

ผลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในสูตรอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อ
สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคเนื้อลูกผสมเพศผู้ตอน
**Effects of Body Conformation, Levels of Dietary Fat Content and Feeding Period on
Fattening Performance and Carcass Quality of Crossbreed Steers**

สุริยะ สะวานนท์* และพีรชิต ไชยหาญ
Suriya Sawanon* and Pheerachit Chaiyahan

Abstract

The effects of body conformation before feeding period, levels of dietary fat content and fattening period of crossbreed (*Bos indicus* × *Bos Taurus*) were determined. Body conformation of initial fattening steers (361.03 ± 19.93 kg) was classified into; 1) big body structure (BBS), 2) small body structure (SBS) and 3) the crossbreed of dairy cattle (CDC). Levels of dietary fat containing of control (C) and high fat (HF) and the fattening periods of 6 months (6 m) and 8 months (8 m) were also compared using 3 × 2 × 2 factorial in CRD. The results showed that body conformation was not different in fattening performance and carcass quality. However, the BBS was higher in skin percentage than the other groups ($P < 0.01$), while digestive system and entrails percentage of the BBS were lower ($P = 0.05$ and 0.03 , respectively). Fat feeding results showed that the dry matter daily intake at finishing period of the HF treated group was lower than the control group ($P = 0.06$). But dry matter daily intake in the total period of both groups was not significantly different. Meanwhile, KPH fat, kidney fat and back fat of the HF group was higher than in the control ($P = 0.02$, < 0.01 and 0.03 , respectively) and also marbling score of the HF group tend to be higher than the control ($P = 0.10$). The average daily gain of 8 m fattening period tend to be lower than those of 6 m ($P = 0.07$). But fat percentage in the longissimus muscle of the 8 m group was higher than the 6 m group ($P < 0.01$). Also KPH fat, kidney fat and back fat of the 8 m group were higher than those of the 6 m group ($P = 0.02$, < 0.01 and 0.05 , respectively). However, marbling scores of both groups were not significantly different.

Keywords : Body conformation, dietary fat content, fattening period, crossbreed steers

* ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus,
Nakorn Pathom 73140, Thailand

รับเรื่อง: สิงหาคม 2553

* Corresponding author : agrsusa@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาชีวิตอุปสรรคเพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนเข้าขุน ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการขุน และคุณภาพซากของโคเนื้อลูกผสม วางแผนการทดลองแบบ $3 \times 2 \times 2$ Factorial in CRD ประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลักดังนี้ ปัจจัยแรกคือความหลากหลายของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคที่เข้าขุนมี 3 ลักษณะ คือ 1) โครงร่างใหญ่ หนักหนาและยืน 2) โครงร่างเล็ก หนักแต่ตึง และ 3) โคที่มีลักษณะคล้ายโคลูกผสมที่มีสายเลือดโคนมร่วมด้วย ปัจจัยที่ 2 ระดับไขมันในอาหาร แบ่งเป็น 1) สูตรควบคุม และ 2) สูตรไขมันสูง และปัจจัยที่ 3 ระยะเวลาในการขุน แบ่งเป็น 1) ขุนนาน 6 เดือน และ 2) ขุนนาน 8 เดือน โดยใช้โคเนื้อลูกผสมสายเลือดโคเนื้อพันธุ์เมืองหนาว 50 เปอร์เซนต์ขึ้นไป เพศผู้ตอน จำนวน 36 ตัว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 361.03 ± 19.93 กิโลกรัม ผลการศึกษาพบว่าอิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคที่เข้าขุนไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก แต่โคในกลุ่ม 1 มีเปอร์เซ็นต์หนังสูงกว่าโคในกลุ่มอื่น ($P < 0.01$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักระบบทางเดินอาหาร และน้ำหนักอวัยวะภายในต่ำกว่าโคในกลุ่มอื่น ($P = 0.05$ และ 0.03 ตามลำดับ) อิทธิพลของอาหารต่อการขุนพบว่าโคที่ได้รับอาหารไขมันสูงมีปริมาณการกินได้ในช่วงสุดท้ายของการขุนมีแนวโน้มต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ($P = 0.06$) แต่ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวันตลอดระยะเวลาการขุนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามอาหารที่มีไขมันสูงจะทำให้โคมีปริมาณไขมันสะสมในร่างกายมากกว่าโคที่ได้รับอาหารควบคุมทั้งไขมันในช่องท้อง ($P = 0.02$) ไขมันหุ้มไต ($P < 0.01$) และความหนาไขมันสันหลัง ($P = 0.03$) รวมทั้งระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคในกลุ่มนี้มีแนวโน้มสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารควบคุม ($P = 0.10$) สำหรับอิทธิพลของระยะเวลาในการขุนพบว่าโคที่ขุนนาน 8 เดือนมีแนวโน้มทำให้อัตราการเจริญเติบโตตลอดระยะเวลาการขุนต่ำกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือน ($P = 0.07$) แต่โคที่ขุนนาน 8 เดือนจะส่งผลทำให้ปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายมากกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือน ($P < 0.01$) รวมทั้งไขมันในช่องท้อง ($P = 0.02$) ไขมันหุ้มไต ($P < 0.01$) และความหนาไขมันสันหลัง ($P = 0.05$) แต่ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำนำ

