}	87.8^{b}	87.2^{a}	0.70	89.8^{B}	87.5^{A}	1.13	88.5^{X}	88.7^{Y}	0.11	**	**	**
OM	96.2^{a}	96.5^{b}	97.8^{b}	96.2^{a}	0.20	96.7	96.7	0.03	96.8^{Y}	96.5^{X}	0.16	ns	**	**
CP	4.2	4.1	4.4	4.3	0.22	4.2	4.3	0.06	4.3	4.2	0.21	ns	ns	ns
EE	3.4^{b}	2.0^{a}	2.4^{ab}	2.5^{ab}	0.30	2.7	2.5	0.11	2.9	2.3	0.33	ns	ns	*
CF	25.7^{a}	26.7^{ab}	28.5^{b}	26.4^{ab}	0.60	26.2	27.5	0.64	27.1	26.6	0.25	ns	ns	*
NSC	20.6^{c}	15.2^{a}	19.7^{b}	19.3^{b}	1.50	17.9	19.5	0.46	20.1^{Y}	17.2^{X}	1.48	ns	**	**
NDF	68.0^{a}	75.2^{c}	71.3^{b}	70.1^{b}	1.50	71.6	70.7	0.46	69.7^{X}	72.6^{Y}	1.48	ns	**	**
ADF	36.4^{a}	40.9^{b}	39.2^{b}	36.8^{a}	1.04	38.6	38.0	0.31	37.8	38.8	0.50	ns	ns	**
ADL	3.3^{a}	5.1^{c}	3.8^{b}	3.4^{a}	0.41	4.2^{B}	3.6^{A}	0.29	3.6^{X}	4.2^{Y}	0.33	**	**	**

$^{abc, AB, xy}$ mean within row with different superscripts are significantly different

Table 3 Dry matter disappearance (%) gas production (ml) and Degradation characteristic of field corn cob haylage at various incubation time

	Incubation time (hours.)						Degradation characteristic				
	4	8	12	24	48	72	A	B	P	c	L
In sacco Dry matter disappearance (%)											
T1	16.8^{ab}	21.3^{ab}	26.4^{a}	49.4^{b}	62.0^{ab}	69.2^{b}	15.1^{b}	58.9^{ab}	74.0^{a}	0.038	4.3^{a}
T2	22.3^{c}	25.7^{b}	34.6^{b}	50.1^{b}	63.8^{b}	72.6^{c}	21.9^{d}	56.3^{b}	78.1^{ab}	0.033	4.5^{ab}
T3	18.8^{b}	23.1^{ab}	27.4^{ab}	47.5^{b}	61.9^{ab}	73.5^{c}	18.0^{c}	65.9^{b}	84.8^{b}	0.025	4.9^{b}
T4	16.2^{a}	18.8^{a}	20.0^{a}	37.5^{a}	56.5^{a}	59.2^{a}	14.4^{a}	64.0^{b}	80.1^{ab}	0.022	6.4^{c}
SEM	1.66	1.48	2.99	2.93	1.58	3.27	1.51	2.23	2.25	0.004	0.48
In vitro gas production (ml)											
T1	13.8^{ab}	17.0^{ab}	19.8^{b}	31.3^{ab}	45.5	50.8	10.8^{b}	49.2^{a}	59.9^{a}	0.026	2.8^{a}
T2	15.5^{b}	18.3^{b}	19.3^{b}	32.7^{b}	45.7	52.0	12.3^{a}	50.8^{b}	63.0^{c}	0.023	2.5^{a}
T3	13.2^{ab}	13.5^{a}	16.0^{a}	30.0^{ab}	45.0	50.3	10.3^{b}	51.5^{c}	61.8^{b}	0.024	4.1^{c}
T4	12.8^{a}	15.2^{ab}	16.3^{a}	29.5^{a}	45.5	51.3	10.3^{b}	55.1^{d}	65.3^{d}	0.021	3.5^{b}
SEM	0.39	0.65	0.56	0.47	0.56	0.63	0.47	1.25	1.13	0.001	0.36

^{abc} mean within column with different superscripts are significantly different

สรุป

การเสริมยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลจะทำให้คุณภาพของพืชหมักดีขึ้น โดยที่การเสริมยูเรียจะทำให้การย่อยเยื่อใยเพิ่มขึ้นและการเสริมกากน้ำตาลจะทำให้ส่วนที่ละลายได้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามระดับของการเสริมยูเรียและกากน้ำตาลจะต้องมีความสมดุล จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเสริมยูเรีย 2% ร่วมกับกากน้ำตาล 10% หรือยูเรีย 3% ร่วมกับกากน้ำตาล 5 เป็นระดับการเสริมยูเรียและกากน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับเปลือกข้าวโพดหมัก

เอกสารอ้างอิง

Blümmel, M., H. Steingas, and K. Becker . 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and ^{15}N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. Br. J. Nutr. 77:911–921.

Muck, R. E. 1998. Factors influencing silage quality and their implications for management. J. Dairy Sci. 71:2992–3002

Orskov, 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. 92:499–503.

Seglar, B. 2003. Fermentation analysis and silage quality testing. pp. 119-136 In: Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference. Univ. Minnesota. Minnesota.