

การปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังสดหมักยีสต์ต่อการย่อยสลายได้ ในโคนมเจาะกระเพาะโดยวิธี *In sacco*

The quality improves of yeast-fermented fresh cassava pulp on ruminal
degradability in rumen fistulated dairy cows by *In sacco* method

สุปรินา ศรีไสคำ^{1*}

Supreena Srisaikham^{1*}

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการย่อยสลายได้ของกากมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการหมักร่วมกับ *Aspergillus oryzae* และ *Saccharomyces cerevisiae* และยูเรียเพื่อปรับปรุงคุณภาพในระดับห้องปฏิบัติการ 5 ระดับคือ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ของน้ำหนักแห้ง ที่ระยะเวลาการหมัก 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน ในโคนมเจาะกระเพาะ โดยจัดแผนการทดลองแบบ 5 x 5 Factorial ใน Completely randomized design (CRD) โดยมีปัจจัยยูเรีย 5 ระดับและระยะเวลาในการหมัก 5 ระดับ ตามลำดับ จำนวน 25 กลุ่มการทดลองทำการหมักด้วยวิธีการแบบ Solid substrate fermentation (SSF) และวัดค่าการย่อยสลายได้โดยใช้เทคนิค *In sacco* ในตัวสัตว์โดยตรง ผลการทดลองพบว่าวัตถุดิบที่ย่อยสลายได้ในโคเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัวของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ การทดลองจากการปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังสดหมักยีสต์ร่วมกับยูเรียทั้ง 5 ระดับ เพื่อเพิ่มโปรตีนนั้นไม่พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างระดับยูเรียกับระยะเวลา (วัน) ในการหมัก

คำสำคัญ: กากมันสำปะหลังสดหมักยีสต์, การย่อยสลายได้, โคนมเจาะกระเพาะ

ABSTRACT: This study aimed was conducted to study of ruminal degradability of cassava pulp after fermenting with *Aspergillus oryzae* and *Saccharomyces cerevisiae* and five urea addition levels for quality improvement in laboratory scale at 0, 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.00% of dry matter (DM) and was incubated at 1, 2, 3, 4 and 5 days in rumen fistulated dairy cows. The 5 x 5 factorial in completely randomized design (CRD) arrangement was used in this study with Factor A, 5 urea addition levels and was 5 incubated times (Factor B). The experimental groups were 25 groups. Fermentation using solid substrate fermentation method (SSF) and measure the ruminal degradation value by using *In sacco* technique in the animal directly. The result was shown that the rumen degradable dry matter (DM) in 3 rumen fistulated dairy cows of quality improvement of eleven groups-yeast fermented fresh cassava pulp were no interaction between both five urea addition levels and incubation time (day) in all groups.

Keywords: yeast-fermented cassava pulp, ruminal degradability, rumen fistulated dairy cows

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus

* Corresponding author: supreena.sr@buu.ac.th

บทนำ

กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่พบว่ามีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาเป็นแหล่งพลังงานในอาหารสัตว์ เนื่องจากถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกของไทย แม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมันสำปะหลัง ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง มันเส้น กากมันสำปะหลัง เปลือกมันสำปะหลัง จะให้พลังงานเพียงพอ แต่ยังมีคุณค่าทางอาหารต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มระดับโปรตีนในกากมันสำปะหลังให้สูงขึ้น งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การนำกากมันสำปะหลังมาหมักร่วมกับจุลินทรีย์กลุ่มราหรือยีสต์ และเกิดการเปลี่ยนมันสำปะหลังเป็นอาหารหมักโปรตีนสูง สามารถเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ protein - enriched feedstuffs เพื่อนำไปพัฒนาเป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง แต่ต้นทุนต่ำ Boonnop et al. (2009) รายงานว่า มันเส้นสามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการได้ด้วยยีสต์ *S. cerevisiae* แสดงให้เห็นถึงการใช้อยู่อาศัยจากวัสดุเศษเหลือจากอุตสาหกรรมเกษตรในท้องถิ่นได้อย่างเต็มที่ ถึงแม้ว่าการได้มาซึ่งกากมันสำปะหลังจะหาได้ง่ายและมีปริมาณการผลิตได้สูงเมื่อเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่น แต่กากมันสำปะหลังมีปริมาณของโปรตีนในระดับต่ำ ซึ่งยังคงเป็นข้อจำกัดต่อการนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารหยาบของสัตว์เคี้ยวเอื้อง การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์เพื่อนำไปประเมินการย่อยได้ในตัวสัตว์ ก่อนนำผลการวิจัยนี้ไปศึกษาการตอบสนองด้านสมรรถนะการผลิตในตัวสัตว์ต่อไป

