

ผลของการใช้เปลือกข้าวโพดชีวภาพเป็นแหล่งอาหารหยาบโปรตีนสูงต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในโคเนื้อขุนเพศเมีย

กฤษณธร สีนตะละ¹ เอกรัตน์ ศรีวรรณ¹ ธัญทิพย์ จิตตนิรมล¹ กัญญ์ธัญญา จินตตนวรกุล¹ สุธาทิพย์ ไชยวงศ์¹ รัชณี บัวระภา¹ เกชา คูหา¹ และวุฒิกร สระแก้ว^{1*}

¹สาขาวิชาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดน่าน

*Corresponding author: wuttigorn@rmutl.ac.th

(Received: May 29, 2023; Revised: December 18, 2023; Accepted: December 22, 2023)

บทคัดย่อ

เปลือกข้าวโพดชีวภาพคือวัตถุดิบอาหารหยาบให้โปรตีนสูงที่ผลิตโดยการหมักเปลือกข้าวโพดร่วมกับ น้ำหมักจุลินทรีย์ผสมที่ประกอบด้วยยีสต์และแบคทีเรียแลคติก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เปลือกข้าวโพดชีวภาพเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในโคเนื้อขุนเพศเมีย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ใช้โคเนื้อขุนลูกผสมพื้นเมือง x บราห์มัน เพศเมียจำนวน 8 ตัว (อายุเฉลี่ย 12 ± 1.8 เดือน น้ำหนักเริ่มต้น 235 ± 32 กิโลกรัม) แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 ทรีทเมนต์ ตามชนิดของอาหารหยาบที่โคได้รับ ได้แก่ ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารชั้นร่วมกับเปลือกข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบ และทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารชั้นร่วมกับเปลือกข้าวโพดชีวภาพเป็นแหล่งอาหารหยาบ ทำการเก็บข้อมูลทดลองเป็นเวลา 90 วัน ผลการทดลองพบว่า โคที่ได้รับเปลือกข้าวโพดชีวภาพมีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดเป็นอาหารหยาบ เช่นเดียวกับค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ โปรตีน และเยื่อใย NDF ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) ในส่วนของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ($P = .07$) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > .05$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการใช้เปลือกข้าวโพดชีวภาพเป็นวัตถุดิบอาหารหยาบสามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ การย่อยได้และมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้นในโคเนื้อขุนเพศเมีย

คำสำคัญ: เปลือกข้าวโพดชีวภาพ; การกินได้; การย่อยได้; ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต; โคเนื้อขุนเพศเมีย

Effects of Bio-Corn Husk as High-Protein Fiber Feed on Intake, Digestibility and Growth Performance of Beef Heifers

Kitsanathorn Sintala¹, Akarat Sriwan¹, Thanyathip Jittaniramol¹, Kanthaya Jintanuworakul¹,
Suthathip Chaiwong¹, Ratchanee Boarapa¹ Kecha Kuha¹ and Wuttikorn Srakaew^{1*}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan

*Corresponding author: wuttigorn@rmutl.ac.th

(Received: May 29, 2023; Revised: December 18, 2023; Accepted: December 22, 2023)

Abstract

The bio-corn husk is high-protein fiber feedstuffs from corn husks as well as fermented with mixed microbial juice containing yeast and lactic acid bacteria. This research aims to assess the effects of bio-corn peel as high protein fiber feed on intake, digestibility and growth performance of beef heifers. The experimental design was CRD using eight Thai native x Brahman crossbred heifers (average age 12 ± 1.8 months, body weight 235 ± 32 kg). The experimental treatments were divided into two groups according to the source of roughage. The treatment 1 was concentrate diet with corn husk and the treatment 2 was concentrate diet with bio-corn husk. The experiment was run and collected monitoring data for 90 days. The results found that the beef heifers fed bio-corn husk was higher roughage feed intake ($P<.05$). The digestibility of dry matter, crude protein and NDF were increased ($P<.05$) according to body and ADG were trended to increase ($P=.07$) when the beef heifers fed bio-corn husk. However, the FCR and feed cost per gain were not significantly different among treatment ($P>.05$). Therefore, it suggests that bio-corn husk can be use as roughage source with beneficial effects to increase feed intake, digestibility and trend to increase growth performance in beef heifers.

