

ผลของการใช้ละอองข้าวโพดหมักด้วยยูเรียต่อปริมาณการกินได้การย่อยได้
ของโภชนะ และการหมักในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน

EFFECT OF UREA FERMENTED CORN POLLEN ON FEED INTAKE
NUTRIENT DIGESTIBILITY AND RUMINAL FERMENTATION IN
BRAHMAN CROSSBRED CATTLE

วันที่รับ: 9 สิงหาคม 2564

วันที่แก้ไข: 21 กันยายน 2564

วันที่ตอบรับ: 27 ตุลาคม 2564

ประธาน เรียงลาด^{1*} และ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ¹

Prathan Rienglard^{1*} and Saksirichai Srisawad¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์ 67000

¹Faculty of Agricultural and Industrial Technology,

Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun 67000

*Corresponding author e-mail: s.riew@pcru.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ละอองข้าวโพดหมักด้วยยูเรียต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และการหมักในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อลูกผสมบราห์มันเพศผู้ จำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 174 ± 5.0 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบ 4×4 Latin Square โดยมีปัจจัยทดลองได้แก่ ละอองข้าวโพดหมักด้วยยูเรียแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 3, 4, 5 และ 6% ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการทดลองพบว่า ละอองข้าวโพดหมักมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน ทั้งสี กลิ่น และผิวสัมผัส ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะที่ค่อนข้างดีคือ พิจารณาจากค่า pH พบว่าค่า pH อยู่ในช่วงประมาณ 4.3 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การกินได้รวมของอาหารละอองข้าวโพดหมักมีค่าสูงในกลุ่มที่ระดับยูเรีย 3% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกินได้โดยเมื่อคิดในหน่วยกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ และเยื่อใย NDF พบแนวโน้มมีค่าลดลงเมื่อได้รับอาหารที่ใช้ระดับยูเรียในการหมักสูงขึ้น มีค่าเท่ากับ 68.99, 67.99, 66.57 และ 66.97%DM ตามลำดับ ค่าการย่อยได้ของโปรตีนมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับของยูเรียที่ใช้ในการหมักสูงขึ้น และค่าการย่อยได้ของเยื่อใยมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อระดับของยูเรียสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ ระดับแอมโมเนีย

ไนโตรเจนในกระแสดมมีแนวโน้มมีค่าสูงขึ้นสูงสุดที่ระดับ 6% (5.58 mg%) การวิจัยสรุปได้ว่าการใช้ยูเรียหมักละอองข้าวโพดมีแนวโน้มว่าที่ระดับ 3% ส่งผลดีต่อการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และการหมักในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อลูกผสมบราห์มันและมีค่าดีกว่ากลุ่มที่ใช้ระดับยูเรียในการหมักสูงขึ้น ดังนั้นละอองข้าวโพดหมักที่มีระดับยูเรีย 3% จึงสามารถปรับปรุงคุณภาพอาหารสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในท้องถิ่นได้

คำสำคัญ: ละอองข้าวโพด, ยูเรีย, กระบวนการหมัก, โคลูกผสมบราห์มัน



Abstract

The objective of this study was to effects of urea fermented corn pollen on feed intake, nutrient digestibility, and using four beef cattle with 174 ± 5.0 kg. BW were randomly assigned in a 4×4 Latin Square design. The experimental factors consisted of 4 different levels of urea fermented corn pollen, at 3, 4, 5 and 6%, respectively, not statistical difference ($p > 0.05$). The results were shown that Fermented corn pollen has similar physical properties in terms of color, smell and texture, when consider from pH found that pH value average 4.3 that mean feed preservative good quality not statistically different ($p > 0.05$). It was found that total intake of fermented corn pollen higher in the 3% levels of urea compared to other groups. However, feed intake in term of $\text{g/kgW}^{0.75}/\text{d}$ not significant different ($p > 0.05$). The digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and NDF fiber showed that decreased trend when fed with higher urea levels of fermentation, which was at 68.99, 67.99, 66.57 and 66.97%DM, respectively. Protein digestibility tended to decrease with higher levels of fermentation urea. The digestibility of fibers tended to higher at 6% level (5.58 mg%) with higher urea levels, however, not statistical difference ($P > 0.05$). In conclusion, the use of corn pollen fermented urea was likely at 3% to feed intake, digestibility of nutrients and rumen fermentation in Brahman crossbred cattle was higher than that of the higher urea fermentation group. Therefore, fermented corn pollen with urea level at 3% could improve feed quality for local beef farmers.

