

การใช้อยูเรียปลดปล่อยช้าแทนยูเรียในอาหารอัดก้อนต่อการย่อยสลายได้ของโภชนะและคุณลักษณะกระบวนการหมักในรูเมนของโคพื้นเมืองไทย

Replacement of urea with slow-release urea in feed block on nutrient digestibility and rumen fermentation characteristics in Thai native cattle

อนุสรณ์ เชิดทอง^{1*}, เมธา วรรณพัฒน์¹, สมฤทัย ยี่แข็ง¹, วีระพงษ์ วงศ์วังจันทร์¹ และ ธนกร นิลโท¹

Anusorn Cherdthong^{1*}, Metha Wanapat¹, Somruetai Yeekeng¹,

Weerapong Wongwungchun¹ and Thanakorn Niltho¹

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการทดแทนยูเรียด้วยสารผสมยูเรีย-แคลเซียมซัลเฟต (urea-calcium sulphate mixture; U-cas) ในสูตรอาหารอัดก้อน ต่อการย่อยสลายได้ของโภชนะ และคุณลักษณะกระบวนการหมักในรูเมนโดยใช้โคพื้นเมืองไทย เพศผู้ จำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 100 ± 3.0 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบ 4×4 Latin Square โดยมีปัจจัยทดลอง ได้แก่ การทดแทนยูเรียด้วย U-cas สูตรอาหารอัดก้อนที่ระดับ 0, 12, 15 และ 18% ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า การกินได้รวมของอาหารหยาบมีค่าสูงในกลุ่มที่ทดแทนด้วย U-cas เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการเสริมยูเรียเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกินได้ของอาหารอัดก้อนไม่มีความแตกต่างกัน การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ และ เยื่อใย NDF มีค่าสูงขึ้นในสัตว์ที่ได้รับการเสริม U-cas ในอาหารอัดก้อนที่ระดับ 18% ในขณะที่การเสริม U-cas ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเยื่อใย ADF การทดแทนยูเรียด้วย U-cas ที่ระดับ 18% ทำให้ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนลดลง ($P < 0.05$) ขณะเดียวกันการเสริม U-cas ที่ 18% สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์จุลินทรีย์ 84.6 กรัมต่อวันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการเสริมยูเรียเพียงอย่างเดียว ($P < 0.05$) นอกจากนี้การเสริม U-cas ทำให้ประชากรของแบคทีเรียและเชื้อราที่มีค่าเพิ่มขึ้นรวมทั้งสามารถปรับปรุงสัดส่วนความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิก ดังนั้นการทดแทนยูเรียด้วย U-cas ในสูตรอาหารอัดก้อนสามารถปรับปรุงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในรูเมนในโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับฟางข้าว

คำสำคัญ: กระบวนการหมัก, การย่อยได้, รูเมน, สารผสมยูเรีย-แคลเซียมซัลเฟต, โคเนื้อ

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the replacement effect of urea with urea-calcium sulphate mixture (U-cas) in feed block on nutrient digestibility and rumen fermentation characteristics in Thai native cattle. Four Thai native cattle with 100 ± 3.0 kg BW were randomly assigned in a 4×4 Latin square design. The replacement of urea with U-cas in feed block at 0, 12, 15 and 18% DM, respectively. It was found that total intake of roughage was higher in U-cas when compared with urea treatment while feed block intake was not changed. Digestibilities of DM, OM, CP and NDF were increased in the replacement with U-cas whereas digestibility of ADF was similar among treatments. Replacement of urea by U-cas could reduce ammonia-N concentration ($P < 0.05$) and supplementation of U-cas at 18% improved efficiency of microbial protein synthesis at 84.6 g/d when compared with urea fed group. Moreover, bacterial population and fungal zoospores were enhanced with U-cas inclusion. Proportion of propionic acid was improved when animal fed with U-cas. Therefore, replacement of urea with U-cas could improve nutrient digestibility and rumen fermentation in Thai cattle fed with rice straw

