ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)

ปริญญา

การผลิตสัตว์ | สัตวบาล

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสม

Influences of Body Conformation, Dietary fat levels and Feeding Period on Feedlot Performances, Carcass Qualities and Production Cost of Crossbred Beef Cattle

นามผู้วิจัย นายพีรชิต ไชยหาญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยะ สะวานนท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ .... **เดือน** .... **พ.ศ.** ....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสม

Influences of Body Conformation, Dietary fat levels and Feeding Period on Feedlot Performances, Carcass Qualities and Production Cost of Crossbred Beef Cattle

โดย

นายพีรชิต ไชยหาญ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พีรชิต ไชยหาญ 2553: อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์) สาขาวิชาการผลิตสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยะ สะวานนท์, Ph.D. 90 หน้า

ปัจจัยที่สำคัญต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อประกอบด้วยพันธุ์ อาหาร และการจัดการ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความหลากหลายของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสม ทำการวางแผนการทดลองแบบ 3×2×2 Factorial in RCBD ประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลักดังนี้ ปัจจัยแรกคือความหลากหลายของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคที่เข้าขุนมี 3 ลักษณะ คือ 1) โครงร่างใหญ่ หนังหนา 2) โครงร่างเล็ก หนังตึง และ 3) โคที่มีลักษณะแตกต่างจากทั้ง 2 กลุ่ม ปัจจัยที่ 2 ระดับไขมันในอาหาร แบ่งเป็น 1) สูตรควบคุม (มีโภชนะตามความต้องการของโคเนื้อ) และ 2)สูตรไขมันสูง (มีไขมันสูงกว่าสูตรควบคุมมากกว่า 50 %) และปัจจัยที่ 3 ระยะเวลาการขุน แบ่งเป็นการขุนที่ 6 และ 8 เดือน โดยใช้โคเนื้อลูกผสมสายเลือดโคเนื้อพันธุ์เมืองหนาว 50 % ขึ้นไป จำนวน 36 ตัว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 361.03±19.93 กิโลกรัม ผลการศึกษาพบว่า อิทธิพลของความหลากหลายของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคที่เข้าขุนไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก แต่โคในกลุ่ม 1 มีเปอร์เซ็นต์หนังสูงกว่าโคในกลุ่มอื่น ($P<0.01$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ระบบทางเดินอาหาร และน้ำหนักอวัยวะภายในต่ำกว่าโคในกลุ่มอื่น ($P=0.05$ และ 0.03 ตามลำดับ) นอกจากนั้นโคในกลุ่มที่ 1 ยังให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด อิทธิพลของอาหารต่อการขุนพบว่าโคที่ได้รับอาหารไขมันสูงมีแนวโน้มของปริมาณการกินได้ในช่วง 120 วันแรกของการขุนต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ($P=0.06$) แต่ปริมาณการกินได้ตลอดระยะการขุนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามอาหารที่มีไขมันสูงจะทำให้โคมีปริมาณไขมันสะสมในร่างกายมากกว่าโคที่ได้รับอาหารควบคุมทั้งไขมันในช่องท้อง (KPH fat) ($P=0.02$) ไขมันหุ้มไต ($P<0.01$) และความหนาไขมันสันหลัง ($P=0.03$) รวมทั้งระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคในกลุ่มนี้มีแนวโน้มสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารควบคุม ($P=0.10$) แต่อย่างไรก็ตามโคที่ได้รับอาหารไขมันสูงให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารควบคุม สำหรับอิทธิพลของระยะเวลาในการขุนพบว่าโคที่ขุนนาน 8 เดือนมีแนวโน้มทำให้อัตราการเจริญเติบโตตลอดระยะการขุนต่ำกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือน ($P=0.07$) แต่โคที่ขุนนาน 8 เดือนมีปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายมากกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือน ($P<0.01$) รวมทั้งไขมันในช่องท้อง ($P=0.02$) ไขมันหุ้มไต ($P<0.01$) และความหนาไขมันสันหลัง ($P=0.05$) แต่ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือนจะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าโคที่ขุนนาน 8 เดือน

__________________ __________________ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pheerachit Chaiyaharn 2010: Influences of Body Conformation, Dietary fat levels and Feeding Period on Feedlot Performances, Carcass Qualities and Production Cost of Crossbred Beef Cattle. Master of Science (Animal Production), Major Field: Animal Production, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Suriya Sawanon, Ph.D. 90 pages.

Breeds, feed and management are important factors that attribute to accumulate the intramuscular fat. Therefore, the research objective was to study the diversity of body conformation, dietary fat levels and fattening period of crossbreeds between Bos indicus and Bos Taurus. Three body conformation of cross breed beef cattle (361.03±19.93 kg) comprised of; 1) Big Body Structure (BBS), 2) Small Body Structure (SBS) and 3) Body Structure Different to the previous appearance (BSD). Dietary fat levels were 1) Control (C) and 2) High fat (>50 %; HF) Fattening periods were 1) 8 month (8 m) and 2) 6 month (6 m) Statistical analysis was tested under 3×2×2 Factorial in Randomized Completely Block Design. Results of body conformation was not affected on performance and carcass quality. However the BBS contained higher skin percent than the other groups (P<0.01) but digestive system and entrails weigh were lower than the other groups (P=0.05 and 0.03, respectively). Furthermore, the profit of BBS was higher than the other groups. Influence of dietary fat levels showed that the daily feed intake at 0–120 d of the HF group trended to be lower than the control group (P=0.06). But daily feed intake of overall period of both groups was not significantly different. Meanwhile, KPH fat, kidney fat and back fat of HF group were higher than the C group (P=0.02, <0.01 and 0.03, respectively) and also marbling score of HF group trended to be higher than the C group (P=0.10). However the profit of the HF group was lower than the C group. Average daily gain of 8 m fattening was period trended to be lower than 6 m (P=0.07). But fat percent in longissimus muscle of 8 m higher than the 6 m group (P<0.01). Also KPH fat, kidney fat and back fat of 8 m group were higher than the 6 m group (P=0.02, <0.01 and 0.05, respectively). However marbling score of both cattle groups were not significantly different (P=0.31). Furthermore the profit of 6 m group fattening period had been better 8 m group.

_______________________________ _______________________________ ____ / ____ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุริยะ สะวานนท์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจน รองศาสตราจารย์ จีระชัย กาญจนพฤฒิพงศ์ ประธานกรรมการสอบ และ รองศาสตราจารย์ พิพัฒน์ สมภาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสหกรณ์โคเนื้อ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนจำกัดที่ให้ทุนสนับสนุนงบประมาณด้านการทดลอง ทำให้งานวิจัยสามารถดำเนินไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทุกท่านที่ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือข้าพเจ้าตลอดมา ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ซากโค

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบุคคลอันเป็นที่รักยิ่งคือ คุณพ่อประสาทวิทย์ ไชยหาญ ที่เป็นผู้จุดประกาย และเป็นแรงผลักดันให้ข้าพเจ้าก้าวต่อไป พร้อมกับ คุณแม่จิราพรรณ ไชยหาญ ที่คอยสนับสนุน ส่งเสริมการศึกษาของข้าพเจ้าด้วยดีมาตลอด ขอบคุณกำลังใจและความช่วยเหลือทั้งหลายจากเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในภาควิชาสัตวบาล เจ้าหน้าที่ธุรการ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พีรชิต ไชยหาญ

มกราคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	40
สรุปและข้อเสนอแนะ	62
สรุป	62
ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ภาคผนวก	75
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบลักษณะ และคุณสมบัติของโคเนื้อตระกูลเมืองหนาวกับเมืองร้อน	6
2	ส่วนผสมในอาหาร และองค์ประกอบทางโภชนะของสูตรอาหารทั้งสองสูตร	28
3	อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อสมรรถภาพการผลิต	43
4	อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อสมรรถภาพการผลิต	44
5	อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อ	45
6	อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อคุณภาพซาก	47
7	อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อคุณภาพของเนื้อโค	48
8	อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อคุณภาพซาก	51
9	อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อคุณภาพของเนื้อโค	52
10	อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อคุณภาพซาก	54
11	อิทธิพลของระยะเวลาการขุนต่อคุณภาพของเนื้อโค	55
12	อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อองค์ประกอบทางชีวะเคมีของเลือดโค	58
13	อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อต้นทุนการผลิต รายรับ และผลตอบแทน ทางเศรษฐกิจ	59
14	อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อต้นทุนการผลิต รายรับ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	60
15	อิทธิพลของระยะเวลาการขุนต่อต้นทุนการผลิต รายรับ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	61

ตารางผนวกที่		
1	สัดส่วนโคในวันแรกของการขุน	76
2	สัดส่วนโควันที่ 120 ของการขุน	77
3	สัดส่วนโคในวันสุดท้ายของการขุน	78
4	สมรรถภาพการผลิตของโคขุน	79
5	คุณภาพซากของโคขุน	81
6	คุณภาพของเนื้อโคขุน	83
7	ต้นทุนการผลิต	89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของโคพันธุ์บราห์มัน	5
2	ลักษณะของโคพันธุ์ชาร์โรเลส์	6
3	ลักษณะของโคพันธุ์กำแพงแสน	7
4	ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ	11
5	แผนภูมิการย่อยไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	17
6	การเกิด Lipid peroxidation แบบที่เกิดขึ้นได้เอง	22
7	กลไกการต่อต้านอนุมูลอิสระของวิตามินอี	23

ภาพผนวกที่

1	รูปโคในกลุ่มที่ 1 ก่อนการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง)	85
2	รูปโคในกลุ่มที่ 1 หลังการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง)	85
3	โคในกลุ่มที่ 2 ก่อนการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง)	86
4	โคในกลุ่มที่ 2 หลังการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง)	86
5	โคในกลุ่มที่ 3 ก่อนการขุน (โครูปร่างภายนอกที่แตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม)	87
6	โคในกลุ่มที่ 3 หลังการขุน (โครูปร่างภายนอกที่แตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม)	87
7	ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ระดับที่ 2	88
8	ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ระดับที่ 3	88

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสม

Influences of Body Conformation, Dietary fat levels and Feeding Period on Feedlot Performances, Carcass Qualities and Production Cost of Crossbred Beef Cattle

คำนำ

ค่านิยมการบริโภคเนื้อโคในบ้านเราเริ่มจากการบริโภคเนื้อโคของชาวต่างชาติที่นิยมบริโภคเนื้อโคที่มีไขมันแทรก (Marbling) มาก และปัจจุบันการบริโภคเนื้อโคที่มีคุณภาพดีมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากการขยายตัวของประชากรที่มีรายได้สูงขึ้นส่งผลให้ค่านิยมในการบริโภคเนื้อโคที่มีคุณภาพดีเพิ่มมากขึ้นตามมา แต่เนื่องจากเกษตรกรไทยยังไม่สามารถผลิตเนื้อโคที่มีคุณภาพสูงได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ทำให้ต้องมีการนำเข้าเนื้อโคที่มีคุณภาพดีจากต่างประเทศปีละค่อนข้างมาก กรมปศุสัตว์ (2551) ในปี พ.ศ. 2550 รายงานว่าประเทศไทยนำเข้าเนื้อโครวมกว่า 1,921.46 ตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 310.91 ล้านบาท โดยส่วนใหญ่ เป็นการนำเข้าเนื้อโคจากประเทศออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และอาร์เจนตินา

แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าโคลูกผสมที่มีสายพันธ์โคเมืองหนาว เช่นโคพันธุ์กำแพงแสนเป็นโคที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว มีผลผลิตสูง และมีคุณภาพซากดี แต่มีไขมันแทรกน้อย ขณะที่ไขมันแทรกจะมีผลต่อความนุ่มของเนื้อ เนื่องจากไขมันมีโครงสร้างที่อ่อนนุ่มเมื่อไปแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อย่อมทำให้โครงสร้างของเนื้อมีความแข็งแรงลดลง นอกจากนั้นแผ่นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่หุ้มรอบมัดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Perimysium) ที่มีไขมันมากจะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อแยกจากกันได้ง่ายเมื่อเคี้ยว และไขมันที่แทรกอยู่ในเนื้อจะส่งผลให้ปากรู้สึกถึงความนุ่มของเนื้อ ทำให้เกิดความชุ่มฉ่ำขึ้นในปากเนื่องจากไขมันช่วยเพิ่มการไหลเวียนของน้ำลาย และช่วยในการบดเคี้ยว พร้อมกับลดการสูญเสียของน้ำขณะที่ปรุงอาหาร ความชุ่มฉ่ำของเนื้อยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความนุ่มของเนื้อ นอกจากนั้นไขมันยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นที่น่ารับประทานได้ด้วย (สัญชัย, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามแม้ว่าประเทศไทยประสบความสำเร็จในการการพัฒนาพันธุ์โคให้มีสมรรถภาพการผลิตสูง อัตราการเจริญเติบโตเร็ว และมีผลผลิตสูง เช่นโคพันธุ์กำแพงแสนที่เป็นโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาว แต่การศึกษาทางด้านคุณภาพซากของเนื้อโคในบ้านเรายังมีไม่มากนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มไขมันในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซาก โดยเฉพาะไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ พร้อมกับการศึกษาอิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอก และระยะเวลาในการขุนโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก ปริมาณไขมันแทรก และต้นทุนในการผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตโคขุนคุณภาพดีโดยเฉพาะโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคขุนในประเทศไทย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคลูกผสมสายพันธุ์เมืองหนาวก่อนการเข้าขุน ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก การสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสัน และต้นทุนการผลิต

2. เพื่อศึกษาระดับไขมันในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก การสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสัน และต้นทุนการผลิต

3. เพื่อศึกษาระยะเวลาในการขุน ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก การสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสัน และต้นทุนการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. โคเนื้อ

การเลี้ยงโคเริ่มจากในอดีตโคเป็นสัตว์ป่าที่มนุษย์ล่ามาทำเป็นอาหาร ต่อมาเมื่อมนุษย์มีการเรียนรู้ในการเพราะปลูกเพื่อการดำรงชีพ จึงมีการริเริ่มนำโคมาเลี้ยงเพื่อใช้แรงงานในการไถพรวน รวมถึงเพื่อการบริโภคด้วย เชื่อกันว่าต้นตระกูลโคบ้านตระกูลยุโรป (*Bos taurus*) คือโคป่าที่เรียกว่า ออรอชส์ (Aurochs) ซึ่งสูญพันธุ์ไปแล้วตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 แต่พบหลักฐานจากโครงกระดูก และภาพวาดตามผนังถ้ำทำให้ทราบว่าเป็นโคที่มีขนาดสูงใหญ่ เขายาว และไม่มีตะโหนก ส่วนโคในตระกูลเอเชียนั้นเชื่อกันว่าถือกำเนิดในประเทศอินเดีย และปากีสถาน ซึ่งเป็นโคที่มีลักษณะของหนัง เหนียงคอ และสะดือหย่อนยาน ประกอบกับมีตะโหนกขนาดใหญ่ เรียกโคพวกนี้ว่า ซีบู (Zebu) ดังนั้นจากลักษณะข้อแตกต่างที่ทำให้สามารถแบ่งแยกโคทั้ง 2 กลุ่มออกจากกันได้คือการมีและไม่มีตะโหนก ซึ่งในทางสัตววิทยาได้จัดหมู่เหล่าของโคไว้ดังนี้ (ปรารถนา, 2548ก)

Kingdom Animalia		สัตว์
Phylum Chordata		สัตว์มีกระดูกสันหลัง
Class Mammalia		สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
Order Artiodactyla		สัตว์กีบคู่
Sub-order Ruminantia		สัตว์เคี้ยวเอื้อง
Family Bovidae		มีเขากลวง
Genus Bos		โค (รวมถึงโคป่าด้วย)
Speicies	1. *indicus*	มีตะโหนก (โคเมืองร้อน)
	2. *taurus*	ไม่มีตะโหนก (โคเมืองหนาว)

2. พันธุ์โคเนื้อ

พันธุ์โค หมายถึงกลุ่มของโคที่มีความเกี่ยวพันกันโดยสายเลือดอันเนื่องมาจากการมีบรรพบุรุษร่วมกัน และมองเห็นได้ว่ามีความคล้ายคลึงกันในหลายลักษณะ และมีความแตกต่างกันอย่างแยกได้ชัดจากโคพันธุ์อื่น โคขุนลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่พบในบ้านเราส่วนมากจะมีส่วนประกอบของสายพันธุ์โคบราห์มันที่เป็นโคเมืองร้อน (*Bos indicus*) และชาร์โรเลส์ที่เป็นโค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สายพันธุ์โคเมืองหนาว (*Bos taurus*) แต่ก็มีระดับสายพันธุ์แตกต่างกันไป และนอกจากนั้นยังอาจมีลูกผสมโคนมกับโคชาร์โรเลส์ด้วย

2.1 พันธุ์บราห์มัน

โคบราห์มัน เป็นโคอินเดีย หรือโคเมืองร้อนที่ได้รับการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์ขึ้นในสหรัฐอเมริกา กล่าวกันว่าพันธุ์ที่ใช้ประกอบกันขึ้นเป็นโคบราห์มันนี้ ได้แก่ กุสเซอร์รัส (Guzerat) เนลลอร์ (Nellore) กีรร์ (Gyr) และกฤษณะ (Krishna valley) โคบราห์มันมีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 998.5 กรัมต่อวัน เป็นโคที่มีโครงร่างไม่ใหญ่ไม่เล็กจนเกินไป มีลำตัวขนาดปานกลาง (ภาพที่ 1) ตัวผู้มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 727 – 1,000 กิโลกรัม ตัวเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 455-637 กิโลกรัม (ปฐพีชล, 2548)

ภาพที่ 1 ลักษณะของโคพันธุ์บราห์มัน
ที่มา: พิสิท (2548)

2.2 พันธุ์ชาร์โรเลส์

โคพันธุ์ชาร์โรเลส์ เป็นโคสายพันธุ์โคเมืองหนาว มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศฝรั่งเศส มีสีขาวครีมตลอดทั้งตัว รูปร่างมีลักษณะเป็นสีเหลี่ยมผืนผ้า ขาสั้น ลำตัวกว้าง ยาว และลึก มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้ามเนื้อตลอดทั้งตัว เป็นโคที่มีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 2) มีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 1300 กรัมต่อวัน เพศผู้เมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 1,100 กิโลกรัม เพศเมียเมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 700 – 800 กิโลกรัม (ยอดชาย, 2546)

ภาพที่ 2 ลักษณะของโคพันธุ์ชาร์โรเลส์
ที่มา : จิตกร (มมป.a)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะ และคุณสมบัติของโคเนื้อตระกูลเมืองหนาวกับเมืองร้อน

โคเมืองหนาว (Bos taurus)	**โคเมืองร้อน (Bos indicus)**
ไม่มีตะโหนก	มีตะโหนก
แนวสันหลังตรง	แนวสันหลังแอ่นเล็กน้อย
มีเหนียงคอเพียงเล็กน้อย	มีเหนียงคอ และเหนียงท้องหย่อนยาน
มีขนยาว	มีขนเกรียน
อัตราการเจริญเติบโตสูงมาก	อัตราการเจริญเติบโตไม่สูงนัก
คุณภาพซากดี	คุณภาพซากไม่ดี
มีไขมันแทรกมาก	มีไขมันแทรกน้อย