Keywords: Corn Pollen, Urea, Fermentation, Brahman Crossbred Cattle



บทนำ

ปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยเฉพาะแหล่งโปรตีน ทั้งที่มาจากพืชและจากสัตว์ มีราคาสูงขึ้น กระทั่งต่อต้นทุนอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ (Millen, Pacheco, Arrigoni, Galyean, & Jvasconcelos, 2009) เนื่องจากอาหารโปรตีนเหล่านี้เป็นส่วนประกอบสำคัญ ในสูตรอาหารข้น (Concentrate) หรืออาหารผสมครบส่วน (Total Mixes Ration: TMR) ที่จะใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม และกระบือ ฯลฯ มีการใช้ วัตถุดิบอาหารเหล่านี้ในปริมาณที่สูงมากเพื่อเลี้ยงสัตว์ในระยะต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์ ให้สูงขึ้น และใช้เป็นอาหารเสริมในช่วงที่อาหารหยาบคุณภาพดีขาดแคลน

แนวทางในการแก้ปัญหาวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาแพง ทางเลือกหนึ่งคือการนำ ผลพลอยได้ทางการเกษตร (Agricultural by-product) เช่น ฟางข้าวและต้นข้าวโพดหลังการ เก็บฝักที่มีมากในแต่ละท้องถิ่น นำมาปรับปรุงคุณภาพเพื่อใช้เลี้ยงโคเนื้อ (อึ้งศักดิ์ พลบำรุง และ จิระวัชร เข้มสวัสดิ์, 2550) ซึ่งการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาปรับปรุงให้มีความน่ากิน และเพิ่มคุณภาพให้มีโภชนะสูงขึ้นสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยจากการศึกษาของสิริวดี พรหมน้อย, เจษฎา มิ่งฉาย, สุรพิชญ์ มาน้อย, ณัฐพล คงเลิศ, และ พลากร อภัยภาวี (2564) ถึงผลของการหมักเปลือกทุเรียน สับปะรด และฟักทองด้วยยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะเพื่อใช้เป็นอาหารโคเนื้อ พบว่าปัจจัยของการเสริมและไม่เสริม ยีสต์กับปัจจัยของระยะเวลาในการหมัก (0, 7 และ 14 วัน) ส่งผลต่อคุณภาพของโปรตีนหยาบ ของอาหารหมักที่เสริมยีสต์สูงขึ้นและเห็นผลชัดเจนตั้งแต่วันที่ 7 ของการหมัก อีกทั้งยังพบ ความสัมพันธ์ของอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยว่าสามารถเพิ่มโภชนะโปรตีนหยาบได้ นอกจากนี้ ผลพลอยได้ทางการเกษตรอีกชนิดหนึ่งจากการผลิตข้าวโพด คือ ละอองข้าวโพด ซึ่งจังหวัด เพชรบูรณ์เป็นแหล่งผลิตข้าวโพดที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย มีพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 866,115 ไร่ ผลผลิตเท่ากับ 668,902 ตันต่อปี (Office of Agricultural Economics, 2018) และมีละอองข้าวโพดเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า เกษตรกรนำละอองข้าวโพดมาใช้เป็นอาหารสัตว์โดยนำละอองข้าวโพดให้โคเนื้อกินในลักษณะ เสริมทดแทนอาหารหยาบ แต่ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มคุณค่าโภชนะ จากผลการวิจัย พบว่า สัตว์ส่วนละอองข้าวโพดที่เหมาะสมสำหรับใช้ประกอบอาหารสำเร็จรูปต่อสมรรถภาพ การเจริญเติบโตของโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน (Brahman Crossbred) น้ำหนักตัว 171 ± 5 กิโลกรัม อายุประมาณ 1.6 ปี จำนวน 12 ตัว เมื่อให้อาหารข้นผสมละอองข้าวโพด 4 ระดับ คือ อาหารข้น ผสมละอองข้าวโพด 0, 10, 20 และ 30% เลี้ยงโค 90 วัน พบว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 210.33–218.83 กิโลกรัมต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 0.42–0.47 กิโลกรัมต่อตัว ต่อวัน และละอองข้าวโพดเลี้ยงโคเนื้อได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต

(ประธาน เรียงลาด และ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์, 2561) การหมักเป็นวิธีการเก็บรักษาอาหาร โดยอาศัยการหมักของกรดแลคติกตามธรรมชาติภายใต้สภาวะไร้อากาศ ที่จุลินทรีย์สร้างกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นกรดแลคติกโดยใช้หมักคาร์โบไฮเดรต (Ki et al., 2009) การปรับปรุงคุณภาพอาหารด้วยสารเสริม เช่น สารเคมี เอนไซม์ และแบคทีเรีย สามารถใช้ประโยชน์ได้ การเสริมยูเรียและการหมักน้ำตาลสามารถปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวหมักได้ในแง่ของคุณค่าทางโภชนะและความสามารถในการย่อยได้ โดยจากรายงานการใช้อยูเรียที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ของวัตถุดิบ ตามลำดับ ซึ่งผลพบว่า ต้นข้าวเต็มเมล็ดอายุ 120 วัน หั่นเป็นชิ้นยาว 2–3 เซนติเมตร นำมาเพื่อทำอาหารสัตว์หมักด้วยยูเรีย ผลปรากฏว่า การหมักด้วยยูเรียที่ระดับ 1.5% ของวัตถุดิบ ให้ผลดีที่สุด (Wanapat, Kang, Khejornsart, & Pilajun, 2013)