วิธีการศึกษา

ศึกษาการย่อยสลายในกระเพาะหมักของอาหารทดลองที่เป็นกากมันสำปะหลังที่ผ่านการหมักยีสต์และยูเรียในระดับต่างๆ สูตร คือ กากมันสำปะหลังสดหมักด้วยกระบวนการหมักร่วมกับ *Aspergillus oryzae* (A. *oryzae*) และ *Saccharomyces cerevisiae* (S. *cerevisiae*) โดยมีปัจจัย A และ B เป็นระดับยูเรียในระดับห้องปฏิบัติการ

การ 5 ระดับคือ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ของน้ำหนักแห้ง และระยะเวลาการหมัก 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน โดยใช้ถุงไนลอน (nylon bag) ปมในกระเพาะหมักของโคนมเจาะกระเพาะที่ติดท่ออาหารถาวร (rumen degradability or in sacco digestibility) (Ørskov et al., 1980) พันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรียเซียน (Holstein Friesian) สายเลือดประมาณ 87.5% อายุเฉลี่ยประมาณ 6-8 ปี น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 500-550 กิโลกรัม จำนวน 3 ตัว (เลขที่คำขอรับใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-05043-2559 และใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์ รหัสโครงการวิจัย IACUC 008/2562)) โดยนำตัวอย่างอาหารทดลองและถุงไนลอนที่มีรูพรุนขนาด (pore size) 47 μm ไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 2 ชม. เพื่อไล่ความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักถุงไนลอนพร้อมกับตัวอย่างอาหารที่บดผ่านตะแกรงละเอียดขนาด 2.0 มม. ลงในถุงไนลอนประมาณ 5 กรัม (air dry basis) ซึ่งและบันทึกน้ำหนักไว้แล้วผูกปากถุงให้แน่นด้วยยาง จากนั้นนำถุงไนลอนมาสอดเข้ากับสายยางที่ได้เจาะรูรอยเชือกยาว 90 ซม. เพื่อเป็นหวงยึดกับฝาปิดที่ติดกับตัวโค แล้วนำไปปมในกระเพาะหมักของโคเจาะกระเพาะในส่วนที่ลึกที่สุดของกระเพาะ (หรือลึกจากฝาลงประมาณ 50 ซม.) ทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาต่างๆ กัน คือ 0, 2, 4, 8, 16, 32 และ 48 ชม. แต่ละตัวมีถุงไนลอน 3 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่างอาหาร (ตัวอย่างอาหาร 1 สูตรทดลองทำ 3 ซ้ำ) กล่าวคือใช้โคเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัวและให้ถุงที่ใส่โคแต่ละตัวเป็น 1 ซ้ำ โคได้รับฟางหมักยูเรียให้แบบเต็มที่ (ad libitum) และอาหารข้นสำเร็จรูป 3 กก.ต่อตัวต่อวัน จ่ายอาหาร 2 ครั้ง คือ 07.00 น. และ 16.00 น. โคทุกตัวถูกเลี้ยงโดยช่างในคอกเดี่ยวขนาด 6 ตร.ม.ต่อตัว และปรับสัตว์เป็นเวลา 14 วัน โดยได้รับน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อน (trace mineralized salt block) อย่างอิสระ เมื่อปมถุงไนลอนตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำถุงไนลอนทั้งหมดออกจากกระเพาะหมักล้างน้ำสะอาดแบบให้น้ำไหลผ่านอย่างช้าๆ เพื่อเอาเศษอาหารที่ติดมาจากกระเพาะหมักออกและเพื่อล้างเอาของเหลวจากกระเพาะหมักออกจากส่วนที่ไม่ถูกย่อยสลาย หลังจากนั้นนำถุงไนลอนไปแช่แข็ง (-20°C) เพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์จนครบทุกชม. ก่อนนำถุงไนลอนมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน

36 ชุม. จนแห้งสนิทแล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่เหลือ จากนั้นนำตัวอย่างอาหารที่เหลือในแต่ละถุงในหล่อนไปวิเคราะห์วัตถุแห้ง (dry matter; DM) และโปรตีนหยาบ (crude protein; CP) โดยเครื่อง Kjeltec auto analyzer ตามวิธีการของ AOAC (1990) นำค่าสัดส่วนที่สูญหายไปในระยะเวลาต่างๆ ของวัตถุแห้งและไนโตรเจนมาคำนวณค่าประสิทธิภาพการย่อยสลายได้ (effective degradability) โดยใช้ค่าพื้นฐานจาก out flow rate ที่ 0.08 ตามสมการ Exponential $P = A + B(1 - e^{-ct})$ ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ในกระเพาะหมักต่อไป โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY EXCEL (Ørskov and McDonald, 1979) อ้างโดยเมธา (2533) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple-Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2004)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การย่อยได้ของวัตถุแห้งของกากมันสำปะหลังสดหมักด้วย *A. oryzae* และ *S. cerevisiae* ร่วมกับยูลีที่ระดับ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ภายหลังการบ่มในกระเพาะหมักพบว่าที่ชม.ที่ 0 ถึง ชม.ที่ 48 ในจำนวนวันหมักตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 5 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไม่พบว่ายูลีมีอิทธิพลร่วมกันกับระยะเวลา (วัน) ในการหมัก อย่างไรก็ตาม กากมันสำปะหลังสดหมักร่วมกับยูลีทั้ง 5 ระดับนี้เมื่อมีระยะเวลาอยู่ในกระเพาะหมักนานขึ้นจะมีอัตราการย่อยสลายได้วัตถุแห้งในกระเพาะหมักเพิ่มขึ้นตามเวลา ทั้งนี้เป็นเพราะการเข้าทำงานของจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะหมักจะสะสมมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป (เมธา, 2533) กากมันสำปะหลังสดหมักด้วย *A. oryzae* และ *S. cerevisiae* ร่วมกับยูลีที่ระดับ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ที่จำนวนวันหมัก 1 วัน มีอัตราการย่อยสลายวัตถุแห้ง เท่ากับ 67.1, 69.3, 71.3, 72.2 และ 72.9 ตามลำดับ อัตราการย่อยสลายวัตถุแห้ง (dgDM) ของกากมันสำปะหลังสดหมักด้วย *A. oryzae* และ *S. cerevisiae* ร่วมกับยูลีที่ระดับ 0,

0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 % เท่ากับ 68.2, 70.1, 71.1, 72.3 และ 72.1 ในจำนวนวันหมักที่ 2 วัน และอัตราการย่อยสลายวัตถุแห้งของกากมันสำปะหลังสดหมักที่จำนวนวันหมัก 3, 4 และ 5 วัน เท่ากับ 66.9, 69.7, 73.1, 72.2, 72.9, 67.1, 70.4, 73.5, 73.7, 75.2, 67.2, 68.2, 72.8, 74.1 และ 74.9 ตามลำดับ (Table 1) ประสิทธิภาพในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (effective DM degradability) ที่ flow rate 0.08/h พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการย่อยสลายวัตถุแห้งของกากมันสำปะหลังสดหมักด้วย *A. oryzae* และ *S. cerevisiae* ร่วมกับยูลีที่ระดับ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ณ การหมักสูงสุดที่จำนวนวันหมัก 5 วัน (dgDM = 71.44) รองลงมา คือ จำนวนวันหมักที่ 4, 3, 2 และ 1 วัน (dgDM = 71.98, 70.79, 70.76 และ 70.56 ตามลำดับ) การย่อยได้ของวัตถุแห้งของกากมันสำปะหลังสดหมักร่วมกับยูลีที่ระดับ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ทั้ง 5 ระดับ พบว่า การย่อยได้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการบ่มในกระเพาะหมักยาวนานขึ้นหรือเพิ่มขึ้น และพบว่าที่เวลาต่างๆ กัน เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของกากมันสำปะหลังสดหมักร่วมกับยูลีทั้ง 5 ระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นประสิทธิภาพในการย่อยได้ของวัตถุแห้งของการหมักกากมันสำปะหลังสดหมักด้วย *A. oryzae* และ *S. cerevisiae* ร่วมกับยูลีที่ระดับ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ที่จำนวนวันหมักที่ 5 วันจะดีที่สุด ตามด้วยจำนวนวันในการหมักที่ 4, 3, 2 และ 1 โดยเฉลี่ยพบแนวโน้มของประสิทธิภาพในการย่อยได้ของวัตถุแห้งของการหมักกากมันสำปะหลังสดหมักด้วย *A. oryzae* และ *S. cerevisiae* ร่วมกับยูลีในระดับสูงสุดที่ 1.00% รองลงมาคือ 0.75, 0.50, 0.25% และไม่เสียเปรียบ ตามลำดับ