ที่มา: ดัดแปลงจาก ปรารถนา (2548a) และ Wheeler *et al.* (1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 พันธุ์กำแพงแสน

โคพันธุ์กำแพงแสน เป็นโคเนื้อลูกผสมที่มีระดับสายเลือดโคเมืองหนาว 50 เปอร์เซ็นต์ และเป็นโคที่ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ขึ้นในประเทศไทย โดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ และได้รับการจดทะเบียนรับรองพันธุ์ประวัติเมื่อ พ.ศ. 2551 นับเป็นโคสายพันธุ์แรกที่สร้างขึ้นในประเทศไทย ระดับสายเลือดของโคกำแพงแสนประกอบด้วยโคพื้นเมือง 25 เปอร์เซ็นต์ บราห์มัน 25 เปอร์เซ็นต์ และชาร์โรเลส์ 50 เปอร์เซ็นต์ (ปรารถนา, 2548ข)

ลักษณะของโคพันธุ์กำแพงแสน จะมีสีครีมถึงเหลืองอ่อนขนสั้นเรียบ และเป็นมัน มีร่างกายพัฒนาเหมาะสมกับอายุ (ภาพที่ 3) พ่อพันธุ์โตเต็มวัยมีน้ำหนักประมาณ 600-900 กิโลกรัม แม่พันธุ์โตเต็มวัยมีน้ำหนักประมาณ 400-600 กิโลกรัม (ปรารถนา, 2548ข)

ภาพที่ 3 ลักษณะของโคพันธุ์กำแพงแสน
ที่มา: จิตกร (มมป.b)

3. การคัดเลือกโคขุนจากความหลากหลายของรูปร่างลักษณะภายนอกที่ต่างกันในโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาว

การคัดเลือกโคที่จะนำเข้ามาขุนด้วยสายตานั้นมีความสำคัญมาก ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะภายนอกบางลักษณะสามารถที่จะบ่งบอกถึงความสามารถในการเจริญเติบโตที่ดี และเปอร์เซ็นต์ซากที่สูงได้ ดังนั้นการคัดเลือกโคที่จะนำเข้ามาขุนโดยดูจากลักษณะภายนอกจึงเป็นก้าวแรกที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ (บุญชู, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวในบ้านเราทั้งโคพันธุ์ตาก และโคพันธุ์กำแพงแสนได้ถูกสร้างขึ้นมาไม่นานมากนัก จึงยังมีการพัฒนาระดับสายเลือดให้มีความคงที่ไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับโคสายพันธุ์อื่นที่มีการพัฒนาสายพันธุ์มาอย่างยาวนานเช่น โคพันธุ์บราห์มัน ซึ่งการริเริ่มสร้างโคพันธุ์กำแพงแสนได้เริ่มประมาณปี พ.ศ. 2512 (ปรารถนา, 2548ข) และโคพันธุ์ตากได้มีการดำเนินโครงการสร้างโคพันธุ์ตาก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา (ปฐพีชล, 2548) ด้วยเหตุที่โคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่พบในบ้านเราทั้งสองสายพันธุ์เพิ่งได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาไม่นานมากนัก จึงส่งผลให้ลักษณะทางโครงสร้างของโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่พบมีความหลากหลายของลักษณะภายนอก นอกจากโคกำแพงแสน และโคพันธุ์ตากแล้วโคเนื้อลูกผสมสายพันธุ์เมืองหนาวที่เลี้ยงกันอยู่ในประเทศไทยยังมีโคลูกผสมที่มีสายพันธุ์โคเมืองหนาวพันธุ์อื่นๆ หรือแม้กระทั่งลูกผสมโคนมกับโคชาร์โรเลส์ก็ยังพบว่ามีการนำมาขุนเป็นโคเนื้อด้วย ซึ่งจากความหลากหลายทางด้านพันธุกรรม และลักษณะภายนอกของโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่มีการนำมาขุนเป็นโคเนื้อนี้ อาจจะมีผลให้เกิดความหลากหลายทางด้านสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และปริมาณไขมันแทรกของโคที่มีการแสดงออกในแต่ละลักษณะที่ต่างกันได้

3.1 ลักษณะความหลากหลายทางโครงสร้างของโคลูกผสม

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวเป็นโคที่มีสายเลือดทั้งโคเมืองหนาว และโคเมืองร้อน และเป็นที่ทราบกันดีว่าลักษณะของโคเมืองหนาว และโคเมืองร้อนจะมีความแตกต่างกัน ประกอบกับระดับสายเลือดของโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวในบ้านเรายังมีความไม่คงที่สูง ดังนั้นจึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้เกิดความแตกต่างขึ้นในลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาว และจากการสังเกตของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคขุนพบว่าโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่มีลักษณะโครงสร้างของกระดูกใหญ่จะมีกล้ามเนื้อมากเนื่องจากกระดูกเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการคัดเลือกโคที่มีโครงสร้างกระดูกใหญ่จึงมีโอกาสที่จะมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่า (บุญชู, 2548) นอกจากนั้นการคัดเลือกโคโดยดูจากหนังบริเวณเหนียงคอ สะดือหรือเหนียงท้องที่มีความหย่อนยาน และหนังบริเวณลำตัวโคที่มีความหย่อนยานและหลวมมาก อาจจะมีอัตราการขยายของลำตัว หรือการเพิ่มขนาดของตัวโค และอัตราการเจริญเติบโตได้ไวกว่าโคที่มีโครงสร้างเล็ก หรือมีหนังค่อนข้างตึงและรัด

นอกจากนั้นปัจจุบันยังพบว่ามีโคขุนลูกผสมสายพันธุ์โคยุโรปที่มีลักษณะภายนอกคล้ายลูกโคนม เนื่องจากเป็นโคที่ได้รับการผสมพันธุ์จากแม่โคนมกับน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ชาร์โรเลส์ จึงมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะคล้ายกับโคกำแพงแสน แต่จะมีลักษณะทางโครงสร้างคล้ายโคนมด้วยเช่นกันคือ มีกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก (Round) และ บั้นท้าย (Rump) น้อย ทำให้สามารถมองเห็นกระดูกเชิงกรานได้อย่างชัดเจน ประกอบกับโคขุนที่เป็นโคลูกผสมโคนมจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ไม่อ้วนและมีอัตราการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับโคขุนลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวทั่วๆ ไป (บุญชู, 2548)

3.2 ลักษณะความหลากหลายทางโครงสร้างกับอัตราการเจริญเติบโตชดเชย

อัตราการเจริญเติบโตของโคหลังหย่านมจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามฤดูกาล ซึ่งสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ทั้งปริมาณและคุณภาพของอาหาร แต่ถ้าต้องการให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ในอัตราที่สม่ำเสมอก็จำเป็นต้องให้อาหารเสริมในช่วงฤดูแล้งอย่างเพียงพอ แต่การทำเช่นนี้มิใช่จะดีเสมอไปเพราะอาจจะขาดทุนได้เนื่องจากปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้นมาก ซึ่งเมื่อไม่นานมานี้ได้พบทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตหลังจากการชะงักการเจริญเติบโตมาระยะหนึ่งเรียกว่า การเจริญเติบโตชดเชย (Compensatory growth) กล่าวคือเมื่อถึงฤดูแล้งความสมบูรณ์ในเรื่องอาหาร โคจะลดลง ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของโคอาจจะหยุดชะงัก และอาจเป็นผลให้โคมีน้ำหนักตัวลดลง หรืออาจจะคงที่ แต่เมื่อฤดูฝนใหม่ผ่านเข้ามาเป็นผลให้หญ้าหรือแหล่งอาหารหยาบของโคมีความสมบูรณ์ทั้งปริมาณ และคุณภาพมากขึ้น อาจส่งผลให้โคมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าที่ควรจะเป็น หรืออาจกล่าวได้ว่าในช่วงที่โคมีอัตราการเจริญเติบโตชดเชยจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารอย่างสมบูรณ์อย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด ซึ่งการเติบโตชดเชยจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุ์ของโค และช่วงเวลาที่ชะงัก (สุรัสสา, มมป) และจากรายงานของ Food and Agriculture Organization [FAO] (2007) ที่รายงานว่าประเทศในกลุ่มกำลังพัฒนา เช่นประเทศไทยจะมีการเลี้ยงโคเนื้อในรูปแบบของฟาร์มขนาดเล็ก หรือเลี้ยงแบบชาวบ้านในลักษณะเดินไล่ทุ่งตามแถบชนบทเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นไปได้ว่าโคที่เลี้ยงในลักษณะนี้อาจจะมีลักษณะของหนังบริเวณลำตัวที่หย่อนยานมากกว่าโคที่เลี้ยงอย่างสมบูรณ์มาโดยตลอด เนื่องจากมีบางช่วงหรือบางฤดูที่ได้รับอาหารไม่เต็มที่ ส่งผลให้ลักษณะของกล้ามเนื้อและผิวหนังไม่ตึง หรือรัดเท่ากับโคที่ได้รับอาหารอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าโคที่มีหนังหย่อนยานไม่ตึงมากนักอาจจะเป็นโคที่ได้รับอาหารมาอย่างไม่สมบูรณ์ในบางช่วง และอาจมีอัตราการเจริญเติบโตชดเชยได้ ซึ่งถ้าเกษตรกรที่ซื้อโคที่มีลักษณะดังกล่าวมาขุนอาจส่งผลให้เกิดความคุ้มทุนมากกว่า เนื่องจากโคที่มีอัตราการเจริญเติบโตชดเชย จะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าโคที่มีลักษณะของหนังที่ตึงและรัด หรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นลักษณะของโคที่ได้รับอาหารมาอย่างสมบูรณ์โดยตลอด แต่ก็เป็นไปได้ว่าโคที่ได้รับอาหารอย่างสมบูรณ์มาโดยตลอดอาจจะมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเมื่อนำเขาขุนได้มากกว่าโคที่ได้รับอาหารอย่างไม่สมบูรณ์ในช่วงระยะก่อนการขุน

4. ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Marbling)

เนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue) พบกระจายอยู่ทั่วไปในร่างกายสัตว์ในลักษณะต่างๆ กันดังนี้ (เยาวลักษณ์, 2536)

1) ไขมันหุ้มซาก (Rib fat) เป็นไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนังโค (Subcutaneous fat) ทำหน้าที่ช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนของร่างกายสัตว์

2) ไขมันระหว่างมัดกล้ามเนื้อ (Intermuscular fat หรือ Seam fat) อยู่รอบนอกของมัดกล้ามเนื้อ (ภาพที่ 4)

3) ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Intramuscular fat หรือ Marbling) (ภาพที่ 4)

ไขมันแทรกเป็นไขมันที่สะสมอยู่ระหว่างแต่ละเส้นใยกล้ามเนื้อ มองเห็นเป็นจุด หรือเส้นสีขาวภายในกล้ามเนื้อ การสะสมของไขมันแทรกในส่วนต่างๆ ของร่างกายไม่เท่ากัน จะเพิ่มขึ้นจากส่วนหัวไปยังส่วนท้ายของซาก เป็นไขมันที่ร่างกายทำการสะสมเป็นลำดับสุดท้าย แต่จะถูกนำไปใช้ก่อนเมื่อร่างกายขาดแคลนพลังงาน ร่างกายสัตว์จะมีเนื้อเยื่อไขมันสะสมอยู่ 2 ชนิดคือ ไขมันขาว ซึ่งพบมากในร่างกายสัตว์ ส่วนไขมันเหลืองมักพบในสัตว์แรกเกิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งรอบๆ ไต สำหรับไขมันเหลืองจะมีขนาดเล็กกว่าไขมันขาว การที่ไขมันมีสีเหลืองเนื่องจากการสะสมไซโตโครม (Cytochome) ในเซลล์ของไมโทคอนเดีย (Mitochondria) และไขมันเหลืองสามารถเปลี่ยนกลับเป็นไขมันขาวได้ นอกจากนี้การให้อาหารข้นและหยาบ ยังมีผลต่อสีของไขมันอีกด้วย (สัญชัย, 2547) การสะสมของไขมันในร่างกายสัตว์จะเริ่มต้นค่อนข้างช้า เมื่อเปรียบเทียบกับการสะสมโปรตีนและองค์ประกอบอื่นๆ ในร่างกายสัตว์ แต่เมื่อเริ่มมีการสะสมแล้วจะเป็นไปในอัตราที่เร็วพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาที่สัตว์ได้กินอาหารที่มีพลังงานมากจนเหลือเกินความพอดี (ชัยณรงค์, 2529) ไขมันประเภทนี้พบว่ามีปริมาณสูงที่สุดในโค และพบว่าอาจมีปริมาณสูงถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกือบ 2 เท่าของปริมาณไขมันใต้ผิวหนัง ซึ่งตรงกันข้ามกับสุกรที่พบว่ามีปริมาณไขมันใต้ผิวหนังสูงที่สุด (จุฑารัตน์, มมป)

ไขมันแทรกสามารถใช้เป็นปัจจัยกำหนดคุณภาพเนื้อได้ เนื่องจากการมีไขมันที่แทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อจะช่วยเพิ่มความนุ่ม กลิ่น และรสที่เป็นลักษณะเฉพาะในเนื้อแต่ละประเภทได้ (Bowling *et al.*, 1978; Field *et al.,* 1966) เช่น เนื้อโค เนื้อแกะ เนื่องจากเนื้อจาก สัตว์ทั้งสองชนิดจะเหนียวมากขึ้นตามการทำงานของกล้ามเนื้อ และอายุของสัตว์ ดังนั้นเนื้อที่มีไขมันแทรกมากจึงมีราคาสูงกว่าเนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกน้อย ในขณะที่เนื้อบางประเภท เช่น เนื้อสุกร และเนื้อไก่ ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีอายุการเลี้ยงก่อนการเข้าฆ่าน้อยกว่า เนื้อจากสัตว์ในกลุ่มนี้จึงมีความเหนียวน้อยกว่า จึงอาจจะไม่เน้นความสำคัญในเรื่องไขมันแทรกมากนัก และเป็นไปได้ว่าในปัจจุบันความต้องการบริโภคเนื้อโคที่มีไขมันแทรกมากมีแนวโน้มสูงขึ้น

ภาพที่ 4 ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ
ที่มา: กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ (มมป)

4.1 แนวโน้มการบริโภคเนื้อโคที่มีไขมันแทรกมาก

เนื้อโคที่มีปริมาณไขมันแทรกมากส่วนใหญ่จะมีจำหน่ายอยู่ในตลาดระดับสูง ตามร้านอาหาร และโรงแรมใหญ่ๆ ซึ่งเนื้อโคที่มีปริมาณไขมันแทรกมากนี้ส่วนใหญ่จะมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ แต่มีบางส่วนที่ผลิตขึ้นเองในประเทศ ซึ่งเนื้อโคขุนที่ผลิตขึ้นได้ในประเทศจะเป็นเนื้อโคที่มีสายพันธุ์โคเนื้อตระกูลเมืองหนาว เช่น ลูกผสมชาร์โลเลส์ และลูกผสมลิมูซิน เป็นต้น โค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เข้าขุนมีอายุน้อย โตเต็มที่และอ้วนมาก ได้รับการขุนด้วยอาหารข้นและอาหารหยาบคุณภาพดี มีไขมันแทรกในเนื้อ หรือเรียกว่าลายมัน เนื้อนุ่ม คุณภาพดี และมีราคาสูง (กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, มมป)

จากข้อมูลทางสถิติของกรมปศุสัตว์ (2550) พบว่าจำนวนโคมีชีวิตเพิ่มมากขึ้นจากในอดีตอย่างต่อเนื่อง โดยปี พ.ศ 2541 มีโคที่เลี้ยงอยู่ในประเทศไทยทั้งโคเนื้อและโคนมประมาณ 4,863,373 ตัว แต่ในปี พ.ศ 2550 มีจำนวนโคที่เลี้ยงอยู่ในประเทศไทยประมาณ 9,337,985 ตัว และจากจำนวนโคในประเทศที่เพิ่มขึ้นมานี้ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงแนวโน้มในการเพิ่มการผลิตผลผลิตทางปศุสัตว์ในอนาคตโดยเฉพาะโคเนื้อในอนาคตได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ FAO (2007) ที่รายงานว่าประเทศในกลุ่มกำลังพัฒนาที่รวมถึงประเทศไทย มีแนวโน้มในการขยายตัวของธุรกิจทางด้านปศุสัตว์ และในช่วงปี ค.ศ. 2001–2030 ประเทศในกลุ่มกำลังพัฒนานี้จะมีปริมาณการผลิตเนื้อโคป้อนเข้าสู่ตลาดเพิ่มขึ้นมาก และจากความต้องการในการบริโภคเนื้อโคที่มีคุณภาพดี มีไขมันแทรกมากนั้น ส่งผลให้ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็งจากต่างประเทศในปริมาณมากเนื่องจากเนื้อโคที่นำเข้ามาจากต่างประเทศจะเป็นเนื้อที่มีคุณภาพสูง มีความนุ่มและปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อดีกว่าเนื้อโคที่ผลิตได้ในประเทศ เช่นในปี พ.ศ. 2550 มีการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็งประมาณ 1,921,457 กิโลกรัม ซึ่งนับเป็นมูลค่ากว่า 310 ล้านบาท (กรมปศุสัตว์ 2550) ดังนั้นถ้าเราต้องการที่จะผลิตเนื้อโคในบ้านเราให้มีคุณภาพดี หรือมีไขมันแทรกมากนั้นย่อมต้องทำความเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

เนื้อโคที่ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีนั้นจะต้องมีคุณสมบัติประการแรกคือ ต้องเป็นเนื้อที่ไม่เหนียว และการที่เนื้อจะเหนียวหรือนุ่มนั้นมีปัจจัยอยู่หลายประการด้วยกัน (บุญชู, 2548) ซึ่งการสะสมไขมันแทรกในเนื้อโคก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อดังนี้

1) พันธุกรรม เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณการสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (สัญชัย, 2551) เช่นโคพันธุ์วาจิวของญี่ปุ่น (Wagyu) ถูกคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์มาเป็นระยะเวลานานหลายสิบปี ทำให้เนื้อมีไขมันแทรกสูงมากกว่าโคสายพันธุ์ยุโรป และ Wheeler *et al.*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1994) รายงานว่าโคในกลุ่มโคเมืองหนาวจะมีการสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้มากกว่าโคในกลุ่มโคเมืองร้อน

2) การจัดการเลี้ยงดู เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการมีไขมันแทรก เนื่องจากความเครียดของโคทำให้มีการสะสมไขมันแทรกลดลง ดังนั้นโคที่เชื่อง และได้รับการเลี้ยงดูที่ดีไม่มีความเครียดจะทำให้มีไขมันแทรกเพิ่มขึ้น