Keywords: fermentation, digestibility, urea-calcium sulphate mixture, cattle

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน, ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Tropical Feed Resources Research and Development Center (TROFREC), Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: anusornc@kku.ac.th

บทนำ

อาหารอัดก้อน (feed block) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับโคเนื้อ ผลิตขึ้นโดยใช้ กากน้ำตาล และ ยูเรียเป็นหลัก (Foiklang et al., 2011) ซึ่งทำให้มีปริมาณโภชนาการด้านไนโตรเจนและแหล่งพลังงานที่สลายได้ง่าย อันเป็นประโยชน์เมื่อนำไปเสริมให้กับโคเนื้อได้เลี้ยงกิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้สำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์ในรูเมน อย่างไรก็ตามการที่อาหารอัดก้อน ประกอบด้วยแหล่งไนโตรเจนจากยูเรียในปริมาณที่สูง (15-18% DM) อาจส่งผลทำให้การย่อยสลายของยูเรียสู่แอมโมเนียมีอัตราที่รวดเร็ว และส่งผลให้แบคทีเรียในกระเพาะรูเมนไม่สามารถนำแอมโมเนียไปใช้ในการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพได้ ดังนั้น จึงเกิดการสะสมของแอมโมเนียขึ้นในร่างกายของสัตว์ นอกจากนี้แอมโมเนียที่ผลิตขึ้นและมีการขับออกนอกร่างกาย อาจส่งผลต่อการเพิ่มการผลิตแก๊สเรือนกระจก (greenhouse gas) และนำไปสู่การเกิดภาวะโลกร้อนได้ (Wanapat, 2009)

สำหรับทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากยูเรียสำหรับอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นคือ การใช้ผลิตภัณฑ์ยูเรียที่มีการปลดปล่อยช้าๆ (slow-release urea) เช่น สารผสมยูเรีย-แคลเซียมซัลเฟต (urea calcium sulphate mixtures; U-cas) ซึ่งจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Cherdthong et al. (2011a) รายงานว่าการเสริม U-cas ในอาหารชั้นของสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถลดอัตราการปลดปล่อยแอมโมเนีย-ไนโตรเจนได้ นอกจากนี้ Cherdthong et al. (2011a,b) พบว่าการเสริม U-cas สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน และประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของโคเนื้อและโคนมได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ U-cas แทนยูเรียในสูตรอาหารอัดก้อนยังไม่มีการศึกษามาก่อน ดังนั้นจุดประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของการทดแทนยูเรียด้วย U-cas ในสูตรอาหารอัดก้อน ต่อการย่อยสลายได้ของโภชนา และคุณลักษณะของกระบวนการหมักในรูเมนของโคพื้นเมืองไทย