การผลิตเนื้อโคคุณภาพดีได้จากกระบวนการเลี้ยงและการจัดการโคขุน ให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ เพื่อให้ได้เนื้อโคที่มีความอ่อนนุ่มและแยกออกจากกันได้ง่ายเมื่อมีการบดเคี้ยว และในขณะเดียวกัน ก็ทำให้เกิดความชุ่มฉ่ำขึ้นภายในปากเมื่อเกิดการบดเคี้ยว เนื่องจากไขมันในเนื้อจะช่วยเพิ่มการหล่อลื่นของน้ำลาย นอกจากนี้ไขมันยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมีในขณะปรุงอาหารทำให้เกิดกลิ่นที่น่ารับประทาน(Jaturasitha, 2008) ในขณะที่การขุนโคคุณภาพดีในประเทศไทยส่วนใหญ่ จะใช้โคลูกผสมสายเลือดโคเมืองหนาว เช่นโคพันธุ์กำแพงแสน ซึ่งเป็นโคที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว มีผลผลิตสูงและมีคุณภาพซากดี ในขณะที่การสะสมไขมัน

แทรกในกล้ามเนื้อมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่นอาหารและการให้อาหาร (Andrae *et al.*, 2001; Felton and Kerley, 2004a; Zinn and Plascencia, 1996) อายุ และระยะเวลาในการขุน นั่นคือถ้าโคมีอายุมากขึ้นและขุนในระยะเวลาที่นานขึ้น จะทำให้มีปริมาณการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Field *et al.*, 1966; Garcia *et al.*, 1977) และในขณะเดียวกันพันธุกรรมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อประสิทธิภาพ การผลิต และคุณภาพซากของโค โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมของไขมันในกล้ามเนื้อ เนื่องจากโคลูกผสมสายเลือดโคเมืองหนาว ทั้งโคพันธุ์กำแพงแสน และโคพันธุ์ตาก เป็นโคที่ได้รับการพัฒนาพันธุ์มาไม่นานมากนัก จึงส่งผลให้ลักษณะทางโครงสร้างของโคลูกผสม สายเลือดโคเมืองหนาวที่พบมีความความหลากหลาย แต่อย่างไรก็ตามผลของลักษณะภายนอกของโคลูกผสมต่อความสามารถใน

การเจริญเติบโต และเปอร์เซ็นต์ซากของโคขุนนั้นยังไม่มี การศึกษาให้เห็นอย่างชัดเจน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปร่าง ลักษณะภายนอกของโคเนื้อลูกผสมก่อนที่จะนำเข้าขุน ระดับไขมันใน สุนทรอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อประสิทธิภาพการ ผลิต และคุณภาพซาก รวมทั้งการสะสมของไขมันแทรกใน กล้ามเนื้อ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสัตว์ทดลอง

โคลูกผสมสายเลือดเมืองหนาว (พันธุ์ซาร์เลส 50% ขึ้นไป) ที่ซื้อมาจากตลาดนัดโคกระบือ (ไม่ทราบพันธุ์ ประวัติ) เพศผู้ อายุไม่เกิน 2 ปี (ยังไม่มีฟันแท้) ไม่มีตะ โหนกมีน้ำหนักเฉลี่ย 361.03 ± 19.93 กิโลกรัม จำนวน 36 ตัว ทำการสุ่มแบ่งโคออกเป็น 3 ชุดๆ ละ 12 ตัว โคในแต่ละชุดมีน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน และมีลักษณะภายนอกที่ แตกต่างกัน 3 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว คือ โคกลุ่มที่ 1 ลูกผสมซา รเลสที่มีโครงกระดูกใหญ่ หนึ่งบริเวณลำคอดย่น (ไม่ตั้ง) โคกลุ่มที่ 2 ลูกผสมซาโรเลสที่มีโครงกระดูกเล็ก หนึ่ง บริเวณลำคอตั้งรัด และโคกลุ่มที่ 3 ลูกผสมซาโรเลสที่มี ลำตัวสั้น สะโพกเล็ก จากนั้นทำการกักโรคโคก่อนเข้าการ ทดลองเป็นเวลา 30 วัน โดยทำการฉีดวัคซีนโรคปากเท้า เปื่อย 2 ครั้ง (0 และ 21 วัน) ฉีดยาถ่ายพยาธิ ทำการตอน และเจาะเลือดเพื่อตรวจโรคทางติดต่อ ในช่วงการกักโรค และก่อนเข้าการทดลอง โคถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวและทำ การให้อาหารเป็นรายตัว โดยโคได้รับหญ้าขนสดเป็น อาหารหลัก และเสริมอาหารสูตรควบคุม 4 กิโลกรัม ต่อวัน