3) อายุ ปริมาณไขมันแทรกจะเพิ่มขึ้นเมื่อโคมีอายุมากขึ้น (Bowling *et al*., 1978; Field *et al.,* 1966; Garcia *et al.,* 1977) แต่เมื่อมีไขมันแทรกมากขึ้นก็จะมีไขมันหุ้มซากเพิ่มขึ้นตามมาด้วย ซึ่งความสัมพันธ์ในการเพิ่มขึ้นของการสะสมไขมันทั้งสองแบบดังกล่าวของโคแต่ละตัวจะแตกต่างกัน โดยที่การขุนโคที่ใช้ระยะในการขุนนานจะทำให้โคมีการสะสมไขมันแทรกเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ไขมันหุ้มซากจะเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

4) อาหารที่โคกิน การให้อาหารมีอิทธิพลต่อน้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโต และอายุโคเมื่อส่งเข้าตลาด ซากโคที่กินอาหารข้นซึ่งเป็นอาหารที่มีพลังงานสูงจะมีสัดส่วนไขมันในซากมากกว่าโค ที่กินหญ้าหรืออาหารหยาบ แต่จะมีกระดูกน้อยกว่า อาหารที่ให้ก็มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันและคุณภาพของไขมัน การเพิ่มสัดส่วนของอาหารข้นมากขึ้นจะไปทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเพิ่มการผลิตกรดโพรพิโอนิก (Propionic) ทำให้เกิดการสังเคราะห์ไขมันไม่อิ่มตัวมากขึ้นได้

5) เพศ โคเพศผู้ไม่ตอนจะมีกล้ามเนื้อและกระดูกมากกว่า แต่จะมีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อน้อยกว่าโคเพศผู้ที่ตอน และโคสาว (Field *et al.,* 1966) แต่โคสาวขณะที่มีอายุน้อยจะมีการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อได้ง่ายกว่า โคหนุ่มหรือโคตอน (เยาวลักษณ์, 2536)

4.3 การสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีความต้องการเนื้อโคคุณภาพดี จึงได้มีการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพดีจากต่างประเทศ แต่จากการที่เนื้อโคที่นำเข้ามามีราคาสูง จึงได้มีการนำโคมาขุนเองในประเทศโดยใช้อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพื่อให้โคอ้วนและมีอัตราการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจริญเติบโตเร็ว มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อมากซึ่งทำให้เนื้อมีความนุ่ม เมื่อนำมาปรุงเป็นอาหารจะให้รสชาติดี เนื้อโคขุนจึงเป็นที่นิยมและมีราคาแพงกว่าเนื้อโคทั่วไป (บุญชู, 2548)

เมื่อสัตว์กำลังผ่านพ้นวัยที่กล้ามเนื้อส่วนใหญ่ได้เจริญเติบโตมาเกือบเต็มที่แล้วนั้น ไขมันก็จะเริ่มสร้างและสะสมในร่างกายมากขึ้นกว่าเดิม และถ้าสัตว์ได้รับอาหารที่มีพลังงานอย่างเพียงพอ จะเกิดการสะสมไขมันไว้ในเซลล์ไขมัน (ชัยณรงค์, 2529) ในสัตว์อ้วนจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อไขมันได้สูงถึง 97 เปอร์เซ็นต์ ไขมันสามารถให้พลังงานได้มากกว่าคาร์โบไฮเดรตประมาณ 2.25 เท่า (39 เทียบกับ 17 MJ/กิโลกรัมของวัตถุแห้ง) และเนื่องจากเนื้อเยื่อที่สะสมไขมันเกือบไม่มีน้ำอยู่เลย ขณะที่เนื้อเยื่อที่สะสมไกลโคเจนมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเทียบน้ำหนักแห้งเท่าๆ กันแล้วเนื้อเยื่อไขมันอาจให้พลังงานได้สูงถึง 6 เท่าของเซลล์พวกที่สะสมไกลโคเจน (บุญล้อม, 2546) ไขมันที่เก็บไว้นี้สามารถนำออกมาใช้ประโยชน์ได้ถ้าเกิดการขาดแคลนอาหารพลังงานในช่วงที่สัตว์อดอาหาร และนอกจากการสะสมไขมันที่ได้จากอาหารแล้ว เมื่อโคได้รับพลังงานอย่างเพียงพออาจเกิดการสังเคราะห์ไขมันขึ้นเองได้ โดย 90 เปอร์เซ็นต์เกิดขึ้นที่เซลล์ไขมัน แต่อีกประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์เกิดขึ้นที่ตับ (เทิดชัย, 2548) ดังนั้นการที่โคได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานมากเพียงพออาจส่งผลให้โคมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้ (Pendlum *et al*., 1977) การให้อาหารโคขุนที่มีระดับพลังงานสูงจะทำให้โคมีการสะสมไขมันแทรกได้มากกว่าโคที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำ (Bidner *et al*., 1981)

4.4 ผลของการเพิ่มระดับพลังงานในสูตรอาหารต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

สัญชัย (2551) กล่าวว่าในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการใช้อาหารโคขุนสูตรต่างๆ มากมาย ซึ่งถ้ามีการให้อาหารโคที่มีระดับพลังงานสูงจะส่งผลให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็ว และเนื้อมีความนุ่มมากขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของซาก โดยปริมาณไขมันแทรก และความอ้วนของโคจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากพลังงานส่วนเกินจากอัตราการเจริญเติบโตนั้นเอง

การที่โคได้รับอาหารจำพวกธัญพืชที่เป็นวัตถุดิบพลังงานเช่น ข้าวโพด ร่วมกับอาหารหยาบจะช่วยทำให้โคมีการสะสมไขมันแทรกได้มากกว่าการที่โคได้รับอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว และการเพิ่มระดับพลังงานจากธัญพืช หรืออาหารข้นที่โคได้รับจะช่วยเพิ่มการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้เช่นกัน เนื่องจากการที่โคได้รับอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว รวมทั้งโคที่ได้รับธัญพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรืออาหารข้นในสัดส่วนที่ไม่มากนักจะทำให้โคได้รับพลังงานไม่เพียงพอต่อการสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Bidner *et al*., 1981; Clemens *et al.,* 1973; Pendlum *et al*., 1977)

4.5 การย่อย และเมตาบอลิซึมของไขมันในกระเพาะรูเมน

ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยทั่วไปจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากว่าอาหารส่วนใหญ่ประกอบด้วยพืชอาหารสัตว์และธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หรือ ปลายข้าว และอาจมีพืชหัว เช่น มันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบหลักเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้ง ซึ่งวัสดุอาหารสัตว์เหล่านี้จะมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยประมาณ 1–6 เปอร์เซ็นต์ (เทิดชัย, 2548)

ในกระเพาะรูเมนจะมีการเมตาบอลิซึมของไขมันอยู่ 2 กระบวนการด้วยกันได้แก่ กระบวนการเมตาบอลิซึมของไขมันที่สัตว์ได้รับจากอาหาร โดยจุลินทรีย์ และกระบวนการสังเคราะห์ไขมันในตัวของจุลินทรีย์

1) เมตาบอลิซึมของไขมันโดยจุลินทรีย์ สามารถแบ่งได้เป็นขั้นตอนดังนี้

1.1) Hydrolysis พวก Galactolipid Triglycerides และ Phospholipids ที่เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของไขมันจะผ่านกระบวนการ Hydrolysis โดยเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรียชนิด Lipolytic bacteria ปล่อย Galactose Glycerol และ Fatty acid ออกมา ซึ่ง Galactose และ Glycerol จะถูกหมักต่อไปและเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยได้ (Volatile fatty acid) สำหรับกระบวนการ Hydrolysis นี้จะเกิดขึ้นค่อนข้างเร็วเมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไป แต่การเกิด Hydrolysis นี้ไม่ได้ทำให้ไขมันแตกตัวเป็น Glycerol และ Fatty acid ได้หมดอย่างสมบูรณ์ยังคงมี Monoglycerol และ Diglycerol เหลืออยู่บ้างเล็กน้อย (เทิดชัย, 2548)

1.2) Hydrogenation เป็นกระบวนการเติมไฮโดรเจนเข้าไปในพันธะคู่ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว ทำให้กลายเป็นกรดไขมันอิ่มตัว เช่นจากกรดปาล์มิโตเลอิก (palmitoleic) ได้เป็นปาล์มิติก (palmitic) เป็นต้น (บุญล้อม, 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

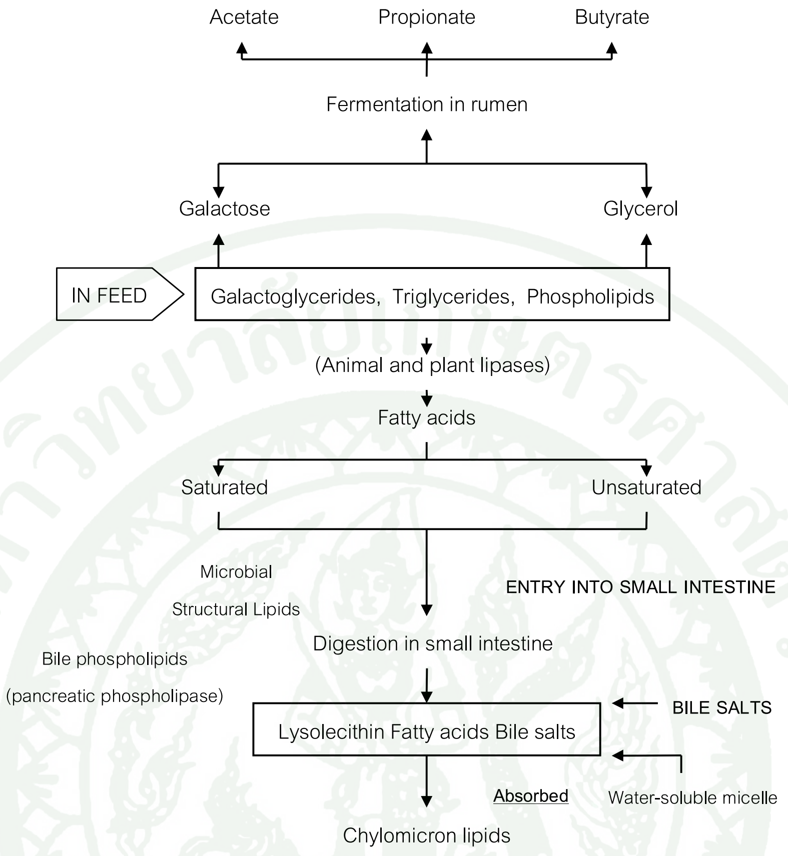
2) การสังเคราะห์ไขมันของจุลินทรีย์

แบคทีเรีย และโปรโตซัวสามารถสังเคราะห์ไขมันขึ้นมาได้จากกรดไขมันสายสั้นๆ ที่มีโครงสร้างของคาร์บอนเป็นเลขคู่และเลขคี่ ทั้งที่เป็นสายเดี่ยว และ Branched chain แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการสังเคราะห์ไขมันจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นได้น้อยมาก โดยที่ตัวโปรโตซัวเองมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่เพียง 6.3–9.1 เปอร์เซ็นต์ และแบคทีเรียมีอยู่ประมาณ 6.8 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ทำให้ปริมาณไขมันรวมที่ได้จากจุลินทรีย์มีน้อยตามไปด้วย ประมาณว่าแบคทีเรียทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของโคนมตัวหนึ่งจะสังเคราะห์ไขมันได้เพียง 50 กรัมต่อวันเท่านั้น (เทิดชัย, 2548)

4.6 การย่อยและเมตาบอลิซึมของไขมันในลำไส้เล็ก

ผลจากการย่อยไขมันในกระเพาะรูเมนทำให้ได้กรดไขมันเกิดขึ้น ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ส่วนหนึ่งที่มีคาร์บอนต่ำกว่า 12 ตัว จะถูกดูดซึมได้ภายในกระเพาะรูเมน ส่วนกรดไขมันที่มีคาร์บอนมากกว่า 12 ตัว กระเพาะรูเมนไม่สามารถดูดซึมได้ และจุลินทรีย์ก็นำไขมันชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ทำให้ไขมันสายยาวๆ เหล่านี้ผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็ก และถึงแม้ว่าไขมันส่วนใหญ่จะถูก Hydrolyze ในกระเพาะรูเมน แต่ก็ยังมีไขมันบางส่วนที่รอดพ้นจากการ Hydrolysis โดยจุลินทรีย์และเข้าไปถึงลำไส้เล็กได้ ซึ่งในการนี้น้ำดี และ Pancreatic lipase จะเข้าทำการย่อยจนได้กรดไขมัน ซึ่งจะถูกดูดซึมร่วมกับกรดไขมันชนิดอื่นๆ (เทิดชัย, 2548) โดยมีไลโพโปรตีนที่ถูกสังเคราะห์ที่ตับ และลำไส้เล็ก เช่น ไคโลไมครอน ที่มีหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอล ไตรเอซิลกลีเซอรอล และไขมันชนิดอื่นๆ ในพลาสมาจากลำไส้เล็กไปยังตับ เนื้อเยื่อไขมัน และเนื้อเยื่ออื่นๆ เช่น กล้ามเนื้อ หรือขนส่งจากตับไปยังส่วนอื่นๆ (ภาพที่ 5; บุญล้อม, 2546) ซึ่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของพลังงาน หรือเป็นวัตถุดิบที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมีอยู่หลายชนิดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับโค เช่น ไขมันสัตว์, ไขมันจากพืช (น้ำมัน), ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด และรำข้าว เป็นต้น แต่วัตถุดิบพลังงานแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบ และชนิดของไขมันแตกต่างกัน จึงอาจเป็นผลให้การย่อยได้ในกระเพาะรูเมน การใช้ประโยชน์ได้ของสัตว์ และผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจากวัตถุดิบพลังงานแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันได้ และจากผลดังกล่าวอาจทำให้สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากของโคที่ขุนด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่างชนิดกันจะมีความแตกต่างกันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 แผนภูมิการย่อยไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง
ที่มา: เทิดชัย (2548)

4.7 ผลของการเพิ่มไขมันในสูตรอาหารต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

Zinn and Plascencia (1996) ได้ทำการศึกษาถึงการเสริมไขมันสัตว์ที่ 6 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โคขุน ซึ่งส่งผลให้สูตรอาหารดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์ไขมันประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในสูตรอาหารเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองพบว่าโคกลุ่มที่ได้รับการเพิ่มไขมันสัตว์จะมีแนวโน้มของปริมาณการกินอาหารลดลง แต่มีอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น และมีแนวโน้มของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อดีขึ้นด้วย

เช่นเดียวกัน Felton and Kerley (2004) รายงานว่าการเสริมไขมันสัตว์ที่ 3.93 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โคขุน และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในสูตรอาหารเท่ากับ 7.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีไขมันในสูตรอาหาร 4.7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเสริมไขมันสัตว์จะทำ

ให้ปริมาณการกินอาหารของโคมีแนวโน้มลดลง แต่อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม และการเสริมไขมันสัตว์จะทำให้โคมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเสริมพลังงานในรูปแบบของไขมันสัตว์อาจมีผลให้การสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันไขมันที่ได้จากสัตว์จะมีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบอยู่สูง ดังนั้นไขมันแทรกในกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นมาของโคที่ได้รับการเสริมไขมันสัตว์นั้น ก็จะเป็นไขมันอิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ด้วย ดังนั้นการเสริมน้ำมันจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ที่มีไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบอยู่สูงอาจช่วยเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อกรดไขมันอิ่มตัวได้ เช่นการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารจะทำให้โคมีระดับของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเลือดเพิ่มมากขึ้นได้ (Wistuba *et al*., 2006) เช่นเดียวกับ Boles *et al*. (2005) ที่รายงานว่าการเสริมน้ำมันจากดอกคำฝอยช่วยทำให้แกะมีการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มมากขึ้น รวมถึงการเพิ่มขึ้นของ Conjugated linoleic acid (CLA) ด้วย แต่การเสริมไขมันในรูปของน้ำมันอาจเป็นผลเสียต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้

4.8 ผลของการเสริมไขมันต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

การให้อาหารที่มีไขมันสูงเกินไปในสูตรอาหารของโคขุนจะส่งผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน เนื่องจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตและความสามารถของจุลินทรีย์หลายชนิดในการหมักย่อยสารประกอบคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะจะมีผลต่อแบคทีเรีย Methanogenic bacteria ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างก๊าซมีเทน (กฤษ, 2547) และเนื่องจากไขมันไม่อิ่มตัวมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ หรือไขมันอาจจะเข้าไปหุ้มผิวของเยื่อใย ส่งผลให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเข้ามาทำการหมักย่อยเซลลูโลสได้ หรือทำให้ประสิทธิภาพในการหมักย่อยและผลผลิตที่ได้จากการหมักย่อยเยื่อใยลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Perry *et al.* (1976) พบว่าการเสริมน้ำมันหรือไขมันในระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารจะส่งผลให้การย่อยได้ของเยื่อใยในรูเมนลดลง ดังนั้นจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจึงมีความสามารถที่จะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยการเติมไฮโดรเจนให้กับกรดไขมันไม่อิ่มตัว เพื่อที่จะเปลี่ยนพันธะคู่ให้เป็นพันธะเดี่ยว หรือเปลี่ยนจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นกรดไขมันอิ่มตัว เรียกปฏิกิริยานี้ว่า Biohydrogenation (Jenkins and McGuire, 2006) ซึ่งจากปฏิกิริยาดังกล่าวจะเป็นผลให้กรดไขมันไม่อิ่มตัวถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งเป็นผลให้คุณค่าของไขมันลดลงได้ แต่จากปฏิกิริยา Biohydrogenation ที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดอย่างไม่สมบูรณ์กับกรดลิโนลีอิคจะเป็นที่มาของการสังเคราะห์ CLA ในกระเพาะรูเมน แต่หลักการๆ เพิ่มพลังงานในสูตรอาหารโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มไขมันแทรกนั้นมีความต้องการให้ไขมันไหลผ่านกระเพาะรูเมนได้มาก หรือมีไขมันผ่านเข้าไปย่อยที่ลำไส้เล็กได้มาก ดังนั้นการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในรูปที่สามารถปกป้องไขมันได้ เช่นเมล็ดธัญพืชอาจทำให้มีไขมันไหลผ่านกระเพาะรูเมนได้มากกว่าการเสริมไขมันในรูปของน้ำมันต่างๆ และยังช่วยลดความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ในรูเมนได้ด้วย

4.9 การเพิ่มระดับพลังงานในสูตรอาหารโดยการใช้เมล็ดพืชที่มีไขมันสูง

การเสริมไขมันสัตว์ในสูตรอาหาร อาจจะมีผลทำให้เนื้อโคมีการสะสมของกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูงซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ และการเสริมไขมันในรูปของน้ำมันพืช หรือน้ำมันปลาที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบอยู่สูงในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ก็อาจจะมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนดังที่กล่าวมาแล้ว และจากผลกระทบดังกล่าวอาจเป็นผลให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงได้ ดังนั้นการเสริมไขมันในรูปของเมล็ดพืชวัตถุดิบอาหารที่มีไขมันสูง อาจช่วยเพิ่มการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ และช่วยลดการเป็นพิษของไขมันต่อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากพืชน้ำมันมีเปลือก หรือเมล็ดที่สามารถปกป้องไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ภายในได้จากปฏิกิริยา Biohydrogenation ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน สอดคล้องกับ Jenkins and McGuire (2006) ที่กล่าวว่า รูปแบบการทำ Bypass fat อย่างหนึ่งที่มีการรายงานเอาไว้คือการใช้ Oil seeds เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เนื่องจาก Oil seeds มีกลไกตามธรรมชาติที่ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยา Biohydrogenation ลงได้ เพราะว่า Oil seeds หรือพวกวัตถุดิบที่อยู่ในรูป Extruded, Ground และ Pelleted จะมีเปลือกที่ห่อหุ้มอยู่ ซึ่งช่วยลดการเข้าถึงไขมันที่อยู่ภายในจากจุลินทรีย์ได้