Keywords: Bio-corn husk; Intake; Digestibility; Growth performance; Beef heifers

บทนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อได้รับความนิยมและมีการขยายตัวเพิ่มจำนวนโคเนื้อสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมถึงมีการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีสมรรถนะการให้ผลผลิตที่สูงขึ้นสอดคล้องกับความต้องการของตลาด อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของจำนวนโคเนื้อและการเปลี่ยนแปลงของพันธุกรรมโคเนื้อที่ดีขึ้นนั้นทำให้โคเนื้อมีความต้องการโภชนาการเพิ่มขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถนะการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับการผลิตโคเนื้อสาว ทดแทนเกษตรกรพยายามให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตดีเพื่อให้เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์และสามารถให้ลูกตัวแรกได้เร็ว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงได้ผลตอบแทนรวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้น เกษตรกรผู้เลี้ยงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้อาหารอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ทั้งนี้ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีการพัฒนาด้านสูตรอาหารชั้นสำหรับสัตว์อย่างต่อเนื่องแต่ยังมีข้อจำกัดด้านอาหารหยาบซึ่งเป็นอาหารหลักที่โคเนื้อต้องได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูกาลแล้งซึ่งมักขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี ส่งผลทำให้โคเนื้อชะงักการเจริญเติบโตหรือการเจริญเติบโตที่ต่ำลง ทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อคือการเลือกใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรในช่วงฤดูแล้งที่ขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี พบว่า มีเศษเหลือทางการเกษตรหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารหยาบได้ เช่น ฟางข้าว ฟางถั่วเหลือง และเปลือกสับปะรด เป็นต้น (ฉลอง, 2543) เช่นเดียวกับ เปลือกข้าวโพด (corn husk) เป็นอีกหนึ่งเศษเหลือทางการเกษตรที่ได้จากการสีเมล็ดข้าวโพด ซึ่งมีปริมาณมาก เปลือกข้าวโพดสามารถนำมาใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ แต่ยังมีข้อจำกัดเพราะคุณค่าทางโภชนาการและความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ที่ต่ำจึงไม่เป็นนิยมนัก (ศิริพร, 2555) การปรับปรุงคุณภาพของเศษเหลือให้ใช้ประโยชน์ได้สูงขึ้นจึงเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกข้าวโพดได้โดยการเพิ่มโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ให้สูงขึ้น ฉลอง (2543) รายงานว่า การเพิ่มระดับโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้จุลินทรีย์เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ได้รับ ความนิยมในปัจจุบัน เนื่องด้วยนอกจากจะสามารถเพิ่มระดับของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุดิบอาหาร สัตว์แล้วยังได้รับประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพด้วย ซึ่งจุลินทรีย์ที่ถูกใช้จะถูกผสม ลงไปในสูตรอาหารและทำหน้าที่คล้ายการเสริมโปรไบโอติกในอาหารสัตว์ Olufunke et al. (2009) รายงานว่า การปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้ยูเรียและจุลินทรีย์กลุ่มเชื้อราเพิ่มระดับโปรตีน และปริมาณกรดอะมิโน ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen, NPN) ไปอยู่ในรูปของโปรตีนเซลล์ (cell protein) ของจุลินทรีย์แสดงให้เห็นว่าการใช้จุลินทรีย์ สามารถปรับปรุงระดับโปรตีนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ เช่นเดียวกับการหมักเศษเหลือทางการเกษตร เช่น ฟางข้าวหรือเปลือกข้าวโพดที่หมักร่วมกับจุลินทรีย์ยีสต์ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการย่อยได้สูงขึ้นมีความน่ากิน และส่งผลต่อปริมาณการให้ผลผลิตที่สูงขึ้น (นพพล, 2556) ขณะที่ Hynes et al. (1997) พบว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์แลคติกในการหมักส่งผลทำให้เกิดกรดและลดปริมาณแอลกอฮอล์ในอาหารหมักได้ เพิ่มความน่ากินและอาจเป็นผลทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารหมักได้นานขึ้น

เปลือกข้าวโพดชีวภาพ (Bio-corn husk) คือ เปลือกข้าวโพดที่ผ่านการการปรับปรุงคุณภาพโดยนำ เปลือกข้าวโพดที่ได้จากการสีเมล็ดข้าวโพดมาหมักร่วมกับน้ำหมักจุลินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ ยีสต์ (Yeast)

และแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) เกษฯ และคณะ (2564) รายงานว่า การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกข้าวโพดโดยวิธีทางชีวภาพกล่าวคือการหมักเปลือกข้าวโพดร่วมกับจุลินทรีย์ยีสต์และจุลินทรีย์แลคติกส่งผลทำให้โปรตีนและการย่อยได้เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ วุฒิกร และคณะ (2564) พบว่า การปรับปรุงคุณภาพข้าวโพดโดยวิธีทางชีวภาพด้วยการหมักร่วมกับจุลินทรีย์ยีสต์และจุลินทรีย์แลคติกมีค่าโปรตีนที่สูงขึ้น และส่งผลทำให้ค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พิทักษ์ชัย (2563) พบว่า การหมักเปลือกข้าวโพดร่วมกับจุลินทรีย์ยีสต์และจุลินทรีย์แลคติกมีค่าโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นจาก 3.6 เปอร์เซ็นต์ เป็น 6.5 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความเป็นกรดต่างของอาหารหมักต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกข้าวโพดที่หมักโดยไม่ใช้จุลินทรีย์และเปลือกข้าวโพดที่ไม่ผ่านการหมัก จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าเปลือกข้าวโพดชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักร่วมกับจุลินทรีย์ยีสต์และจุลินทรีย์แลคติกสามารถเพิ่มโภชนาการในส่วนของการโปรตีน และเพิ่มการย่อยได้ของเปลือกข้าวโพดได้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการและยังไม่มีข้อมูลทดสอบในสัตว์จริงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้เปลือกข้าวโพดชีวภาพเป็นแหล่งอาหารหยาบโปรตีนสูงต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในโคเนื้อรุ่นเพศเมีย