อาหารทดลองและการให้อาหาร

อาหารขัณฑ์มีระดับพลังงานหรือไขมันที่แตกต่าง กัน 2 สูตร โดยอาหารทั้ง 2 สูตรจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือระยะแรก ในช่วง 4 เดือนแรกของการขุน และเปลี่ยน อาหารเป็นระยะสุดท้าย หลังจาก 4 เดือนของการขุนจนถึง เข้าโรงฆ่า โดยโคจะได้รับอาหารผสมเสร็จอย่างเต็มที่ แต่ ในช่วง 2 เดือนแรกของการทดลองโคจะได้รับหญ้าขนสด (อายุการตัดประมาณ 45 วัน และมีคุณค่าทางโภชนาการ

แสดงในตารางที่ 1) วันละ 10 กิโลกรัม (3.0 กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง) ช่วงเดือนที่ 3 และ 4 โคจะได้รับหญ้าขนสด วันละ 5 กิโลกรัม (1.5 กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง) โดยให้หญ้า ขนสดก่อนและให้อาหารข้นกินอย่างเต็มที่ (ในแต่ละวัน ต้องมีอาหารเหลือในรางอาหารประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์) และในระยะสุดท้ายของการขุนให้โคได้รับอาหารผสมเสร็จ (TMR) อย่างเต็มที่ อาหารทั้ง 2 สูตรแตกต่างกันดังนี้ 1) อาหารสูตรควบคุม เป็นอาหารที่มีโภชนาการต่างๆ ตามความ ต้องการของโคเนื้อขุนที่ระบุโดย NRC(2000) โดยใช้วัตถุดิบ ที่หาได้ง่าย และมีราคาถูก และ 2) อาหารสูตรไขมันสูงที่มี ถั่วเหลืองไขมันเต็ม เป็นอาหารที่มีโภชนาการต่างๆ ตามความ ต้องการของโคเนื้อขุนที่ระบุโดย NRC(2000) ยกเว้นระดับ ไขมันที่มากกว่าที่ NRC กำหนด และเสริมวิตามินอี และ ซีลีเนียมมากกว่าความต้องการของโคขุนที่ระบุใน NRC เพื่อป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ(ตารางที่ 1) สำหรับการให้อาหาร โคได้รับอาหารผสมเสร็จกินอย่างเต็มที่วันละ 2 มื้อ คือ มื้อเช้าเวลา 08.00-09.00 น. และมื้อเย็นเวลา 16.00- 17.00 น.

การเลี้ยงและระยะเวลาในการขุน

โคถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวพื้นที่ 3×4 ตารางเมตร มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า และอ่างน้ำสะอาดให้โคกิน ตลอดเวลาอยู่ด้านหลังคอก และทำความสะอาดคอกโดย การฉีดน้ำล้างคอกทุกๆ 2 วัน โดยแบ่งระยะเวลาในการขุน โคออกเป็น 2 ระยะ คือ 1) โคที่ขุนเป็นเวลานาน 6 เดือน (180 วัน) และ 2) โคที่ขุนเป็นเวลานาน 8 เดือน (240 วัน)

การวิเคราะห์สมรรถภาพการผลิต

ทำการชั่งปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวันทั้งหญ้า ขนสด และอาหารข้น ในขณะเดียวกันก็ทำการสุ่มเก็บ ตัวอย่างอาหารทุกเดือน เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนา ะได้แก่ วัตถุดิบแห้ง โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และค่า ตามวิธีการของ AOAC (1990) ผนังเซลล์รวม (NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (ADF) ตามวิธีการของ van Soest *et al.* (1991) วิเคราะห์พลังงานรวมโดยบอมบ์ คาลอรีมิเตอร์ และโภชนาการที่ย่อยได้ทั้งหมดจากการคำนวณ ในขณะที่โค ซึ่งน้ำหนักในวันแรกของการทดลอง (0 วัน) 60, 120, 180 และ 240 วันของการขุน เพื่อนำมาใช้คำนวณการ เปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต (ADG)

ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ต่อวัน(DMI) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (G:F) ของโคกลุ่มต่างๆ

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสและยูเรียไนโตรเจนในเลือด

ทำการเจาะเลือดที่เส้นเลือดดำ Jugular vein บริเวณลำคอ โดยทำการเจาะเลือดในวันแรกของการทดลอง(ก่อนเข้าทดลอง) เมื่อขุนนาน 120 วัน และวันสุดท้ายของการขุน(ก่อนเข้าโรงฆ่า) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคส(Blood Glucose, BG) โดยวิธีการใช้ เอนไซม์ Glucose oxidase และ Peroxidase (Test kits of Biotechnical Co.Ltd, Thailand) และความเข้มข้นของ ยูเรียไนโตรเจน(Blood Urea Nitrogen, BUN) โดยวิธี Urea-Berthelot Method (Kit number RA 115-12 200/400t; Berthelot MPE, U.K.)