วิธีการศึกษา

ใช้โคเนื้อพื้นเมืองไทย เพศผู้ จำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 100 ± 3.0 กิโลกรัม อายุ 2 ปี วางแผนการทดลองแบบ 4x4 Latin Square โดยปัจจัยทดลองที่ศึกษาได้แก่การทดแทนยูเรียด้วย U-cas ในสูตรอาหารอัดก้อนที่ระดับ 0, 12, 15 และ 18% ตามลำดับ สำหรับ urea calcium sulphate mixtures (U-cas) จัดเตรียมตามวิธีการของ Cherdthong et al. (2011a) ส่วนอาหารอัดก้อน จัดเตรียมตามวิธีการของ Foiklang et al. (2011) และองค์ประกอบอาหารอัดก้อนแสดงดัง Table 1 สัตว์ทุกตัวจะได้รับการเสริมอาหารอัดก้อนแบบเลี้ยงกินอย่างอิสระ มีการเสริมอาหารชั้น (13% โปรตีน) ที่ระดับ 0.5% น้ำหนักตัว และให้ฟางกินแบบเต็มที่มีการทดลองออกเป็น 4 ระยะๆ ละ 21 วัน ในช่วง 14 วันแรกจะทำการเก็บข้อมูลการกินได้ และย้ายสัตว์ขึ้นกรงเมแทบอลิซึมในช่วง 7 วันสุดท้ายเพื่อเก็บมูลและปัสสาวะทั้งหมด (total collection technique) รวมทั้งเก็บตัวอย่างอาหาร โดยตัวอย่างที่ได้นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุโปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF เยื่อใย ADF ตามวิธีการของ AOAC (1995) และ Van Soest et al. (1991) ในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลองเก็บของเหลวในรูเมนโดยการสอดท่อทางปากร่วมกับปั๊มดูด เพื่อวัดความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของของเหลวจากรูเมนแบ่งเก็บของเหลวในรูเมนเพื่อรอการวิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจน กรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย ประชากรจุลินทรีย์ในรูเมนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดแบบ ANOVA โดยใช้ GLM procedure ของ SAS (1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการทดลองพบว่าการกินได้รวมของอาหารหยาบมีค่าสูงในกลุ่มที่ทดแทนด้วย U-cas เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการเสริมยูเรียเพียงอย่างเดียว (Table 2) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การเสริม U-cas จะส่งผล

ลทำให้สัตว์ได้รับคุณค่าทางโภชนาที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งของไนโตรเจนที่ปลดปล่อยอย่างช้าๆ จึงทำให้สัตว์สามารถกินอาหารหยาบได้เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกินได้ของอาหารอัดก้อนไม่มีความแตกต่างกัน และมีค่าใกล้เคียงกันกับการรายงานของ Foiklang et al. (2011) ที่รายงานไว้ที่ระดับ 0.27-0.31 กิโลกรัมต่อวันเช่นเดียวกับการกินได้ของไนโตรเจนซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ และเยื่อใย NDF มีค่าเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ในสัตว์ที่ได้รับการเสริม U-cas ในอาหารอัดก้อนที่ระดับ 18% ในขณะที่การเสริม U-cas ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเยื่อใย ADF ในการปรับปรุงความสามารถการย่อยได้ของโภชนาเมื่อสัตว์ได้รับการเสริม U-cas ที่ระดับ 18% แสดงให้เห็นว่าสัตว์ได้รับแหล่งของไนโตรเจนที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์จุลินทรีย์ร่วมกับแหล่งของพลังงานในสูตรอาหารอัดก้อน ดังนั้นจึงส่งผลโดยตรงต่อการย่อยสลายโภชนาเพิ่มขึ้น ที่สัตว์ได้รับเข้าไป (Cherdthong et al., 2013) นอกจากนี้ การเสริมกากน้ำตาลในสูตรอาหารอัดก้อนอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อการนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการสังเคราะห์จุลินทรีย์ได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Cherdthong et al. (2011a) รายงานว่าการเสริม U-cas ในสูตรอาหารชั้นสำหรับโคเนื้อสามารถปรับปรุงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนาในโคที่รับประทานเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

ความเป็นกรดต่างในรูเมน และอุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ยที่ 6.5 และ 39.4 °C ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่ปกติ และเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Table 3) การทดแทนยูเรียด้วย U-cas ที่ระดับ 18% ในอาหารอัดก้อนพบว่าทำให้ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าลดลง ($P < 0.05$) อาจเนื่องมาจากการเสริม U-cas ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างช้าๆ เมื่อเปรียบเทียบกับยูเรีย ดังนั้นเมื่อมีการเสริมยูเรียอย่างเดียวจึงทำให้ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงกว่า และอาจจะส่งผลใน

