ผลของการได้รับอาหารข้นที่ระดับโปรตีนแตกต่างกันต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิตโคนมเพศผู้ตอน

Effects of Concentrate Intake with Different Crude Protein Levels on Growth Performance and Production Cost of Dairy Steers

ชนณภัส หัตถกรรม,[1] คงปฐม กาญจนเสริม,[1] ภูมพงศ์ บุญแสน[1] และสุริยะ สะวานนท์[1,2*]

Chonnapat Hattakum[1], Kongpatom Karnjanasirm[1], Phoompong Boonsaen[1] and Suriya Sawanon[1,2*]

ABSTRACT

In Thailand, most of male dairy calves are not kept for beef production because their growth performance is low. The aim of this study was to evaluate the effects of crude protein intake from concentration and feed intake on growth performance and production cost of dairy steers. Thirty-two crossbred Holstein-Friesian steers (>75 %) with initial body weight of 227.73±2.95 kg were divided into 4 groups (8 heads each) including: group 1) fed 16%CP concentrate at 1.3 %DM of BW, 2) fed 16%CP concentrate at 1.1 %DM of BW, 3) fed 18%CP concentrate at 1.3 %DM of BW and 4) fed 18%CP concentrate at 1.1 %DM of BW and all steers were fed *ad libitum* Napier grass silage as a roughage. The feeding was lasted for 6 months. The results showed that weight gain and average daily gain of dairy steers in group 1 and 3 were higher than group 2 and 4 (P<0.01). Production and feed cost of group 1 and 3 was lower than group 2 and 4. The results indicated that dairy steer fed with 16%CP or 18%CP concentrate at 1.3%DM of BW with Nepier silage *ad libitum* provided a good performance and low production cost.

Keywords: Protein level, concentrate intake, dairy steer, growth performance, production cost

บทคัดย่อ

ในประเทศไทย โคนมเพศผู้ที่เกิดในฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ไม่ถูกนำมาใช้ในการผลิตเนื้อ เนื่องจากมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตต่ำ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถภาพการเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิตของโคนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารขันที่มีปริมาณโปรตีนและปริมาณการให้อาหารที่แตกต่างกัน โดยใช้โคนมเพศผู้ตอนสายเลือดผสมพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน (ระดับสายเลือดสูงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์) ที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 227.73±2.95 กิโลกรัม จำนวน 32 ตัว แบ่งโคออกเป็น 4กลุ่มๆ ละ 8 ตัว กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารขันที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารขันที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารขันที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม และกลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารขันที่มีโปรตีน

[1*]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, NakornPathom 73140, Thailand.
[2]ศูนย์วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหาร สถาบันวิทยาการขั้นสูงแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Center for Advanced Studies for Agriculture and Food, Kasetsart University Institute for Advanced Studies, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
[*]Corresponding author: E-mail address: agrsusa@ku.ac.th

18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม โคทุกตัวได้รับหญ้าเนเปียร์หมักกินอย่างเต็มที่ ใช้เวลาในเลี้ยงนาน 6 เดือน พบว่าโคกลุ่มที่ 1 และ 3 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 และ 4 (P<0.01) และโคกลุ่มที่ 1 และ 3 มีต้นทุนการผลิตและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 และ 4 จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าโคนมเพศผู้ตอนในระยะโครุ่นที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 16 หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม ร่วมกับหญ้าเนเปียร์หมักอย่างเต็มที่ทำให้โคมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดีและต้นทุนการผลิตต่ำ

คำสำคัญ: ระดับโปรตีน ปริมาณการกินอาหารข้น โคนมเพศผู้ตอน สมรรถภาพการเจริญเติบโต ต้นทุนการผลิต

บทนำ

โคนมเพศผู้เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ไม่ให้ความสำคัญในการเลี้ยงดูและเอาใจใส่เท่าที่ควร (สุริยะ, 2555) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในประเทศไทย เนื่องจากโคนมเพศผู้ที่เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นโคลูกผสมสายเลือดผสมพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซี่ยน ที่ปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำนมในปริมาณมาก ในขณะที่ความสามารถในการสร้างกล้ามเนื้อและอัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นน้ำหนักตัวของโคนมเพศผู้ด้อยกว่าโคเนื้อ (ทวีพร และคณะ, 2546) จากข้อมูลของกรมปศุสัตว์รายงานว่าในปี พ.ศ. 2554 มีโคนมเพศผู้ เพียงร้อยละ 5 ของโคนมทั้งหมดเท่านั้นที่ถูกนำมาเลี้ยงและขุนต่อเพื่อผลิตเป็นเนื้อโค อย่างไรก็ตามด้วยภาวะราคาโคเนื้อมีชีวิตในปัจจุบัน (พ.ศ. 2559) มีราคาเพิ่มขึ้นมากกว่าปี พ.ศ. 2554 เป็นเท่าตัว (มากกว่าหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์) (กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ, 2559) ส่งผลให้โคเนื้อและเนื้อโคไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศ ดังนั้นจึงเป็นโอกาสดีที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมหรือผู้เลี้ยงโคเนื้อจะได้นำเอาลูกโคนมเพศเพศผู้มาเลี้ยงเพื่อผลิตเนื้อ

การเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของลูกโคได้ทางหนึ่ง แต่การเลี้ยงโคนมเพศผู้ในสภาพอากาศร้อนชื้น โคจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำ เนื่องจากพันธุกรรม และอาหารที่โคได้รับ (สุริยะ, 2555) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนชื้นมีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับพืชอาหารสัตว์ในเขตภูมิอากาศอบอุ่น พืชอาหารสัตว์ที่เจริญเติบโตในภูมิอากาศร้อนจะมีเยื่อใยในรูปเซลลูโลสและลิกโนเซลลูโลสในปริมาณสูง แต่มีองค์ประกอบโปรตีนและแป้งในปริมาณค่อนข้างต่ำ และมีแร่ธาตุต่างๆ โดยเฉพาะกำมะถันและฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำ (จีระชัย, 2549) ไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน จึงทำให้พืชอาหารสัตว์ที่ปลูกในเขตร้อนมีความสามารถในการย่อยได้ต่ำและส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตของโคต่ำลง (สุริยะ, 2551) ดังนั้นการเสริมอาหารข้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเลี้ยงโคนมเพศผู้ เนื่องจากอาหารข้นสามารถควบคุมและจัดการให้มีคุณค่าทางโภชนาการทั้งระดับโปรตีน พลังงาน แร่ธาตุและวิตามินต่างๆ ให้เพียงพอกับความต้องการของโคในแต่ละช่วงอายุหรือสภาพการเจริญเติบโตของโคได้ และการให้อาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบที่มีคุณภาพดี จะส่งผลให้โคเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และได้เนื้อที่มีคุณภาพดี (สุริยะ, 2555)

การจัดการให้อาหาร ซึ่งจัดว่าเป็นตัวแปรหนึ่งที่สามารถบ่งชี้ถึงผลกำไรภายในฟาร์มได้เพราะอาหารเป็นต้นทุนหลักของต้นทุนการจัดการฟาร์มทั้งหมด ประกอบกับประเทศไทยยังขาดข้อมูลมาตรฐานความต้องการโภชนะที่เหมาะสมสำหรับโคนมเพศผู้ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น และคุณภาพของอาหารหยาบค่อนข้างต่ำ แต่ในการประกอบสูตรอาหารโคนมที่ผ่านมาจำเป็นต้องอาศัยการประมาณค่าและอ้างอิงความ

ต้องการโภชนะของโคนมเพศผู้จากข้อมูลของต่างประเทศ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดและขาดความแม่นยำในการคำนวณสูตรอาหาร เนื่องจากความแตกต่างกันในด้านพันธุกรรมของโค สภาพแวดล้อม คุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ตลอดจนสภาพภูมิอากาศ (Nishida *et al*., 2005; McDonald *et al*., 2002) และส่งผลให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจตามมา ปัจจุบันการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง อาหาร และการจัดการ

โคนมเพศผู้ตอนสายเลือดผสมพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน ที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ อายุเฉลี่ย 12 เดือน และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 227.73±2.95 กิโลกรัม จำนวน 32 ตัว แบ่งโคออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 8 ตัว กลุ่มที่ 1 โคได้รับอาหารข้นสูตร 1 (16%CP) ปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (Group 1) กลุ่มที่ 2 โคได้รับอาหารข้นสูตร 1 (16%CP) ปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (Group 2) กลุ่มที่ 3 โคได้รับอาหารข้นสูตร 2 (18%CP) ปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (Group 3) และกลุ่มที่ 4 โคได้รับอาหารข้นสูตร 2 (18%CP) ปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (Group 4) โคทุกตัวได้รับหญ้าเนเปียร์หมักกินอย่างเต็มที่และมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา โดยไม่มีการเสริมแร่ธาตุก้อน การให้อาหารแบ่งออกเป็น 2 มื้อ/วัน มื้อเช้าให้อาหารข้นเวลา 7.00 น. และมื้อเย็นให้อาหารข้นเวลา 17.00 น.ในแต่ละมื้อให้อาหารข้นในปริมาณที่เท่ากัน โดยให้อาหารข้นก่อน เมื่อโคกินอาหารข้นหมดแล้วถึงให้หญ้าเนเปียร์หมักกินอย่างเต็มที่