ดังนั้น จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจึงนำมาสู่การวิจัยต่อยอดต่อมา เพื่อศึกษาการใช้อยูเรียหมักละอองข้าวโพดต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และการหมักในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน เพื่อเป็นทางเลือกในการปรับปรุงคุณภาพและการใช้ประโยชน์สำหรับเป็นอาหารโคเนื้อของเกษตรกรในท้องถิ่นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถเป็นแนวทางต่อยอดไปสู่พื้นที่อื่น ๆ ต่อไป



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้ละอองข้าวโพดหมักด้วยยูเรียต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และการหมักในกระเพาะรูเมน



วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

ใช้โคเนื้อลูกผสมบราห์มันเพศผู้ น้ำหนักตัว 174 ± 5.0 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 4×4 Latin Square เพื่อเปรียบเทียบผลของละอองข้าวโพดหมักยูเรีย 4 ระดับ ได้แก่ ทริทเมนต์ที่ 1 ละอองข้าวโพดหมักยูเรีย 3% ทริทเมนต์ที่ 2 ละอองข้าวโพดหมักยูเรีย 4% ทริทเมนต์ที่ 3 ละอองข้าวโพดหมักยูเรีย 5% และทริทเมนต์ที่ 4 ละอองข้าวโพดหมักยูเรีย 6%

การเตรียมอาหารและสัตว์ทดลอง

ใบอนุญาตผู้ผ่านการอบรมสำหรับการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เลขที่ U1-04551-2559 เพื่อการทดลอง

การเตรียมละอองข้าวโพดหมักยูเรีย โดยการใช้ละอองข้าวโพดจากโรงสีเมล็ดข้าวโพดในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ นำมาทำความสะอาด หลังจากนั้นนำไปหมักด้วยยูเรีย

ตามทริทเมนต์ โดยทริทเมนต์ที่ 1 นำมาหมักด้วยยูเรีย 3% วัตถุแห้ง ทริทเมนต์ที่ 2 นำมาหมักด้วยยูเรีย 4% วัตถุแห้ง ทริทเมนต์ที่ 3 นำมาหมักด้วยยูเรีย 5% วัตถุแห้ง และทริทเมนต์ที่ 4 นำมาหมักด้วยยูเรีย 6% วัตถุแห้ง ซึ่งแต่ละทริทเมนต์จะทำการละลายยูเรียและ/หรือกากน้ำตาล 5 กิโลกรัม ทุกทริทเมนต์ในน้ำแล้วนำมาคลุกเคล้ากับล่องข้าวโพดแห้งให้เข้ากัน และหมักไว้ในถังพลาสติกในสภาพไร้อากาศประมาณ 21 วัน (Wanapat, Kang, Khejornsart, & Pilajun, 2013)

การวัดคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้กระดาษลิตมัส และประเมินคุณภาพโดยให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพทางกายภาพของพืชหมักของกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547)

ระยะปรับสัตรทดลอง (Preliminary Period) โคทุกตัวได้รับอาหารหยาบ คือ หญ้ากินีสด เตรียมน้ำสะอาด และแร่ธาตุก้อนให้สัตว์กินตลอดเวลา เป็นระยะเวลา 14 วัน ก่อนเริ่มงานทดลอง เพื่อปรับสัตรและจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนให้คุ้นเคยกับอาหารและคอก หลังจากนั้นจึงชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักก่อนเข้าทดลอง โคเนื้อลูกผสมบราห์มันเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 174 ± 5.0 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว โดยแต่ละตัวจะได้รับอาหารตามทริทเมนต์ คือล่องข้าวโพดหมักที่มีโปรตีนหยาบ 12% วัตถุแห้ง โดยได้รับอาหาร 1.5% น้ำหนักตัว และได้รับหญ้ากินีสดให้กินอย่างเต็มที่ ปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละครั้งจะชั่งน้ำหนักก่อนและอาหารที่เหลือจะชั่งออกทุกวันก่อนให้อาหารใหม่ในเวลาเช้าวันถัดไป เพิ่มปริมาณอาหารทดลองขึ้นหากอาหารเหลือในรางอาหารน้อยกว่า 10% โดยแบ่งให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 น. และ 16.00 น.

ระยะทดลอง (Experimental Period) แบ่งเป็น 4 ช่วงการทดลอง (Period) แต่ละช่วงการทดลองใช้เวลา 21 วัน โดยในช่วง 14 วันแรก สัตว์ถูกขังคอกเดี่ยวเพื่อปรับสัตรและวัดปริมาณการกินได้อย่างอิสระ และ 7 วันสุดท้าย ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะของแต่ละช่วงการทดลอง หลังจากสิ้นสุดของแต่ละช่วงการทดลอง จะมีการพักสัตว์ 4-7 วัน เพื่อให้สัตว์มีการปรับตัวกับอาหารใหม่

การเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างอาหารให้และอาหารเหลือของแต่ละทริทเมนต์ที่สุ่มแล้วนำมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 นำมาอบในตู้อบลมร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง ส่วนที่ 2 นำมาอบในตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาค่า DM (Dry Matter), OM (Organic Matter), CP (Crude Protein) และ EE (Ether Extract) ตามวิธีการของ AOAC (1990) วิเคราะห์ NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber) และ Ash (Acid Insoluble Ash)