Montgomery *et al.* (2005a) รายงานว่าการเสริมไขมันในรูปของข้าวโพดไขมันเต็มจะสามารถลดอัตราการกินอาหารของโคลงได้ แต่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร จึงส่งผลให้โคมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าโคในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมข้าวโพดไขมันเต็ม และรายงานของ Andrae *et al.* (2001) พบว่าการใช้ข้าวโพดไขมันสูง (High oil corn) เป็นวัตถุดิบพลังงานหลักในสูตรอาหารจะทำให้โคมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นได้ และยังมีผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อได้ เนื่องจากในเมล็ดข้าวโพดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูง และมีการป้องกันการเกิดปฏิกิริยา Biohydrogenation ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Felton and Kerley (2004) รายงานว่าการเสริมไขมันในสูตรอาหารโคขุนในรูปของถั่วเหลืองไขมันเต็ม จะส่งผลให้โคมีการสะสมไขมันแทรกได้มากกว่าโคในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนั้นการใช้ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดจะทำให้โคมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ไขมันสัตว์ แต่โคในกลุ่มที่ได้รับถั่วเหลืองทั้งเมล็ด จะมีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าโคกลุ่มที่ได้รับไขมันสัตว์ด้วย เนื่องจากไขมันที่ได้จากเมล็ดถั่วเหลืองเป็นไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นการใช้ถั่วเหลืองจะมีการป้องกันการเข้ามาทำปฏิกิริยาไบโอไฮโดรเจเนชันกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากจุลินทรีย์ในรูเมน และยังช่วยลดความเป็นพิษจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อจุลินทรีย์ได้ด้วย และยังมีรายงานว่าการใช้ Extruded full-fat soybeans เป็นส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์จะมีผลทำให้เกิดการสะสม CLA ในเนื้อสัตว์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเมล็ดถั่วเหลืองจะมี Linoleic acid ที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ CLA อยู่สูง (Madron *et al*., 2002)

5. อนุมูลอิสระ

การเพิ่มระดับพลังงาน หรือไขมันในสูตรอาหารโคขุนอาจมีผลให้โคมีการสะสมไขมันเพิ่มมากขึ้นดังที่กล่าวมาแล้ว แต่เมื่อโคมีการสะสมไขมันในร่างกายมากขึ้นอาจกระตุ้นให้เกิดผลเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระที่อาจเกิดขึ้นกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สะสมอยู่ในร่างกายได้มากขึ้นตามมาด้วย (Guo *et al.,* 2006)

อนุมูลอิสระ คืออะตอม โมเลกุล หรือสารประกอบที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยวอยู่ในออร์บิทัลวงนอกสุดที่มีระดับพลังงานสูง อนุมูลอิสระมีทั้งอยู่ในสภาวะเป็นกลางทางไฟฟ้า และอนุมูลในสภาวะที่มีประจุทางไฟฟ้า โดยมีทั้งประจุบวกและประจุลบ สัญลักษณ์ทางเคมีของอนุมูลอิสระแสดงด้วยจุดในตำแหน่งข้างบนของสัญลักษณ์เคมี เช่น อนุมูล $A^{\cdot}$, $A^{-\cdot}$, $A^{+\cdot}$ อนุมูลอิสระมีความไวสูงไม่เสถียร เนื่องจากมีอิเล็กตรอนเดี่ยวไร้คู่ในออบิทัลชั้นนอกสุด ดังนั้นอนุมูลอิสระจึงพยายามหาอิเล็กตรอนมาจับคู่ให้มีความคงตัวขึ้น เป้าหมายแรกที่อนุมูลอิสระจะทำให้เกิดความเสียหาย คือชีวะโมเลกุลที่ไวต่อการถูกออกซิไดส์ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และ ดีเอ็นเอ ทั้งนี้เพราะชีวะโมเลกุลเหล่านี้มีอิเล็กตรอน หรืออะตอมของไฮโดรเจนที่หลุดออกได้โดยง่าย ทำให้อนุมูลอิสระเข้าไปทำปฏิกิริยาโดยการดึงอิเล็กตรอน หรืออะตอมของไฮโดรเจนออกจากชีวะโมเลกุลนั้น หรือกล่าวได้ว่าชีวะโมเลกุลเหล่านั้นถูกออกซิไดส์โดยอนุมูลอิสระ การถูกออกซิไดส์ทำให้ชีวะโมเลกุลเหล่านี้บกพร่อง เปลี่ยนไป หรือถูกทำลาย และอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคในโค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีสารหลายชนิดในสิ่งมีชีวิตที่ไม่จัดเป็นอนุมูลอิสระตามคำจำกัดความทางเคมี แต่สามารถให้กำเนิดอนุมูลอิสระหรือเป็นสารที่เป็นผลผลิตเมื่ออนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับชีวะโมเลกุลเช่น ลิพิด โปรตีน และ ดีเอ็นเอ ซึ่งสารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ และมีความไวในการเกิดปฏิกิริยาสูง ดังนั้นจึงมีการกำหนดศัพท์ที่ใช้เรียกอนุมูลอิสระ และสารที่เกี่ยวข้องดังกล่าวว่า Reactive oxygen species (ROS; โอภา, 2550)

5.1 ปฏิกิริยา Lipid peroxidation

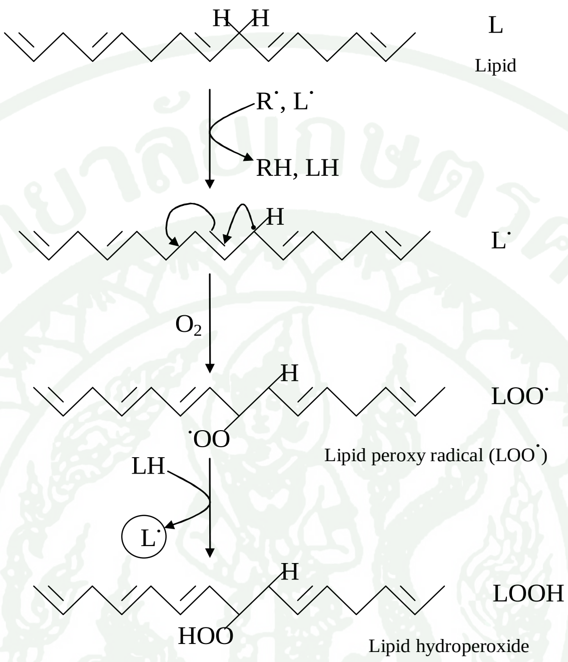
ปฏิกิริยา Lipid peroxidation คือการที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวถูกออกซิไดส์โดยอนุมูลอิสระ เป็นกระบวนการที่กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเกิดการเสื่อมสภาพ หรือเสียสภาพจากการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ทำให้เกิดลิพิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ขึ้น โดยอนุมูลอิสระ 1 อนุมูลสามารถทำให้เกิดลิพิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ได้หลายร้อยโมเลกุลก่อนที่จะสิ้นสุดปฏิกิริยา และปฏิกิริยา Lipid peroxidation สามารถเกิดขึ้นได้ง่ายที่เซลล์เมมเบรน เนื่องจากมีลิพิดเป็นองค์ประกอบถึงสองชั้น (โอภา , 2550) และความเสียหายจะไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะที่เซลล์เมมเบรนเท่านั้น แต่จะขยายวงกว้างไปยังองค์ประกอบอื่นๆ ของเซลล์ซึ่งกระบวนการเหล่านี้อาจทำให้เกิดการเหม็นหืนของเนื้อโค และการตายหรือการสูญเสียสภาพของเซลล์ได้ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอาจเกิดได้ทั้งการมีเอนไซม์ Lipoxygenases เป็นตัวกระตุ้น หรือสามารถเกิดขึ้นได้เองโดยอัตโนมัติ

1) กลไกของการเกิด Lipid peroxidation ที่เกิดขึ้นได้เอง (Auto-oxidation) เริ่มด้วย 1) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (LH) ถูกอนุมูลอิสระ ($R^{\cdot}$) ดึงไฮโดรเจนทำให้เกิดอนุมูลอิสระบนอะตอมคาร์บอนของลิพิดเกิดเป็นอนุมูลลิพิด ($L^{\cdot}$) 2) อนุมูลลิพิด ($L^{\cdot}$) จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วเกิดเป็นอนุมูลลิปิดเปอร์ออกซี ($LOO^{\cdot}$) 3) อนุมูล $LOO^{\cdot}$ นี้สามารถทำปฏิกิริยาต่อไปกับลิพิดโมเลกุลอื่นเกิดเป็นลิพิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (LOOH) กับอนุมูลลิพิด ($L^{\cdot}$) ตัวใหม่เพิ่มขึ้นเข้าสู่วงจร และอนุมูลลิพิดที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่กับลิพิดโมเลกุลอื่นต่อไปเรื่อยๆ โดยมีแสงและความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังภาพที่ 6

2) ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง โดยเอนไซม์ Lipoxygenases ทำหน้าที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Polyunsaturated fatty acid) โมเลกุลของเอนไซม์นี้มีเหล็ก (Fe^{2+}) เป็นองค์ประกอบอยู่ทำหน้าที่ดึงไฮโดรเจนจากกรดไขมัน และเติม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออกซิเจนให้กับกรดไขมัน ส่งผลให้ได้ผลผลิตสุดท้ายคือลิพิดไฮเปอร์ออกไซด์ และอนุมูลลิพิดเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่เช่นกัน



ภาพที่ 6 การเกิด Lipid peroxidation แบบที่เกิดขึ้นได้เอง
ที่มา: โอภา (2550)

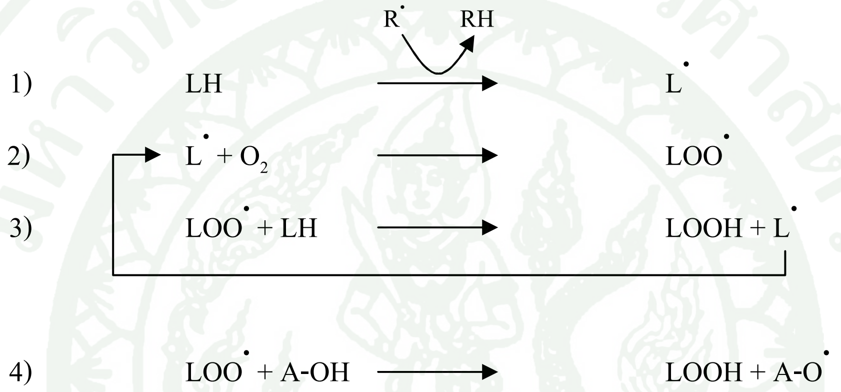
จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่จากอนุมูลอิสระเพียง 1 อนุมูล สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโมเลกุลของลิพิดได้มากมาย และ Lipid peroxy radical ยังสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโมเลกุลชนิดอื่นเช่น โปรตีน และกรดนิวคลิอิกได้อีกด้วย ดังนั้นการป้องกัน หรือยับยั้งการเกิด Lipid peroxidation อาจทำได้ด้วยการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ซึ่งวิตามินอีก็เป็นสารต้านอนุมูลอิสระตัวหนึ่งที่เป็นวิตามินที่ละลายอยู่ในไขมัน และช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวได้

5.2 วิตามินอีกับการต้านอนุมูลอิสระ

บทบาทในการต้านอนุมูลอิสระของวิตามินอี (α-tocopherol) คือวิตามินอีจะไม่ได้ทำหน้าที่ในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยตรง แต่วิตามินอี (A-OH) จะทำหน้าที่เป็นตัวหยุดปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Peroxidation โดยการที่วิตามินอีจะเป็นตัวให้อะตอมไฮโดรเจนไปจับกับอนุมูล Lipid peroxy ($LOO^{\bullet}$) และอนุมูลอัลคอกซิล ($RO^{\bullet}$) ซึ่งถือเป็นการสิ้นสุดปฏิกิริยาลูกโซ่ แล้ววิตามินอีจะเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่อันตรายต่อเซลล์ ($A\text{-}O^{\bullet}$) ดังรูปที่ 7 ซึ่งวิตามิน C หรือกรดแอสคอร์บิคจะเป็นตัวที่มีบทบาทในการเข้ามาช่วยรีดิวส์วิตามินอีให้กลับมาอยู่ในรูปเดิมโดยการให้ไฮโดรเจนอะตอมกับวิตามินอีซึ่งส่งผลให้วิตามินอีกลับมามีประสิทธิภาพเหมือนเดิมอีกครั้ง (โอภา, 2550) ซึ่งปริมาณความต้องการวิตามินอีของสัตว์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 7 กลไกการต่อต้านอนุมูลอิสระของวิตามินอี
ที่มา: สมทรง (2543)

5.3 ปริมาณความต้องการวิตามินอีของโค

National Research Council (NRC; 2000) แนะนำว่าปริมาณความต้องการวิตามินอีของโคควรได้รับประมาณ 15–60 IU ต่อน้ำหนักอาหารแห้งที่โคกินเข้าไป 1 กิโลกรัม หรือประมาณ 285 IU ต่อวัน แต่จากการศึกษาที่มีมาก่อนหน้านี้พบว่าระดับของวิตามินอีที่ส่งผลต่อ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และสุขภาพของโคที่ดีที่สุดคือ 2,000 IU/ตัว/วัน (Carter *et al.*, 2005; Montgomery *et al.*, 2005b) และการเสริมวิตามินอีในระดับ 2,000 IU ต่อวันจะทำให้โคมีการเพิ่มการสะสมของ α-tocopherol ในเลือด (Carter *et al.*, 2005) และในกล้ามเนื้อ Longissimus muscle (Grady *et al*. 2001)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของวิตามินอีต่อสมรรถภาพการผลิต Montgomery *et al.* (2005b) แนะนำว่าโคได้รับวิตามินอีประมาณวันละ 2,000 IU จะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average day gain; ADG) ดีขึ้น 2.3 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Gain : Feed; G:F) ดีขึ้น 2.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ได้รับวิตามินอีตามคำแนะนำของ NRC (2000) และจากรายงานการทดลอง 21 การทดลองที่ทำการเสริมวิตามินอีในระดับ 20 – 2000 IU ต่อวันพบว่าสามารถปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันให้ดีขึ้น 2.9 เปอร์เซ็นต์ และปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารให้ดีขึ้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ได้รับวิตามินอีตามคำแนะนำของ NRC (2000) และ Sanders *et al.*, 1997 กล่าวว่าการเสริมวิตามินอีในระดับที่มากกว่าคำแนะนำของ NRC (2000) หรือการเสริมวิตามินอีในปริมาณที่โคได้รับ 1,000 – 2,000 IU ต่อวันมีแนวโน้มช่วยเพิ่มไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากวิตามินอีช่วยลดการถูกทำลายของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สะสมอยู่ในร่างกาย วิตามินอีไม่เพียงแต่สามารถปกป้องไขมันที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ได้เท่านั้น แต่วิตามินอียังมีส่วนช่วยในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ Myoglobin ได้ (Liu *et al.*, 1995) ดังนั้นวิตามินอีจึงมีส่วนสำคัญในการช่วยชะลอการเปลี่ยนสีของเนื้อ จากการช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ Oxymyoglobin ส่งผลให้เกิด Metmyoglobin ลดลง ทำให้เนื้อมีสีแดงสดได้นานขึ้นกว่าปกติ (Grady *et al.* 2001) เช่นเดียวกับการทดลองของ Sanders *et al.* (1997) พบว่าการที่โคได้รับวิตามินอีในระดับ 1,000 และ 2,000 IU ต่อวันจะมีสีของเนื้อโคที่แดงมากกว่า และนานกว่าเนื้อโคที่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินอีในสูตรอาหาร

5.4 ซีลีเนียม

ซีลีเนียมจัดเป็นแร่ธาตุกึ่งโลหะ ที่มีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายกับซัลเฟอร์เป็นอย่างมาก สำหรับการดูดซึมของซีลีเนียมจะเกิดขึ้นมากที่ส่วนดูโอดินัม (Duodenum) ของลำไส้เล็ก และส่วนของไส้ติ่ง จากนั้นซีลีเนียมจะถูกขนส่งเข้าสู่กระแสโลหิตโดยเกาะไปกับโปรตีนในพลาสมา แล้วเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ต่อไป (อรวรรณ, 2542) โดยที่ซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์รอกซิเดช (Glutathione peroxidase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่เปลี่ยนกลูตาไธโอนในรูปรีดิวส์ (G-SH) ให้อยู่ในรูปออกซิไดส์ (GSSG) ซึ่งจะทำให้เปอร์รอกไซด์ (H_2O_2) ถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำ (H_2O) (บุญล้อม, 2546) และ NRC (2000) กล่าวว่าวิตามินอี และซีลีเนียมมีความสำพันธ์กันในด้านบทบาทหน้าที่ในการต่อต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์รอกซิเดชที่มีซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ทำลายเปอร์รอกไซด์ที่สามารถเปลี่ยนไปเป็นอนุมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิสระได้ และวิตามินอีจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระที่จะเกิดกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวดังที่กล่าวมาแล้ว

5.5 ปริมาณความต้องการซีลีเนียมของโค

NRC (2000) รายงานว่าความต้องการซีลีเนียมของโคเนื้อประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม และปริมาณการเสริมซีลีเนียมในสูตรอาหารที่เหมาะสมคือ 2 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม แต่จากการทดลองที่มีมาก่อนหน้านี้พบว่าการเสริมซีลีเนียมในระดับสูงกว่าคำแนะนำของ NRC (2000) ที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม (Juniper *et al*., 2008) และ 0.2–20 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม (Davis *et al*., 2006) ไม่ส่งผลให้เกิดความเป็นพิษต่อโค

การเสริมซีลีเนียมในอาหารโคจะช่วยทำให้เกิดการสะสมซีลีเนียมในเลือดมากขึ้น Nemec *et al*. (1990) และการเสริมซีลีเนียมในระดับที่สูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดการสะสมซีลีเนียมที่ไต ตับ ม้าม กล้ามเนื้อ และขนเพิ่มมากขึ้นได้ (Lawler *et al*., 2004) และเนื่องจากซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์รอกซิเดช ดังนั้นจึงพบว่าการเพิ่มระดับของซีลีเนียมในอาหารโคจะทำให้โคมีการสะสมเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์รอกซิเดชเพิ่มมากขึ้นได้ (Nemec *et al*., 1990; Reffett *et al.*, 1989)

6. ปัจจัยด้านระยะเวลาในการขุนโคต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