จากการศึกษาการย่อยสลายได้วัตถุแห้งของสูตรกากมันสำปะหลังสดหมักด้วย *A. oryzae* และ *S. cerevisiae* ร่วมกับยูลีที่ระดับ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ทั้ง 5 สูตรและฟางหมักยูลีเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาในการบ่มนานขึ้น เป็นเพราะการเข้าทำงานของจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะหมักยาวนานขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป (เมธา, 2533) พบว่าทุกสูตรอาหารมีการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งในชม.ที่ 48

มีค่าสูงสุด อาจเนื่องมาจากวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารมีกากมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบในระดับสูง ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถถูกย่อยสลายได้เร็วในกระเพาะหมัก (Wanapat et al., 2000) สอดคล้องกับรายงานความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายอยู่สูง (โอภาสและคณะ, 2539) แต่จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า เมื่อสัดส่วนของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ร่วมกับยูเรียในระดับสูงสุดและจำนวนวันหมักยาวนานที่สุด ไม่ได้ทำให้ผลของอัตราการย่อยสลายของวัตถุดิบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยทั่วไปเมื่อสัตว์ได้รับอาหารชนิดใหม่หรือมีการเปลี่ยนอาหารใหม่จำเป็นต้องให้เวลากับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เพื่อให้มีการปรับตัวระยะหนึ่ง ให้เกิดการใช้ประโยชน์จากอาหารทดลองใหม่ได้ดียิ่งขึ้น ในการเปลี่ยนอาหารใหม่ในช่วงแรกมักทำให้การย่อยได้ของอาหารลดลง แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปสักระยะหนึ่ง จุลินทรีย์สามารถปรับตัวได้แล้ว การย่อยได้ก็ค่อยๆ เพิ่มขึ้น และแม้แต่ความถี่ในการให้อาหารก็ส่งผลต่อการย่อยได้ของสัตว์ (วิศิษฐพร, 2542) ทั้งนี้อาหารแต่ละชนิดมีค่าการย่อยได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางเคมีและทางกายภาพของอาหารนั้นๆ อย่างไรก็ตาม ความสมดุลของนิเวศวิทยาในกระเพาะหมัก มีความสัมพันธ์กับการเพิ่ม-ลดปริมาณการกินได้ของสัตว์ เนื่องจากระบบนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักมีความซับซ้อน ขึ้นอยู่กับอาหารที่สัตว์ได้รับ โดยทั่วไป โครงสร้างของ molecule ของผนังเซลล์พืช (cell wall) ของอาหารหยาบจะถูกย่อยสลายลงโดย Anaerobic bacteria, protozoa และ fungi อัตราการย่อยสลายของอาหารภายใน reticulo-rumen จะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารเป็นสำคัญ ฉะนั้นอาหารที่มีส่วนประกอบของ soluble fractions หรือคาร์โบไฮเดรตที่ไม่มีโครงสร้าง (non-structural carbohydrate) อยู่สูงจะสามารถถูกย่อยสลายได้เร็วกว่าอาหารที่มีส่วนประกอบที่เป็นแบบ