โคถูกเลี้ยงในโรงเรือนเปิด หลังคามุงด้วยกระเบื้องและพื้นคอนกรีต ภายในโรงเรือนถูกแบ่งเป็นคอก แต่ละคอกมีขนาดกว้าง 2.5×4.5 เมตร ก่อนนำโคเข้าการทดลองโคทุกตัวได้รับการตอน ฉีดวัคซีนป้องกันปากและเท้าเปื่อยชนิด 3 ซีโรไทป์ (โอ เอ และเอเชียวัน) และถ่ายพยาธิภายนอกและภายใน หลังจากนั้นปรับอาหารเพื่อเข้าสู่การทดลอง ระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโคนมเพศผู้ในประเทศไทยยังมีการศึกษาไม่มากนัก ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นร่วมกับปริมาณอาหารข้นที่โคได้รับต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตโคนมเพศผู้ตอนในระยะก่อนขุน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับประเมินความต้องการโปรตีนในโคนมเพศผู้ที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต เป็นระยะเวลา 14 วัน การทดลองใช้เวลาทดสอบนาน 6 เดือน

การเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูลปริมาณอาหารที่โคได้รับ ทั้งอาหารข้น และอาหารหยาบในแต่ละวัน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้ง ชั่งน้ำหนักโคในวันแรกของการทดลอง และทุกๆ 30 วัน เพื่อคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการทดลองทุกครั้งที่มีการผสมอาหารข้น และหญ้าเนเปียร์หมัก จากนั้นนำตัวอย่างอาหารทั้งหมดมาผสมรวมกันและทำการสุ่มอาหารข้นและหญ้าเนเปียร์หมักมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ โปรตีนรวม ไขมัน เถ้าและเยื่อใย โดยวิธีการของ AOAC (2012) แคลเซียมตามวิธีการ titration method ของ AOAC (1980) ฟอสฟอรัส ตามวิธีการ photometric method ของ AOAC (1980) เยื่อใยในรูปของ acid detergent fiber (ADF) และ neutral detergent fiber (NDF) ตามวิธีของ Van Soest *et al*., (1991) และพลังงานรวมด้วยวิธี Bomb calorimeter บันทึกข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นจริง ในระหว่างการทดลอง ปี พ.ศ. 2558 ได้แก่ ค่าพันธุ์สัตว์ ค่าอาหารข้น ค่าอาหารหยาบ ค่าวัคซีน-ยา ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าเสื่อมโรงเรือน ค่าเสียโอกาสในเงินลงทุน และอื่นๆ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design; CRD) โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบ

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี Dancan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณโภชนะที่โคกินได้ เช่น โปรตีนรวม กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ของโคที่น้ำหนักตัวต่างๆ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารข้น และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นและหญ้าเนเปียร์หมักที่ใช้ในการทดลอง (Table 1) พบว่าอาหารข้นสูตร 1 มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 16.73 เปอร์เซ็นต์ และอาหารข้นสูตร 2 ปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 18.93 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คุณค่าทางโภชนะชนิดอื่นๆ ของอาหารข้นทั้ง 2 สูตร มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นฟอสฟอรัสของอาหารข้นสูตรที่ 2 (0.33 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) มีปริมาณน้อยกว่าอาหารข้นสูตรที่ 1 (0.56 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) สำหรับหญ้าเนเปรียร์หมัก (อายุการตัด 60-80 วัน) พบว่ามีความชื้นสูงถึง 85.35 เปอร์เซ็นต์จึงส่งผลให้หญ้าเนเปียร์มีอินทรียวัตถุต่ำ (5.01เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด) และมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 7.58 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มีปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ (0.18 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง)มีค่าใกล้เคียงกับ Shinoda *et al*. (2005) ที่ได้รายงานไว้ว่าหญ้าเนเปียร์หมักตัดที่ความสูง 1.5 เมตร มีโปรตีนประมาณ 7.3 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 83.4 เปอร์เซ็นต์

Table1 Feed ingredients and chemical compositions of concentrate diets and Napier grass silage (dry matter basis)

Item	Concentrate diet		Napier grass silage
	16 %CP	18 %CP	
Ingredient composition			
Molasses	8.0	8.0	-
Urea (46-0-0)	1.5	1.5	-
Cassava	30.0	30.0	-
Expeller pressed palm kernel meal	29.0	24.0	-
Soybean meal	10.0	18.0	-
Ground corn	20.0	17.0	-
Premix[1/]	0.5	0.5	-
Sulfur	0.1	0.1	-
NaCl	0.5	0.5	-
Dicalcium phosphate P-18	1.0	1.0	-
Chemical composition (%DM)			
Day matter	90.63	90.13	14.65
Organic matter	95.17	95.36	90.36
Crude protein	16.73	18.93	7.58
Crude fat	1.81	1.32	3.88
Crude fiber	7.43	6.70	40.07
Ash	4.83	4.64	9.64
Calcium	0.68	0.61	0.53
Phosphorus	0.56	0.33	0.18
NDF	-	-	71.3
ADF	-	-	50.04
NFE	58.82	57.53	-
Gross energy (GE) Mcal/kg	4.30	4.08	-

[1/]Agromix beefNo. 46: vitamin A = 2,160,000 IU, vitamin B3 = 100,000 IU, vitamin E = 5,000 IU, Mn = 8.5 g, Zn = 6.4 g, Cu = 1.6 g, Mg = 16 g, Co = 320 mg, I = 800 mg, Se = 32 mg.