การวิเคราะห์ลักษณะซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลองโคถูกนำเข้าฆ่าตามแบบการฆ่าสากล(Jaturasitha, 2007) ในระหว่างการฆ่าทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้ น้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต เปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้อง เชิงกราน และหัวใจ ความหนาไขมันสันหลังบริเวณกระดูกซี่โครงคู่ที่ 11-12 ตามวิธีของ Jaturasitha(2008) วัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันโดยใช้กระดาษลอกลายแล้วนำมาวัดด้วยเครื่อง Planimeter และประเมินไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกตามมาตรฐานของ มกอช. 6001 – 2547 (Sethakul and Opatpatanakit, 2005)

การวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ

หลังจากที่ซากโคถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน(ซีกซ้ายและขวา) ทำการวัดความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิของเนื้อสันนอกบริเวณซี่โครงที่ 11 และ 12 ภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากโคถูกฆ่า(Jaturasitha, 2008) จากนั้นซากโคถูกนำเข้าแช่เย็นที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมงทำการวัดความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิที่ตำแหน่งเดิม นอกจากนี้หลังจากที่โคถูกฆ่า 1 ชั่วโมง ทำการตัดเอาเนื้อสันนอกบริเวณซี่โครงที่ 12 และ 13 เพื่อนำไปวัดสีของเนื้อด้วยเครื่อง Colormeter Minolta CR400 วิเคราะห์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาเนื้อ(Drip loss) และการ

สูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงอาหาร(Cooking loss) ตามวิธีการของ Mitsumoto *et. al.* (1995)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมด ได้แก่ ประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ มาวิเคราะห์หาความแตกต่างของอิทธิพลที่เกิดจากรูปร่างลักษณะภายนอกของโคเนื้อลูกผสมก่อนขุน ระดับไขมันในสูตรอาหาร และระยะเวลาในการขุน รวมทั้งปฏิกริยาสัมพันธ์(Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ศึกษา ตามแผนการทดลองแบบ 3×2×2 Factorial in CRD ในขณะที่ความเข้มข้นของกลูโคสและความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดนำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน(ANOVA) ของอิทธิพลเนื่องจากอาหารที่โคได้รับโดยใช้ T-test ถ้าหากข้อมูลมีความแตกต่างทางสถิติจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยมีแบบหุ่นทางสถิติ ดังนี้

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

โดยที่ Y_{ijkl} = ค่าสังเกตจากสัตว์ตัวที่ i, ลักษณะรูปร่างภายนอกที่ i, อาหารที่ j และระยะเวลาในการขุนที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยรวม

A_i = อิทธิพลของลักษณะรูปร่างภายนอกที่ i, $i = 1, 2, 3$

B_j = อิทธิพลของอาหารที่ j, $j = 1, 2$

C_k = อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนที่ k, $k = 1, 2$

AB_{ij} = อิทธิพลร่วมระหว่างลักษณะรูปร่างภายนอกและอาหารที่โคได้รับ

AC_{ik} = อิทธิพลร่วมระหว่างลักษณะรูปร่างภายนอกและระยะเวลาในการขุน

BC_{jk} = อิทธิพลร่วมระหว่างอาหารที่โคได้รับและระยะเวลาในการขุน

ABC_{ijk} = อิทธิพลร่วมระหว่างลักษณะรูปร่างภายนอก อาหารที่โคได้รับและระยะเวลาในการขุน

ε_{ijkl} = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอิทธิพลอื่น

ตารางที่ 1 ส่วนผสมในอาหาร (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสภาพแห้งในอากาศ) และคุณค่าทางโภชนาการจากการวิเคราะห์อาหาร
สูตรควบคุม อาหารสูตรไขมันสูง และหญ้าขน

วัตถุดิบ	ระยะแรก		ระยะสุดท้าย		หญ้าขน
	สูตรควบคุม	สูตรไขมันสูง	สูตรควบคุม	สูตรไขมันสูง	
กระถินบด	12.00	12.00	12.00	10.00	
กากปาล์มสกัดน้ำมัน	33.90	15.00	20.00	-	
กากปาล์มเนื้อใน	15.00	20.00	15.00	7.00	
กากปาล์มรวม	3.00	10.00	3.00	10.00	
รำข้าว	-	-	-	20.00	
มันสำปะหลัง	25.00	25.85	38.05	36.95	
กากน้ำตาล	9.00	10.00	10.00	10.00	
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	-	5.00	-	4.00	
พรีมิกซ์โคเนื้อ ^a	0.50	0.50	0.50	0.50	
ยูเรีย	0.55	0.50	0.40	0.40	
เกลือ	1.00	1.00	1.00	1.00	
กำมะถัน	0.05	0.05	0.05	0.05	
วิตามิน อี และซีลีเนียม ^b	-	0.10	-	0.10	
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	
องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)					
วัตถุแห้ง	88.87	89.77	90.19	89.6	32.31
โปรตีนรวม	11.05	10.59	10.93	9.42	6.94
ไขมันรวม	2.91	5.12	4.81	7.85	1.69
เยื่อใยรวม	9.10	8.90	8.58	5.67	30.72
เถา	6.99	6.96	6.76	6.92	4.58
โภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN)	76.95	76.72	79.32	78.21	-
ผนังเซลล์รวม (NDF)	34.80	29.79	31.02	26.48	71.25
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	21.14	19.42	19.86	16.09	42.37
พลังงานรวม (แคลอรี/กรัม)	4332.26	4472.28	4425.80	4597.28	4275.53