Insoluble structural fraction หรือคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้าง (structural carbohydrate) (วิศิษฐพร, 2542) หากพิจารณาถึงอิทธิพลของความเข้มข้นของ rumen ammonia จุลินทรีย์มีความต้องการ nitrogen ในรูปของ ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) ในปริมาณมากเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ protein nitrogen ต่อการเจริญเติบโต จะพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของ rumen ammonia สูง ($160\text{-}220\text{ mgNH}_3\text{-N/Litre}$) มีอัตราการไหลผ่านของ microbial protein จาก rumen ไปยัง abomasum สูงมากกว่าที่ความเข้มข้นของ rumen ammonia ที่ระดับ 90 และ $130\text{ mgNH}_3\text{-N/Litre}$ (Hume et al., 1970; Allen and Miller, 1976) ในโคที่ได้รับอาหารหยาบที่มีไนโตรเจนและการย่อยได้ต่ำ มีปริมาณความเข้มข้นของ rumen ammonia ขั้นต่ำที่ทำให้โคกินอาหารได้เพียงพอควรอยู่ที่ระดับ $200\text{ mgNH}_3\text{-N/Litre}$ (Krebs and Leng, 1984; Boniface et al., 1986; Perdok et al., 1988) ซึ่งให้เห็นว่าอัตราการย่อยได้ของวัตถุดิบจะมีค่าสูงที่สุดเมื่อ ammonia มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ $230\text{ mgNH}_3\text{-N/Litre}$ (Mehrez et al., 1977) และการเสริมยูเรียในอาหารที่มีโปรตีนต่ำให้สัตว์กินจะเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ rumen ammonia ทำให้การย่อยได้ของอาหารหยาบสูงขึ้น (Krebs และ Leng, 1984; Boniface et al., 1986; Perdok et al., 1988) พบความสัมพันธ์เชิงทฤษฎีที่ว่า โคนมเจาะกระเพาะในการศึกษาครั้งนี้ได้รับอาหารหยาบที่มีการหมักยูเรีย เพิ่มความเข้มข้นของ rumen ammonia ทำให้การย่อยได้ของอาหารหยาบและการกินได้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับอัตราการย่อยได้ของ DM ในกากมันสำปะหลังสดหมัก พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของยูเรียอย่างไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของระดับยูเรียในกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีผลเพิ่มความเข้มข้นของ ammonia ในกระเพาะหมัก สอดคล้องกับค่าของโปรตีนหยาบที่เพิ่มสูงขึ้นตามระดับของยูเรีย

Table 1 The effective degradability of dry matter and crude protein of rumen in rumen degradability or *in sacco* digestibility on fermented fresh cassava pulp after incubated with *Aspergillus oryzae* and *Saccharomyces cerevisiae* and urea addition with 0, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00%.

Day	Trt ¹	0 h ²	2 h	4 h	8 h	16 h	32 h	48 h	dg ³	CP ⁴ ±SD ⁵
1	0%	57.9	64.3	69.9	73.3	74.3	76.1	81.4	67.1	2.16±0.32
	0.25%	59.9	68.5	71.4	76.2	80.3	82.1	83.1	69.3	2.42±0.06
	0.50%	60.5	70.9	74.9	76.9	80.1	81.9	83.6	71.3	3.03±0.16
	0.75%	62.8	71.2	75.8	79.0	81.4	83.1	84.2	72.2	3.39±0.02
	1.00%	64.7	70.9	75.9	80.9	82.8	83.5	85.6	72.9	3.38±0.05
2	0%	58.4	67.2	67.3	77.4	78.9	77.4	82.1	68.2	2.35±0.10
	0.25%	60.9	69.8	76.4	79.1	85.1	87.7	88.7	70.1	2.62±0.02
	0.50%	60.9	72.1	74.1	78.9	83.1	83.1	84.9	71.1	3.41±0.25
	0.75%	62.2	73.1	78.9	80.2	82.4	87.1	86.1	72.3	3.68±0.03
	1.00%	62.9	74.1	77.1	83.1	85.1	86.2	86.1	72.1	4.15±0.14
3	0%	57.4	67.1	70.1	74.3	79.1	81.7	84.2	66.9	2.10±0.03
	0.25%	58.9	69.5	73.4	76.7	81.3	83.1	86.7	69.7	2.28±0.5
	0.50%	61.1	70.2	77.1	77.9	80.9	81.0	83.1	73.1	3.07±0.20
	0.75%	63.7	72.1	75.4	78.2	81.9	83.1	86.2	72.2	3.60±0.10
	1.00%	64.9	71.9	76.5	81.4	83.1	86.5	87.6	72.9	4.11±0.09
4	0%	56.1	68.2	71.2	75.3	79.3	82.1	84.4	67.1	2.03±0.05
	0.25%	60.1	69.4	75.1	77.1	82.2	83.5	87.1	70.4	2.66±0.26
	0.50%	60.2	71.7	75.4	78.0	82.9	83.5	84.1	73.5	3.38±0.13
	0.75%	62.1	72.7	76.8	78.9	82.7	84.7	86.0	73.7	3.80±0.13
	1.00%	63.7	73.1	75.9	80.9	83.3	86.7	88.1	75.2	4.39±0.10
5	0%	59.1	69.1	71.1	76.4	79.8	81.3	85.5	67.2	2.19±0.14
	0.25%	60.1	67.4	72.3	76.1	81.4	85.4	86.7	68.2	2.57±0.03
	0.50%	59.4	71.5	73.8	77.2	80.5	82.8	85.6	72.8	3.50±0.02
	0.75%	62.1	72.2	76.1	78.9	82.7	84.2	87.7	74.1	4.08±0.09
	1.00%	66.7	70.9	75.9	80.9	84.8	86.5	87.6	74.9	4.65±0.09
SEM ⁶		1.54	2.11	2.97	1.19	1.66	1.45	1.62		
Day		0.5471	0.3324	0.1935	0.0502	0.0531	0.0525	0.0513		
Trt		0.0512	0.0512	0.0611	0.0501	0.0585	0.0523	0.0507		
Day*Trt		0.2001	0.1773	0.2776	0.4019	0.5034	0.4105	0.6812		

