

การศึกษาระดับของไขมันสำปะหลังหมักในอาหาร TMR

ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคลูกผสมแองกัส

ศศิธร เจาะจง อานนท์ เพียรอุดม

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับของไขมันสำปะหลังหมักในอาหาร TMR ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคลูกผสมแองกัส (25 เปอร์เซ็นต์) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยะยี่น จังหวัดมหาสารคาม ระยะเวลาทดลองทั้งสิ้น 152 วัน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม 2562 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โคมีน้ำหนักเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย 317 ± 43 กิโลกรัมและสิ้นสุดการทดลองที่น้ำหนัก 406 ± 45 กิโลกรัม จำนวนโคทั้งหมด 12 ตัว มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยไขมันสำปะหลังหมัก 3 ระดับ คือ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร TMR

ผลการศึกษาพบว่าโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวเท่ากับ 1.85 1.64 และ 1.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนที่โคได้รับมีค่า 770 650 และ 590 กรัมต่อวันตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของโคมีค่า 661.2 572.38 และ 529.60 กรัมต่อวันตามลำดับโดยโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 มีปริมาณการกินได้ ปริมาณโปรตีนที่ได้รับและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมัก 40 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน (7.41 8.26 และ 8.51 ตาม ลำดับ) ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (63.64 72.03 และ 73.98 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ) ดังนั้นระดับไขมันสำปะหลังหมักที่เหมาะสมในสูตรอาหาร TMR คือ 20 เปอร์เซ็นต์หรือเพิ่มได้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิตอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ไขมันสำปะหลังหมัก การเจริญเติบโต โคลูกผสมแองกัส อาหาร TMR

เลขทะเบียนวิชาการ: 63(2)-0214-124

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยะยี่น จังหวัดมหาสารคาม

Effects of levels of ensiled cassava leaves and tenderstem in total mixed ration in Angus crossbred cattle on growth performance

Sasitorn Jorjong Anon Pianudom

Abstract

The experiment was aimed to assess the levels of ensiled cassava leaves and tenderstem in total mixed ration (TMR) in Angus crossbred 25% on growth performance. The trial was conducted at Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Mahasarakham province from April to August 2019 with 152 days in total. The treatments comprised of three levels of ensiled cassava leaves and tenderstem, i.e. 20, 30 and 40% in TMR. Twelve animals were arranged into three treatments with four replications each in Randomized Complete Block Design with the initial weight of animal at 317 ± 43 kilograms and the final weight at 406 ± 45 kilograms.

The results showed that animals received 20, 30 and 40% of ensiled cassava leaves and tenderstem had dry matter intake at 1.85, 1.64 and 1.52% of body weight, respectively. Crude protein intake of 770, 650 and 590 grams/day, average daily gain of 661.2, 572.38 and 529.70 grams/day of animals received 20, 30 and 40% of ensiled cassava leaves and tenderstem, respectively. Of these, animals received 20% of ensiled cassava leaves and tenderstem were greater in dry matter intake, crude protein intake and average daily gain than animals received 40% ensiled cassava leaves and tenderstem ($P < 0.05$). Feed conversion ratio did not differ among the treatments (7.41, 8.26 and 8.51, respectively). In accordance with a production cost, there was no difference among treatments (63.64, 72.03 and 73.98, respectively) ($P > 0.05$). It can be concluded that the optimum level of ensiled cassava leaves and tenderstem in TMR was 20%, however the maximum level was 30% which had no effect on growth performance and production cost.

Keywords: ensiled cassava leaves and tenderstem, growth performance, Angus crossbred, TMR

Registered No. : 63(2)-0214-124

Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chiangyuen, Chiangyuen districtg, Mahasarakham.