^a พรีมิกซ์โคเนื้อ (ต่อกิโลกรัม) : วิตามิน เอ 2.16×10^6 IU; วิตามิน ดี 4.00×10^5 IU; วิตามิน อี 5.00×10^3 IU; แมกนีเซียม 16.0 กรัม; แมงกานีส 8.5 กรัม; สังกะสี 6.4 กรัม; เหล็ก 8.0 กรัม; ทองแดง 1.6 กรัม; ไอโอดีน 800 มิลลิกรัม; โคบอลต์ 320 มิลลิกรัม; ซีลีเนียม 32 มิลลิกรัม และสารกันบูด 6.6 กรัม

^b ประกอบด้วยวิตามิน อี 1.5×10^5 IU และซีลีเนียม 90 มิลลิกรัม

ผลและวิจารณ์

สมรรถภาพการผลิต

อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนขุน ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหาร อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของโคในทุกระยะ (ตารางที่ 2) ในขณะที่การใช้อาหารไขมันสูงในระยะสุดท้ายมีแนวโน้มทำให้โคกินอาหารได้ต่ำกว่าโคที่กินอาหารควบคุม ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของโคที่ได้รับอาหารไขมันสูง มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามเมื่อคิดปริมาณการกินได้ของอาหาร อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพในการใช้อาหาร ตลอดการทดลองพบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากอาหารที่มีไขมันสูงจะไปยับยั้งการกินอาหารของโคหรือกระตุ้นให้โคเกิดการอิ่มอาหารได้เร็วกว่าอาหารที่มีไขมันต่ำ (Felton and Kerley, 2004a; Wistuba *et al.*, 2006) และในขณะเดียวกันกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบมากในถั่วเหลืองยังมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและความสามารถในการทำงานของจุลินทรีย์ ที่อยู่ในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยเยื่อใย และจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทน (Sawanon, 2008)

ระยะเวลาในการขุนมีผลต่อการเจริญเติบโตของโค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสุดท้ายของการขุน โคที่ขุนนาน 8 เดือนอัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มต่ำกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือน เนื่องจากในช่วงแรกของการขุน น้ำหนักของโคที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อ และกระดูก แต่ในช่วงท้ายของการขุน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่มาจากการเพิ่มขึ้นของไขมัน โดยปกติการสังเคราะห์ไขมันเพื่อสะสมไว้ในร่างกายจะเกิดขึ้นได้ในอัตราที่ช้ากว่า และต้องใช้โภชนา (พลังงาน) มากกว่าการสังเคราะห์โปรตีน ดังนั้นเมื่อระยะเวลาในการขุนนานขึ้นจะส่งผลให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคช้าลงเรื่อยๆ

(Chauychuwong, 1997; Zinn *et al.* 1970)

ความเข้มข้นของกลูโคสและยูเรียไนโตรเจนในเลือด

ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดโค ที่ได้รับอาหารควบคุมหรืออาหารไขมันสูงในทุกระยะของการผลิตมีความเข้มข้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยปกติปริมาณกลูโคสในเลือดโคอยู่ในช่วง 56-76 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Ndlovu *et al.*, 2007) ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงสภาวะสมดุลพลังงานในร่างกายสัตว์ ในขณะที่การทดลองนี้ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดโคอยู่ในช่วง 77.68-91.19 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร แสดงให้เห็นว่าโคมีพลังงานมากพอต่อความต้องการของร่างกาย โดยที่กลูโคสเหล่านี้สัตว์จะนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานและกลูโคสส่วนที่เหลือสัตว์จะนำไปใช้ในการสังเคราะห์เป็นกรดไขมันเพื่อสะสมในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Ganong, 1991)

ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดโคเมื่อขุนนาน 120 วัน และวันสุดท้ายของการขุน พบว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมมีความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงกว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 3) เนื่องจากโคที่ได้รับอาหารไขมันสูง มีแนวโน้มในการกินอาหารได้ต่ำกว่าอาหารควบคุม (ตารางที่ 2) และในขณะเดียวผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาในอาหารไขมันสูง พบว่ามีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าอาหารควบคุม (ตารางที่ 1) นั้น แสดงให้เห็นว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง มีปริมาณการกินได้ของโปรตีน (ระยะแรกและระยะสุดท้ายเท่ากับ 896.4 และ 914.6 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) ต่ำกว่าโคในกลุ่มควบคุม (ระยะแรกและระยะสุดท้ายเท่ากับ 925.0 และ 1186.7 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) นอกจากนี้วัตถุดิบที่ใช้ในอาหารไขมันสูง เช่นถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ผ่านมาความร้อนมีอัตราการไหลผ่านของไนโตรเจน และไขมันได้ดี (Sawanon, 2008) ดังนั้นโคที่กินอาหารสูตรไขมันสูงจึงอาจมีการหมักย่อยโปรตีน ในกระเพาะรูเมนได้น้อยกว่าเป็นผลทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนต่ำและถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดได้น้อยตามมาด้วย