¹/ Trt = treatment; The group was fermented fresh cassava pulp after incubated with *Aspergillus oryzae* and *Saccharomyces cerevisiae* and urea addition with 0, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00% respectively, ²/ h= Hour, ³/ dg = Effective degradability of dry matter = $(a + bc)/(c + k)$ when dg = effective degradability, a = water soluble extracted by cold water rinsing (0 hr bag), b = potentially degrade, c = fraction rate of degradation of feed per hour, k = fractional outflow rate of digesta per hour or k = the solid outflow rate from the rumen obtained from the previous experiment, ⁴/ Effective degradability of crude protein, 5/ SD = Standard deviation, 6/ SEM = Standard error of mean and Note: Outflow rate (fraction/h) = 0.08

สรุป

การปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ร่วมกับยูเรียที่ระดับ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% ของน้ำหนักแห้ง ที่ระยะเวลาการหมัก 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน ในโคนมเจาะกระเพาะ เพื่อเพิ่มโปรตีนนั้น พบว่า ทั้งปัจจัยยูเรียและปัจจัยระยะเวลาการหมักที่ระดับแตกต่างกันไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีน และไม่พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างยูเรียกับระยะเวลาในการหมัก

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (เพิ่มเติม) มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 4/2560 นี้

เอกสารอ้างอิง

- เมธา วรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนี้พับลิชชิง จำกัด, กรุงเทพฯ.
- วิศิษฐ์พร สุขสมบัติ. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- โอภาส พิมพา, กฤตพล สมมาตรย์, และพิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์. 2539. ผลของอาหารอัดเม็ดคุณภาพสูงต่อปริมาณการกินได้ของฟางข้าว และอัตราการเจริญเติบโตในโคพื้นเมือง. วารสารศาสตร์ 2(2):117-130.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol.1, 15th ed., Washington D.C.
- Allen, S., and E. L. Miller. 1976. Determination of N requirement for microbial growth from the effect of urea supplement of a low N diet on abomasal N flow and N recycling in wether and lambs. Br J Nutr. 36:353-368.
- Boniface, A. M., R. M. Murray, and J. P. Hogan. 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed a tropical grass hay. Proc Aust Soc Anim Prod. 16:151-154.
- Boonnop, K., Wanapat, M., Nontaso, N., and Wanapat, S. 2009. Enriching nutritive value of cassava root by yeast fermentation. Scientia Agricola. 66:629-633
- Hume, I. D. 1974. The proportion of dietary protein escaping degradation in the rumen of sheep fed on various protein concentrates. Aust J Agric. 25:155-165.
- Krebs, G., and R. A. Leng. 1984. The effect of supplementation with molasses/urea blocks on ruminal digestion. In: Proceeding of the Australian Society of Animal Production. 15:704 (Abstract).
- Mehrez, A. Z, E. R. Orskov, and I. McDonald. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. Br J Nutr. 38:437-443.
- Ørskov, E. R., F. N. Deb Hovell, and F. Mould. 1980. The use nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop Anim Health Prod. 5:195-213.
- Perdok, H. B., R. A. Leng, S. H. Bird, G. Habib, and M. Van houtert. 1988. Improving Livestock Production from Straw-Based Diets. P.81-91. In: Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas. Edited by E.F. Thomson and F.S. Thomson. ICARDA, Syria.
- SAS. 2004. SAS software User's Guide. Release 9.0. SAS Inst., Inc., Cary: NC.
- Wanapat, M. 2000. Rumen manipulation to increase the efficiency use of local feed resources and productivity of ruminants in topics. Asian-Australas J-Anim. Sci. 13(Suppl.):59-67.