คำนำ

อาหารสัตว์เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี และได้เนื้อสัตว์คุณภาพดีต่อผู้บริโภค การใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีในท้องถิ่นหรือใช้ผลพลอยได้จากการเกษตรเป็นทางเลือกที่น่าสนใจเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้ มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นพืชที่ปลูกง่ายทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวน สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดี และสามารถปลูกได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีโรคและแมลงรบกวนน้อย จรุงสิทธิ์และอัจฉรา (2547) รายงานว่ามันสำปะหลังจะขาดฝนเป็นระยะเวลานานติดต่อกัน 3-4 เดือน ก็จะทนอยู่ได้โดยไม่ตาย โดยมันสำปะหลังจะสามารถปรับตัวโดยการลดพื้นที่ใบและใบใหม่ที่สร้างขึ้นจะมีขนาดเล็กและมีจำนวนใบน้อยลง ผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังคือใบมันสำปะหลัง ในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งหมด 8.6 ล้านไร่ ได้ผลผลิตหัวมันสด 31.5 ล้านตัน ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยที่ 3.6 ตันต่อไร่ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังมากถึง 4.7 ล้านไร่ หรือ 54.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การปลูกทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) จากการประเมินในพื้นที่ 1 ไร่จะมีผลผลิต ใบมันสำปะหลังซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังมากถึง 300-1,000 กิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งผลพลอยได้ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ได้ เป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี โปรตีนสูง ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้ การนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นสามารถใช้ได้ทั้งยอดและลำต้นที่ติดใบหรือเรียกว่าใบมันลำเขียว ใบมันสำปะหลังดังกล่าวมีความชื้นสูงประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนต่างๆของมันสำปะหลังจะมีกรดไฮโดรไซยานิกที่มีฤทธิ์ต่อระบบหัวใจและระบบเลือดทำให้เสียชีวิตได้ แต่สารพิษดังกล่าวสามารถทำให้ลดลงในระดับที่ไม่เป็นอันตรายได้โดยการตากแดดให้แห้งหรือนำมาหมักแล้วสามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ สารไซยาไนด์ที่ระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสดเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ ใบมันสำปะหลังไม่เพียงแต่เป็นแหล่งของโปรตีนและเยื่อใยเท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งให้สารสีแซนโทฟิลล์ในอาหารสัตว์อีกด้วย สุกัญญาและวราพันธ์ (2558) รายงานว่าใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีนและสารสีแซนโทฟิลล์ ที่มีอยู่ประมาณ 660 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสด (สูงกว่าในใบกระถินที่มี 318 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสด) คาร์โบไฮเดรต 35.56 เปอร์เซ็นต์ กรดอะมิโนที่สำคัญเช่น ไลซีน 1.46 เปอร์เซ็นต์ เมทไธโอนีน 0.47 เปอร์เซ็นต์ ลิวซีน 2.86 เปอร์เซ็นต์ อาร์จินีน 2.08 เปอร์เซ็นต์ เพนนิลอลานีน 2.20 เปอร์เซ็นต์ ฮีสติดีน 5.66 เปอร์เซ็นต์ และแวลีน 2.69 เปอร์เซ็นต์ Wanapat *et al.* (2000) รายงานว่าใบมันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวหลังปลูก 3 เดือน (มันเขียว) โดยหักสูงจากพื้นดิน 10-15 เซนติเมตรจะมีโปรตีน 23.6 เปอร์เซ็นต์ และมีสารประกอบคอนเดนส์แทนนินจะสามารถควบคุมพยาธิจึงช่วยลดพยาธิในตัวสัตว์ได้ นอกจากนี้สารไฮโอไซยานต

ที่ยังค้างในปริมาณเล็กน้อยช่วยให้อายุการเก็บรักษานมได้นานขึ้น มีผลการศึกษาการใช้ไขมันสำปะหลังทั้งในรูปหมักและแห้งในอาหารโคนมและโคเนื้อ จากรายงานของสุนและคณะ (2547) ทำการศึกษาการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร TMR โคนมพบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตและองค์ประกอบในน้ำนมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ให้อาหารแบบแยก (อาหารหยาบและอาหารข้น) โดยอาหารข้นไม่มีส่วนผสมของไขมันสำปะหลังแห้ง และจากรายงานของ Punthanara et al. (2009) ที่มีการเสริมไขมันสำปะหลังแห้ง 3 กิโลกรัมต่อวันในโคนมพบว่าทำให้โคนมผลิตน้ำนมเพิ่ม 0.7 กิโลกรัมต่อวันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมไขมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของอนันต์และคณะ (2555) ที่เสริมไขมันสำปะหลังหมักวันละ 4 กิโลกรัมต่อวันส่งผลให้โคนมผลิตน้ำนมเพิ่ม 1.7 กิโลกรัมต่อวัน นอกจากนี้ Promkot and Wanapat (2009) พบว่าการเสริมไขมันสำปะหลังระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับซิลเฟอร์ที่ระดับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ในอาหารโคนมส่งผลให้โปรตีนในน้ำนมสูงขึ้น นอกจากนี้มีการศึกษาของคามินท์และคณะ (2553) ทำการศึกษาในโคเนื้อที่มีการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ และไขมันสำปะหลังแห้ง 5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไขมันสำปะหลังหมัก 5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้กระถินแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าโคทุกกลุ่มมีสมรรถนะการผลิตและลักษณะของซากไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณการกินได้พบว่าโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำสุด ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ และไขมันสำปะหลังแห้ง 5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไขมันสำปะหลังหมัก 5 เปอร์เซ็นต์ดีกว่าโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังแห้งระดับ 10 เปอร์เซ็นต์และใบกระถินแห้งระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากไขมันสำปะหลังหมักมีจุลินทรีย์กลุ่มแลคโตบาซิลัสรวมทั้งกรดแลคติกที่เกิดจากกระบวนการหมัก เมื่อเข้าไปในทางเดินอาหารของสัตว์ช่วยให้การย่อยและใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีขึ้น ส่วนผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจพบว่าโคที่รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ให้ค่าสูงสุด