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลองและจรรยาบรรณสัตว์ทดลอง

งานทดลองครั้งนี้ใช้โคเนื้อรุ่นลูกผสมพื้นเมือง × บราห์มัน เพศเมียจำนวน 8 ตัว (อายุเฉลี่ย 12 ± 1.8 เดือน น้ำหนักเริ่มต้น 235 ± 32 กิโลกรัม) จากฟาร์มฝึกงานนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 90 วัน การดำเนินการทดลองครั้งนี้ได้รับการอนุญาตให้ดำเนินการใช้สัตว์ทดลอง โดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ใบอนุญาตเลขที่ RMUTL-IACUC 003/2022 โดยจัดให้สัตว์ทดลองอยู่ในคอกขังเดี่ยวขนาด 2×2.5 ตารางเมตร มีพื้นที่ให้น้ำให้อาหารอย่างเพียงพอ โดยรางให้อาหารแบ่งเป็น 2 ช่องเพื่อรองรับการให้อาหารแบบแยกให้ระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้น ก่อนเริ่มงานทดลอง 14 วัน สัตว์ทดลองทุกตัวได้รับวิตามิน AD_3E (3 มิลลิลิตร/ตัว) ร่วมกับการถ่ายพยาธิโดยใช้ IVERMECTIN® (2.5 มิลลิลิตร/ตัว) และทำวัคซีน FMD (2.0 มิลลิลิตร/ตัว)

การออกแบบการทดลอง

ทำการศึกษาผลของการใช้เปลือกข้าวโพดชีวภาพเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคเนื้อต่อปริมาณการกินได้ สมรรถนะการเจริญเติบโต ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิต วางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยแบ่งทรีทเมนต์ศึกษา 2 ทรีทเมนต์ โดยทั้ง 2 ทรีทเมนต์ใช้อาหารข้นทดลองสูตรเดียวกันและความแตกต่างที่ชนิดของอาหารหยาบดังนี้

ทริทเมนต์ 1 สูตรอาหารชั้นร่วมกับเปลือกข้าวโพด

ทริทเมนต์ 2 สูตรอาหารชั้นร่วมกับเปลือกข้าวโพดชีวภาพ

การผลิตเปลือกข้าวโพดชีวภาพ

การผลิตเปลือกข้าวโพดชีวภาพโดยการหมักเปลือกข้าวโพดที่ได้จากการสีเมล็ดข้าวโพดร่วมกับน้ำหมักจุลินทรีย์ยีสต์และแบคทีเรียกรดแลคติก โดยการผลิตเปลือกข้าวโพดชีวภาพอ้างอิงตามวิธีการของ เกชา และคณะ (2564) เริ่มจากการเตรียมน้ำหมักจุลินทรีย์ยีสต์และแบคทีเรียกรดแลคติก โดยน้ำหมักจุลินทรีย์ยีสต์ผลิตตามวิธีการของ (Thongnum et al., 2018) โดยใช้ผงยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) จำนวน 100 กรัม ร่วมกับยูเรียผง 24 กรัม ผสมกากน้ำตาล 100 กรัม จากนั้นเติมน้ำให้ครบ 1 ลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ทำการให้ออกซิเจนผ่านเครื่องให้ออกซิเจนขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการบ่ม จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ยีสต์ พบว่า มีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 6.90×10^7 CFU/มิลลิลิตร ขณะที่น้ำหมักแบคทีเรียกรดแลคติก ผลิตตามวิธีการของ (Bureenok et al., 2007) โดยทำการขยายหัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก โดยใช้ใบหญ้าเนเปียร์จำนวน 200 กรัม นำมาปั่นให้ละเอียด จากนั้นกรองเอาแต่น้ำ แล้วเติมน้ำให้ครบ 1 ลิตร เติมน้ำตาลทราย 20 กรัม ทำการคนผสมให้เข้ากันก่อนนำไปใส่ขวดและบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์แลคติก พบว่า มีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 2.02×10^8 CFU/มิลลิลิตร เมื่อได้น้ำหมักจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดตามต้องการแล้ว นำน้ำหมักทั้ง 2 ชนิดมาผสมให้เข้ากันในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก ได้เป็นน้ำหมักจุลินทรีย์ผสม จากนั้นนำน้ำหมักจุลินทรีย์ผสมที่ได้จำนวน 4 ลิตรมาผสมกับน้ำให้ครบ 100 กิโลกรัม ก่อนนำมาหมักกับเปลือกข้าวโพดอาหารสัตว์จำนวน 100 กิโลกรัม โดยทำการหมักในถังหมักภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนเป็นเวลา 21 วัน ได้เป็นเปลือกข้าวโพดหมักชีวภาพ โดยก่อนนำเปลือกข้าวโพดชีวภาพที่เตรียมแล้วไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผสมในสูตรอาหารทดลอง จะทำการสุ่มตัวอย่างเปลือกข้าวโพดที่ผ่านการหมักมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน หยาด เยื่อใยรวม ไขมันรวม และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000)