สำหรับปัจจัยด้านอายุของโคขุนก็เป็นที่แน่นอนว่ายิ่งขุนยาวนานมากโคจะมีการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อมากขึ้นตามมาด้วยเนื่องจากในช่วงที่โคมีอายุน้อยการเจริญเติบโตของโคจะสูง มีอัตราการสร้างกล้ามเนื้อมาก แต่เมื่อโคอายุมากขึ้นอัตราการเจริญเติบโตจะลดลง อัตราการสร้างกล้ามเนื้อก็จะลดลงตามมา แต่จะมีการสะสมของไขมันมากขึ้น ดังเช่น Bowling *et al*. (1978) รายงานว่าโคที่มีอายุ 2 ปีเมื่อนำมาขุนจะมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อมากกว่าโคที่มีอายุประมาณ 1–2 ปี เช่นเดียวกับ Nishimura *et al*. (1999) ที่กล่าวว่าโคในช่วงที่มีอายุ 8–20 สัปดาห์จะมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นทีละน้อย แต่เมื่อโคมีอายุภายหลังจากนั้นปริมาณการสะสมไขมันแทรกจะเพิ่มขึ้นมาก และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และถึงแม้ว่าโคที่มีอายุมากขึ้นอาจจะมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากขึ้นตามมา แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไขมันแทรกที่เพิ่มขึ้นแล้วเนื้อโคที่อายุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากกว่าก็ยังมีความนุ่มมากกว่า และจากการเก็บข้อมูลที่โรงฆ่าพบว่าโคที่มีไขมันแทรกมากส่วนใหญ่จะเป็นโคที่มีอายุค่อนข้างมาก (Garcia-de-Siles *et al.*, 1977)

ด้านระยะเวลาในการขุนโคเป็นที่แน่นอนว่าโคที่มีระยะเวลาการขุนยิ่งมาก ก็จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นตามมาด้วย แต่ด้านอัตราการเจริญเติบโตอาจจะไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการขุนที่เพิ่มขึ้น แต่การสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อพบว่ายิ่งขุนนานยิ่งมีอัตราการสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากโคมีช่วงเวลาในการกินอาหาร และระยะเวลาในการสะสมไขมันมากขึ้นเช่น Zinn *et al.* (1970) กล่าวว่าโคจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อตั้งแต่ในช่วงระยะเวลาขุนที่ 0–240 วัน แต่ระยะการขุนที่ 240 วัน การสะสมของไขมันแทรกจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะเวลาในการขุนที่ 270 วัน และการทดลองของ Van Koevering *et al.* (1995) พบว่าโคที่มีระยะเวลาการขุนที่ 119 วัน จะมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ระดับของคอเลสเตอรอลในเลือด ปริมาณไขมันใน Longissimus muscle มากกว่าโคที่มีระยะเวลาการขุนที่ 105 วัน และระยะเวลาการขุนที่ 133 กับ 147 วัน จะมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ระดับของคอเลสเตอรอลในเลือด ปริมาณไขมันใน Longissimus muscle มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโคที่ขุนในนาน 105 วัน เช่นเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับโคที่ขุนนาน 119 วัน ดังนั้นจากงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้พบว่า ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการขุนจนถึงระยะเวลาหนึ่งแล้วอาจจะเกิดการคงที่ของการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ แต่ก็อาจมีอีกหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องเช่นการจัดการ อาหารเป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่นำมาขุนในระยะเวลา 6 หรือ 8 เดือนอาจจะมีปริมาณการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อแตกต่างกันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

สัตว์ทดลอง

ใช้โคลูกผสมสายพันธุ์เมืองหนาวตั้งแต่ 50% ขึ้นไป (ไม่มีตะโหนก) ที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 350–400 กิโลกรัม จำนวน 36 ตัว อายุประมาณ 2 ปีโดยพิจารณาจากการมีฟันแท้ไม่เกิน 1 คู่ ซึ่งซื้อมาจากตลาดนัด และจัดโคเข้างานวิจัย 3 ชุด (บล็อก) ชุดละ 12 ตัว การคัดเลือกโคในแต่ละชุด จำนวน 12 ตัว จะทำการคัดเลือกโคที่มีลักษณะภายนอกแตกต่างกัน 3 กลุ่มๆ ละ 4 ตัวคือ

โคกลุ่มที่ 1 รูปร่างภายนอกมีโครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง
โคกลุ่มที่ 2 รูปร่างภายนอกมีโครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง
โคกลุ่มที่ 3 รูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

ทำการกักโรคโคก่อนเข้าการทดลองเป็นเวลาอย่างน้อย 3 สัปดาห์ เมื่อนำโคเข้าคอกกักโรค โดยเลี้ยงโคแต่ละตัวในคอกขังเดี่ยว โคที่นำเข้ามาในวันแรกจะทำการฉีดวัคซีนโรคปากเท้าเปื่อยทั้ง 3 ไทต์ (Food and Mouse disease; type A, O and Asia 1) ตัวละ 2 มิลลิลิตร ฉีดยาถ่ายพยาธิ (Ivermec F) ตัวละ 10 มิลลิลิตร ทำการตอน และเจาะเลือดเพื่อตรวจโรคแท้งติดต่อ (Brucellosis) การให้อาหารในช่วงการกักโรคและก่อนเข้าการทดลองเพื่อเป็นการปรับอาหารโดยโคแต่ละตัว ได้รับหญ้าเป็นอาหารหยาบหลัก และได้รับการเสริมอาหารผสมเสร็จ (TMR) ประมาณ 2 กิโลกรัม ต่อมื้อ และให้อาหารโค 2 เวลา เช้า–เย็น ทำการติดเบอร์หูในวันที่เริ่มเข้าทดลอง (วันที่ 0) และทำการฉีดวัคซีนโรคปากเท้าเปื่อยอีกครั้งเมื่อกักโรคได้นาน 3 สัปดาห์ จากนั้นนำเข้าทดลองในคอกขังเดี่ยวพื้นที่ประมาณ 3×4 ตารางเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหารทดลอง

แบ่งอาหารผสมเสร็จ (TMR) เป็น 2 สูตรที่มีระดับพลังงานหรือไขมันที่แตกต่างกัน โคที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตร ในแต่ละสูตรจะแบ่งอาหารออกเป็น 2 ระยะ คือระยะที่หนึ่งช่วง 4 เดือนแรกของการขุน และเปลี่ยนอาหารเป็นระยะที่สองหลังจาก 4 เดือนของการขุนจนถึงเข้าโรงฆ่า และในช่วง 2 เดือนแรกของการทดลองโคจะได้รับหญ้าขนสดร่วมด้วยวันละ 10 กิโลกรัม แต่ในช่วงเดือนที่ 3 และ 4 โคจะได้รับหญ้าขนสดวันละ 5 กิโลกรัมเพื่อให้โคได้เกิดการเคี้ยวเอื้อง และงดการให้หญ้าหลังจาก 4 เดือนของระยะเวลาการขุนเพื่อให้โคได้รับอาหารผสมเสร็จอย่างเต็มที่ โดยมีอาหารทั้ง 2 สูตรแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) ดังนี้

ตารางที่ 2 ส่วนผสมในอาหาร และองค์ประกอบทางโภชนะของสูตรอาหารทั้งสองสูตร

	Period 1		**Period 2**	
Composition	**Control**	**High fat**	**Control**	**High fat**
Ingredient, % DM				
Leucaena leaf and stems	12.00	12.00	12.00	10.00
Palm meal extract	33.90	15.00	20.00	-
Rice bran	-	-	-	20.00
Palm kernel cake	15.00	20.00	15.00	7.00
Palm meal mix	3.00	10.00	3.00	10.00
Cassava meal	25.00	25.85	38.05	36.95
Molasses	9.00	10.00	10.00	10.00
Full fat soybean	-	5.00	-	4.00
Cattle premix[1]	0.50	0.50	0.50	0.50
Urea	0.55	0.50	0.40	0.40
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00
Sulfur	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitamin E + Selenium[2]	-	0.10	-	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Composition	period 1		Period 2	
	Control	High fat	Control	High fat
Chemical analysis, % DM				
Dry matter	88.87	89.77	90.19	89.6
Crude protein	11.05	10.59	10.93	9.42
Crude fat	2.91	5.12	4.81	7.85
Total digestibility nutrient (TDN)	76.95	76.72	79.32	78.21
Crude fiber	9.10	8.90	8.58	5.67
Neutral detergent fiber (NDF)	34.8	29.79	31.02	16.48
Acid detergent fiber (ADF)	21.14	19.42	18.96	16.09
Ash	6.99	6.96	6.76	6.92
Calcium	0.13	0.18	0.18	0.16
Phosphorus	0.16	0.23	0.22	0.41
Gross energy (kcal/Kg)	4332.26	4472.28	4425.80	4597.28

หมายเหตุ [1]ส่วนประกอบใน 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย วิตามิน A 2,160,000 IU, วิตามิน D3 400,000 IU, วิตามิน E 5,000 IU, แมงกานีส 8.5 กรัม, สังกะสี 6.4 กรัม, เหล็ก 8.0 กรัม, ทองแดง 1.6 กรัม, โคบอลต์ 320 มิลลิกรัม, ไอโอดีน 800 มิลลิกรัม, แมกนีเซียม 16 กรัม, ซีลีเนียม 32 มิลลิกรัม, สารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ 6.6 กรัม

[2]ประกอบด้วยวิตามิน E 150,000 IU และซีลีเนียม 90 มิลลิกรัม

อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรควบคุม (Control) เป็นอาหารที่มีโภชนะต่างๆ ตามความต้องการของโคเนื้อขุนที่ระบุโดย NRC, (2000) ตามที่ระบุว่ามีอัตราการเจริญเติบโต 1.36 กิโลกรัมต่อวัน โดยใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่าย และมีราคาถูก

อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรไขมันสูง (High fat) เป็นอาหารที่มีโภชนะต่างๆ ตามความต้องการของโคเนื้อขุนที่ระบุโดย NRC, (2000) ยกเว้นระดับไขมันที่มากกว่าที่ NRC กำหนด และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสริมวิตามินอี 150 IU/กก. ของอาหาร และซีลีเนียม 0.09 มิลลิกรัม/กก. ของอาหาร ซึ่งมากกว่าความต้องการของโคขุนที่ระบุใน NRC โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงโคทั้ง 2 สูตรมีปริมาณโภชนะดังแสดงในตารางที่ 2

การให้อาหาร

โคแต่ละตัวได้รับอาหารวันละ 2 มื้อ คือมื้อเช้าเวลาประมาณ 08.00 น. ถึง 09.00 น. และมื้อเย็นที่เวลาประมาณ 14.00 น. ถึง 16.30 น. โคได้รับอาหารผสมเสร็จอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) โดยจะให้ในปริมาณที่มากกว่าที่โคกินได้จริงเล็กน้อย หรือให้มีอาหารเหลือในรางประมาณ 5 % ของอาหารที่ให้ และทำการเก็บอาหารเก่าออกจากรางอาหารในช่วงก่อนเลี้ยงมื้อเย็นของทุกวันในช่วง 4 เดือนแรกของการขุน แต่หลังจาก 4 เดือนแรกของการขุนจะทำการเก็บอาหารเก่าออกจากรางทุกๆ 2 วัน และโคทุกตัวได้รับหญ้าในช่วง 4 เดือนแรกของการขุนดังที่กล่าวมาแล้ว

อุปกรณ์

1. โรงเรือนสำหรับเลี้ยงโคขุนขังเดี่ยวขนาดคอกประมาณ 3×4 ตารางเมตร
2. เครื่องชั่งน้ำหนักโค และอาหารโค
3. อุปกรณ์สำหรับการเลี้ยง และอุปกรณ์สำหรับการให้อาหาร
4. อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และโภชนะของอาหารทดลอง
5. อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และโภชนะของเนื้อโค
6. เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเลือด และการวิเคราะห์เลือด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

แผนการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การทดลองแบบ 3×2×2 Factorial in Randomized Completely Block Design ที่มี 3 บล็อค โดยแต่ละบล็อคจะแบ่งตามจำนวนชุดโคที่นำเข้าคอกทดสอบ (3 ชุด)

โดยที่ปัจจัย A คืออิทธิพลของลักษณะภายนอกของโคลูกผสมที่มีสายพันธุ์โคเนื้อยุโรปตั้งแต่ 50% ขึ้นไป (ไม่มีตะโหนก) มี 3 กลุ่ม คือ

a_1 คือ โคที่มีรูปร่างภายนอกมีโครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง

a_2 คือ โคที่มีรูปร่างภายนอกมีโครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง

a_3 คือ โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

ปัจจัย B คือ อิทธิพลของอาหาร มี 2 ระดับ คือ

b_1 คือ อาหารสูตรควบคุม (Control) ที่มีระดับโภชนะเท่ากับความต้องการของโคเนื้อตามที่ระบุโดย NRC (2000) ตามที่ระบุว่ามีอัตราการเจริญเติบโต 1.36 กิโลกรัมต่อวัน

b_2 คือ อาหารสูตรไขมันสูง (High fat) ที่มีระดับไขมัน วิตามินอี (150 IU/กก. ของอาหาร) และซีลีเนียม (0.09 มก./กก. ของอาหาร) สูงกว่าความต้องการของโคเนื้อตามที่ระบุโดย NRC (2000)

ปัจจัย C คือ อิทธิพลของระยะเวลาในการเข้าขุน มี 2 ระยะ คือ

c_1 คือ ขุนนาน 6 เดือน

c_2 คือ ขุนนาน 8 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลแบ่งเป็นข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก ปริมาณกลูโคส ยูเรีย ไนโตรเจน แคลเซียม และ ฟอสฟอรัส ในเลือดโค และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร และค่าใช้จ่ายในการขุนโค

1. การเก็บข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิต

สมรรถภาพการผลิตทำการคำนวณข้อมูลที่ได้เป็นช่วงเวลาดังนี้ วันที่ 0–120 วัน (4 เดือนแรกของการขุน) 120–วันสุดท้ายของการขุน (6 และ 8 เดือน) และวันที่ 0–วันสุดท้ายของการขุน (ข้อมูลตลอดระยะการขุน) โดยมีข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ดังนี้

1.1 ปริมาณอาหารที่กินทำการเก็บข้อมูลการกินได้ในแต่ละวันทั้งหญ้า และอาหารผสมเสร็จ โดยใช้ปริมาณอาหารที่ให้ลบกับปริมาณอาหารที่เก็บออกเป็นรายตัว (ปริมาณการกินได้ของหญ้าคิดจากน้ำหนักแห้ง โดยคิดน้ำหนักแห้งของหญ้าที่ให้โคหักลบกับน้ำหนักแห้งของหญ้าที่เก็บออกหลังจากโคกิน)

$$\text{ปริมาณอาหารแห้งที่กินเฉลี่ยต่อวัน (Average Dry Matter Intake)} = \frac{\text{ผลรวมของอาหารแห้งที่ให้} - \text{ผลรวมของอาหารแห้งที่เหลือ}}{\text{จำนวนวัน}}$$

1.2 อัตราการเจริญเติบโต ทำการชั่งน้ำหนักในวันที่ 0 ของการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลเริ่มต้น และเมื่อโคมีอายุการขุนครบ 120 วัน และวันสุดท้ายของการขุนก่อนส่งเข้าโรงฆ่าเพื่อเป็นข้อมูลสุดท้าย (การทดลองแบ่งเป็นระยะการขุนที่ 6 เดือนกับ 8 เดือน)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดในแต่ละระยะ} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้นของระยะนั้น}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

1.3 ประสิทธิภาพการใช้อาหารคำนวณจากปริมาณอาหารที่กินได้ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงของการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Gain : Feed) = $\frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงของการทดลอง}}{\text{ปริมาณอาหารที่กินในแต่ละช่วงของการทดลอง}}$

1.4 ทำการวัดสัดส่วนโคที่ประกอบด้วย ความยาวรอบอก ความสูงของหัวไหล่ ความยาวของลำตัว ความกว้างของลำตัวบริเวณหัวไหล่ สะโพก และขนาดของข้อขาในวันที่ 0, 120 และวันสุดท้ายของการขุน

2. การเก็บข้อมูลด้านคุณภาพซาก

ทำการฆ่าโคตามแบบสากล (สัญชัย, 2547) และตัดแต่งซากโคตามแบบสากล (มัทนา, 2551) โดยมีข้อมูลที่ทำการเก็บมาวิเคราะห์ดังนี้

2.1 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิของเนื้อโคจากเนื้อสัน (Longissimus muscle) บริเวณกระดูกซี่โครงคู่ที่ 12-13 ของซากซีกขวาที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตายที่โรงฆ่า ตามวิธีของ สัญชัย (2551)

2.2 วัดปริมาณไขมันแทรกตามมาตรฐานของ มกอช. 6001-2547 ที่เนื้อสัน (Longissimus muscle) บริเวณกระดูกซี่โครง 11–12 ของซากซีกขวาหลังจากบ่มซากไว้ที่อุณหภูมิ 2–4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน (จุฑารัตน์ และ ญาณิน, 2548) โดยมีหน่วยวัดเริ่มต้นที่ 1 คือมีไขมันแทรกน้อยมาก จนถึงระดับที่ 5 คือมีไขมันแทรกสูงที่สุด

2.3 ทำการเก็บข้อมูลด้าน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (Dressing percentage) โดยที่น้ำหนักซากเย็น คือ น้ำหนักซากโคที่ผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน (สัญชัย 2547)

เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (Dressing percentage) = $\frac{\text{น้ำหนักซากเย็น} \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$

2.4 ความหนาไขมันสันหลัง (Fat thickness) วัดระหว่างซี่โครงที่ 11 และ 12 ของซากซีกซ้าย จุดที่ ¾ ของความยาวกล้ามเนื้อสันจากกระดูกสันหลัง และตั้งฉากกับผิวชั้นนอกของไขมัน (สัญชัย 2547)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area) วัดระหว่างซี่โครงที่ 11 และ 12 ของซากซีกซ้าย โดยใช้กระดาษลอกลายเพื่อใช้ในการวัดด้วยเครื่อง Planimeter (สัญชัย 2547)

2.6 เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต (Kidney fat) คำนวณจากปริมาณไขมันหุ้มไตเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตของโคตามวิธีของ สัญชัย (2547)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต (Kidney fat)} = \frac{(\text{น้ำหนักไขมันหุ้มไต} \times 100)}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

2.7 เปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้อง (KPH fat percent) ตามวิธีของ สัญชัย (2547)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้อง (KPH fat percent)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันในช่องท้อง} \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

2.8 เปอร์เซ็นต์หนัง (Skin percent) คำนวณจากน้ำหนักหนังเทียบกับน้ำหนักมีชีวิต

$$\text{เปอร์เซ็นต์หนัง (Skin percent)} = \frac{\text{น้ำหนักหนัง} \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

2.9 เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน (Entrails weigh percent) ใช้น้ำหนักของอวัยวะภายในทั้งหมดคำนวณเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตของโค

$$\text{เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน (Entrails weigh percent)} = \frac{\text{น้ำหนักอวัยวะภายใน} \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