โคลูกผสมแองกัส 25 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากแม่โคพื้นเมืองผสมกับพ่อโคแองกัส 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นโคลูกผสมที่ปรับตัวได้ดี เลี้ยงง่ายภายใต้สภาพการจัดการของประเทศไทย มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี การนำไขมันสำปะหลังซึ่งเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรมาถนอมอาหารโดยการหมักเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าที่สำคัญไขมันสำปะหลังหมักสามารถนำมาใช้เลี้ยงโคเนื้อได้เป็นอย่างดี ไขมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี โปรตีนสูงนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้องขาดแคลนอาหารหยาบ ทั้งปริมาณและคุณภาพส่งผลให้สัตว์มีการเจริญเติบโตที่ลดลง การที่สัตว์ได้รับอาหารหยาบคุณภาพดีจะทำให้สัตว์เจริญเติบโตดี ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารข้นและลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ได้ สามารถเป็นหนึ่งทางเลือกให้กับผู้เลี้ยงสัตว์จึงเป็นที่มาของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาระดับการใช้ไขมันสำปะหลังหมักเป็นอาหารหยาบหลักในอาหาร TMR ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิตของโคลูกผสมแองกัส 25 เปอร์เซ็นต์ช่วงน้ำหนัก

300-400 กิโลกรัม โดยสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการส่งเสริมเกษตรกรใช้ในสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงสัตว์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม เดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม 2562 ระยะเวลาทดลอง 152 วัน

สัตว์ทดลอง

ทดลองในโคลูกผสมแองกัส 25 เปอร์เซ็นต์ (แม่พื้นเมืองและพ่อแองกัส 50 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 12 ตัว ประกอบด้วยเพศผู้ตอนจำนวน 9 ตัว และเพศเมียจำนวน 3 ตัวอายุประมาณ 3 ปี น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 317 ± 43 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) โดยบล็อกด้วยน้ำหนักโค แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ตัวแบบคละเพศในแต่ละหน่วยการทดลอง เป็นเพศผู้ตอน 3 ตัว และเพศเมีย 1 ตัว ทำการเลี้ยงแบบขังเดี่ยวก่อนทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอกและวิตามิน AD_3E ปรับสภาพสัตว์ทดลองให้คุ้นเคยกับคอกและอาหารเป็นเวลา 10 วัน บันทึกน้ำหนักโคก่อนทดลอง สัตว์ทดลองได้รับอาหารตามกลุ่มการทดลองดังนี้ (อาหารทดลองแสดงดังตารางที่ 1)

กลุ่มการทดลองที่ 1 ใช้ไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (วัตถุแห้ง) ในสูตรอาหาร TMR

กลุ่มการทดลองที่ 2 ใช้ไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (วัตถุแห้ง) ในสูตรอาหาร TMR

กลุ่มการทดลองที่ 3 ใช้ไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ (วัตถุแห้ง) ในสูตรอาหาร TMR

การเตรียมไขมันสำปะหลังหมัก

ไขมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นส่วนของใบและลำต้นที่ติดใบหรือเรียกว่าใบมันลำเขียวเป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามที่อายุการเก็บเกี่ยว 12 เดือน นำมาสับด้วยเครื่องสับให้ได้ชิ้นขนาด 2-3 เซนติเมตร แล้วหมักใส่ถังพลาสติกขนาด 120 ลิตรที่มีฝาปิดอย่างแน่นหนา 21 วัน ซึ่งจะมีลักษณะสีเหลืองอมเขียว กลิ่นหอมเปรี้ยว แล้วจึงนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอาหารทดลอง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารทดลอง

วัตถุดิบ	กลุ่มการทดลองที่ 1		กลุ่มการทดลองที่ 2		กลุ่มการทดลองที่ 3	
	ไขมันสำปะหลังหมัก 20%		ไขมันสำปะหลังหมัก 30%		ไขมันสำปะหลังหมัก 40%	
	นน. แห้ง (%)	นน. สด (%)	นน. แห้ง (%)	นน. สด (%)	นน. แห้ง (%)	นน. สด (%)
หัวมันสำปะหลังหมัก	11.6	21.0	11.7	19.0	7.9	12.0
รำละเอียด	10.9	6.6	13.0	7.0	11.8	6.0
กากถั่วเหลือง	4.9	3.0	5.5	3.0	5.8	3.0
ข้าวโพดป่น	32.2	20.0	21.6	12.0	17.6	9.2
ยูเรีย	1.9	1.1	1.4	0.7	1.0	0.5
พรีมิกซ์โคเน็อ	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
กากน้ำตาล	6.8	5.0	7.6	5.0	8.1	5.0
เกลือ	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
ซัลเฟอร์	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
ไขมันสำปะหลังหมัก	19.9	36.0	29.7	48.0	39.5	60.0
หญ้าแพงโกลาแห้ง	11.3	7.0	9.0	5.0	7.6	4.0
*ราคา (บาท/กก.)	8.72	4.70	8.69	4.20	8.58	3.90

*ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.) : หัวมันหมัก=2.8, รำอ่อน=7.5, กากถั่วเหลือง=14.5, ข้าวโพด=7, ยูเรีย=11, พรีมิกซ์=45, กากน้ำตาล =11, เกลือ=4, ซัลเฟอร์=40, ไขมันสำปะหลังหมัก=2, หญ้าแพงโกลาแห้ง=5

วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วงได้แก่ช่วงปรับตัวเป็นช่วงที่ให้สัตว์ปรับตัวให้เข้ากับคอกและอาหารทดลอง โดยค่อยๆ เพิ่มปริมาณอาหารที่ใช้ใช้เวลา 10 วัน จากนั้นเป็นช่วงเก็บข้อมูลโดยให้สัตว์กินอาหารแบบเต็มที (*ad libitum*) โดยเลี้ยงจนได้น้ำหนักสุดท้ายของสัตว์ทดลองเฉลี่ยประมาณ 400 กิโลกรัม ทำการชั่งน้ำหนักโคทุกๆ 14 วันในช่วงเช้าก่อนให้อาหารเพื่อปรับอาหารและวัดการเจริญเติบโต การให้อาหารโคทดลองวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และ 16.00 น.

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกวันตลอดช่วงการทดลอง เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือสัปดาห์ละ 1 ครั้งจากนั้นนำมาสุ่มย่อยตัวอย่างอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณโภชนะที่สัตว์ได้รับตลอดช่วงการทดลอง และบันทึกต้นทุนค่าอาหาร

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ตัวอย่างอาหารที่ให้และอาหารเหลือนำมาวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีน (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เถ้า (Ash) ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin) ตามวิธีการ AOAC (2016)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) ของแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณค่าทางโภชนาของอาหาร

ไขมันสำปะหลังหมัก

ไขมันสำปะหลังหมักที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังที่อายุการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังอายุ 12 เดือน จากนั้นนำมาสับเพื่อหมักใส่ถึงนาน 21 วัน ก่อนจะเอามาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร TMR ไขมันสำปะหลังหมักมีวัตถุแห้ง 25.3 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 15.1 เปอร์เซ็นต์ NDF 53.5 เปอร์เซ็นต์ ADF 44.6 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 13.8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งไขมันสำปะหลังดังกล่าวจะมีค่าแตกต่างจากมันเฮย์โดยมันเฮย์หมายถึงส่วนของใบและลำต้นนำมาทำแห้งโดยจะปลูกและเก็บเกี่ยวครั้งแรก 3 เดือนหลังปลูกและต่อไปทุกๆ 2 เดือนพบว่าโปรตีน 24.9 เปอร์เซ็นต์ NDF ADF และลิกนิน มีค่า 34.4 27.0 และ 5.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณคอนเดนส์แทนนิน 0.340 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2542) ถึงแม้ไขมันสำปะหลังที่นำมาใช้จะเป็นส่วนของใบและลำต้นเหมือนกันแต่เนื่องจากไขมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้และมันเฮย์มีอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันจึงส่งผลต่อค่าโภชนาที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันสำปะหลังหมักพบมีค่าลิกนินสูง 13.8 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าสูงกว่าพืชตระกูลถั่วที่มีค่าทั่วไปอยู่ในช่วง 6-10 เปอร์เซ็นต์ ไขมันสำปะหลังหมักมี NDF น้อยกว่าในพืชตระกูลหญ้าที่อายุการตัด 60 วัน เช่นหญ้าแพงโกลา หญ้ากีนีสีม่วง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นต้น ซึ่งพบอยู่ในช่วง 65-70 เปอร์เซ็นต์ (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดพร้อมฝักหมักที่อายุการเก็บเกี่ยวที่ 85 วันพบว่าข้าวโพดพร้อมฝักหมักมี NDF 61 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าไขมันสำปะหลังหมัก แต่ข้าวโพดพร้อมฝักหมักมีค่าลิกนินต่ำเพียง 4-5 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับหญ้าอาหารสัตว์ เช่นหญ้าแพงโกลา หญ้ากีนีสีม่วง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นต้น ในไขมันสำปะหลังมีสารแทนนินชนิดคอนเดนส์ (คอนเดนส์แทนนิน) แทนนินเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อน รสฝาด พบในต้นพืชหลายชนิด ซึ่งสารนี้จะมีอยู่ทั้งในใบ ลำต้น เปลือก รากและฝัก โดยปกติ