สูตรอาหารทดลองและการให้อาหารสัตว์ทดลอง

สูตรอาหารทดลอง ใช้สูตรอาหารชั้นสำหรับโคเนื้อทดลองที่ผสมเอง มีส่วนผสมของ ข้าวโพดบด ปลายข้าว รำละเอียด กากถั่วเหลืองและปลายป่น เป็นวัตถุดิบหลัก โดยมีรายละเอียดดังแสดงใน Table 1 ในการให้อาหารจัดโคเนื้อทดลองได้รับอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ส่วนอาหารหยาดจะใช้เปลือกข้าวโพดหรือเปลือกข้าวโพดชีวภาพตามทริทเมนต์ทดลองโดยจัดให้ได้รับอาหารหยาดทดลองอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) โดยแบ่งให้อาหารในแต่ละวันเป็น 2 เวลา คือ ในตอนเช้าเวลา 7.30 นาฬิกา และตอนบ่ายเวลา 16.00 น. บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละครั้งและบันทึกปริมาณอาหารที่เหลือในตอนเช้าง่อนให้อาหารใหม่ในเวลาเช้างวันถัดไป โดยปริมาณอาหารที่เหลือในรางของแต่ละวันต้องไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำสะอาดให้กินอย่างเพียงพอตลอดเวลา

Table 1. Experimental feed ingredients and chemical composition

Items	Concentrate	Corn husk	Bio-corn husk
Feed ingredient (%)			
Cassava chip	40.0	-	-
Molasses	1.4	-	-
Soybean meal	10.0	-	-
Fine rice bran	15.0	-	-
Corn meal	30.0	-	-
Premixed	0.5	-	-
Urea powder	1.6	-	-
Sulfur	0.2	-	-
Salt	0.3	-	-
Dicalcium phosphate (16% P)	1.0	-	-
Chemical composition (% dry matter)			
Dry matter, %	91.2	90.6	89.7
Organic matter	93.4	84.7	88.2
Crude protein	16.3	3.94	6.50
Ether extract	4.37	2.62	2.41
Crude fiber	10.6	25.3	21.2
NFE	62.2	43.5	47.8
NDF	38.1	60.4	55.6
ADF	14.5	38.5	31.1
Ash	6.57	15.2	11.8
ME ¹ , Mcal/kgDM	2.66	1.90	2.06

NFE=nitrogen free extract, NDF=neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber

¹Calculated according to Harris et al., (1972)

ME in Mcal/kg=DE (Mcal/kg) × 0.82

DE is using the factor of 4.41 Mcal/kg TDN

for concentrate TDN (% of DM) = $40.2625 + 0.1969(\%CP) + 0.4228(\%NFE) + 1.1903(\%EE) - 0.1379(\%CF)$

for roughage TDN (% of DM) = $-7.2649 + 1.2120(\%CP) + 0.8352(\%NFE) + 2.4637(\%EE) + 0.4475(\%CF)$

การดำเนินการทดลองและการวัดค่าปริมาณการกินได้

การดำเนินการทดลอง ทำการปรับสัตว์ก่อนการทดลอง 14 วันหลังจากนั้นดำเนินการทดลองนาน 90 วัน ทำการชั่งน้ำหนักสัตว์ที่เริ่มต้นและทุก ๆ 30 วันเพื่อคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตในการทดลอง และใช้เป็นน้ำหนักในการปรับปริมาณการกินได้ในระหว่างการทดลอง โคเนื้อได้รับน้ำสะอาดอย่างเพียงพอให้อาหารวันละ 2 ครั้ง บันทึกปริมาณการกินได้ทุกวัน มีการชั่งน้ำหนักอาหารชั้นและอาหารหยابก่อนให้และอาหารชั้นและอาหารหยابที่เหลือทุกวัน จากนั้นปรับปริมาณการกินได้ของอาหารชั้น อาหารหยاب และปริมาณการกินได้ทั้งหมดในหน่วยของวัตถุดิบ ดังสมการ

$$\text{ปริมาณการกินได้อาหารชั้นต่อวัน} = \frac{\text{อาหารชั้นที่ให้} \times \% \text{วัตถุดิบแห้ง}}{100} - \frac{\text{อาหารชั้นที่เหลือ} \times \% \text{วัตถุดิบแห้ง}}{100}$$

$$\text{ปริมาณการกินได้อาหารหยابต่อวัน} = \frac{\text{อาหารหยابที่ให้} \times \% \text{วัตถุดิบแห้ง}}{100} - \frac{\text{อาหารหยابที่เหลือ} \times \% \text{วัตถุดิบแห้ง}}{100}$$

$$\text{ปริมาณการกินได้ทั้งหมดต่อวัน} = \text{ปริมาณการกินได้อาหารชั้นต่อวัน} + \text{ปริมาณการกินได้อาหารหยابต่อวัน}$$

การวัดค่าองค์ประกอบทางเคมีและค่าย่อยได้ของโภชนะในอาหารโคเนื้อ

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารชั้นและอาหารหยابก่อนให้อาหารและส่วนที่เหลือทุกสัปดาห์ โดยสุ่มเก็บ 2 วันติดต่อกัน แบ่งตัวอย่างอาหารออกเป็น 2 ส่วน ๆ ที่ 1 นำไปหาวัตถุดิบอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยวัตถุดิบแห้งของสัตว์ทดลอง และนำมาปรับการกินได้ของสัตว์ในระยะทดลองเพื่อให้ได้โภชนะตามกลุ่มทดลอง ส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลโดยวิธี grab sampling ติดต่อกันเป็นเวลา 5 วัน จากนั้นนำมูลที่ได้ของแต่ละทรีทเมนต์มาผสมรวมกันก่อนนำไปวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมีของมูล โดยทั้งตัวอย่างอาหารที่ให้ ตัวอย่างอาหารที่เหลือและตัวอย่างมูลถูกนำไปวิเคราะห์โภชนะ ได้แก่ วัตถุดิบแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (2000) วิเคราะห์หาเยื่อใย neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) และ Van Soest et al., (1991) และวิเคราะห์หา acid insoluble ash (AIA) ตามวิธีการของ Van Keulen and Young (1977) เพื่อนำไปคำนวณหาค่าการย่อยได้ (Apparent digestibility) ตามวิธีการของ Schnieder and Flatt (1975)