ตารางที่ 2 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนเข้าขุน ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตของโคนี้อูเพศผู้ตอน

รายการ ^a	รูปร่างลักษณะภายนอก ^b			ไขมันในอาหาร		ระยะเวลาในการขุน		P-value		
	1	2	3	ควบคุม	ไขมันสูง	6 เดือน	8 เดือน	รูปร่าง	ไขมัน	ระยะขุน
ระยะแรก (120 วันแรกของการขุน)										
DMI (kg/d)	10.61	10.38	10.27	10.39	10.44	10.62	10.21	0.73	0.90	0.27
ADG (kg/d)	1.25	1.20	1.14	1.19	1.20	1.21	1.17	0.37	0.85	0.53
Gain : Feed	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.53	0.82	0.93
ระยะสุดท้าย (120 วัน ถึงสิ้นสุดการทดลอง)										
DMI (kg/d)	8.50	9.49	9.07	9.55	8.49	9.19	8.85	0.33	0.06	0.52
ADG (kg/d)	1.02	1.06	1.02	1.11	0.96	1.11	0.95	0.92	0.11	0.10
Gain : Feed	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.89	0.55	0.11
ตลอดการทดลอง										
DMI (kg/d)	9.64	9.95	9.71	9.98	9.54	10.02	9.51	0.79	0.26	0.21
ADG (kg/d)	1.15	1.13	1.08	1.15	1.09	1.18	1.06	0.58	0.32	0.07
Gain : Feed	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.42	0.66	0.12

^a DMI คือปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ต่อวัน, ADG คืออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน และ Gain : Feed คือประสิทธิภาพในการใช้อาหาร

^b 1 คือโครงร่างใหญ่ หนึ่งบริเวณลำคอย่น, 2 คือโครงร่างเล็ก หนึ่งบริเวณลำคอตั้งรัด และ 3 คือลำตัวสั้น สะโพกเล็ก

ตารางที่ 3 อิทธิพลของระดับไขมันในอาหารต่อความเข้มข้นของกลูโคสและยูเรียในโตรเจนในเลือดโค (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)

รายการ	ไขมันในอาหาร		T-test
	อาหารควบคุม	อาหารไขมันสูง	
กลูโคสในเลือด : เริ่มต้นทดลอง (0 วัน)	77.68	84.74	0.30
120 วัน	85.27	91.19	0.13
วันสุดท้ายของการขุน	80.77	82.48	0.66
ยูเรียในโตรเจนในเลือด : เริ่มต้นทดลอง (0 วัน)	9.21	6.69	0.10
120 วัน	14.56	10.73	0.001
วันสุดท้ายของการขุน	5.44	3.18	0.001

ลักษณะซากโค

รูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนขุน ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน ไขมันหุ้มไตหรือไขมันในช่องท้อง ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และปริมาณไขมันแทรก ดังแสดงในตารางที่ 4 แต่โคที่มีโครงกระดูกใหญ่ (กลุ่ม 1) มีเปอร์เซ็นต์ของหนังมากกว่าโคกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในทางตรงกันข้ามโคที่มีโครงกระดูกใหญ่มีอัตราส่วนของเครื่องในรวม และระบบทางเดินอาหารน้อยกว่าโคกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นั้นแสดงให้เห็นว่าโคที่มีโครงสร้างใหญ่หนังหนาและหย่อนยานเมื่อนำมาขุนแล้วจะทำให้มีปริมาณหนังมากด้วย

ลักษณะซากโคที่ได้รับอาหารไขมันสูงมีเปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต ไขมันในช่องท้อง และความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ในขณะที่ปริมาณไขมันแทรกก็มีแนวโน้มสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารควบคุม เนื่องจากการสะสมไขมันในร่างกายสัตว์จะเริ่มมีการสะสมในช่วงแรก ที่เซลล์ไขมันรอบๆอวัยวะภายในช่องท้องก่อน และเมื่อสัตว์ได้รับพลังงานมากขึ้นการสะสมไขมันจะเพิ่มมากขึ้นที่ได้ผิวหนังและระหว่างมัดกล้ามเนื้อ (Felton and Kerley (2004a, b) นั้นแสดงให้เห็นว่าการเสริมไขมันในรูปของถั่วเหลืองไขมันเต็มทำให้มีการสะสมไขมันในช่องท้อง และไขมันใต้ผิวหนังเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการสะสมไขมันในระหว่างมัดกล้ามเนื้อนั้นยังไม่เห็นผลชัดเจน

การขุนโคนาน 6 เดือน หรือ 8 เดือน ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากหนัง และเครื่องใน แต่โคที่ขุนนาน 8 เดือน

มีเปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต ไขมันในช่องท้อง และความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและปริมาณไขมันแทรกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มระยะเวลาขุนจาก 180 วัน ไปเป็น 240 วัน ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้โคลูกผสมชาโรเลส์มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจน

คุณภาพเนื้อ

รูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนเข้าขุน ระดับไขมันในอาหารและระยะเวลาการขุนไม่มีผลทำให้คุณภาพของเนื้อสันนอก ในแต่ละลักษณะเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 5) เช่นความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิหลังการฆ่า (1 ชั่วโมง) หรือเมื่อแช่เย็นที่ 2-4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง อัตราการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา อัตราการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงอาหาร และค่าสีของเนื้อในรูปของ L^* a^* และ b^* เนื่องจากการผลิตโคขุนปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ ได้แก่ พันธุ์โค และชนิดของอาหารที่โคได้รับ เช่นได้รับอาหารข้นหรืออาหารหยาบ (จุฑารัตน์ และ ญาณิน, 2548) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ โคทุกกลุ่มจะได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบในสัดส่วนที่เท่ากัน ดังนั้นจึงชี้ให้เห็นว่าการขุนโคลูกผสมชาโรเลส์ ที่มีลักษณะรูปร่างภายนอกที่แตกต่างกัน และได้รับอาหารที่มีไขมันแตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อ นอกจากนี้การเพิ่มระยะเวลาในการขุนก็ไม่ทำให้คุณภาพของเนื้อเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน

ตารางที่ 4 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนเข้าขุน ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อ ลักษณะซากของโคเนื้อเพศผู้ตอน

รายการ	รูปร่างลักษณะภายนอก ^a			ไขมันในอาหาร		ระยะเวลาในการขุน		P-value		
	1	2	3	ควบคุม	ไขมันสูง	6 เดือน	8 เดือน	รูปร่าง	ไขมัน	ระยะขุน
ซากอ่อน (%)	57.06	55.86	56.38	56.23	56.65	56.29	56.58	0.30	0.49	0.63
หนัง (%)	7.50 ^z	6.67 ^y	6.52 ^y	6.77	7.03	6.78	7.02	0.001	0.20	0.22
อวัยวะในช่องท้อง (%)	17.28 ^y	19.97 ^z	18.56 ^{yz}	18.58	18.63	18.46	18.75	0.03	0.95	0.71
กระเพาะและลำไส้ (%)	13.38 ^y	15.79 ^z	14.38 ^{yz}	14.73	14.31	14.57	14.47	0.05	0.59	0.90
ไขมันหุ้มไต (%)	1.78	1.92	2.12	1.69 ^y	2.19 ^z	1.72 ^y	2.15 ^z	0.16	0.001	0.001
ไขมันในช่องท้อง (%)	5.72	5.95	6.12	5.42 ^y	6.44 ^z	5.43 ^y	6.44 ^z	0.72	0.02	0.02
ความหนาไขมันสันหลัง (ซม.)	1.20	1.20	1.13	1.03 ^y	1.32 ^z	1.04 ^y	1.31 ^z	0.86	0.03	0.05
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน(ซม.)	128.44	126.30	123.63	125.43	126.82	123.26	128.99	0.81	0.82	0.36
ระดับไขมันแทรก ^b	2.25	2.33	2.33	2.17	2.44	2.22	2.39	0.89	0.10	0.31

^a คือโครงร่างใหญ่ หนึ่งบริเวณลำคออ่อน, 2 คือโครงร่างเล็ก หนึ่งบริเวณลำคอตึงรัด และ 3 คือลำตัวสั้น สะโพกเล็ก

^b มีหน่วยวัดเริ่มต้นที่ 1 คือมีไขมันแทรกน้อยมาก จนถึงระดับที่ 5 คือมีไขมันแทรกสูงที่สุด

^{y, z} อักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P < 0.05$

ตารางที่ 5 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนเข้าขุน ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อ คุณภาพเนื้อสันนอก (*Lomgissimus dorsi*) ของโคเนื้อเพศผู้ตอน

รายการ	รูปร่างลักษณะ ภายนอก ^a			ไขมันในอาหาร		ระยะเวลาในการ ขุน		P-value		
	1	2	3	ควบคุม	ไขมันสูง	6 เดือน	8 เดือน	รูปร่าง	ไขมัน	ระยะขุน
ความเป็นกรด-ด่าง										
หลังฆ่า 1 ชั่วโมง	6.89	6.96	7.00	6.90	6.99	6.97	6.93	0.34	0.18	0.56
หลังฆ่า 24 ชั่วโมง	5.79	5.86	6.07	5.94	5.87	5.92	5.90	0.19	0.61	0.86
อุณหภูมิ (°C)										
หลังฆ่า 1 ชั่วโมง	38.60	38.30	38.18	38.19	38.53	38.28	38.44	0.58	0.33	0.64
หลังฆ่า 24 ชั่วโมง	6.40	6.41	6.63	6.53	6.43	6.17	6.79	0.91	0.83	0.21
การสูญเสีย (%)										
ระหว่างปรุงอาหาร	6.37	5.92	5.20	5.71	5.96	5.65	6.02	0.63	.80	0.71
ระหว่างเก็บรักษา	2.65	3.12	2.65	3.03	2.59	2.61	3.00	0.74	0.44	0.49
สีของเนื้อ										
L* color	29.17	28.31	29.61	29.25	28.81	29.77	28.29	0.38	0.57	0.07
a* color	14.41	14.17	13.28	13.88	14.03	13.56	14.34	0.21	0.77	0.16
b* color	1.48	1.87	1.81	1.62	1.83	1.89	2.55	0.80	0.69	0.12