ทางลบต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในสัตว์เองได้ ในขณะเดียวกันการที่มีไนโตรเจนปลดปล่อยอย่างช้าๆ ทำให้จุลินทรีย์สามารถนำไนโตรเจนไปใช้ในการสังเคราะห์เซลล์จุลินทรีย์ได้ทัน และลดการสูญเสียของไนโตรเจนได้อีกทางหนึ่ง สอดคล้องกับการทดลองของ Cherdthong et al. (2011a) พบว่าการเสริม U-cas เพื่อเป็นแหล่งยูเรียปลดปล่อยอย่างช้าๆ ในอาหารชั้น พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในรูเมนมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการเสริมยูเรีย และนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์จุลินทรีย์ในรูเมนได้โดยจากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าการเสริม U-cas ที่ 18% ในอาหารอัดก้อนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์จุลินทรีย์ถึง 84.6 กรัมต่อวันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการเสริมยูเรียเพียงอย่างเดียว ($P < 0.05$) นอกจากนี้การเสริม U-cas ยังทำให้ประชากรของแบคทีเรียและเชื้อรา มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย (Table 3)

การทดแทนยูเรียด้วย U-cas ในสูตรอาหารอัดก้อนสามารถปรับปรุงค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย โดยพบว่าการเพิ่มระดับของ U-cas จะทำให้สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cherdthong et al. (2011b) ที่รายงานว่า การเสริม U-cas ในอาหารชั้นสำหรับโคนมสามารถเพิ่มสัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกในรูเมนสำหรับการเพิ่มขึ้นของกรดโพรพิโอนิกจากการทดลองนี้อาจเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการกินได้และการย่อยสลายได้ในโคเนื้อ อย่างไรก็ตาม จากการทดลองนี้พบว่าการเสริม U-cas จะไม่ส่งผลต่อกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายรวม กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก

สรุป

การทดแทนยูเรียด้วย U-cas ที่ระดับ 18% ในสูตรอาหารอัดก้อนสามารถปรับปรุงความสามารถในการย่อยได้ของโภชนา นิเวศวิทยา กระบวนการหมักและการสังเคราะห์จุลินทรีย์ในรูเมนได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยโดยผ่านโครงการทุนอาจารย์รุ่นใหม่ในสถาบันอุดมศึกษา (สัญญารับทุนเลขที่ MRG5580077) และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.
- Cherdthong, A., M. Wanapat, and C. Wachirapakorn. 2011a. Effects of urea-calcium mixture in concentrate containing high cassava chip on feed intake, rumen fermentation and performance of lactating dairy cows fed on rice straw. *Livest. Sci.* 136: 76–84.
- Cherdthong, A., M. Wanapat, and C. Wachirapakorn. 2011b. Influence of urea calcium mixture supplementation on ruminal fermentation characteristics of beef cattle fed on concentrates containing high levels of cassava chips and rice straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 163: 43–51.
- Cherdthong, A., M. Wanapat, S. Khantharin, W. Khota, G. Tangmutthapattarakun, K. Phesatcha, S. Foiklang, and S.C. Kang. 2013. Influence of urea-calcium mixture in high-quality feed block on ruminal fermentation in swamp buffalo. In: *Proceedings of the 10th World Buffalo Congress and the 7th Asian Buffalo Congress*, May 6-8, 2013, Phuket, Thailand, p. 229.
- Foiklang, S., M. Wanapat, and W. Toburan. 2011. Effects of various plant protein sources in high-quality feed block on feed intake, rumen fermentation, and microbial population in swamp buffalo. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 1517-1524.
- Statistical Analysis System. 1996. *SAS/STAT User's Guide: Statistics*, Version 6.12. Edition. SAS Inc., Cary, NC, USA.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B.A., Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Wanapat, M. 2009. Potential uses of local feed resources for ruminants. *Trop. Anim. Health. Prod.* 41: 1035–1049.