$$\text{ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (\%)} = \frac{(\% \text{ในมูล} - \% \text{AIA ในอาหาร})}{\% \text{AIA ในมูล}} \times 100$$

$$\text{ค่าการย่อยได้ของโภชนะ (\%)} = 100 - \left[100 \times \frac{(\% \text{ AIA ในอาหาร} \times \% \text{ โภชนะในมูล})}{\% \text{ AIA ในมูล} \times \% \text{ โภชนะในอาหาร}} \right]$$

คำนวณค่าโภชนะย่อยได้ที่ได้รับต่อวัน (Digestible nutrient intake) โดยนำค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะแต่ละชนิดมาคูณกับปริมาณโภชนะที่ได้รับ (Nutrient intake) แต่ละชนิด ดังสมการ

$$\text{ค่าโภชนะที่ได้รับ} = \frac{\text{ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง} \times \% \text{ โภชนะในอาหาร}}{100}$$

$$\text{ค่าโภชนะย่อยได้ที่ได้รับ} = \frac{\text{โภชนะที่ได้รับ} \times \% \text{ การย่อยได้ของโภชนะ}}{100}$$

การประเมินสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคเนื้อ

โคเนื้อทดลองได้รับอาหารตามโปรแกรม โดยชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนเริ่มทดลองจากนั้นบันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวโดยทำการชั่งน้ำหนักในทุก 30 วัน เพื่อนำมาคำนวณน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Body weight gain, BWG) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain, ADG) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio: FCR) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed efficiency, FE) ตามวิธีการของ Zhou et al. (2010) และคำนวณประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโภชนะ (Nutrient utilization efficiency, NUE) ตามวิธีการของ WTSR (2010)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ (SAS, 1998) โดยกำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโคเนื้อ

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารชั้นในกลุ่มโคที่ได้รับเปลือกข้าวโพดและเปลือกข้าวโพดหมักชีวภาพเป็นแหล่งอาหารหยาบมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>.05$) ขณะที่ปริมาณการกินได้อาหารหยาบของโคเนื้อกลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหมักชีวภาพมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<.05$) ส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของโคกลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหมักชีวภาพมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดธรรมดา ($P=.09$) อย่างไร

ก็ตามปริมาณการกินได้ทั้งหมดเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละทรีทเมนต์ ($P>.05$) ดังแสดงใน Table 2 โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณการกินได้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว เท่ากับ 2.36-2.37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับระดับการแนะนำของ NRC (2000) สำหรับโคเนื้อที่มีน้ำหนัก 250-350 ควรมีปริมาณการกินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.35-2.50 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับรายงานของ Schmidt et al. (2015) พบว่า ปริมาณการกินได้ของโคเนื้อน้ำหนักเฉลี่ย 320 ± 20 กิโลกรัม มีปริมาณการกินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว เท่ากับ 2.35-2.45 เปอร์เซ็นต์

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหีวกาพเป็นแหล่งอาหารหยาบ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ โปรตีนและเยื่อใย NDF สูงกว่าโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบ ($P>.05$) อย่างไรก็ตาม สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ ไขมันและเยื่อใย ADF มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ ($P>.05$) และเมื่อคำนวณค่าโภชนะย่อยได้ที่ได้รับพบว่า ปริมาณโภชนะย่อยได้ที่ได้รับในส่วน of วัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และเยื่อใย NDF มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<.05$) ในโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหีวกาพเป็นแหล่งอาหารหยาบ ($P>.05$) ขณะที่ปริมาณโภชนะย่อยได้ที่ได้รับในส่วน of ไขมันและเยื่อใย ADF มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>.05$) ดังแสดงใน Table 2 จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การใช้ข้าวโพดเปลือกข้าวโพดหีวกาพส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบสูงขึ้นและมีแนวโน้มทำให้ปริมาณการกินได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการย่อยในโคเนื้อดีขึ้น ส่งผลโดยตรงต่อการได้รับโภชนะที่ย่อยได้ที่ได้รับเพิ่มสูงขึ้นในโคเนื้อโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วน of วัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และเยื่อใย NDF การเพิ่มขึ้นของปริมาณการกินได้สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าการย่อยได้ในโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหีวกาพรวมถึงเปลือกข้าวโพดหีวกาพมีกลิ่นหอมเปรี้ยวส่งผลทำให้ความน่ากินของสูตรอาหารสูงขึ้นโดยเปลือกข้าวโพดหีวกาพในงานทดลองครั้งนี้ได้จากการหมักเปลือกข้าวโพดร่วมกับจุลินทรีย์ยีสต์ *S. cerevisiae* และจุลินทรีย์แลคติกซึ่งจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้ทำให้อาหารหมักมีค่าความเป็นกรดต่ำที่ลดลงและมีกลิ่นหอมเปรี้ยวจากจุลินทรีย์แลคติก ขณะที่จุลินทรีย์ยีสต์จะมีผลทำให้โปรตีนสูงขึ้นและเมื่อนำมาใช้ในสูตรอาหารส่งผลทำให้ค่าการย่อยได้เพิ่มสูงขึ้นซึ่งค่าการย่อยได้ที่เพิ่มขึ้นนั้นส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มการกินได้ในโคเนื้อ