ตามวิธีการของ Van Soest, Robertson, & Lewis (1991) วิเคราะห์ GE (Gross Energy) โดยใช้เครื่อง Bomb Calorimeter (AC 500, LECO, Michigan, USA)

การสุ่มเก็บของเหลวจากการเพาะหมักของโคทดลองทุกตัว ในแต่ละรอบของการทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหารในช่วงเช้า เพื่อนำไปวิเคราะห์หารกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด (Volatile Fatty Acids) และวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ที่อยู่ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน โดยใช้วิธี Stomach Tube Technique ร่วมกับ Vacuum Pump เพื่อดูดเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน หลังจากนั้นของเหลวที่ได้จะถูกนำไปวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ทันทีหลังการสุ่มเก็บ และนำของเหลวที่ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริก (6 N HCL) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อเก็บรักษาและเป็นการหยุดชะงักกิจกรรมและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ก่อนนำไปปั่นเหวี่ยงใส่และแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C และหลังจากนั้นจะนำไปวิเคราะห์หารกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด (Volatile Fatty Acids) ตามวิธีของ Briggs, Hogan, & Reid (1957)

การสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดของโคทดลองทุกตัว ในแต่ละรอบของการทดลองหลังการให้อาหารในช่วงเช้าของแต่ละช่วงการทดลอง โดยทำการเก็บเลือดบริเวณเส้นเลือดดำที่ลำคอ (Jugular Vein) โดยปริมาตรประมาณ 8 มิลลิลิตร ด้วยเข็มเบอร์ 16 และไซริงค์ขนาด 10 มิลลิลิตร เลือดที่ได้นำมาปั่นเหวี่ยงใส่ที่ $3,000$ รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนของใส (Serum) เก็บรักษาในตู้แช่แข็ง (-20°C) เพื่อรอทำการวิเคราะห์หาปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen: BUN) และวิเคราะห์หาปริมาณกลูโคสในเลือด (Blood Glucose)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลอง 4×4 Latin Square Design โดยใช้ Proc GLM (SAS, 1996) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ตามวิธีการของ Steel & Torrie (1980)



ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า ละอองข้าวโพดหมักยูเรียสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพละอองข้าวโพดได้ ลักษณะทางกายภาพของละอองข้าวโพดหมักใกล้เคียงกัน ทั้งสี กลิ่น และผิวสัมผัส ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะที่ค่อนข้างดีคือ ส่วนใหญ่มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นหอม ผิวสัมผัสแน่น ไม่ลื่น และไม่เป็นเมือก พิจารณาจากค่า pH พบว่าค่า pH อยู่ในช่วง 4.3 ซึ่งจัดว่าเป็นอาหารหมักคุณภาพดี (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง ได้แก่ ให้น้ำกิน นิสต์ และส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ของอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์

มีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหายาบ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารที่เป็นกลาง (ผนังเซลล์) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารที่เป็นกรด (ลิกโนเซลลูโลส) (ตารางที่ 2) ผลของค่าองค์ประกอบทางเคมีของละอองข้าวโพดหมักในครั้งนี้อยู่ยังเป็นการถนอมอาหารสัตว์จากผลพลอยได้ทางการเกษตรมาปรับปรุงคุณภาพและยืดระยะเวลาการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของละอองข้าวโพดหมักยูเรีย

ทรีทเมนต์ ระดับยูเรีย (%)	คุณสมบัติทางกายภาพ			
	pH	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
3	4.4	น้ำตาลเข้ม	หอม	แน่น
4	4.3	น้ำตาลเข้ม	หอม	แน่น
5	4.3	น้ำตาลเข้ม	หอม	แน่น
6	4.3	น้ำตาลเข้ม	หอม	แน่น

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของละอองข้าวโพดหมักยูเรียและหญ้ากินนีสด

องค์ประกอบทางเคมี	ระดับยูเรีย				หญ้ากินนีสด
	3%	4%	5%	6%	
DM (%)	86.45	87.55	88.34	89.54	89.60
----- % วัตถุแห้ง -----					
OM (%)	87.46	86.84	87.40	87.80	86.90
CP (%)	12.54	12.52	12.50	12.48	8.80
NDF (%)	65.83	67.00	68.58	68.96	63.20
ADF (%)	55.26	57.86	58.10	59.74	53.90
EE (%)	4.10	4.14	4.10	4.16	1.70
Ash (%)	8.13	8.31	9.25	9.46	13.20
GE (Kcal kg ⁻¹)	4,230	4,480	4,670	4,980	3,994