จะเกาะติดกับโปรตีนเป็นสารประกอบโปรตีน-แทนนิน หากปริมาณแทนนินมากเกินไปจะไปมีผลยับยั้งการย่อยได้ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Barry, 1989) โดยเชื่อว่าเป็นผลมาจากสารประกอบโพลีฟีนอลิกที่ไปมีผลต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (McSweeney *et al.*, 1999) จากรายงานของ Reed (1995) พบว่าการใช้แทนนินในอาหารที่ระดับ 5-9 เปอร์เซ็นต์ส่งผลต่อการย่อยได้ของอาหารเยื่อใยลดลง โดยไปมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและเชื้อรากลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนในกระเพาะหมัก และยังส่งผลต่อการกินได้ของสัตว์ (Akin and Rigsby, 1985)

อาหารทดลอง

อาหารทดลองทั้ง 3 สูตรมีค่าวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 45.6-54.5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13.5 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้จากการคำนวณที่ 66 เปอร์เซ็นต์ NDF 36.3-42.7 เปอร์เซ็นต์ ADF 28.0-34.4 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 8.1-11.9 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารทดลองปริมาณ NDF ADF และลิกนินมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของไขมันสำปะหลังหมักที่ใช้ในสูตรอาหาร โดยเฉพาะที่ใช้ไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์มีค่าลิกนินสูงถึง 11.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้อาหารเยื่อใย NDF ที่สูงขึ้นจะไปจำกัดพื้นที่ในกระเพาะโคทำให้สัตว์กินได้ลดลง ส่วน ADF ที่สูงขึ้นจะไปมีผลต่อค่าการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในโภชนาการลดลง (NRC, 2016)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของอาหารทดลอง (%DM)

รายการ	กลุ่มการทดลองที่ 1 ไขมันสำปะหลังหมัก 20%	กลุ่มการทดลองที่ 2 ไขมันสำปะหลังหมัก 30%	กลุ่มการทดลองที่ 3 ไขมันสำปะหลังหมัก 40%	ไขมันสำปะหลังหมัก
วัตถุแห้ง (DM,%)	54.4	48.5	45.6	25.3
โปรตีน (CP,%)	13.6	13.4	13.5	15.1
ผนังเซลล์ (NDF,%)	36.3	39.9	42.7	53.5
ลิกโนเซลลูโลส (ADF,%)	28.0	32.0	34.4	44.6
ลิกนิน (ADL,%)	8.10	9.6	11.9	13.8
ไขมัน (EE,%)	5.20	5.30	5.70	5.00
เถ้า (Ash,%)	8.00	8.20	8.40	7.70
แป้ง (NFC,%)	34.5	32.9	33.8	25.7
โภชนะที่ย่อยได้ (TDN,%)	66.0	66.0	65.5	60.6*

*จากการคำนวณด้วยสมการ TDN ของพืชหมัก = $-21.9391 + (1.0538 \times \%CP) + (0.9736 \times \%NFE) + (3.0016 \times \%EE) + (0.4590 \times \%CF)$
โดยค่า CF=28.1, NFE=39.7 (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551)

ปริมาณอาหารที่กินได้ สมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

โคลูกผสมแองกัส (25 เปอร์เซ็นต์) ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีน้ำหนักเริ่มต้น 312-322 กิโลกรัม และน้ำหนักสุดท้าย 399-419 กิโลกรัม การเพิ่มน้ำหนักในช่วงการทดลองตลอด 152 วันมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 100 และ 85 กิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วนโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักเพิ่ม 87 กิโลกรัม (ตารางที่ 3)

ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบในสูตรทดลองลดลงตามระดับการใช้ไขมันสำปะหลังหมักที่เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 6.99 5.83 และ 5.42 กิโลกรัมต่อวันหรือคิดเป็น 1.85 1.64 และ 1.52 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวของระดับการใช้ไขมันสำปะหลังหมักที่ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งพบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบต่อน้ำหนักตัวต่ำกว่ารายงานของศุภชัยและคณะ (2557) และวรรณและศุภชัย (2558) ที่รายงานไว้ที่ 2.1 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากทั้งน้ำหนักที่เริ่มต้นขุนแตกต่างกันโดยศุภชัยและคณะ (2557) และวรรณและศุภชัย (2558) มีน้ำหนักขุนในช่วง 169-354 กิโลกรัมและ 82-322.5 กิโลกรัมตามลำดับ และอาจเนื่องจากปริมาณ NDF ADF และลิกนินที่สูงขึ้นตามระดับของไขมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารทดลองจึงไปจำกัดพื้นที่ในกระเพาะโค (NRC, 2016) และนอกจากนั้นในไขมันสำปะหลังหมักมีสารประกอบคอนเดนส์แทนนิน มีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในไขมันสำปะหลังรวมทั้งสารประกอบต่างๆที่รวมอยู่กับโปรตีนลดลง (Barry, 1989) ซึ่งโดยปกติแล้วจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนส่วนใหญ่จะย่อยอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตก่อน จากนั้นจุลินทรีย์จะเลือกใช้โปรตีนที่สามารถย่อยง่ายจากแหล่งอื่นเช่น ยูเรีย ส่วนโปรตีนจากพืชอาหารสัตว์จะถูกย่อยได้เพียงเล็กน้อย (McSweeney *et al.*, 1999) ซึ่งปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบดังกล่าวข้างต้นมีความสอดคล้องกับโปรตีนที่ได้รับต่อวัน โดยโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ได้รับโปรตีนเท่ากับ 770 650 และ 590 กรัมต่อวันตามลำดับ ซึ่งทำให้โคกลุ่มที่ 1 ได้รับโปรตีนสูงกว่าโคกลุ่มที่ 3 ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต พบว่าโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเจริญเติบโตที่ 661.20 กรัมต่อวัน ส่วนโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับสูงขึ้นจะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง โดยโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเจริญเติบโตที่ 572.38 และ 529.60 กรัมต่อวันตามลำดับ ซึ่งโคกลุ่มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าโคกลุ่มที่ 3 ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3) เนื่องจากไขมันสำปะหลังมีลิกนินสูงอาจไปลดการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะตัวอื่นๆ ที่จับกับลิกนิน ประกอบกับโปรตีนในไขมันสำปะหลังจะจับกับแทนนิน ส่งผลให้สัตว์ใช้โภชนะเพื่อนำมาสร้างการเจริญเติบโตได้ลดลง (Barry, 1989) จึงทำให้สัตว์ที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักในระดับที่สูงขึ้นมีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง ทั้งนี้การเจริญเติบโตของโคทดลองที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักระดับ 20-40 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่ 588 กรัมต่อวัน และเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานวิจัยในโคพื้นเมืองหรือลูกผสมพื้นเมืองอื่นๆที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่างๆ พบว่าการศึกษานี้มีค่าน้อยกว่ารายงานของคามินท์และคณะ (2553) ที่เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่น้ำหนักเริ่มต้น

460 กิโลกรัมระยะเวลา 124 วันโดยใช้ไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร TMR มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 750 กรัมต่อวัน อาจเนื่องจากสายพันธุ์โค น้ำหนักเริ่มต้นการขุนและระดับการใช้ไขมันสำปะหลังที่น้อยกว่า อย่างไรก็ตามการศึกษานี้พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของโคมีค่าสูงกว่ารายงานของสายพันธุ์ (2554) ที่ศึกษาในโคพื้นเมืองเพศผู้ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 318 กิโลกรัมโดยให้อาหารข้นและฟางหญ้าที่เลี้ยงเป็นระยะเวลา 126 วัน โคมีอัตราการเจริญเติบโต 300 กรัมต่อวัน แต่มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับรายงานของ สิริศักดิ์และคณะ (2553) ที่ศึกษาในโคพื้นเมืองเพศเมียน้ำหนัก 300 กิโลกรัม ที่ได้รับหัวมันสำปะหลังหมักยีสต์ ร่วมกับฟางข้าวเลี้ยงด้วยระยะเวลา 90 วัน โคมีอัตราการเจริญเติบโต 580 กรัมต่อวัน และใกล้เคียงกับการศึกษาของวรรณและศุภชัย (2558) ในโคพื้นเมืองที่น้ำหนัก 82-322.5 กิโลกรัม ได้รับหญ้าที่แห้งคุณภาพต่ำร่วมกับอาหารข้นและกากมันหมักยีสต์ที่สัดส่วน 19.1:47.6:33.3 ใช้ระยะเวลาเลี้ยง 410 วันโคมีอัตราการเจริญเติบโต 586.6 กรัมต่อวัน แต่มีค่าต่ำกว่ารายงานของศุภชัยและคณะ (2557) ที่ศึกษาในโคเนื้อภูพานลูกผสมพื้นเมือง น้ำหนัก 169-354 กิโลกรัม ได้รับหญ้าที่แห้งคุณภาพต่ำร่วมกับอาหารข้น และกากมันหมักยีสต์ที่สัดส่วน 22.6:45.3:32.1 ระยะเวลาเลี้ยง 252 วันโคมีอัตราการเจริญเติบโต 735.0 กรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคในกลุ่มที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีค่า 7.41 เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 กลุ่มซึ่งมีค่า 8.26 และ 8.51 ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) พบมีค่าสูงกว่าศุภชัยและคณะ (2557); วรรณและศุภชัย (2558) โดยรายงานไว้ที่ 7.2 และ 7.1 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคทดลองดังกล่าวทำให้โคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมที่ 63.64 บาทต่อกิโลกรัม และโคที่ได้รับไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนที่ 72.03 และ 73.98 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับโดยทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 3 สมรรถนะการเจริญเติบโต การกินได้และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