^a คือโครงร่างใหญ่ หนึ่งบริเวณลำคออ่อน, 2 คือโครงร่างเล็ก หนึ่งบริเวณลำคอตึงรัด และ 3 คือลำตัวสั้น สะโพกเล็ก

สรุป

รูปร่างลักษณะภายนอกของโคก่อนเข้าขุน และการเสริมไขมันในรูปของถั่วเหลืองไขมันเต็ม ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของโคขุนอย่างชัดเจน ทั้งอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักสุดท้าย และปริมาณการกินได้ รวมทั้งระดับของกลูโคส ยกเว้นระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดในวันที่ 120 และวันสุดท้ายของการขุนของโคที่ได้รับอาหารสูตรเพิ่มไขมันมีระดับยูเรียไนโตรเจนต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ส่วนโคที่มีโครงกระดูกใหญ่เมื่อนำมาขุน ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ซากหลังการขุนสูงกว่าโคกลุ่มอื่น ในขณะที่โคที่มีโครงกระดูกเล็กมีเปอร์เซ็นต์ของอวัยวะภายใน และกระเพาะรูเมนกับลำไส้สูงกว่าโคในกลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามรูปร่างลักษณะภายนอกก่อนเข้าขุน และการเสริมไขมันในรูปของถั่วเหลืองไขมันเต็ม ทำให้การสะสมไขมันในร่างกายเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ในขณะที่การขุนโคที่นานขึ้น(8 เดือน) ทำให้อัตราการเจริญเติบโตในช่วงท้ายช้าลง แต่มีการสะสมไขมันในร่างกายเพิ่มมากขึ้น ยกเว้นไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำกัด ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Andrae, J. G., S. K. Duckett, C. W. Hunt, G. T. Pritchard and F. N. Owens. 2001. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. J. Anim. Sci. 79: 582-588.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 5th ed. Association of Official Analysis Chemists, Inc., Virginia.
- Chauychuwong, N. 1997. A comparative study of fattening performance, carcass quality and economics return of the 5 beef breeds available in Thailand. Ph.D. Thesis, The Graduate School, Kasetsart University, Bangkok. 118 p. (in Thai)
- Felton, E. E. D. and M. S. Kerley. 2004a. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. J. Anim. Sci. 82: 1794-1805.
- Felton, E. E. D. and M. S. Kerley. 2004b. Performance and carcass quality of steers fed whole raw soybeans at increasing inclusion levels. J. Anim. Sci. 82: 725-732.
- Field, R. A. , G. E. Nelms and C. O. Schoonover. 1966. Effects of age, marbling and sex on palatability of beef. J. Anim. Sci. 25: 360-366.
- Ganong, W.F. 1991. Review of Medical Physiology. 5th ed., Prentice-Hall International, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 754 p.
- Garcia-de-Siles, J. L., J. H. Ziegler and L. L. Wilson. 1977. Effect of marbling and conformation scores on quality and quantity characteristics of steer and heifer carcasses. J. Anim. Sci. 44: 36-46.
- Jaturasitha, S. 2007. Meat Management. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 170 p. (in Thai)
- Jaturasitha, S. 2008. Meat Technology. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 335 p. (in Thai)
- National Research Council (NRC). 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th Revised Edition, National Academy Press, Washington, DC.

- Ndlovu, T., M. Chimonyo, A.I. Okoh, V. Muchenje, K. Dzama and J.G. Raats. 2007. Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. *Afr. J. Biotechnol.* 6 (24): 2727-2734.
- Sawanon, S. 2008. Microbiology and Microbial Biotechnology in the Rumen. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakorn Pathom. 249 p. (in Thai)
- Sethakul, J. and Y.Opatpatanakit, 2005. Meat Quality Under the Production and Marketing System in Thailand. Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok. (in Thai)
- Van Soest, P., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Wistuba, T. J., E. B. Kegley, and J. K. Apple. 2006. Influence of fish oil in finishing diets on growth performance, carcass characteristics, and sensory evaluation of cattle. *J. Anim. Sci.* 84: 902-909.
- Zinn, D. W., R. M. Durham and H. B. Hedrick. 1970. Feedlot and carcass grade characteristics of steers and heifer as influenced by days on feed. *J. Anim. Sci.* 31: 302-306.
- Zinn R. A. and A. Plascencia. 1996. Effects of Forage Level on the Comparative Feeding Value of Supplemental Fat in Growing-Finishing Diets for Feedlot Cattle. *J. Anim. Sci.* 74: 1194-1201.