ผลของการย่อยได้ของโภชนะลดลงเมื่อระดับของยูเรียเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) พบว่า โคเนื้อที่ได้รับอาหารทรีทเมนต์ที่ 1 และทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ สูงกว่าทรีทเมนต์ที่ 3 และทรีทเมนต์ที่ 4 ขณะที่ความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนจะมีค่าสูงในโคเนื้อที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ 1 และทรีทเมนต์ที่ 2 ส่วนความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใยจะมีค่าต่ำที่สุดในโคเนื้อที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ 1 และทรีทเมนต์ที่ 2 ซึ่งอาจเป็นเพราะจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบทั้งหมด อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย NDF และ ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และยังพบว่า ละอองข้าวโพดหมักด้วยยูเรียไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ของอาหารทดลองโดยเมื่อคิดในหน่วยกรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิก มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งการกินได้ของอาหารทดลองและอาหารทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 43.17–48.33 และ 89.00–91.33 ตามลำดับ การกินได้รวมทั้งหมดต่อน้ำหนักเมแทบอลิกของอาหารทดลองทรีทเมนต์ที่ 4 มีแนวโน้มว่าค่าการกินได้สูงกว่าทุกทรีทเมนต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนไนโตรเจนส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ทำให้มีค่าการย่อยสลายได้เร็วขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการกินได้เพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 3 ผลของละอองข้าวโพดหมักยูเรียต่อการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ

รายการ	ระดับยูเรีย				SEM	p-value ^b
	3%	4%	5%	6%		
Body weight: BW (kg)						
Initial BW (kg)	175.16	174.16	178.16	176.38	5.64	0.12
Final BW (kg)	228.38	224.36	218.84	214.10	5.09	0.30
120-day weight gain (kg)	53.22	50.20	40.66	37.72	6.50	0.16
ADG (kg/d)	0.44	0.42	0.34	0.31	0.06	0.16
Feed intake, (g/kgW ^{0.75} /d)						
Dietary intake	43.17	46.17	48.17	48.33	4.64	0.12
Total intake	91.33	90.33	90.83	89.00	1.86	0.30
Nutrient digestibility						
DM (%)	68.99	67.99	66.57	66.97	1.22	0.98

รายการ	ระดับยูเรีย				SEM	p-value ^b
	3%	4%	5%	6%		
OM (%)	69.56	69.63	68.74	68.69	2.76	0.67
CP (%)	66.87	66.78	66.73	66.76	3.49	0.16
NDF (%)	66.38	67.38	67.07	67.97	3.64	0.94
ADF (%)	53.37	53.64	54.47	54.49	1.06	0.25

Different superscripts in the same row differ ($p < 0.05$), ADG = Average daily gain, SEM = standard error of the mean.

^b Probability of a significant Duncan, effect of urea levels.

สำหรับการทดลองนี้พบว่าผลของการเสริมละอองข้าวโพดหมักยูเรียต่อค่า pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, TVFAs, BG และ BUN ได้แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นการใช้ยูเรียเพื่อหมักละอองข้าวโพดในระดับที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ไม่ส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และทำให้ค่าชีวเคมีของเลือดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของละอองข้าวโพดหมักยูเรียต่อการหมักในกระเพาะรูเมนและค่าชีวเคมีของเลือด

รายการ	ระดับยูเรีย				SEM	p-value ^b
	3%	4%	5%	6%		
Ruminal fermentation						
Ruminal pH	6.78	6.87	6.86	6.85	0.12	0.61
NH ₃ -N (mg%)	5.46	5.56	5.54	5.58	0.79	0.30
TVFAs (mM)	97.74	96.62	94.62	93.82	4.32	0.36
Blood metabolized						
BG (mg%)	78.96	77.96	76.56	76.54	2.52	0.59
BUN (mg%)	11.65	11.65	11.77	11.60	1.26	0.51

Different superscripts in the same row differ ($p < 0.05$), $\text{NH}_3\text{-N}$ = Ammonia nitrogen, TVFAs = Total volatile fatty acid, BG = Blood glucose, BUN = Blood urea nitrogen, mM = millimolar, SEM = standard error of the mean.

^b Probability of a significant Duncan, effect of urea levels.