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคนมเพศผู้ตอนระยะโครุ่น

โครุ่นน้ำหนัก 225 – 300 กิโลกรัม โคที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน16 เปอร์เซ็นต์ และให้ในปริมาณ 1.35 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (กลุ่มที่ 1) และโคที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.34 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (กลุ่มที่ 3) มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.14 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (กลุ่มที่ 2) และโคที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.15 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (กลุ่มที่ 4) (P<0.01)

ในขณะที่ปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด (อาหารข้นและอาหารหยาบ) ของโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (Table 2) แต่สูงกว่าปริมาณการกินได้ของโคนมสาวทดแทนที่มีน้ำหนัก 200-300 กิโลกรัม ที่มีปริมาณการกินได้ทั้งหมด 5.99-6.08กิโลกรัมของวัตถุแห้ง (ญาณิศชา, 2558) และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณโปรตีนที่โคได้รับกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ดังสมการ Y = 532.7X + 468.4 (R^2 = 0.89) จากการคำนวณปริมาณโปรตีนที่โคได้รับในช่วงน้ำหนัก 225-300 กิโลกรัม พบว่าปริมาณโปรตีนที่โคได้รับเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต 1,000 กรัม/วัน มีค่า 1,001 กรัม/วัน สูงกว่าปริมาณโปรตีนที่ NRC (2001) แนะนำไว้ว่าโคนมเพศผู้น้ำหนัก 300 กิโลกรัม ที่ต้องการให้โคเจริญเติบโต 1,000 กรัม/วัน โคต้องได้รับโปรตีน 884 กรัม/วัน และโคที่มีปริมาณการกินได้ของโปรตีนและพลังงานที่สูงขึ้นจะส่งผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าโคที่ได้รับโปรตีนในระดับต่ำ (นัทธมน และกฤตพล, 2553; Kirkland and Patterson, 2006) อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณโปรตีนในอาหารข้นที่มากเกินไป (18%CP) ไม่ได้ช่วยส่งเสริมให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นได้หากในอาหารมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายไม่เพียงพอ (Titgemeyer *et al.*,2004)

Table 2 Average daily gain (ADG) and feed intake of dairy steers fed two different intake of concentrate diet contained two different crude protein levels (body weight 225-300 kg)

Item	Group 1 (16 %CP& 1.3 %BW)	Group 2 (16 %CP & 1.1 %BW)	Group 3 (18 %CP & 1.3 %BW)	Group 4 (18 %CP & 1.1 %BW)	SEM	*P*-value
Initial weight (kg)	228.50	229.50	229.56	223.37	3.65	0.97
Final weight (kg)	290.37	278.75	295.25	272.50	4.32	0.61
Weight gain (kg)	61.87[a]	49.25[b]	65.68[a]	49.12[b]	2.68	0.01
Roughage intake (kgDM/d)	5.29	5.47	5.53	5.18	0.32	0.52
Concentrate intake (kgDM/d)	3.51	2.91	3.52	2.83	0.14	0.10
Total feed intake (kgDM/d)	8.80	8.39	9.05	8.02	0.34	0.28
ADG (kg/d)	1.04[a]	0.83[b]	1.11[a]	0.83[b]	0.12	0.01
FCR	8.41	10.50	8.13	9.83	0.87	0.14
Roughage intake (%BW)	2.05	2.17	2.12	2.13	0.16	0.78
Concentrate intake (%BW)	1.35[a]	1.14[b]	1.34[a]	1.15[b]	0.11	0.01
Total feed intake (%BW)	3.41	3.32	3.46	3.28	0.15	0.59
Protein intake (g/d)	988.2	901.5	1085.5	928.4	86.82	0.15
Calcium intake (g/d)	51.9	48.8	50.8	44.7	5.48	0.21
Phosphorus intake (g/d)	29.2	26.1	21.6	18.7	4.23	0.13

[a, b] Means in the same row without a common letter in their superscripts differ ($P < 0.05$)

โครุ่นน้ำหนัก 300 - 350 กิโลกรัมโคทั้ง 4 กลุ่มที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 16 หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ ทั้งปริมาณ 1.3 และ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม พบว่าไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคในระยะนี้ ($P>0.05$) (Table 3) รวมทั้งปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด (อาหารข้นและอาหารหยาบ) โดยปริมาณการกินได้ของโคที่มีน้ำหนัก 300-350 กิโลกรัม มีปริมาณการกินได้ทั้งหมดสูงกว่าโคนมสาวทดแทนเฉลี่ย 2 กิโลกรัมของวัตถุแห้ง (ญาณิศชา, 2558) และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณโปรตีนที่โคได้รับกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ดังสมการ Y = 750.4X + 328.9 (R^2 = 0.93) และจากการคำนวณปริมาณโปรตีนที่โคได้รับในช่วงน้ำหนัก 300 - 350 กิโลกรัม พบว่าปริมาณโปรตีนที่โคได้รับเพื่อใช้ในการ

เจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 1,000 กรัม/วัน มีค่า 1,080 กรัม/วัน สูงกว่าปริมาณโปรตีนที่ NRC (2001) แนะนำไว้ว่าโคนมเพศผู้น้ำหนัก 350 กิโลกรัม ที่ต้องการให้โคเจริญเติบโต 1,000 กรัม/วัน โคต้องได้รับโปรตีนปริมาณ 924 กรัม/วัน ซึ่งเป็นโคนมพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยนพันธุ์แท้และอยู่ในเขตอากาศอบอุ่น

Table 3 Average daily gain (ADG) and feed intake of dairy steers fed two different intake of concentrate diet contained two different crude protein levels (body weight 300-350 kg)

Item	Group 1 (16 %CP& 1.3 %BW)	Group 2 (16 %CP & 1.1 %BW)	Group 3 (18 %CP & 1.3 %BW)	Group 4 (18 %CP & 1.1 %BW)	SEM	*P*-value
Initial weight (kg)	290.37	278.75	295.25	272.50	4.32	0.61
Final weight (kg)	355.00	339.87	357.12	325.87	10.42	0.56
Weight gain (kg)	64.62	61.12	61.87	53.37	3.21	0.16
Roughage intake (kgDM/d)	4.64	4.93	4.72	4.54	0.38	0.36
Concentrate intake (kgDM/d)	4.30[a]	3.40[b]	4.40[a]	3.31[b]	0.18	0.02
Total feed intake (kgDM/d)	8.94	8.29	9.12	7.86	0.26	0.14
ADG (kg/d)	1.05	1.00	1.01	0.87	0.18	0.16
FCR	8.48	8.29	9.06	8.96	0.86	0.40
Roughage intake (%BW)	1.44	1.59	1.45	1.52	0.11	0.10
Concentrate intake (%BW)	1.33[a]	1.10[b]	1.35[a]	1.11[b]	0.05	0.01
Total feed intake (%BW)	2.77	2.69	2.80	2.62	0.10	0.30
Protein intake (g/d)	1,071.1	942.5	1,190.7	970.7	98.15	0.09
Calcium intake (g/d)	53.8	49.2	51.9	44.3	4.56	0.24
Phosphorus intake (g/d)	32.4	27.9	23.0	19.1	4.35	0.11

[a, b] Means in the same row without a common letter in their superscripts differ ($P < 0.05$)

โครุ่นน้ำหนัก 350 - 400 กิโลกรัม โคที่ได้รับอาหารขันโปรตีน 16 หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณการกินได้ทั้งหมด (อาหารขันและอาหารหยาบ) สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารขันโปรตีน 16 หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม ($P<0.01$) (Table 4) โดยปริมาณการกินได้ของโคน้ำหนัก 350– 400 กิโลกรัม มีปริมาณการกินได้ทั้งหมดสูงกว่าโคนมสาวทดแทน (ญาณิศชา, 2558) และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณโปรตีนที่โคได้รับกับอัตราการเจริญเติบโต พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ดังสมการ $Y = 854.0x +472.3$ ($R^2 = 0.95$) จากการคำนวณปริมาณโปรตีนที่โคได้รับในช่วงน้ำหนัก 350– 400 กิโลกรัม พบว่าปริมาณโปรตีนที่โคได้รับเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 1,000 กรัม/วัน มีค่า 1,326 กรัม/วัน สูงกว่าปริมาณโปรตีนที่ NRC (2001) แนะนำไว้ว่าโคนมเพศผู้น้ำหนัก 400 กิโลกรัม ที่ต้องการให้โคเจริญเติบโต 1,000 กรัม/วัน โคต้องได้รับโปรตีนปริมาณ 955 กรัม/วัน

Table 4 Average daily gain (ADG) and feed intake of dairy steers fed two different intake of concentrate diet contained two different crude protein levels (body weight 350-400 kg)