หัวข้อ	กลุ่มการทดลองที่ 1 ไขมันสำปะหลังหมัก 20%	กลุ่มการทดลองที่ 2 ไขมันสำปะหลังหมัก 30%	กลุ่มการทดลองที่ 3 ไขมันสำปะหลังหมัก 40%	P-value	SEM
จำนวนโค (ตัว)	4	4	4	-	-
จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)	152	152	152	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	318.75	312.00	322.00	0.959	12.43
น้ำหนักสุดท้าย (กิโลกรัม)	419.25	399.00	402.50	0.87	13.07
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	100.50 ^a	87.00 ^{ab}	80.50 ^b	0.043	4.07
วัตถุดิบที่กินได้ (กิโลกรัมต่อวัน)	6.99	5.83	5.42	0.117	0.28
ปริมาณการกินได้ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว	1.85 ^a	1.64 ^{ab}	1.52 ^b	0.046	0.05
โปรตีนหยาบที่ได้รับ (กิโลกรัมต่อวัน)	0.77 ^a	0.65 ^{ab}	0.59 ^b	0.049	0.03
ปริมาณเยื่อใยรวมที่กินได้ (กิโลกรัมต่อวัน)	1.92	1.77	1.62	0.376	0.07
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)	661.20 ^a	572.38 ^{ab}	529.60 ^b	0.043	26.79
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	7.41	8.26	8.51	0.385	0.35
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม	63.64	72.03	73.98	0.327	3.11

ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษร (a b c) กำกับที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

SEM = standard error of the mean

สรุปผลการทดลอง

การใช้ไขมันสำปะหลังหมักในอาหาร TMR ในโคลูกผสมแองกัส (25 เปอร์เซ็นต์) ที่ 3 ระดับได้แก่ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยเริ่มต้นขุนโคที่น้ำหนัก 317 ± 43 กิโลกรัมและสิ้นสุดที่น้ำหนัก 406 ± 45 กิโลกรัมระยะเวลา 152 วัน สามารถสรุปผลการทดลองได้คือการใช้ไขมันสำปะหลังหมักในอาหารโคลูกผสมแองกัส (25 เปอร์เซ็นต์) เมื่อปริมาณการใช้ในสูตรอาหารสูงขึ้นจะมีผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารที่ลดลงและโปรตีนที่ได้รับลดลง จึงส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ลดลง ซึ่งระดับไขมันสำปะหลังหมักที่เหมาะสมในสูตรอาหาร TMR สำหรับเลี้ยงโคระยะนี้คือ 20 เปอร์เซ็นต์หรือเพิ่มได้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ เพราะทำให้การเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิตอยู่ในระดับดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและบุคลากรของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหารสัตว์ ขอขอบพระคุณ ดร.วิทยา สุมาลย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้ คำแนะนำให้การทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.
- คามินท์ ไชยมงคล สุริยะ สะวานนท์ เลอชาติ บุญเอก สุกัญญา จิตพรพงษ์ วราพันธุ์ จินตณวิชัย. 2553. ผลของการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งและไขมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารโคขุน ต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7. นครปฐม, น. 366-373.
- จรุงสิทธิ์ ลิมศิลา และ อัจฉรา ลิมศิลา. 2547. ประวัติและความสำคัญ. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง กรมวิชาการเกษตร. 7:1-5.