สอดคล้องกับรายงานของพิทักษ์ชัย (2563) รายงานว่า การใช้เปลือกข้าวโพดหมักร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ยีสต์ *S. cerevisiae* และจุลินทรีย์แลคติกมีผลทำให้ค่าโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับรายงานของ Hynes et al., (1997) พบว่า การหมักเศษเหลือทางการเกษตรเช่น ฟางข้าว เปลือกข้าวโพดร่วมกับจุลินทรีย์ยีสต์ *S. cerevisiae* ส่งผลให้ค่าการย่อยได้เพิ่มสูงขึ้นซึ่งจากการย่อยได้ที่เพิ่มสูงขึ้นนี้น่าจะเป็นสาเหตุให้เพิ่มปริมาณการกินได้มากไปกว่านั้นค่าการย่อยได้ของเยื่อใยมีค่าสูงขึ้นเมื่อโคได้รับสูตรอาหารที่ใช้เปลือกข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบอาจเกิดจากกลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหมักชีวภาพมีส่วนของโภชนะต่าง ๆ ที่ละลายง่ายออกมาในช่วงของกระบวนการหมัก รวมถึงส่งผลทำให้เยื่อใยของเปลือกข้าวโพดมีความอ่อนนุ่ม มากกว่านั้นจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักที่เข้าไปในกระเพาะรูเมนยังเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ช่วยในกระบวนการย่อย (Rossi et al., 2004) จึงส่งผลให้

ค่าการย่อยได้ของโภชนะในกลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหมักมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดธรรมดา Francia et al. (2008) พบว่า การใช้จุลินทรีย์ของ *A. niger* และ *S. cerevisiae* สามารถปรับปรุงการย่อยได้ของเยื่อใย NDF การเพิ่มขึ้นของการย่อยได้ของเยื่อใยเกิดจากการเพิ่มจำนวนประชากรของ cellulolytic bacteria โดยเชื้อราและยีสต์จัดได้ว่าเป็นแหล่งสารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ วิตามินและแร่ธาตุ ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่ย่อยเยื่อใย นอกจากนี้การย่อยได้ของโภชนะโปรตีนที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจาก *S. cerevisiae* เป็นตัวกระตุ้น proteolytic bacteria (Piamphon et al., 2014)

Table 2. Effects of dietary bio-corn husk on voluntary feed intake and digestibility

Items	Treatment		SEM	P-value
	T1	T2		
Feed intake (kg, DM)				
Concentrate	3.88	3.91	0.33	0.24
Roughage	3.16 ^a	3.34 ^b	0.06	0.05
Total	7.04	7.25	0.16	0.09
% of BW	2.37	2.36	0.18	0.56
Apparent digestibility (%)				
DM	60.4 ^a	65.0 ^b	1.05	0.05
OM	71.6	72.5	1.97	0.78
CP	68.8 ^a	69.8 ^b	0.53	0.05
EE	84.1	81.7	1.88	0.44
NDF	59.4 ^a	64.1 ^b	1.07	0.01
ADF	40.6	40.8	2.90	0.27
Digestible nutrient intake (kg/day)				
DM	4.25 ^a	4.71 ^b	0.07	0.02
OM	4.51 ^a	4.78 ^b	0.12	0.05
CP	0.52 ^a	0.60 ^b	0.02	0.05
EE	0.21	0.21	0.09	0.99
NDF	2.01 ^a	2.15 ^b	0.03	0.01
ADF	0.72	0.66	0.13	0.41

^{ab}Values in the same row with different superscripts differ ($P < .05$)., SEM = standard error of the mean.,

T1 = concentrate with corn husk, T2 = concentrate with bio-corn husk

DM = dry matter, OM = organic matter, CP = crude protein, EE = ether extract, NDF=neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber

สมรรถนะการเจริญเติบโตของโคเนื้อ

การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของโคกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ($P=.07$) เมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่ได้รับสูตรอาหารที่ได้รับเปลือกข้าวโพดธรรมดา โดยมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย เท่ากับ 103.8 และ 117.1 กิโลกรัม และ 1.15 และ 1.30 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 แสดงให้เห็นว่า การใช้เปลือกข้าวโพดหักชีวภาพเป็นแหล่งอาหารหยาดสำหรับโคเนื้อนั้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับค่าปริมาณการกินได้ที่เพิ่มขึ้นและการย่อยได้ของโภชนะที่เพิ่มสูงขึ้นในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้เปลือกข้าวโพดหักชีวภาพ ซึ่งส่งผลทำให้โคเนื้อได้รับโภชนะไปใช้ในการดำรงชีพและการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ นพพล (2556) รายงานว่า การใช้ฟางหมักยีสต์หรือเศษเหลือจากการเกษตรหมักยีสต์เลี้ยงโคเนื้อ ทำให้ค่าการย่อยได้และปริมาณการกินได้เพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวและสมรรถนะการให้ผลผลิตสูงขึ้นได้