Item	Group 1 (16 %CP& 1.3 %BW)	Group 2 (16 %CP & 1.1 %BW)	Group 3 (18 %CP & 1.3 %BW)	Group 4 (18 %CP & 1.1 %BW)	SEM	*P*-value
Initial weight (kg)	355.00	339.87	357.12	325.87	10.42	0.56
Final weight (kg)	416.37	389.87	428.25	375.37	16.52	0.13
Weight gain (kg)	61.37[a]	50.00[b]	71.12[a]	49.50[b]	4.32	0.01
Roughage intake (kgDM/d)	6.35	6.49	6.40	6.30	0.13	0.81
Concentrate intake (kgDM/d)	5.06[a]	4.03[b]	5.07[a]	3.84[b]	0.09	0.01
Total feed intake (kgDM/d)	11.41[a]	10.53[b]	11.48[a]	10.15[b]	0.12	0.01
ADG (kg/d)	1.00[a]	0.81[b]	1.16[a]	0.81[b]	0.08	0.01
FCR	11.48	12.98	10.03	12.73	0.98	0.09
Roughage intake (%BW)	1.65	1.78	1.63	1.80	0.12	0.29
Concentrate intake (%BW)	1.31[a]	1.10[b]	1.29[a]	1.10[b]	0.07	0.01
Total feed intake (%BW)	2.96	2.88	2.92	2.89	0.09	0.28
Protein intake (g/d)	1,327.9	1,166.2	1,444.9	1,204.5	128.31	0.07
Calcium intake (g/d)	68.1	61.8	64.8	56.8	5.23	0.12
Phosphorus intake (g/d)	39.8	34.3	28.3	24.0	4.86	0.09

[a, b] Means in the same row without a common letter in their superscripts differ ($P < 0.05$)

ตลอดระยะเวลาการทดลอง (น้ำหนัก 225 - 400 กิโลกรัม) โคที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 1) หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 3) ในปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 16 หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม (P<0.01) (Table 5) เนื่องจากอาหารข้นมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายในปริมาณสูงโคที่ได้รับอาหารข้นในปริมาณมากจึงได้รับพลังงานเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้มากกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นในปริมาณน้อย แม้ว่าปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด (อาหารข้นและอาหารหยาบ) ของโคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างในทางสถิติ โดยปริมาณการกินได้ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าโคมีปริมาณการกินได้รวมในรูปวัตถุแห้ง (8.68-9.88 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/วัน) ต่ำกว่า Chester-Jones and DiCostanzo (2012) ที่รายงานไว้ว่าโคนมเพศผู้ น้ำหนัก 200 - 400 กิโลกรัม มีปริมาณการกินได้ 14.4-18.0 กิโลกรัมของวัตถุแห้ง แต่ปริมาณการกินได้ของโคนมเพศผู้ในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าโคนมสาวทดแทนที่เลี้ยงในประเทศไทย (ญาณิศชา, 2558) และสอดคล้องกับการรายงานของ วิโรจน์ (2555) ที่ได้กล่าวว่าโคนมในประเทศไทยมีปริมาณการกินได้น้อยกว่าโคนมที่เลี้ยงในต่างประเทศถึง 44 เปอร์เซ็นต์ การที่โคนมในประเทศไทยมีปริมาณการกินได้ต่ำเป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น พันธุกรรม สภาพอากาศ สิ่งแวดล้อม อาหาร และการจัดการ และในขณะเดียวกันพบว่าโคนมเพศผู้ที่เลี้ยงในสภาพอากาศร้อน (ประเทศไทย) ต้องการปริมาณโปรตีนสูงกว่า (ประมาณ 15-25 เปอร์เซ็นต์) โคนมเพศผู้ที่เลี้ยงในสภาพอากาศอบอุ่นเพื่อให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการประกอบสูตรอาหารข้นสำหรับโคนมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้มีความเข้มข้นของโภชนะ โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งโปรตีน พลังงาน และแร่ธาตุ มากกว่าที่แนะนำโดยต่างประเทศ (NRC, 2001) นอกจากนี้ Chester-Jones and DiCostanzo (2012) ยังรายงานว่าโคนมเพศผู้ต้องการพลังงานและโปรตีนเพื่อการดำรงชีพมากกว่าโคเนื้อประมาณ 10-12 เปอร์เซ็นต์ และมีประมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้งสูงกว่าโคเนื้อประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์

Table 5 Average daily gain (ADG) and feed intake of dairy steers fed two different intake of concentrate diet contained two different crude protein levels (body weight 225 – 400 kg)

Item	Group 1 (16 %CP& 1.3 %BW)	Group 2 (16 %CP & 1.1 %BW)	Group 3 (18 %CP & 1.3 %BW)	Group 4 (18 %CP & 1.1 %BW)	SEM	*P*-value
Initial weight (kg)	228.50	229.50	229.56	223.37	16.52	0.97
Final weight (kg)	416.37	389.87	428.25	375.37	12.38	0.13
Weight gain (kg)	187.87[a]	160.37[b]	198.69[a]	152.00[b]	9.26	0.01
Roughage intake (kgDM/d)	5.43	5.63	5.55	5.34	0.24	0.51
Concentrate intake (kgDM/d)	4.29[a]	3.43[b]	4.32[a]	3.33[b]	0.13	0.02
Total feed intake (kgDM/d)	9.72	9.07	9.88	8.68	0.14	0.12
ADG (kg/d)	1.03[a]	0.88[b]	1.09[a]	0.85[b]	0.07	0.01
FCR	9.46	10.59	9.07	10.51	0.81	0.06
Roughage intake (%BW)	1.69	1.83	1.70	1.82	0.14	0.23
Concentrate intake (%BW)	1.33[a]	1.11[b]	1.32[a]	1.11[b]	0.05	0.01
Total feed intake (%BW)	3.02	2.94	3.02	2.94	0.12	0.73
Protein intake (g/d)	1,174.10	1,037.70	1,286.70	1,070.80	115.22	0.38
Calcium intake (g/d)	57.93	53.27	55.83	48.60	4.68	0.24
Phosphorus intake (g/d)	34.15	31.46	32.10	28.13	3.12	0.32