2.10 เปอร์เซ็นต์กระเพาะรูเมนกับลำไส้ (Rumen + Intestine weigh percent)

$$\text{เปอร์เซ็นต์กระเพาะรูเมนกับลำไส้ (Rumen + Intestine weigh percent)} = \frac{\text{น้ำหนักกระเพาะรูเมนกับลำไส้} \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การเก็บข้อมูลด้านคุณภาพของเนื้อโค

3.1 คุณค่าทางโภชนาการ นำตัวอย่างเนื้อสันบริเวณกระดูกซี่โครงคู่ที่ 10-11 ของซากซีกซ้ายหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตรมาเก็บไว้ในถุงสุญญากาศและแช่เย็นไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อรอการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีคือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน โดยวิธี Proximate analysis (A.O.A.C., 1990)

3.2 การวัดสีของเนื้อ ใช้เนื้อสันจากซากซีกซ้ายบริเวณกระดูกซี่โครง 12–13 โดยตัดเนื้อสันออกมาที่ความหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตรภายหลังจากสัตว์ตายประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อไปผึ่งไว้เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาวัดค่าสีด้วยเครื่อง Colormeter Minolta CR400 ในการวัดจะทำการวัดบนชิ้นเนื้อตัวอย่างๆ ละ 3 ตำแหน่งเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย และนำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป ข้อมูลที่เก็บได้แก่ L* คือค่าความสว่าง โดยที่ 0 เท่ากับสีดำ และ 100 เท่ากับสีขาว และ a* จะบอกให้เราทราบว่ามีสีแดงหรือเขียวมากน้อยเพียงใด ถ้าเป็นบวกแสดงว่ามีสีแดงอยู่มาก ถ้าเป็นลบแสดงว่ามีสีเขียวผสมอยู่มาก และ b* ถ้าเป็นบวกแสดงว่ามีช่วงแสงสีเหลืองอยู่ แต่ถ้าเป็นลบแสดงว่ามีสีน้ำเงินผสมอยู่

3.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss) ใช้เนื้อสันจากซากซีกซ้ายบริเวณกระดูกซี่โครง 12–13 (ภายหลังจากการนำไปวัดสีของเนื้อสัน) ที่มีความหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนักก่อนการเก็บรักษา (W_1) จากนั้นนำไปห่อด้วยผ้าขาวบางและแขวนไว้ที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 2–4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักภายหลังการเก็บรักษา (W_2) เพื่อหาผลต่างของน้ำหนักที่สูญหายหลังจากการเก็บรักษา (Shanks *et. al.,* 2002)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (\% Drip loss)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

3.4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงอาหาร (Cooking loss) ใช้เนื้อสันจากซากซีกซ้ายบริเวณกระดูกซี่โครง 11–12 ที่มีความหนาประมาณ 2 เซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนักก่อนการปรุงอาหาร (W_1) จากนั้นนำมาบรรจุใส่ถุงในแบบ Vacuum เพื่อป้องกันน้ำเข้าไปในถุงและนำมาต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิใจกลางเนื้อสูงถึง 70 องศาเซลเซียส หรือต้มเป็นเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประมาณ 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนักภายหลังการปรุงอาหาร (W_2) เพื่อหาผลต่างของน้ำหนักที่สูญหายหลังจากการปรุงอาหาร (Mitsumoto *et. al.,* 1995)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงอาหาร (Cooking loss)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

4. การเก็บข้อมูลองค์ประกอบบางอย่างของเลือดโค

ทำการเจาะเลือดโคในวันเดียวกับการชั่งน้ำหนักที่บริเวณ Jugular vien จำนวน 24 ตัวจากโคในกลุ่มที่ 1 และ 2 โดยทำการต้อนโคออกมายังคอกคัดในตอนเช้าประมาณ 07.30 น. โดยไม่ได้ให้อาหาร และทำการเจาะเลือดโคในเวลาประมาณ 10.00 น. เพื่อเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ระดับของ กลูโคส ไนโตรเจน แคลเซียม และ ฟอสฟอรัสในเลือด โดยทำการเจาะเลือดในวันที่ 0 ของการทดลอง (ก่อนเข้าการทดลอง) และเมื่อระยะเวลาการขุนครบ 120 วัน จากนั้นทำการเจาะเลือดอีกครั้งในวันสุดท้ายของการขุนเพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างเมื่อโคได้รับอาหารทั้ง 2 สูตร

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสในเลือด (Blood glucose, BG) ตรวจหาโดยวิธี Enzymatic method ตามวิธีของ Schmid and Von Forstner (1986)

4.2 การวิเคราะห์ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood urea nitrogen, BUN)โดยวิธี Urea – Berthelot method ตามวิธีของ Schmid and Von Forstner (1986)

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (Calcium, Ca) ด้วย Spectrometry ตามวิธีของ Perkin-Elmer Corp. (1965)

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) ตามวิธีของ Parekh and Jung (1970)

5. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร 3 ครั้งสำหรับอาหารในแต่ละสูตร และแต่ละระยะ (อาหารที่ใช้ในระยะแรกทั้ง 2 สูตรสุ่มเก็บวันที่ 1, 60 และ 120 ส่วนอาหารที่ใช้ในระยะสุดท้ายสุ่มเก็บวันที่ 121,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

180 และ 240) โดยเก็บไว้ในถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ประมาณตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม เพื่อรอทำการวิเคราะห์ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส โดยวิธี Proximate analysis (A.O.A.C., 1990) วิเคราะห์พลังงานโดยใช้ Bomb calorimeter และวิเคราะห์ผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) ด้วยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970)

สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าขน 3 ครั้งในช่วงระยะที่ให้หญ้าโคตลอด 4 เดือนแรกของการขุน (วันที่ 1, 60 และ 120) โดยนำตัวอย่างหญ้าขนประมาณ 2 กิโลกรัมมาวิเคราะห์ปริมาณวัตถุแห้งสำหรับหญ้าขนสดก่อนให้โคกิน และหญ้าที่เก็บออกหลังจากโคกินเพื่อนำไปคำนวณปริมาณการกินได้จากน้ำหนักแห้งของหญ้า

6. การเก็บข้อมูลต้นทุนในการผลิต

ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวกับต้นทุนการผลิตทั้งราคาโค ค่าการจัดการ ค่ายา ค่าอุปกรณ์เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นต้นทุนต่อตัว ค่าอาหารคำนวณจากปริมาณอาหารที่ให้ต่อตัว และนำมารวมเป็นต้นทุนรวมต่อตัว และผลตอบแทนที่ได้รับจากการส่งโคเข้าเชือดที่สหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนจำกัด รวมถึงผลกำไรที่ได้รับต่อตัว และต้นทุนจากค่าอาหารที่โคกินได้จริง (หักลบจากปริมาณอาหารที่ให้กับที่เก็บออก)

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมด ได้แก่ ข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซาก มาวิเคราะห์หาความแตกต่างของอิทธิพลในแต่ละปัจจัย และอิทธิพลร่วมหรือความสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัย ตามแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Completely Block Design (พิสมัย, 2550) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS โดยมีแบบหุ่นทางสถิติ คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$Y_{ijklm} = \boldsymbol{\mu} + Bl_i + A_j + B_k + C_l + AB_{jk} + AC_{jl} + BC_{kl} + ABC_{jkl} + \varepsilon_{ijklm}$$

เมื่อ

Y_{ijklm} = ค่าสังเกตจากสัตว์ตัวที่ m ลักษณะรูปร่างภายนอกที่ j อาหารที่ k และระยะเวลาในการขุนที่ l

$\boldsymbol{\mu}$ = ค่าเฉลี่ยร่วม

Bl_i = จำนวนบล็อก i, i = 1, 2, 3

A_j = อิทธิพลของลักษณะรูปร่างภายนอก j, j = 1, 2, 3

B_k = อิทธิพลของอาหารที่สัตว์ได้รับ k, k = 1, 2

C_l = อิทธิพลของระยะเวลาในการขุน l, l = 1, 2

AB_{jk} = อิทธิพลร่วมระหว่างรูปร่างภายนอก และอาหารที่สัตว์ได้รับ

AC_{jl} = อิทธิพลร่วมระหว่างรูปร่างภายนอก และระยะเวลาในการขุน

BC_{kl} = อิทธิพลร่วมระหว่างอาหารที่สัตว์ได้รับ และระยะเวลาในการขุน

ABC_{jkl} = อิทธิพลร่วมระหว่างรูปร่างภายนอก อาหาร และระยะเวลาในการขุน

ε_{ijklm} = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอิทธิพลอื่น ๆ

ยกเว้นผลการวิเคราะห์เลือดโคจะทำการวิเคราะห์จากโคในชุดที่ 1 และ 2 จำนวน 24 ตัว และนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอิทธิพลจากอาหารที่โคได้รับตามแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยมีแบบหุ่นจำลองทางสถิติดังนี้

$$Y_{ijk} = \boldsymbol{\mu} + Bl_i + T_j + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ

$\boldsymbol{\mu}$ = ค่าเฉลี่ยร่วม

Y_{ijk} = ค่าสังเกตจากสัตว์ตัวที่ k อาหารที่โคได้รับ j

Bl_i = จำนวนบล็อก i, i = 1, 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T_j = อิทธิพลของอาหารที่สัตว์ได้รับ j, j = 1, 2

ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอิทธิพลอื่น ๆ

ต้นทุนการผลิตของโคในแต่ละปัจจัยที่ศึกษา ทั้งราคาโค ต้นทุนค่าอาหาร ค่าการจัดการ (ค่ายา, แรงงาน, อุปกรณ์ และสถานที่) และต้นทุนรวม รวมทั้งราคาซาก และผลกำไร คิดจากค่าเฉลี่ยของโคในแต่ละตัว

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

1. สถานที่ทำการวิจัย

1) เลี้ยงสัตว์ทดลองในโรงเรือน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2) วิเคราะห์คุณลักษณะทางโภชนะของอาหารโค และเนื้อโค ที่ภาควิชาสัตวบาลคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

3) วิเคราะห์เลือดที่ห้องปฏิบัติการคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

4) วิเคราะห์คุณภาพของเนื้อโคที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทำการทดลอง:	เดือน	มิถุนายน	2551
สิ้นสุดการทดลอง:	เดือน	มิถุนายน	2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. สมรรถภาพการผลิต

สมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่ได้รับปัจจัยต่างๆ สามารถแบ่งตามค่าสังเกตที่ศึกษาได้ดังนี้ น้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโต รวมทั้งขนาด และสัดส่วนโค และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า สมรรถภาพการผลิตไม่มีค่าความสัมพันธ์ร่วมระหว่างรูปร่างลักษณะภายนอก อาหารที่โคได้รับ และระยะเวลาในการขุน

1.1 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกต่อสมรรถภาพการผลิต

อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกต่อสมรรถภาพการผลิตของโคทั้ง 3 กลุ่ม (ตารางที่ 3) พบว่าในวันที่ 0 (ก่อนเริ่มทดลอง) โคมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละกลุ่ม จากนั้นในวันที่ 120 และวันสุดท้ายของการขุนพบว่าอิทธิพลจากรูปร่างลักษณะภายนอกไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันในเรื่องน้ำหนักตัว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวที่มีลักษณะรูปร่างภายนอกที่ต่างกัน เมื่อนำเข้ามาขุนแล้วจะมีน้ำหนักตัวในแต่ละช่วงไม่แตกต่างกัน รวมถึงอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรืออาจกล่าวได้ว่ารูปร่างลักษณะภายนอกของโคทั้ง 3 กลุ่มที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของโค รวมถึงสัดส่วนของโคทั้ง 3 กลุ่ม (ข้อมูลแสดงในภาคผนวก) ในแต่ละส่วนก็มีขนาดไม่แตกต่างกัน

1.2 อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อสมรรถภาพการผลิต

อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อสมรรถภาพการผลิต (ตารางที่ 4) พบว่าน้ำหนักตัวโคตั้งแต่เริ่มต้น และในแต่ละช่วงของโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม กับสูตรไขมันสูงจะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับ Felton and Kerley (2004) ที่พบว่าการเสริมไขมันทั้งไขมันสัตว์ หรือไขมันจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดก็ไม่ส่งผลให้น้ำหนักสุดท้ายของโคมีความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตกต่างกัน แต่พบว่าอัตราการเจริญเติบโตในช่วง 120 วันแรกของโคกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรเพิ่มไขมันจะมีแนวโน้มต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารในสูตรควบคุม (*P*=0.11) ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงมีแนวโน้มด้านปริมาณการกินได้ในช่วง 120 วันแรกต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (*P*=0.06) ซึ่ง Wistuba *et al.* (2006) กล่าวว่าการเสริมไขมันลงในสูตรอาหารอาจมีผลยับยั้งการกินได้ของโค หรือมีผลกระตุ้นให้โคเกิดการอิ่มได้ง่ายกว่าอาหารที่มีไขมันต่ำ ดังนั้นการเสริมไขมันในระดับสูงจึงควรพิจารณาถึงระดับโปรตีน และพลังงานที่เหมาะสมในสูตรอาหารเพื่อป้องกันการได้รับโภชนะต่ำกว่าที่ควรจากการกินได้ที่น้อยลงของโค แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโตตลอด และน้ำหนักตัวสุดท้ายตลอดช่วงการเลี้ยงของโคทั้ง 2 กลุ่มยังแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคทั้ง 2 กลุ่มยังแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วย เช่นเดียวกับ Wistuba *et al.* (2006) ที่พบว่าการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3 % ในสูตรอาหารส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง แต่อัตราการเจริญเติบโตประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักสุดท้ายไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงที่ 70 วัน เช่นเดียวกับ Madron *et al.* (2002) ที่ทำการเสริมไขมันโดยใช้ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดซึ่งพบว่าปริมาณการกินได้ของโคลดต่ำลง แต่อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน แต่ Montgomery *et al.* (2005a) รายงานว่าการเสริมไขมันโดยใช้ข้าวโพดในระดับ 5–15 เปอร์เซ็นต์ทำให้โคมีปริมาณการกินได้ลดลง แต่อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงขึ้น แต่น้ำหนักตัวสุดท้ายยังไม่แตกต่างกัน ถึงอย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้พบว่าตลอดระยะเวลาการขุนโคที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตรมีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักตัวสุดท้ายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สูตรอาหารที่มีการเสริมไขมันในระดับสูงควรมีความเข้มข้นของโภชนะตัวอื่นเช่น โปรตีนสูงกว่าปกติด้วยเนื่องจากโคที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงเป็นไปได้ว่าจะมีอัตราการกินได้ต่ำกว่าปกติ ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่าตลอดระยะเวลาการเลี้ยงของโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงจะมีเปอร์เซ็นต์การกินได้ลดลง 4.79 % จากโคกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม

1.3 อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต

อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต (ตารางที่ 5) สำหรับอิทธิพลในเรื่องระยะเวลาการขุน โคทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นแตกต่างกันซึ่งจัดให้โคในกลุ่มที่ขุนนาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8 เดือนมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่ำกว่าโคในกลุ่มที่มีอายุการขุนนาน 6 เดือน เพื่อให้น้ำหนักซากภายหลังการฆ่าของโคในกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนไม่สูงเกินไปนัก ซึ่งพบว่าในวันที่ 120 ของการขุน โคกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนยังคงมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.02) แต่ในวันสุดท้ายของการขุนพบว่าโคทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.14) และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตตลอดระยะการเลี้ยงของโคในกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือน มีแนวโน้มต่ำกว่าโคในกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือน (P=0.07) ประกอบกับประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคในกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนก็มีแนวโน้มต่ำกว่าโคที่ขุน 6 เดือนด้วย (P=0.12) ซึ่งอาจเป็นเพราะช่วงการขุนยิ่งนาน หรือช่วงท้ายๆ ของการขุนโคจะมีอัตราการเจริญเติบได้น้อยมาก เนื่องจากช่วงแรกๆ ของการขุนจะเป็นการเจริญเติบโต หรือการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อเป็นหลัก และจะเป็นไปในอัตราที่เร็ว แต่ช่วงท้ายของการขุนเมื่อโคโตเต็มที่แล้วจะเป็นการเพิ่มขึ้นของไขมันเป็นส่วนใหญ่ และเป็นการเพิ่ม หรือการเจริญเติบโตในอัตราที่ต่ำ หรือช้ากว่าในช่วงแรก (ชัยณรงค์, 2529) ผลที่ตามมาคือโคที่ยิ่งใช้ระยะการขุนที่นานอัตราการแลกเนื้อตลอดการเลี้ยงก็จะต่ำลงด้วย ซึ่งนันทนา (2540) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของโคขุนทั้ง 5 สายพันธุ์มีแนวโน้มลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาการขุนเพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะแรกของการขุน โคที่ไม่เคยผ่านการขุนมาก่อน เมื่อได้รับอาหารที่มีโภชนะสูงๆ จึงมีอัตราการเจริญเติบโตชดเชย ดังนั้นจึงทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็ว (ปรารถนา 2533) และ Zinn *et al.* (1970) ที่ทดลองขุนโคที่มีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 200 กิโลกรัมเป็นเวลา 270วันพบว่า ช่วงแรกของการขุนโคมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มมากขึ้น แต่ภายหลังจาก 180 วันโคมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตลดลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อสมรรถภาพการผลิต

Item	**Body conformation[1]**			***P*-value**
	1	**2**	**3**	
Weight (kg)				
0 d.	361.25 ± 22.37	358.92 ± 11.57	362.92 ± 24.91	0.77
120 d.	511.00 ± 38.67	502.50 ± 23.35	498.92 ± 37.29	0.54
finishing	607.08 ± 40.72	601.42 ± 26.40	595.83 ± 51.46	0.79
ADG (kg/d)				
0-120 d.	1.25 ± 0.25	1.20 ± 0.16	1.14 ± 0.22	0.37
120-finishing	1.02 ± 0.33	1.06 ± 0.26	1.02 ± 0.24	0.92
0-finishing	1.15 ± 0.26	1.13 ± 0.09	1.08 ± 0.16	0.58
DMI (kg DM/d)				
0-120 d.	10.61 ± 1.09	10.38 ± 0.79	10.27 ± 1.12	0.73
120-finishing	8.50 ± 1.35	9.49 ± 1.28	9.07 ± 1.90	0.33
0-finishing	9.64 ± 1.18	9.95 ± 0.93	9.71 ± 1.26	0.79
Gain : Feed				
0-120 d.	0.12 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.53
120-finishing	0.12 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.89
0-finishing	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.42

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1] 1 รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง

2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง

3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อสมรรถภาพการผลิต

Item	Feed		*P*-value
	Control	High Fat	
Weight (kg)			
0 d.	364.06 ± 19.83	358.00 ± 20.13	0.20
120 d.	506.39 ± 39.49	501.89 ± 26.54	0.62
finishing	611.61 ± 43.10	591.28 ± 34.71	0.14
ADG (kg/d)			
0-120 d.	1.19 ± 0.26	1.20 ± 0.15	0.85
120-finishing	1.11 ± 0.25	0.96 ± 0.27	0.11
0-finishing	1.15 ± 0.20	1.09 ± 0.16	0.32
DMI (kg DM/d)			
0-120 d.	10.39 ± 1.16	10.44 ± 0.82	0.90
120-finishing	9.55 ± 1.73	8.49 ± 1.16	0.06
0-finishing	9.98 ± 1.31	9.54 ± 0.83	0.26
Gain : Feed			
0-120 d.	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.82
120-finishing	0.12 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.55
0-finishing	0.12 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.66