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวพบว่า มีค่าลดลงในโคกลุ่มที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพ ($P<.05$) ขณะที่ประสิทธิภาพการใช้อาหารมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ($P=.09$) ในโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพเมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดธรรมดาเป็นอาหารหยาด ดังแสดงใน Table 3 การลดลงของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการใช้อาหารในโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพ แสดงให้เห็นว่าโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพสามารถเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวได้ดีกว่าโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดธรรมดา สอดคล้องกับผลงานทดลองในครั้งนี้ที่พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพที่มีค่าสูงกว่าโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดธรรมดา

ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโภชนะในส่วนของพลังงานและโปรตีน พบว่า ความต้องการพลังงานในหน่วยเมกะแคลอรีต่อวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($P=.09$) และความต้องการโปรตีนในหน่วยกรัมต่อวันมีค่าเพิ่มขึ้น ($P<.01$) สอดคล้องกับปริมาณพลังงานและปริมาณโปรตีนที่ได้รับต่อวันที่พบว่า ปริมาณพลังงานที่ได้รับในหน่วยเมกะแคลอรีต่อวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($P=.10$) และปริมาณโปรตีนที่ได้รับในหน่วยกรัมต่อวันมีค่าเพิ่มขึ้น ($P<.01$) ในโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพเป็นอาหารหยาดเมื่อเปรียบเทียบกับโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดธรรมดา อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานและโปรตีนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>.05$) ปริมาณความต้องการพลังงานและปริมาณความต้องการโปรตีนต่อวันมีความสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มสูงขึ้นของโคเนื้อที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหักชีวภาพเป็นอาหารหยาด และมีความสัมพันธ์กับความต้องการโภชนะต่อวันสำหรับดำรงชีพและการเจริญเติบโตของโคเนื้อตามสมการของ WTSR (2010) ซึ่งพิจารณาจากประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่พบว่ามีค่า 0.98-1.01 และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโปรตีนที่พบว่ามีค่า 0.90-0.91 โดยประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโภชนะทั้ง 2 ชนิดมีค่าใกล้เคียง 1 แสดงถึงควมมีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ของพลังงานและโปรตีนสูงเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานและโปรตีน

ของโคเนื้อในงานทดลองครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Poolthajit et al. (2021) ซึ่งพบว่าค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานและโปรตีนมีค่าเท่ากับ 0.87-1.23 และ 0.81-1.24 ตามลำดับจากการคำนวณโดยสมการของ WTSR (2010)

Table 3. effects of dietary bio-corn husk on growth performance

Items	Treatment		SEM	P-value
	T1	T2		
Initial weight (kg)	228.6	231.3	0.33	0.24
Final weight (kg)	332.4	348.4	0.24	0.23
Weight gain (kg)	103.8	117.1	0.11	0.07
ADG (kg/day)	1.15	1.30	0.11	0.07
Feed conversion ratio, kg feed/kg gain	6.08 ^b	5.59 ^a	1.05	0.05
Feed efficiency, kg gain/kg feed	0.16	0.18	0.07	0.09
Nutrient utilization efficiency				
ME requirement ^{1/} , Mcal /d	14.2	15.2	0.11	0.09
ME intake, Mcal /d	16.3	17.3	0.12	0.10
ME utilization efficiency ^{2/}	0.90	0.91	0.09	0.74
Protein requirement ^{1/} , g/d	767.7 ^a	836.2 ^b	18.5	0.01
Protein intake, g/d	757.9 ^a	854.4 ^b	28.4	0.01
Protein utilization efficiency ^{2/}	1.01	0.98	0.10	0.85

^{ab}Values in the same row with different superscripts differ ($P < .05$)., SEM = standard error of the mean.

T1 = concentrat with corn husk, T2 = concentrate with bio-corn husk

^{1/}ME requirement (Mcal/d) = $(0.1162 \times BW^{0.75}) + ((0.00039 \times BW^{0.75}) + (5.379 \times ADG))$, where ADG (kg) (WTSR, 2008) and protein requirement (g/d) = $0.38 \times ADG + 5.03 \times BW^{0.75}$, where ADG (g/kg W^{0.75}) (WTSR, 2010)

^{2/}Nutrient efficiency = nutrient requirement / nutrient intake.