[a, b] Means in the same row without a common letter in their superscripts differ ($P < 0.05$)

ต้นทุนการผลิตโคนมเพศผู้ตอนในระยะโครุ่น

ต้นทุนรวมของการผลิตโคนมเพศผู้ตอนระยะโครุ่นที่น้ำหนักเริ่มต้น 227 กิโลกรัม โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 เดือน การคำนวณต้นทุนแปรผันเป็นไปตามราคาตลาดในปี พ.ศ. 2558 ประกอบด้วย ค่าพันธุ์โค 90 บาท/กก. ค่าอาหารข้นสูตร 1 โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ราคา 11.00 บาทต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง และสูตร 2 โปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ราคา 12.00 บาทต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง ต้นทุนค่าหญ้าเนเปียร์หมัก ราคา 1.50 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด หรือ 10.45 บาทต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ค่าแรงงานในการเลี้ยงโคเฉลี่ยวันละ 10.00 บาท/ตัว ค่ายาและเวชภัณฑ์ เป็นค่าเฉลี่ยที่ใช้จริงภายในฟาร์มโคทุกกลุ่มมีค่ายาและเวชภัณฑ์ใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่เป็นค่ายาถ่ายพยาธิภายนอกและพยาธิภายในก่อนเข้าทดลอง ค่าการจัดการและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ไม้กวาด อุปกรณ์เก็บอาหาร อุปกรณ์ตักอาหาร และอื่น ๆ เฉลี่ย 50.00 บาท/ตัว ค่าน้ำประปาและไฟฟ้า เฉลี่ย 1.00 บาท/ตัว/วัน ค่าดอกเบี้ยเงินลงทุน โดยคิดจากอัตราดอกเบี้ยที่สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ปล่อยกู้ให้กับสมาชิกเพื่อนำไปใช้จ่ายในการลงทุนเลี้ยงโคเนื้อ ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.00 บาท/ปี ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ โดยคำนวณจากต้นทุนที่ใช้ในการสร้างโรงเรือนจริง และโรงเรือนมีอายุการใช้งาน 20 ปี โดยคิดค่าเสื่อมแบบเส้นตรง (เท่ากันทุกปี)

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า โคนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีนรวม 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม มีต้นทุนในการผลิตและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีนรวม 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม และพบว่าต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่ (ไม่รวมค่าพันธุ์สัตว์) เป็นต้นทุนค่าอาหาร คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 81.72-83.35 (Table 6) ต้นทุนค่าอาหารส่วนใหญ่เป็นค่าอาหารหยาบ (หญ้าเนเปียร์หมัก) เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ทำในช่วงฤดูฝนทำให้หญ้าเนเปียร์หมักมีความชื้นสูงถึง 85.65 เปอร์เซ็นต์ และราคาหญ้าเนเปียร์เป็นราคาตลาดที่ส่งถึงหน้าฟาร์มในช่วงปี พ.ศ. 2558 (1.50 บาท/กก.) และเมื่อคิดในรูปวัตถุแห้ง พบว่าหญ้าเนเปียร์หมักมีราคาสูงถึง 10.45 บาทต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง ดังนั้นการเลี้ยงโคนมเพศผู้ในระยะรุ่นก่อนขุนไม่แนะนำให้ซื้อหญ้าเนเปียร์มาเลี้ยงโค เพราะจะทำให้มีต้นทุนการผลิตสูงและไม่คุ้มทุน ผู้เลี้ยงโคควรปลูกหญ้าเนเปียร์และตัดมาให้โคกินด้วยตัวเองจะทำให้ต้นทุนค่าอาหารหยาบลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง หรืออาจใช้อาหารหยาบที่มีคุณภาพดีชนิดอื่นที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นและมีราคาถูก เช่น ต้นข้าวโพดฝักอ่อน เป็นต้น

Table 6 Production costs of dairy steers fed two different intake of concentrate diet contained two different crude protein levels (body weight 225-400 kg)