Table 1 Ingredient and chemical composition of urea-calcium mixture (U-cas) and feed block (FB)

Ingredients [g/kg DM]	Replacement of U-cas in FB [% DM]				U-cas
	0	12	15	18	
Rice bran	300	300	300	300	
Molasses, liquid	425	390	380	380	
Urea	105	35	20	-	
U-cas	-	120	150	180	
Cement	110	105	100	90	
Sulfur	15	10	10	10	
Mineral premix	15	10	10	10	
Salt	10	10	10	10	
Tallow	20	20	20	20	
Chemical composition					
Dry matter [g/kg]	780	781	779	780	630
Organic matter [g/kg DM]	700	701	703	704	820
Neutral detergent fiber [g/kg DM]	271	269	268	270	-
Acid detergent fiber [g/kg DM]	211	213	212	211	-
Crude protein [g/kg DM]	349	350	349	350	1690
Metabolizable energy (ME) [MJ/kg DM]	15.6	15.4	15.3	15.3	-

Table 2 Feed intake and digestibility of nutrients of cattle fed different levels of urea-calcium mixture (U-cas) in feed block (FB)

Items	Replacement of U-cas in FB [% DM]				SEM
	0	12	15	18	
DM intake [kg DM]					
Rice straw	2.1 ^a	2.1 ^a	2.2 ^a	2.5 ^b	0.05
Concentrate	0.6	0.6	0.6	0.6	0.02
Feed block	0.3	0.3	0.3	0.3	0.01
N intake, g/d	38.5	39.2	39.6	41.3	2.23
Apparent digestibility[kg/ kg DM]					
Dry matter	0.65 ^a	0.65 ^a	0.66 ^{ab}	0.69 ^b	0.012
Organic matter	0.69 ^a	0.69 ^a	0.72 ^{ab}	0.73 ^b	0.014
Crude protein	0.63 ^a	0.64 ^a	0.66 ^{ab}	0.67 ^b	0.012
Neutral detergent fiber	0.54 ^a	0.55 ^a	0.61 ^b	0.63 ^b	0.011
Acid detergent fiber	0.43	0.42	0.44	0.44	0.096

^{a,b}Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

Table 3 Rumen fermentations and rumen microorganisms of cattle fed different levels of urea-calcium mixture (U-cas) in feed block (FB)

Items	Replacement of U-cas in FB [% DM]				SEM
	0	12	15	18	
Ruminal ecology					
pH	6.8	6.6	6.6	6.6	0.51
Temperature, °C	39.3	39.4	39.4	39.4	1.54
Ammonia-N [mg/dl]	21.1 ^a	20.1 ^{ab}	18.1 ^b	17.9 ^b	1.00
Ruminal microbes [cell/ml]					
Bacteria [x 10 ¹¹]	5.4 ^a	5.7 ^a	6.6 ^{ab}	7.2 ^{ab}	0.43
Protozoa [x 10 ⁶]	4.5	4.7	4.2	4.4	0.68
Fungal zoospore [x 10 ⁴]	1.4 ^a	1.4 ^a	1.6 ^a	2.4 ^b	0.19
Total VFA, mmol/l	117.2	116.8	119.6	118.8	13.21
VFA, mol/ 100 mol					
Acetic acid (C2)	71.4	72.3	71.1	70.2	8.23
Propionic acid (C3)	18.6 ^a	18.8 ^a	20.7 ^{ab}	21.5 ^b	0.81
Butyric acid (C4)	10.1	9.0	8.3	8.4	1.19
Microbial crude protein ^c [g/d]	336.5	340.1	390.8	421.1	10.32
EMNS ^d [g N/kg OMDR]	13.4	13.5	16.5	22.4	1.22

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

^c Microbial crude protein (MCP) [g/d] = $3.99 \times 0.856 \times$ mmoles of purine derivatives excreted (Cherdthong et al. 2011a).

^d Efficiency of microbial N synthesis (EMNS, g /kg of OM digested in the rumen (OMDR) = [(MCP [g/d] $\times$ 1000)/DOMR (g)], assuming that rumen digestion was 650 g/kg OM of digestion in total tract.