สรุป

เปลือกข้าวโพดหุ้มชีวภาพสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบโปรตีนสูงสำหรับโคเนื้อรุ่นเพศเมียได้ โดยส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบและปริมาณกินได้ทั้งหมดมีค่าสูงขึ้น ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ โปรตีนและเยื่อใย NDF เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงคุณภาพเปลือกข้าวโพดในรูปของเปลือกข้าวโพดหุ้มชีวภาพเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการผลิตอาหารหยาบโปรตีนสูงที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารหยาบเพื่อเพิ่มสมรรถนะการเจริญเติบโตสำหรับโคเนื้อรุ่นเพศเมียได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ขอขอบพระคุณเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนบน สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่สนับสนุนงบประมาณอุดหนุนในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกชา คูหา, รัชนิ บัวระภา, สุธาทิพย์ ไชยวงศ์, วุฒิกกร สระแก้ว, ปิยะมาสส์ ตันท์เจริญรัตน์ และลักษมี กาณม. (2564). นวัตกรรมการผลิตวัตถุดิบดัดแปลงข้าวโพดมอลต์ยีสต์ malt-sactic เพื่อเป็นแหล่งพลังงานโปรตีนสูงร่วมกับการพัฒนาอาหารหยาบจากวัสดุเศษเหลือจากข้าวโพดในรูปของ corn-sactic : บูรณาการวิจัยเชิงผลผลิตร่วมกลุ่มเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงสัตว์ปีก แพะและโคเนื้อจังหวัดน่าน (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- ฉลอง วชิราภกร. (2543). โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นพพล ชูทอง. (2556). ผลของขนาดและการใช้เชื้อจุลินทรีย์ต่อการย่อยสลายของ เปลือกและซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในกระเพาะรูเมนของโคขาวลำพูนและโคดอย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 44(ฉบับพิเศษ 1), 31-34.
- พิทักษ์ชัย ลีประดิษฐ์. (2563). ผลของการใช้เมล็ดข้าวโพดมอลต์แช่กรดร่วมกับเปลือกข้าวโพดหุ้มในสูตรอาหารต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้และสมรรถนะการเจริญเติบโตในโคเนื้อสาวทดแทน [ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- วุฒิกกร สระแก้ว, พิกษ์ชัย ลีประดิษฐ์, สุธาทิพย์ ไชยวงศ์, รัชนิบัวระภา, กฤษณธร สีนตะละ และเกชา คูหา. (2564). การผลิตข้าวโพดมอลต์หุ้มต่อองค์ประกอบทางเคมีและจลนศาสตร์การผลิตแก๊สโดยวิธีการ *in vitro* gas production technique. วารสารแก่นเกษตร, 48(ฉบับพิเศษ 1), 496-501.

- ศิริพร ทุมมณี. (2555). *คุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ของเปลือกและซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- AOAC. (2000). *Official Method of Analysis: Animal Feeds* (17th ed.). Arlington (VA): Association of Official Analytical Chemists.
- Bureenok, S., Tamaki, M., Kawamoto, Y., & Nakada, T. (2007). Additive effects of green tea on fermented juice of the epiphytic lactic acid bacteria (FJLB) and the fermentative quality of Rhodes grass silage. *Asian-Aust. Journal of Animal Science*, 20, 920-924.
- Francia, D. A., Masucci, F., De Rosa, G., Varricchio, M. L., & Proto, V. (2008). Effect of *Aspergillus oryzae* extract and a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on intake, body weight gain and digestibility in buffalo calves. *Animal Feed Science and Technology*, 140, 67-77.
- Goering, H. K., & Van Soest, P. J. (1970). *Forage fiber analysis (apparatus, Reagent, Procedures and some Application)*. USDA.
- Harris, L. E., Kears, L. C., & Fannesbeck, P. V. (1972). Use of regression equations in predicting availability of energy and protein. *Journal of Animal Science*, 35, 658-80.
- Hynes, S. H., Karsgaard, D. M., Thomas, K. C., & Ingledew, W. M. (1997). Use of virginiamycin to control the growth of lactic acid bacteria during alcoholic fermentation. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 18, 284-291.
- NRC. (2000). *National research council Nutrient requirement of beef cattle* (70th eds.). The National Academics Press.
- Olufunke, O., Ogugua, C., Hans, P., & Thaddeus, C. (2009). Protein enrichment of cassava peel by submerged fermentation with *Trichoderma viride* (ATCC 36316). *African Journal of Biotechnology*, 9(2), 187-194.
- Piamphon, N., Wachirapakorn, C., Pornsopin, P., Sotawong, P., & Gunun, P. (2014). Feed intake, digestibility and blood parameters as influenced by *Aspergillus niger* or *Saccharomyces cerevisiae* fermented Napier grass (*Pennisetum purpureum*) mixed with fresh cassava root in beef cattle. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42, 54-60.
- Poolthajit, S., Srakaew, W., Haitook, T., & Wachirapakorn, C. (2021). Effects of betaine-iotin-chromium supplementation and concentrate to roughage ratio on nutrient utilization efficiency in Thai native cattle. *Animals*, 11, 2747.

- Rossi, F., Luccia, A. D., Vincenti, D., & Cocconcelli, P. S. (2004). Effects of peptidic fractions from *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and metabolism of the ruminal bacteria *Megasphaera elsdenii*. *Animal Research*, 53, 177–186.
- SAS. (1998). *SAS/STAT user's guide* (Version 6, 12th ed.). SAS Institute Inc.
- Schmidt, K., Cowen, P. J., Harmer, C. J., Tzortzis, G., Errington, S., & Burnet, P. W. (2015). Prebiotic intake reduces the waking cortisol response and alters emotional bias in healthy volunteers. *Psychopharmacology*, 232, 1793-801.
- Schneider, B. H., & Flatt, W. P. (1975). *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments*. The University of Georgia Press.
- Thongnum, A., Khongphetsak, P., Sarkaew, W., Poojit, S., Potirahong, S., & Wachirapakorn, C. (2018). Effects of fiber feed improvement with urea on chemical composition and kinetic ruminal gas production of both rice straw and sugar cane top. In: *The 7th National Animal Science Conference of Thailand 2018* (NASCoT 2018). 22-24 August 2018. Chiangmai.
- Van Keulen, J. V., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44, 282–287.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- WTSR. (2010). *Nutrient requirement of beef cattle in Thailand*. Thailand: WTSR.
- Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q., & Li, W. (2010). Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken. *Journal of Poultry Science*, 89, 588-593.