Item (Baht/head)	Group 1 (16 %CP& 1.3 %BW)	Group 2 (16 %CP & 1.1 %BW)	Group 3 (18 %CP & 1.3 %BW)	Group 4 (18 %CP & 1.1 %BW)
Calf price	20,565.00	20,655.00	20,660.40	20,103.30
Total feed cost	18,836.34	17,517.30	19,940.97	17,368.71
Concentrate cost	8,560.55	6,854.88	9,433.87	7,249.93
Roughage cost	10,275.79	10,662.42	10,507.10	10,118.78
Variable cost	3,451.67	3,415.53	3,488.45	3,390.03
Fixed costs	495.90	495.90	495.90	495.90
Total cost	**43,348.91**	**42,083.73**	**44,585.72**	**41,357.94**
Feed cost per kilogram of gain	100.26	109.23	100.36	114.27
Production cost per kilogram of gain	121.27	133.62	120.42	139.83
Feed : production cost ratio	82.67	81.75	83.35	81.72

สรุป

การเลี้ยงโคนมเพศผู้ตอนในระยะโครุ่นด้วยอาหารข้นโปรตีน 16 หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.3กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม ทำให้โคมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าการให้อาหารข้นปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม และพบว่าโคนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 16 หรือ 18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นในปริมาณ 1.1 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม ดังนั้นโคนมเพศผู้ในระยะโครุ่นแนะนำให้ใช้อาหารข้นที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ และให้อาหารข้นในปริมาณ 1.3 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม ร่วมกับการให้หญ้าเน

เปียร์หมักกินอย่างเต็มที่เพื่อให้โคมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีและต้นทุนการผลิตต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายเกษตร ภายใต้ชุดโครงการฯ “การขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคไทย” และศูนย์วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้โครงการ “ส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา"

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ.2559. สรุปข้อมูลและสถิติจำนวนโคนมและเกษตรกรผู้เลี้ยงประจำปี 2559. กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

จีระชัย กาญจนพฤฒิพงศ์.2549. การจัดการฝูงโคนม.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ญาณิศชา นาเอี่ยม. 2558. ผลของการให้น้ำนมเหลือทิ้งจากการล้างสายการแปรรูปน้ำนมโคและการใช้ผลพลอยได้จากการผลิตนมถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและการสืบพันธุ์ของลูกโคนมและโคสาวทดแทน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ทวีพร เรืองพริ้ม จรัญ จันทลักขณา ผกาพรรณ สกุลมั่น และเมธา วรรณพัฒน์. 2546. การเปรียบเทียบการขุนโคนมโคเนื้อและกระบือปลัก. หน้า 363-371.*ใน*: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นัทธมน ตั้งจิตวัฒนาชัย และกฤตพล สมมาตย์. 2553. ผลของระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อคุณภาพซากในโคเนื้อพื้นเมืองไทย. แก่นเกษตร 38: 24-29.

วิโรจน์ ภัทรจินดา.2555. ทิศทางและโอกาสในการจัดการอาหารโคนม. แก่นเกษตร(ฉบับพิเศษ) 2: 26-32.

สุริยะ สะวานนท์.2551.จุลชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพด้านจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สุริยะ สะวานนท์. 2555. โคนมเพศผู้: ความเป็นไปได้ในการนำมาผลิตเนื้อโคคุณภาพ. วารสารปศุสัตว์เกษตร39(153): 32-40.

AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Chester-Jones, H. and A. DiCostanzo. 2012. Dairy beef management: Holstein feeding programs. University of Monnesota, Minneapolis, MN.

Kirkland, R.M. and D.C. Patterson. 2006. The effect of quality of grass and maize silage on the intake and performance of beef cattle. Livest. Sci. 100: 179-188.

McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 2002. Animal Nutrition. 6thed. Prentice Hall, Opper Saddle River, NI. 693 p.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. National Academy of Science, Washington, D.C.

Nishida, T., T. Suzuki, M. Odai, T. Kawashima, I. Phaophaisal, W. Sumamal, P. Pholsen, R. Narmsilee, S. Indramanee and S. Oshio. 2005. Studies on energy metabolism of cattle in Thailand. pp. 376-381. *In*: Proceedings Integrating Livestock-Crop Systems to Meet the Challenges of Globalization (AHAT/BSAS International Conference), Vol. 1, KhonKaen, Thailand.

Shinoda, M., T. Kawashima, P. Pholsen and T. Chuenpreecha. 2005. Quality and nutritive value of Napier grass silage at different growth stages and chopped or unchopped in northeast Thailand. (Online).Available: http://www.fao.org/docrep/005/X8486E/x8486e0z.htm (October 15, 2016).

Titgemeyer, E.C., J.S. Drouillard, R H. Greenwood, J.W. Ringler, D.J. Bindel, R.D. Hunter and T. Nutsch. 2004. Effect of forage quality on digestion and performance responses of cattle to supplementation with cooked molasses blocks. J. Anim. Sci. 82: 487–494.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Received 13 December 2016

Accepted 29 December 2017