- เมธา วรรณพัฒน์. 2542. มั่นเฮย์: เคล็ด (ไม่ลับ) ในการเพิ่มผลผลิตและผลกำไรในการผลิตโคนม. เอกสารประกอบการบรรยายในวันเทศกาลโคนมแห่งชาติ วันที่ 20 มกราคม 2542 ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย สระบุรี.
- วรรณมา อ่างทอง และ ศุภชัย อุดชาชน. 2558. สมรรถนะการเจริญเติบโต และลักษณะซากของโคพื้นเมือง ที่เลี้ยงเสริมด้วยกากมันหมักยีสต์, 159-170. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ประจำปี 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ศุภชัย อุดชาชน วรรณมา อ่างทอง อธิศักดิ์ ศิริบุรี และราไพโร นามสีลี. 2557. การศึกษาเบื้องต้นของสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของโคภูพานลูกผสมพื้นเมือง, 141-152. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ประจำปี 2557. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สายัณห์ สืบผาง. 2554. สมรรถนะการผลิตโคเนื้อพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สิทธิศักดิ์ คำผา ศรัณยู เชื้อหลง อีระวัฒน์ ศิริอุเทน สมมาศ อธิรัตน์ และอุทัย โคตรดก. 2553. การใช้ผลิตภัณฑ์หัวมันสำปะหลังสดหมักยีสต์เป็นอาหารเลี้ยงโคขุนโคพื้นเมืองลูกผสมเพื่อธุรกิจของฟาร์มเกษตรกรรายย่อย. แก่นเกษตร. 38 ฉบับพิเศษ : 20-23.
- สุกัญญา จิตพรพงษ์ และ วราพันธ์ จินตณวิชัย. 2558. การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง. ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาลกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. แหล่งที่มา : www.tapiocathai.org/Brochure/c_2.pdf. 15 สิงหาคม 2562.
- สมน โพธิ์จันทร์ อานภาพ เสี่ยงสาย ประเสริฐ โพธิ์จันทร์. 2547. การใช้ยอดและใบมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมเสริมสำหรับโครีดนม, 300-311. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 300-311.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2562/yearbook2561.pdf>. 8 กรกฎาคม 2563.
- อนันต์ เพชรล้ำ สุรัชย์ บุญลือ วีระชัย ทองดี คณาวิทย์ ปะทะโน พนมพร วงศ์เชียงเพ็ง มาโนช กองเย็น อนุรักษ ภูมิไผ่ ลัดดา ภูมิศักดิ์. 2555. ผลของการเสริมยอดมันสำปะหลังหมักต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมของโครีดนมในฟาร์มเกษตรกรรายย่อย. แก่นเกษตร. 40 ฉบับพิเศษ 2 : 114-117.
- Akin, D.E. and Rigsby, L.L. Influence of phenolic acids on rumen fungi. 1985. Agronomy. 77:180-182.

- Association of Official Analysis Chemists (AOAC). 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of Official Analysis Chemists, Washington DC USA.
- Barry, T.N. 1989. Condensed tannins: Their role in ruminant protein and carbohydrate digestion and possible effects upon the rumen ecosystem, in the role of protozoa and fungi in ruminant digestion, Eds by Nolan J.V, Leng R.A. & Demeyer D.I. Penambul Books, Armidale, NSW, pp 153-169.
- McSweeney C. S., Palmer, B., Bunch, R., and Krause, D.O. 1999. Isolation and characterization of proteolytic ruminal bacteria from sheep and goats fed the tannin-containing shrub legume *Calliandra calothyrsus*. Appl. Environ. Microb. 65:3075–3083.
- National Research Council (NRC). 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8th Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- Promkot, C., and M. Wanapat. 2009. Effect of Elemental sulfur supplementation on rumen environment parameters and utilization efficiency of fresh cassava foliage and cassava hay in dairy cattle. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 22:1366-1376.
- Punthanara, S., P. Chairatanayuth, P. Vijchulata, S. Surapat, U. Kuntho, and W. Narongwanichakarn. 2009. Effects of cassava hay supplementation on antibacterial activity of the lactoperoxidase system in raw milk of dairy cows. Kasetsart J. Nat. Sci. 43: 486-496.
- Reed, J. D., R. E. Mc Dowell, P. J. Van Soest and P. J. Horvath. 1982. Condensed tannins; a factor limiting the use of cassava forage. J. Sci. Food Agric. 33:213–220.
- Steel. R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd Edition. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Wanapat, M., P. Puramongkon and W. Siphuak. 2000. Feeding of cassava hay for lactating dairy cows. Asian-Australas J. Anim. Sci. 13: 478-483.