อภิปรายผลการวิจัย

คุณค่าทางโภชนะของละอองข้าวโพดหมักยูเรีย พบว่าวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหาร (ตารางที่ 2) อาหารในแต่ละทรีทเมนต์มีคุณค่าทางโภชนะ เช่น วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน พลังงาน เซลล์ เฮมิเซลลูโลส และเส้นใย มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > .05$) โดยมีระดับพลังงานอยู่ในช่วง 4,230–4,980 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม การให้อาหารละอองข้าวโพดหมักยูเรียในระดับที่แตกต่างกันไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันของน้ำหนักโคเนื้อ ซึ่งการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนเป็นปกติเมื่อได้รับอาหารที่เพียงพอ การใช้ปุ๋ยยูเรียในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถทำได้ ซึ่งจากคำแนะนำของสมิต ยัมมมงคล (2532) แนะนำว่าโคและกระบือที่มีน้ำหนักระหว่าง 130–230 กิโลกรัม ควรได้รับยูเรียไม่เกิน 45 กรัมต่อตัวต่อวัน และการใช้ยูเรียจะช่วยลดต้นทุนในการซื้อวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ (Millen, Pacheco, Arrigoni, Galyean, & Vasconcelos, 2009) นอกจากนี้ยูเรียหาได้ง่าย สะดวกในการใช้เป็นอาหารสัตว์ (Löest, Titgemeyer, Drouillard, Lambert, & Trater, 2001) ประกอบกับการเสริมในอาหารป้องกันการขาดโปรตีน จากการทดลองนี้ซึ่งอยู่ในสภาวะปกติจึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกับการเจริญเติบโตของโคเนื้อ แต่จะมีผลชัดเจนเมื่อยูเรียเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียไนโตรเจนและถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดในปริมาณสูงเกินจุดวิกฤตระหว่าง 4–5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ จะก่อให้เกิดความเป็นพิษกับสัตว์ได้ (Highstreet, Robinson, Robison, & Garrett, 2010) การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวของโคเนื้อจากงานทดลอง (ตารางที่ 3) พบว่าโคเนื้อที่น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด คือ ทรีทเมนต์ที่ 1 และทรีทเมนต์ที่ 2 (53.22 และ 50.20 กิโลกรัมต่อตัว) ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ (Benedetti et al., 2014) รายงานว่า ในโคลูกผสมเพศผู้ตอนเมื่อได้ระดับของอาหารขึ้นกับการใช้ยูเรียปลดปล่อยช้าที่ระดับ 400 และ 800 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหาร ไม่มีปฏิสัมพันธ์และไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ทั้งหมดของโภชนะในโคเนื้อ และระดับของอาหารขึ้นกับการใช้ยูเรียปลดปล่อยช้าในอาหารในระดับที่สูงขึ้นไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของโคเนื้อ โดยที่ระดับของอาหารขึ้นต่ำมีอัตราการไหลของวัตถุดิบและวัตถุดิบที่ได้อัตราอาหารขึ้นระดับสูง อัตราการเจริญเติบโตของโคเนื้อ พบว่าโคเนื้อมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันจากการได้รับละอองข้าวโพดหมักยูเรียสูงสุด คือ ทรีทเมนต์ที่ 1 และทรีทเมนต์ที่ 2 (0.44 และ 0.42 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) สอดคล้องกับ NRC (2000) แนะนำว่าโคเนื้อรุ่นเพศผู้ น้ำหนัก 200 กิโลกรัม ต้องได้รับอาหารที่มีพลังงานย่อยโภชนะย่อยได้ทั้งหมด ไม่ต่ำกว่า 1.8 กิโลกรัมต่อวัน และปริมาณโปรตีนทั้งหมด ไม่ต่ำกว่า 285 กรัมต่อวัน จึงจะไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักตัวสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโต

ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่า เมื่อเปรียบเทียบอาหารที่เสริมยูเรียในระดับสูงขึ้น ส่งผลต่อน้ำหนักตัวสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแตกต่างกับ Xin, Schaefer, Liu, Axe, & Meng (2010) รายงานว่าการใช้ยูเรียในอาหารสัตว์ที่เป็นยูเรียปลดปล่อยช้า โดยเฉพาะในอาหารโคเนื้อขุน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์โปรตีน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของโคเนื้อขุน นอกจากนี้ผลของการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าค่า pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, TVFAs, BG และ BUN (ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) สอดคล้องกับ Chanjula, Ngampongsai, & Wanapat (2007) รายงานว่าค่าแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนจะเพิ่มขึ้นตามอาหารที่ได้รับแต่จะไม่ส่งผลต่อจุลินทรีย์และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน แต่แตกต่างกับ Gardinal et al. (2017) รายงานว่าการเสริมยูเรียปลดปล่อยช้าส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจน ปริมาณกลูโคส และยูเรียในกระเพาะ

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงคุณภาพละอองข้าวโพดโดยการหมักกับยูเรีย สามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อได้ โดยการให้กินละอองข้าวโพดหมักยูเรียเสริมกับหญ้าสด ซึ่งละอองข้าวโพดนั้นเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากและเกษตรกรนิยมเผาทำลายเมื่อถึงฤดูปลูกต่อไป

นอกจากนี้ ผลการวิจัยดังกล่าวได้ส่งผลต่อการประกอบอาชีพและการรวมกลุ่มกันของเกษตรกรในการสร้างความเข้มแข็งเพื่อให้สามารถปรับปรุงคุณภาพอาหารจากผลพลอยได้ทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สำหรับเลี้ยงโคเนื้อได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลกับกลุ่มผู้เลี้ยงโคเนื้อ พบว่าการปรับปรุงคุณภาพละอองข้าวโพดด้วยยูเรียสำหรับผลิตเป็นอาหารเลี้ยงโคเนื้อของตนเองภายในกลุ่มผู้เลี้ยงโคเนื้อ ตำบลศาลาลาย อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสังเกตจากด้านความรู้ก่อนและความรู้หลังเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ และจากการติดตามภายหลังการวิจัย พบว่าเกษตรกรนำความรู้ที่ได้รับมาปรับปรุงผลพลอยได้ทางการเกษตรมาใช้โดยเฉพาะการนำละอองข้าวโพดในท้องถิ่นมาใช้เลี้ยงโคเนื้อของตนเอง ทำให้ละอองข้าวโพดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์อีกชนิดหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ที่มีค่า มีราคาเพิ่มขึ้นในปัจจุบันสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ



รูปที่ 1 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเกษตรกร



รูปที่ 2 การผสมอาหารสัตว์ก่อนหมัก



รูปที่ 3 การหมักอาหารสัตว์ในถังหมัก



รูปที่ 4 การทดลองนำไปเลี้ยงโคเนื้อ

รูปที่ 1-4 กระบวนการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัยสู่ท้องถิ่นกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ

นอกจากนี้ ผลการวิจัยพบว่า โคเนื้อที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ ละอองข้าวโพดหมักด้วยยูเรีย 3, 4, 5 และ 6% น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 53.2, 50.2, 40.7 และ 37.7 กิโลกรัม หรือมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 443.0, 418.3, 339.2 และ 314.2 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อีกทั้งยังพบว่าต้นทุนและกำไรจากโคเนื้อที่ให้อาหารจากละอองข้าวโพดหมักด้วยยูเรียเสริมร่วมกับหญ้าสดให้กินเต็มที่ ให้กำไรสูงที่สุดเฉลี่ยตัวละ 2,034.75 บาทต่อตัว ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 120 วัน และเกษตรกรมีค่าต้นทุนในการผลิตอาหารจากการปรับปรุงคุณภาพละอองข้าวโพดหมักยูเรียเฉพาะระดับเปอร์เซ็นต์ของค่ายูเรียที่ใช้ ซึ่งจากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้ยูเรียที่ระดับ 3% ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และยังแสดงผลว่าน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ระดับ 4, 5 และ 6% ตามลำดับ

ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงคุณภาพของละอองข้าวโพดจากการวิจัยนี้ แนะนำการใช้ระดับยูเรียในการหมักละอองข้าวโพดเพื่อนำมาใช้สำหรับเป็นอาหารโคเนื้อสามารถใช้ยูเรียในระดับ 3% ก็เพียงพอต่อการปรับปรุงคุณภาพของละอองข้าวโพดด้วยวิธีการหมักกับยูเรียเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารโคเนื้อ



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. คุณลักษณะทางกายภาพของละอองข้าวโพดหมักมีคุณลักษณะที่เป็นอาหารหมักที่ดีและมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.3
2. องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารมีระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 12.48–12.54% พลังงานอยู่ในช่วง 4,230–4,980 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม
3. ค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงสุดคือ ทริทเมนต์ที่ 1 และทริทเมนต์ที่ 2 (0.44 และ 0.42 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ
4. ค่าการกินได้ต่อน้ำหนักเมแทบอลิกของทริทเมนต์และอาหารทั้งหมดอยู่ในช่วง 43.17–48.33 และ 89.00–91.33 ตามลำดับ และมีแนวโน้มว่าค่าการกินได้ทริทเมนต์ที่ 4 (48.33%) สูงกว่าทุกทริทเมนต์
5. ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรียวัตถุ ทริทเมนต์ที่ 1 และทริทเมนต์ที่ 2 สูงกว่าทริทเมนต์ที่ 3 และทริทเมนต์ที่ 4
6. ความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนจะมีค่าสูงในทริทเมนต์ที่ 1 (66.87) และทริทเมนต์ที่ 2 (66.78) ตามลำดับ ส่วนความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใยมีค่าต่ำที่สุดในทริทเมนต์ที่ 1 และทริทเมนต์ที่ 2
7. ผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ค่า pH (6.78–6.87), $\text{NH}_3\text{-N}$ (5.46–5.58 mg%), TVFAs (93.82–97.74), BG (76.54–78.96 mg%) และ BUN (11.60–11.77 mg%) มีค่าใกล้เคียงกันแต่มีแนวโน้มว่าค่าเหล่านี้เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ระดับยูเรียต่ำสุดจากทริทเมนต์ที่ 1 และเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในทริทเมนต์ที่ 4

ข้อเสนอแนะการทำวิจัยต่อไป

1. เกษตรกรสามารถนำผลการศึกษานี้มาเป็นแนวทางในการนำละอองข้าวโพดมาปรับปรุงคุณภาพได้ด้วยการหมักกับยูเรีย เพื่อใช้เลี้ยงโคเนื้อ ลดต้นทุนค่าอาหารในช่วงฤดูที่ขาดแคลนอาหารโคเนื้อ อีกทั้งยังนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการนำมาเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์
2. ควรศึกษาต่อยอดสำหรับการวิจัยการใช้ละอองข้าวโพดในสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ได้องค์ความรู้เพิ่มเติมสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์
3. ควรศึกษาวิจัยในด้านของการปรับปรุงคุณภาพของละอองข้าวโพดรวมกับการใช้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์สำหรับเป็นอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น
4. ควรศึกษาการนำละอองข้าวโพดมาใช้เลี้ยงโคเนื้อบราห์มันในเชิงเศรษฐกิจเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารและความคุ้มค่าต่อการลงทุนเลี้ยงสัตว์

5. ควรศึกษาการนำละอองข้าวโพดซึ่งเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรมาปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มโภชนะสำหรับเป็นทางเลือกในการผลิตอาหารสัตว์ของเกษตรกร
6. ควรศึกษาวิจัยการนำไปใช้ในเชิงพื้นที่และขยายผลต่อยอดไปยังพื้นที่อื่น ๆ



เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. (2547). *มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักของกองอาหารสัตว์*. เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ธำรงค์ศักดิ์ พลบำรุง และ จีระวัชร เข้มสวัสดิ์. (2550). การผลิตอาหารสัตว์ใช้ในฟาร์มเพื่อลดต้นทุนการผลิต. *วารสารสาส์นไก่และสุกร*, 5(47), 77–78.
- ประธาน เรียงลาด และ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์. (2561). อิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ร่วมกับอาหารข้นเสริมด้วยละอองข้าวโพดที่มีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคบราห์มันระยะรุ่น. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 1 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อชุมชน” ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 20 เมษายน 2562.
- สมิต ยิ้มมงคล. (2532). *อาหารโคเนื้อ-โคนม*. เอกสารประกอบการอบรมรุ่นที่ 1 (น. 217–220).
- สิริวดี พรหมน้อย, เจษฎา มิ่งฉาย, สุรพิชญ์ มาน้อย, ณัฐพล คงเลิศ, และ พลากร อภัยกาวิ. (2564). ผลของการหมักยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเป็นอาหารสำหรับโคเนื้อ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 16(1), 55–66.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analysis Chemists, Washington DC, U.S.A. In J. H. Bromner & D. R. Keeney. (1965). Steam Distillation Methods of Determination of Ammonium, Nitrate and Nitrite. *Annual Chemistry Acta*, 32, 485–495.
- Benedeti, P. D. B. et al. (2014). Soybean Meal Replaced by Slow Release Urea in Finishing Diets for Beef Cattle. *Livestock Science*, 165, 51–60.
- Briggs, P. K., Hogan, J. F., & Reid, R. L. (1957). The Effect of Volatile Fatty Acid, Lactic Acid, and Ammonia on Rumen pH in Sheep. *Australasian Journal of Agriculture Research*, 8, 674.

- Chanjula, P., Ngampongsai, W., & Wanapat, M. (2007). Effect of Levels of Urea and Cassava Chip on Feed Intake, Rumen Fermentation, Blood Metabolites and Microbial Populations in Growing Goats, Songklanakarin. *Journal Sciences of Technology*, 29, 37–48.
- Gardinal, R. et al. (2017). A Snapshot of Management Practices and Nutritional Recommendations Used by Feedlot Nutritionists in Brazil. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 1, 34–41.
- Highstreet, A., Robinson, P. H., Robison, J., & Garrett, J. G. (2010). Response of Holstein Cows to Replacing Urea with a Slowly Rumen Released Urea in a Diet High in Soluble Crude Protein. *Livestock Science*, 129(1–3), 179–185.
- Ki, K. S. et al. (2009). Effect of Replacing Corn Silage with Whole Crop Rice Silage in Total Mixed Ration on Intake, Milk Yield and Its Composition in Holsteins. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22, 516–519.
- Löest, C. A., Titgemeyer, E. C., Drouillard, J. S., Lambert, B. D., & Trater, A. M. (2001). Urea and Biuret as Nonprotein Nitrogen Sources in Cooked Molasses Blocks for Steers Fed Prairie Hay. *Animal Feed Science and Technology*, 94(3–4), 115–126.
- Millen, D. D., Pacheco, R. D. L., Arrigoni, M. D. B., Galyean, M. L., & Vasconcelos, J. T. (2009). A Snapshot of Management Practices and Nutritional Recommendations Used by Feedlot Nutritionists in Brazil. *Journal of Animal Science*, 87(10), 3427–3439.
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. (7th ed.) Washington DC: National Academies Press.
- Office of Agricultural Economics. (2018). *Agricultural Statistics of Thailand 2018/2019*. Retrieved December 11, 2020, from [http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/maize%20province%2061\(1\).pdf](http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/maize%20province%2061(1).pdf)
- SAS. (1996). *SAS/STAT User's Guide: Version 6.12*. (4th ed.). Cary, North Carolina: SAS Institute Inc.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedure of Statistics*. New York: McGraw Hill Books Co.

- Van Soest, P. J., Robertson J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583–3597.
- Wanapat, M., Kang, S., Khejornsart, P., & Pilajun, R. (2013). Improvement of Whole Crop Rice Silage Nutritive Value and Rumen Degradability by Molasses and Urea Supplementation. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 1–5.
- Xin, H. S., Schaefer, D. M., Liu, Q. P., Axe, D. E., & Meng, Q. X. (2010). Effects of Polyurethane Coated Urea Supplement on in vitro Ruminal Fermentation, Ammonia Release Dynamics and Lactating Performance of Holstein Dairy Cows Fed a Steam-flaked Cornbased Diet. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(4), 491–500.