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อ

Item	Fattening period (month)		*P*-value
	6	8	
Weight (kg)			
0 d.	370.11 ± 22.50	351.94 ± 11.69	<0.01
120 d.	515.72 ± 29.99	492.56 ± 33.03	0.02
finishing	591.28 ± 28.27	611.61 ± 47.58	0.14
ADG (kg/d)			
0-120 d.	1.21 ± 0.22	1.17 ± 0.21	0.53
120-finishing	1.11 ± 0.30	0.95 ± 0.21	0.10
0-finishing	1.18 ± 0.19	1.06 ± 0.16	0.07
DMI (kg DM/d)			
0-120 d.	10.62 ± 0.87	10.21 ± 1.08	0.27
120-finishing	9.19 ± 1.55	8.85 ± 1.57	0.52
0-finishing	10.02 ± 0.99	9.51± 1.19	0.21
Gain : Feed			
0-120 d.	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.02	0.93
120-finishing	0.12 ± 0.04	0.11 ± 0.02	0.11
0-finishing	0.12 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.12

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. คุณภาพซาก และคุณภาพของเนื้อโค

คุณภาพซากของโคทำการศึกษาประกอบด้วย ความเป็นกรด–ด่าง (pH) และอุณหภูมิใจกลางเนื้อ (Temp) ที่ 1 และ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตาย เปอร์เซ็นต์หนัง (% Skin) เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน(% Entrails weigh) เปอร์เซ็นต์กระเพาะ กับลำไส้ (% Rumen + intestine weigh) เปอร์เซ็นต์ไขมันบริเวณกระดูกเชิงกราน ไขมันหุ้มหัวใจ และไขมันหุ้มไต (% KPH Fat) เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต (% Kidney fat) ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Marbling score) ความหนาไขมันสัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลัง (Fat thickness) เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (% Carcass) คุณภาพของเนื้อโคประกอบด้วย คุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และไขมันในเนื้อ อัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการประกอบอาหาร (Cooking loss) อัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss) และค่าสีของเนื้อ L*, a* และ b* value

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่ามีค่าความสัมพันธ์ร่วมระหว่างรูปร่างลักษณะภายนอกของโค และระยะเวลาการขุน โดยโคกลุ่ม 1 ที่มีระยะเวลาการขุนนาน 8 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ของหนังสูงกว่าโคในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.04) และพบว่ามีค่าความสัมพันธ์ร่วมระหว่างรูปร่างลักษณะภายนอกของโค อาหารที่โคได้รับ และระยะเวลาการขุน โดยโคกลุ่ม 3 ได้รับอาหารสูตรไขมันสูง และขุนนาน 8 เดือนจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสันสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.03) ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าโคในกลุ่มนี้มีลักษณะของลูกผสมโคนม กับโคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์ซึ่งอาจทำให้โคในกลุ่มนี้มีลักษณะทางสายพันธุ์ของโคยุโรปสูงกว่าโคในกลุ่มอื่น และเมื่อได้รับอาหารที่มีไขมันสูง และขุนนาน 8 เดือนยิ่งส่งผลให้มีไขมันในเนื้อมากกว่าโคในกลุ่มอื่นๆ

2.1 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกต่อคุณภาพซาก และเนื้อโค

ผลของรูปร่างลักษณะภายนอกต่อคุณภาพซากของโคทั้ง 3 กลุ่ม (ตารางที่ 6) พบว่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อโค และอุณหภูมิใจกลางเนื้อที่ 1 และ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโคทั้ง 3 กลุ่ม หรือกล่าวได้ว่ารูปร่างลักษณะภายนอกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างภายหลังจากสัตว์ตาย แต่เปอร์เซ็นต์หนังของโคในกลุ่มที่ 1 จะมากกว่าในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P<0.001$ เนื่องจากโคในกลุ่มนี้จะมีรูปร่างโครงสร้างกระดูกใหญ่ หนังหนา และหย่อนยานซึ่งสามารถดูได้จากลักษณะภายนอกอยู่แล้ว นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์ของอวัยวะภายใน และกระเพาะ กับลำไส้ของโคในกลุ่มที่ 1 ยังน้อยกว่าโคในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ($P=0.03$ และ 0.05 ตามลำดับ) ซึ่งอาจแสดงถึงลักษณะเด่นประการหนึ่งของโคในกลุ่มนี้เนื่องจากมีขนาดของท้อง (สามารถสังเกตได้จากรูปร่างลักษณะภายนอก) หรืออวัยวะภายในช่องท้องที่น้อยกว่าโคในกลุ่มอื่น แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต ไขมันบริเวณกระดูกเชิงกราน และไขมันหุ้มหัวใจ เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ความหนาไขมันสันหลัง เปอร์เซ็นต์ซาก และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของโคทั้ง 3 กลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ารูปร่างลักษณะภายนอกของโคลูกผสมสายพันธุ์โคเมืองหนาวจะมีผลต่อคุณภาพซากของโคไม่มากนัก

ตารางที่ 6 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อคุณภาพซาก

Item	Body conformation[1]			*P*-value
	1	2	3	
pH 1 hr.	6.89 ± 0.18	6.96 ± 0.21	7.00 ± 0.26	0.34
Temp 1 hr.	38.60 ± 1.14	38.30 ± 1.37	38.18 ± 0.80	0.58
pH 24 hr.	5.79 ± 0.23	5.86 ± 0.30	6.07 ± 0.48	0.19
Temp 24 hr.	6.40 ± 1.43	6.41 ± 1.98	6.63 ± 1.60	0.91
Skin (%)	7.50^{a} ± 0.83	6.67^{b} ± 0.72	6.52^{b} ± 0.46	<0.001
Entrails weigh (%)	17.28^{a} ± 1.16	19.97^{b} ± 1.89	18.56^{ab} ± 3.25	0.03
Rumen + intestine weigh (%)	13.38^{a} ± 1.12	15.79^{b} ± 2.07	14.38^{ab} ± 3.17	0.05
KPH Fat (%)	5.72 ± 1.71	5.95 ± 1.28	6.12 ± 1.32	0.72
Kidney fat (%)	1.78 ± 0.61	1.92 ± 0.59	2.12 ± 0.63	0.16
Carcass (%)	57.06 ± 1.61	55.86 ± 1.94	56.38 ± 2.05	0.30
Marbling score	2.25 ± 0.45	2.33 ± 0.49	2.33 ± 0.49	0.89
Fat thickness (cm)	1.20 ± 0.41	1.20 ± 0.50	1.13 ± 0.37	0.86
Loin eye area (cm^2)	128.44 ± 19.36	126.30 ± 15.84	123.63 ± 16.98	0.81

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1]1 รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง

2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง

3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อคุณภาพของเนื้อโค

Item	Body conformation[1]			*P*-value
	1	2	3	
Moist (%)	72.58 ± 2.30	72.36 ± 2.23	73.67 ± 2.44	0.31
Protein (% DM)	23.16 ±1 .05	23.36 ± 1.13	22.73 ± 1.87	0.57
Fat (% DM)	4.91 ± 1.98	5.50 ± 2.16	6.97 ± 3.59	0.11
Cooking loss	6.37 ± 3.42	5.92 ± 2.76	5.20 ± 2.70	0.63
Drip loss	2.65 ± 1.03	3.12 ± 2.53	2.65 ± 0.98	0.74
Color				
L*	29.17 ± 1.67	28.31 ± 2.13	29.61 ± 2.67	0.38
a*	14.41 ± 1.30	14.17 ± 1.39	13.28 ± 1.50	0.21
b*	-1.48 ± 1.91	-1.87 ± 1.70	-1.81 ± 2.17	0.80

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1]1 รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง

2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง

3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อคุณภาพของเนื้อโค (ตารางที่ 7) พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และไขมันในเนื้อสันของโคทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเล่ห์เลือดสูงที่ จุฑารัตน์ (2551) รายงานว่ามีความชื้นประมาณ 72.20±0.54 โปรตีน 22.05±0.06 และไขมัน 4.14±0.23 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น อัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการประกอบอาหาร และอัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา รวมถึงค่าสี L*, a* และ b* value ของโคทั้ง 3 กลุ่มยังแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.03, 13.95 และ -1.72 ตามลำดับ ในขณะเดียวกัน นันทนา (2540) รายงานว่า โคสายพันธุ์กำแพงแสนจะมีค่าสีของเนื้อ L*, a* และ b* value เฉลี่ยเท่ากับ 39.21, 14.51 และ 8.82 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยชิ้นนี้ทั้งค่า L* และ a* value แต่พบว่าค่า b* value ของการศึกษาครั้งนี้มีค่าติดลบ หรือมีค่าสีไปในทางสีน้ำเงิน แต่จากการศึกษาของ นันทนา (2540) พบว่าค่า b*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

value เป็นบวก หรือสีของเนื้อจะออกไปในทางสีเหลือง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ใช้เนื้อที่ตัดออกมาภายหลังจากสัตว์ตายประมาณ 2 ชั่วโมงทำให้สีของเนื้อออกไปในทางสีน้ำเงิน หรือม่วง เนื่องจากสีแดงสดของเนื้อโคเกิดจาก Myoglobin ในสภาวะที่จับออกซิเจนที่เรียกว่า Oxymyoglobin ซึ่งเป็นรงค์วัตถุที่ทำหน้าที่จับ และขนส่งออกซิเจนในกล้ามเนื้อ Myoglobin ในสภาวะที่ไม่ได้จับกับออกซิเจนจะเรียกว่า Deoxymyoglobin ซึ่งเป็นรงค์วัตถุที่มีสีม่วง สังเกตุได้จากเนื้อที่ตัดมาใหม่จะมีองค์ประกอบของ Deoxymyoglobin อยู่มาก และเมื่อเวลาผ่านไปเมื่อก้อนเนื้อได้สัมผัสกับอากาศ Deoxymyoglobin จะจับกับออกซิเจนแล้วเปลี่ยนไปเป็น Oxymyoglobin ทำให้เนื้อมีสีแดงสด (Grady *et al*., 2001; Liu *et al*., 1995; Sanders*et al*., 1997) ดังนั้นเนื้อที่ตัดออกมาใหม่จากซากภายหลังจากสัตว์ตายได้ไม่นานเช่นเนื้อในการศึกษาครั้งนี้ โดยที่ไม่ได้ผ่านการเก็บรักษา หรือการบ่มซากมีค่า b* value สูงกว่าเนื้อโคที่มีการบ่มซาก หรือเก็บไว้ระยะหนึ่งจนเนื้อได้สัมผัสกับออกซิเจนอย่างเพียงพอที่จะทำให้เนื้อมีสีแดงสด

2.2 อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อคุณภาพซาก และเนื้อโค

อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อคุณภาพซาก พบว่าเนื้อโคที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของเนื้อที่ 1 และ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) และมีค่าความเป็นกรดด่างที่ 1 และ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตายเฉลี่ยที่ 6.95 และ 5.91 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในช่วงที่ปกติ สัญชัย (2551) กล่าวว่าขณะที่สัตว์ถูกฆ่า กล้ามเนื้อยังคงทำงานตามระบบชีวะเคมีตามปกติ แต่เมื่อการไหลเวียนของโลหิตหยุดลงจะเกิดการปรับเปลี่ยนจากระบบการเผลาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนเป็นการเผลาผลาญพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนจากการใช้ไกลโคเจน ซึ่งเป็นแหล่งสะสมพลังงานของสัตว์ โดยสัตว์ที่ได้รับอาหารอย่างดีจะมีไกลโคเจนเพียงพอในการผลิตกรดแลคติกมากกว่า 100 mM ซึ่งการผลิตกรดแลคติกจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อลดลงในช่วงชั่วโมงแรกหลังจากสัตว์ตาย โดยที่อุณหภูมิของซากมีค่าระหว่าง 37–40°C และค่าความเป็นกรด-ด่าง ปกติจะลดลงจาก 7.2 ไปยัง 6.2 และ สัญชัย (2551) ได้กล่าวว่าจุดสมดุลทางไฟฟ้าของโปรตีนซาร์โคพลาสมิค (Sarcoplasmic) มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 6–7 แต่ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่านี้โปรตีนจะเสียสภาพและไม่สามารถจับน้ำได้ น้ำจะไหลออกนอกเซลล์โดยชะเม็ดสีออกด้วยกระบวนการนี้จะรุนแรงเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

เปอร์เซ็นต์หนัง เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน เปอร์เซ็นต์กระเพาะกับลำไส้ และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของโคที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงเปอร์เซ็นต์ซากของโคทั้งสองกลุ่มก็แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 56.44

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

% ซึ่งใกล้เคียงกับ จุฑารัตน์ (2551) ที่รายงานว่าโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเล่ส์เลือดสูงมีเปอร์เซ็นต์ซากที่ 58.2 % และ ปรารถนา (2533) รายงานว่าโคสายพันธุ์กำแพงแสนอายุประมาณ 2 ปีขุนนาน 6 เดือนจะมีเปอร์เซ็นต์ซากอยู่ที่ 60.98 % และ สัญชัย (2547) กล่าวว่าเปอร์เซ็นต์ซากของโคขุนในประเทศไทยจะอยู่ที่ 55–60 %

โคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงมีแนวโน้มของระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (*P*=0.10) (ตารางที่ 9) และโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรเพิ่มไขมันมีเปอร์เซ็นต์ไขมันบริเวณไขมันหุ้มไต กระดูกเชิงกราน และไขมันหุ้มหัวใจ (*P*=0.02) เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต (*P*<0.01) และความหนาไขมันสันหลัง (*P*=0.03) สูงกว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเซลล์ไขมันมักจะพบสะสมอยู่มาก และเริ่มสะสมในช่วงแรกบริเวณรอบๆ อวัยวะภายใน และไต เมื่ออายุมากขึ้นพร้อมกับมีพลังงานสะสมในปริมาณมากขึ้น ไขมันจะไปสะสมในระหว่างก้อนกล้ามเนื้อ และใต้ผิวหนัง จากนั้นจึงเข้าไปสะสมในระหว่างกล้ามเนื้อเป็นลำดับสุดท้าย (จุฑารัตน์ 2539) ซึ่งเป็นไปได้ว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรเพิ่มไขมันจะมีการสะสมไขมันในร่างกาย รวมถึงไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้มากกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม งานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้พบว่ามีความหลากหลายในเรื่องของการเสริมไขมันในรูปแบบต่างๆ ต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ เช่นมีงานวิจัยเกี่ยวกับการเสริมไขมันสัตว์ในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไขมันจากสัตว์สามารถเพิ่มการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้ (Felton and Kerley, 2004) และหลายการศึกษาที่พบว่าการเสริมไขมันสัตว์ไม่สามารถเพิ่มการสะสมไขมันแทรกได้ (Haaland *et al*., 1981; Bartle *et al.,* 1994; Krehbiel *et al.,*1995) ส่วนการใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มก็อาจช่วยเพิ่มการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้เช่นกัน (Rule *et al*., 1994; Felton and Kerley, 1998; Felton and Kerley, 2004) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาที่พบว่าการใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มไม่สามารถช่วยเพิ่มการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้ (Madron *et al*., 2002) การเสริมไขมันโดยใช้วัตถุดิบที่เป็นธัญพืชที่มีเปลือกหุ้ม เช่น ถั่วเหลืองไขมันเต็ม หรือข้าวโพด มีข้อดีเนื่องจากจะช่วยเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อโคได้ (Rule and Beitz, 1986; Rule *et al*., 1994; Huerta-Leidenz *et al*., 1991) นอกจากนั้นยังสามารถช่วยเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวในนมได้อีกด้วย (Elliot *et al*., 1993; LaCount *et al*., 1995) เนื่องจากเมล็ดพืชที่มีเปลือกหุ้มจะมีเปลือกเป็นตัวช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยา Biohydrogenation ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีมากในเมล็ดพืช (Baldwin and Allison, 1983; Aldrich *et al*., 1997) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้โคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงมีแนวโน้มของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อที่สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมโดยที่เปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อของโคทั้ง 2 กลุ่มยังแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบโคทั้ง 2 กลุ่มจะเห็นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัดเจนว่ามีไขมันในช่องท้อง และไขมันใต้ผิวหนังแตกต่างกัน แต่ระดับของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อยังแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าระยะเวลาในการขุนโคอาจน้อยเกินไป ดังที่กล่าวมาแล้วว่าไขมันแทรกในกล้ามเนื้อจะเริ่มสะสมเป็นลำดับสุดท้ายหลังจากมีการสะสมไขมันบริเวณช่องท้อง ใต้ผิวหนัง และระหว่างมัดกล้ามเนื้อ และในการทดลองนี้ไขมันในส่วนต่างๆ เริ่มเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แต่ไขมันแทรกยังเพิ่มไม่มากนัก ซึ่งอาจเป็นเพราะระยะเวลาการขุนยังไม่เพียงพอ

ตารางที่ 8 อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อคุณภาพซาก

Item	Feed		*P*-value
	Control	High Fat	
pH 1 hr.	6.90 ± 0.19	6.99 ± 0.24	0.18
Temp 1 hr.	38.19 ± 1.22	38.53 ± 0.99	0.33
pH 24 hr.	5.94 ± 0.34	5.87 ± 0.39	0.61
Temp 24 hr.	6.53 ± 1.71	6.43 ± 1.61	0.83
Skin (%)	6.77 ± 0.98	7.03 ± 0.58	0.20
Entrails weigh (%)	18.58 ± 2.69	18.63 ± 2.30	0.95
Rumen + intestine weigh (%)	14.73 ± 2.65	14.31 ± 2.25	0.59
KPH Fat (%)	5.42^{a} ± 1.18	6.44^{b} ± 1.48	0.02
Kidney fat (%)	1.69^{a} ± 0.49	2.19^{b} ± 0.63	<0.01
Carcass (%)	56.23 ± 2.23	56.65 ± 1.51	0.49
Marbling score	2.17 ± 0.38	2.44 ± 0.51	0.10
Fat thickness (cm)	1.03^{a} ± 0.34	1.32^{b} ± 0.44	0.03
Loin eye area (cm^2)	125.43 ± 17.21	126.82 ± 17.40	0.82

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a,b} ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และเป็นไปได้ว่าโคกลุ่มที่ได้อาหารสูตรไขมันสูงได้รับความเข้มข้นของโภชนะ เช่น โปรตีนไม่เพียงพอจากปริมาณการกินได้ที่ค่อนข้างต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และเป็นไปได้ว่าโคที่ได้รับความเข้มข้นของโภชนะไม่เพียงพอ ถึงได้รับการเสริมไขมันในระดับสูงก็ไม่อาจมีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมาได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์โปรตีนที่โคได้รับต่อวัน (CP intake/day) พบว่า 4 เดือนแรกของการขุนโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมได้รับโปรตีน 924.98 กรัมต่อวัน แต่โคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงได้รับโปรตีน 896.39 กรัมต่อวัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.46$) แต่หลังจาก 4 เดือนของการขุนจนเข้าฆ่า พบว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมได้รับโปรตีนจากอาหาร 1186.65 กรัมต่อวัน ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงที่ได้รับโปรตีนจากอาหารเพียง 914.59 กรัมต่อวัน ($P<0.001$) รวมถึงตลอดระยะการขุนก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) โดยโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมได้รับโปรตีนจากอาหาร 1034.89 กรัมต่อวัน แต่โคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงได้รับโปรตีนจากอาหาร 905.08 กรัมต่อวัน

อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อคุณภาพของเนื้อโค (ตารางที่ 9) พบว่าความชื้น โปรตีน และไขมันในเนื้อของโคทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงอัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา อัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงอาหาร และค่าสีของเนื้อ L* a* b* value ด้วย

ตารางที่ 9 อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อคุณภาพของเนื้อโค

Item	Feed		*P*-value
	Control	**High Fat**	
Moist (%)	73.24 ± 2.94	72.50 ± 1.51	0.33
Protein (% DM)	22.99 ± 1.59	23.17 ± 1.19	0.72
Fat (% DM)	5.83 ± 2.72	5.75 ± 2.84	0.92
Cooking loss	5.71 ± 3.12	5.96 ± 2.81	0.80
Drip loss	3.03 ± 2.07	2.59 ± 1.08	0.44
Color			
L*	29.25 ± 1.41	28.81 ± 2.82	0.57
a*	13.88 ± 1.21	14.03 ± 1.68	0.77
b*	-1.62 ± 1.79	-1.83 ± 2.02	0.69

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อคุณภาพซาก และเนื้อโค

อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อคุณภาพซาก (ตารางที่ 10) พบว่าค่าความเป็นกรด–ด่าง อุณหภูมิที่ 1 และ 24 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตาย เปอร์เซ็นต์ซากเย็น เปอร์เซ็นต์หนัง อวัยวะภายใน กระเพาะกับลำไส้ และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ของโคทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต กระดูกเชิงกราน และไขมันหุ้มหัวใจ ของโคกลุ่มที่ได้รับการขุนนาน 8 เดือนจะมีค่ามากกว่าโคที่ได้รับการขุนนาน 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P=0.02$ รวมถึงไขมันที่สะสมอยู่ในร่างกายบริเวณอื่นด้วย เช่นไขมันหุ้มไต ($P<0.01$) และความหนาไขมันสันหลัง ($P=0.05$) ของโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนยังพบว่ามีมากกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามระดับของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคทั้ง 2 กลุ่มยังแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง สัญชัย (2551) กล่าวว่าไขมันในร่างกายจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาในการขุน หรือระยะเวลาในการเลี้ยงที่มากขึ้น และยิ่งสะสมมากเมื่อโคได้รับพลังงานเพื่อนำมาสะสมในร่างกายมากยิ่งขึ้น แต่เซลล์ไขมันจะเริ่มสะสมในบริเวณอวัยวะภายในช่องท้อง หรือระบบทางเดินอาหาร และไตเป็นส่วนแรก เมื่อโคมีอายุมากขึ้น และมีพลังงานสะสมเป็นจำนวนมากขึ้นจึงเกิดการสะสมไขมันบริเวณใต้ผิวหนัง และระหว่างกล้ามเนื้อ จากนั้นจึงเริ่มสะสมเป็นไขมันแทรกระหว่างกล้ามเนื้อ (จุฑารัตน์ 2539) แต่จากการทดลองนี้พบว่าโคในกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนจะมีไขมันบริเวณช่องท้อง และใต้ผิวหนังสูงขึ้นกว่าโคในกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนแต่ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคทั้งสองกลุ่มยังไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นเพราะช่วงเวลายังแตกต่างกันไม่มากพอที่จะทำให้เห็นถึงความแตกต่างกันของไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ หรืออาจกล่าวได้ว่าระยะเวลาการขุนที่ 8 เดือนอาจยังไม่เพียงพอต่อการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ เพราะอาจเป็นเพียงแค่ช่วงเวลาที่เริ่มมีการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อของโค โดยที่ Schnell *et al.* (1997) กล่าวว่ายิ่งเพิ่มระยะเวลาในการขุนจะทำให้โคมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ รวมถึงเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อในปริมาณที่สูงขึ้นได้ เช่นเดียวกับ Field *et al.* (1966) กล่าวว่าโคที่มีอายุมากขึ้นจะมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงขึ้น แต่โคที่มีอายุมากขึ้นจะมีความน่ากินของเนื้อน้อยลงเพราะมี เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเพิ่มมากยิ่งขึ้น แต่ความนุ่มของเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง

อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อคุณภาพของเนื้อโค (ตารางที่ 11) พบว่าทั้งปริมาณความชื้น โปรตีน อัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา และอัตราการสูญเสียน้ำระหว่างการประกอบอาหาร ยังแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าสีของเนื้อพบว่า L* และ b* value ของเนื้อโคที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วย แต่ค่า b*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

value ของโคที่ขุนนาน 6 เดือนมีค่า -0.89±2.30 ซึ่งมีค่าเป็นลบน้อยกว่าเนื้อโคที่ขุนนาน 8 เดือนที่มีค่าเท่ากับ -2.55±0.76 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) แสดงว่าเนื้อโคที่ขุนนาน 8 เดือนจะมีช่วงแสงสีน้ำเงินมากกว่า หรือมีสีเนื้อออกคล้ำ หรือน้ำเงิน-ม่วงกว่าเนื้อโคที่ขุนนาน 6 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับ สัญชัย (2547) ที่กล่าวว่าเนื้อโคที่ดีควรมีสีแดงสด (Bright cherry red) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงโคที่มีอายุน้อย เพราะโคที่มีอายุมาก เนื้อจะมีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน เพราะมีการสะสมเม็ดสี (Myoglobin) มาก

ตารางที่ 10 อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อคุณภาพซาก

	Fattening period (month)		***P*-value**
Item	**6**	**8**	
pH 1 hr.	6.97 ± 0.24	6.93 ± 0.20	0.56
Temp 1 hr.	38.28 ± 1.06	38.44 ± 1.18	0.64
pH 24 hr.	5.92 ± 0.21	5.90 ± 0.47	0.86
Temp 24 hr.	6.17 ± 1.36	6.79 ± 1.87	0.21
Skin (%)	6.78 ± 0.55	7.02 ± 0.99	0.22
Entrails weigh (%)	18.46 ± 2.00	18.75 ± 2.92	0.71
Rumen + intestine weigh (%)	14.57 ± 1.93	14.47 ± 2.91	0.90
KPH Fat (%)	5.43^{a} ± 1.50	6.44^{b} ± 1.15	0.02
Kidney fat (%)	1.72^{a} ± 0.66	2.15^{b} ± 0.48	<0.01
Carcass (%)	56.29 ± 1.99	56.58 ± 1.82	0.63
Marbling score	2.22 ± 0.43	2.39 ± 0.50	0.31
Fat thickness (cm)	1.04^{a} ± 0.36	1.31^{b} ± 0.44	0.05
Loin eye area (cm^2)	123.26 ± 13.84	128.99 ± 19.78	0.36

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ P ≤ 0.05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 อิทธิพลของระยะเวลาการขุนต่อคุณภาพของเนื้อโค

Item	Fattening period (month)		*P*-value
	6	8	
Moist (%)	73.24 ± 1.88	72.50 ± 2.72	0.33
Protein (% DM)	22.86 ±1.19	23.30 ± 1.57	0.38
Fat (% DM)	4.66[a] ± 2.43	6.92[b] ± 2.61	< 0.01
Cooking loss	5.65 ± 1.48	6.02 ± 3.92	0.71
Drip loss	2.61 ± 2.04	3.00 ± 1.14	0.49
Color			
L*	29.77 ± 1.60	28.29 ± 2.51	0.07
a*	13.56 ± 1.51	14.34 ± 1.31	0.16
b*	-0.89[a] ± 2.30	-2.55[b] ± 0.76	< 0.01

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

3. อิทธิพลของอาหารที่สัตว์ได้รับต่อองค์ประกอบทางชีวะเคมีในเลือด

3.1 ระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด ปกติแล้วโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) ที่เข้าไปในกระเพาะรูเมนจะถูกย่อยสลายไปเป็นแอมโมเนียได้เร็วกว่าการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ ดังนั้นในกระเพาะรูเมนจึงมีการสะสมของแอมโมเนีย และจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนไปยังเลือด แล้วถูกขนส่งไปยังตับ และตับจะเปลี่ยนแอมโมเนียส่วนหนึ่งกลับไปเป็นยูเรีย ในกระแสเลือดเพื่อขนส่งไปที่ระบบน้ำลายแล้วย้อนกลับมาที่กระเพาะรูเมนใหม่อีกครั้ง (สุริยะ, 2551) และระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด ที่ระดับปกติของโคเนื้อควรอยู่ระหว่าง 5–20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ขึ้นกับปริมาณและความสามารถของการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารที่โคได้รับ (Jack. 1977; Higginbothum *et al.*, 1989) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าก่อนเริ่มทำการทดลอง (วันที่ 0) ระดับของยูเรียไนโตรเจนในเลือดของโคทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 12 แต่พบว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงจะมีระดับของยูเรีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไนโตรเจนในเลือดต่ำกว่าโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ทั้งในวันที่ 120 และวันสุดท้ายของการขุน ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงจะมีแนวโน้มของปริมาณการกินได้ต่ำกว่าสูตรควบคุม ประกอบกับอาหารสูตรไขมันสูงเมื่อวิเคราะห์ระดับโปรตีนในสูตรอาหารแล้วพบว่ามีค่าต่ำกว่าอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 ระยะ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงจะมีความสมดุลของไนโตรเจนในอาหารต่ำกว่าอาหารสูตรควบคุมเป็นผลให้การย่อยได้ของสารอาหารโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนในกระเพาะหมักของโคในกลุ่มนี้อาจเกิดขึ้นได้น้อย ผลที่ตามมาจึงทำให้เกิดการดูดซึมของยูเรียไนโตรเจนเข้าสู่กระแสเลือดได้น้อยตามมาด้วย ซึ่งระดับของยูเรียในกระแสเลือดจะผันแปรตามระดับของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน (สุริยะ, 2551) และปริมาณแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนจะขึ้นกับความสมดุลของสารประกอบไนโตรเจนในอาหาร และ Preston *et al.* (1965) กล่าวว่าปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดสามารถบ่งบอกได้ถึงความสมดุลของระดับไนโตรเจนที่มีในสูตรอาหารต่อความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และตัวสัตว์เองได้ และ เมธา (2533) กล่าวว่าสมดุลของอาหารจะแสดงได้จากปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดที่เป็นตัวสะท้อนถึงปริมาณโปรตีนในอาหารที่สัตว์ได้รับ สัดส่วนของโปรตีนต่อคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายในกระเพาะหมักและเมตาบอลิซึมของโปรตีนในลำไส้เล็ก ปริมาณยูเรียไนโตรเจนจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะหมัก และลำไส้เล็ก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อโคทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จึงอาจกล่าวได้ว่าระดับของปริมาณยูเรียไนโตรเจนที่ต่างกันของโคที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตรอาจเป็นเพราะอาหารสูตรไขมันสูงมีถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ผ่านความร้อนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีรายงานว่าถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ผ่านความร้อนมีสัดส่วนของโปรตีนไหลผ่านสูง (Bypass protein) (Nishimuta *et al.,* 1974) และเมื่อโคได้รับอาหารที่มีถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นองค์ประกอบ พบว่าจะมีปริมาณของไนโตรเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Reis and Tunks, 1969; Reis and Tunks, 1970) เป็นผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของสารประกอบไนโตรเจนหรือการถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นได้น้อยลง จึงเกิดยูเรียไนโตรเจนได้น้อยในกระเพาะรูเมน ผลที่ตามมาคือมีปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดน้อยตามไปด้วย ซึ่ง Nousiainen *et. al.* (2004) กล่าวว่าระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดหากมีในปริมาณที่สูงเกินไปจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ของโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนจากอาหารที่ไม่มีประสิทธิภาพ หรืออาหารที่มีคุณภาพดีย่อมส่งผลให้มีระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดมีในปริมาณน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ปริมาณกลูโคสในเลือด พบว่าปริมาณของกลูโคสในเลือดของโคทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 12 ทั้งในวันที่ 0, 120 และ วันสุดท้ายของการขุน และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 81.21, 88.23 และ 81.6 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่ง Robert and Prasse (1988) รายงานว่าระดับน้ำตาลในเลือดโคปกติมีค่าประมาณ 50–71 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และ นิรันดร (2551) กล่าวว่าระดับของกลูโคสในเลือดสามารถใช้เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงสภาวะการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานที่สัตว์ได้รับ และ Vazquez-anoh *et al.* (1994) กล่าวว่าระดับของกลูโคสในกระแสเลือดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการกินได้และระดับพลังงานในร่างกายที่สมดุลขึ้น และ Ganong (1991) กล่าวว่าระดับกลูโคสต้องสมดุลกันตลอดเวลาระหว่างระดับที่เข้าสู่กระแสเลือดกับระดับที่ออกจากกระแสเลือด ซึ่งประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของกลูโคสที่กินทั้งหมดจะไปสะสมในรูปของไกลโคเจนที่ตับ และประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์จะถูกสะสมในรูปไขมันส่วนที่เหลืออยู่บริเวณกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออื่นๆ จึงเป็นไปได้ว่ากรณีที่มีกลูโคสในเลือดมากอาจจะมีการสะสมไขมันในร่างกายในระดับที่สูงขึ้น

3.3 ระดับแคลเซียม ในเลือดของโคทั้ง 2 กลุ่มในวันที่ 120 และวันสุดท้ายของการขุนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.23 และ 9.77 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่ง NRC (2000) รายงานว่าระดับของแคลเซียมในเลือดของโคควรมีค่าอยู่ที่ 9–11 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ได้เบื้องต้นว่าสัตว์ได้รับแคลเซียมในอาหารในปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

3.4 ระดับฟอสฟอรัสในเลือดของโคทั้ง 2 กลุ่มในวันที่ 120 และวันสุดท้ายของการขุนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.84 และ 6.68 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่ง NRC (2000) รายงานว่าระดับของฟอสฟอรัสในเลือดของโคควรไม่ต่ำกว่า 4.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระดับฟอสฟอรัสก็เช่นเดียวกับแคลเซียมในเลือด ที่สามารถบ่งชี้ได้เบื้องต้นว่าสัตว์ได้รับฟอสฟอรัสในอาหารในปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อองค์ประกอบทางชีวะเคมีของเลือดโค

Item	Feed		*P*-value
	Control	**High Fat**	
0 d			
BUN (mg%)	9.21 ± 5.45	5.69 ± 4.33	0.10
Glucose (mg%)	77.68 ± 11.58	84.74 ± 20.99	0.30
120 d			
BUN (mg%)	14.56[a] ± 4.05	10.73[b] ± 2.84	< 0.01
Glucose (mg%)	85.27 ± 7.20	91.19 ± 12.40	0.13
Ca (mg%)	10.36 ± 0.59	10.09 ± 0.39	0.17
P (mg%)	6.60 ± 0.89	7.08 ± 0.62	0.13
finishing d			
BUN (mg%)	5.44[a] ± 2.03	2.18[b] ± 1.05	< 0.01
Glucose (mg%)	80.77 ± 8.92	82.48 ± 9.81	0.66
Ca (mg%)	9.77 ± 0.56	9.77 ± 0.67	1.00
P (mg%)	6.35 ± 0.76	7.01 ± 0.88	0.07

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.01$

4. ต้นทุน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจประกอบด้วย ราคาซากที่สหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนจำกัด ประเมินให้ลบด้วยต้นทุนรวมทั้งหมด โดยที่ราคาซากโคจะขึ้นกับปริมาณไขมันแทรก นั่นคือถ้าโคมีไขมันแทรกสูงราคาขายซากโคก็จะสูงตามไปด้วย สำหรับต้นทุนค่าอาหารที่นำมาใช้คิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจนั้นจะเป็นต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดที่ใช้เลี้ยงโค ไม่ใช้ค่าอาหารที่สัตว์กินได้จริง เพราะในการเลี้ยงสัตว์อาหารที่ให้สัตว์กินอาจจะมีการสูญเสียเช่น ตกหล่นตามพื้น ซึ่งก็คือว่าเป็นต้นทุนการผลิตด้วยเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคทั้ง 3 กลุ่ม (ตารางที่ 13) พบว่าต้นทุนค่าตัวโคที่นำเข้ามาขุนของโคทั้ง 3 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน แต่โคในกลุ่ม 1 มีต้นทุนค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงต่ำที่สุด เป็นผลให้ต้นทุนรวมต่ำตามมาด้วย และในขณะเดียวกันโคในกลุ่มที่ 1 จะมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับโคในกลุ่มอื่น (ตารางที่ 3) จึงส่งผลให้น้ำหนักโคในกลุ่มนี้ก่อนเข้าฆ่าสูงกว่าโคในกลุ่มอื่นๆ และนอกจากนี้ราคาซากโคในกลุ่มที่ 1 มากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งเป็นผลให้โคกลุ่ม 1 มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ หรือกำไรสูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโคในกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินอาหารต่ำกว่า และมีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าโคในกลุ่มอื่นๆ ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็เพียงพอที่จะส่งผลเกิดความแตกต่างในเรื่องผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ตารางที่ 13 อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคต่อต้นทุนการผลิต รายรับ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

(bath/head)

Item	**Body conformation[1]**		
	1	**2**	**3**
Cattle cost	17,340.00	17,228.00	17,420.00
Feed cost	15,071.01	15,615.63	15,343.02
Management cost	2,903.84	2,903.84	2,903.84
Total cost	35,314.85	35,747.47	35,666.86
Carcass price	38,466.78	37,269.14	37,477.78
Profit	3,151.92	1,521.67	1,810.92

หมายเหตุ [1] 1 รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง
2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง
3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

4.2 อิทธิพลของอาหารที่ใช้ขุนต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (ตารางที่ 14) พบว่าต้นทุนค่าตัวโคที่นำเข้าขุนของโคทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันไม่มากนัก แต่ต้นทุนจากค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงของโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 16,702.93 บาท/ตัว ซึ่งมากกว่าโคที่ได้รับอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูตรควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 13,983.51 บาท/ตัว เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในอาหารสูตรไขมันสูงมีราคาสูงกว่า จึงเป็นผลให้ต้นทุนรวมของโคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงมีค่าเฉลี่ย 36,790.77 บาท/ตัว ซึ่งมากกว่าอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 34,362.02 บาท/ตัว แม้ว่าราคาซากโคกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับเฉลี่ย 37,930.11 บาท/ตัว ซึ่งมากกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37,545.69 บาท/ตัว เนื่องจากโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงมีแนวโน้มของไขมันแทรกที่สูงกว่า และระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยหนึ่งของการประเมินราคาซื้อซากของสหกรณ์โคเนื้อ แต่ยังไม่มากพอที่จะทำให้ผลกำไรของของโคในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงมากกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมจะมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด

ตารางที่ 14 อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อต้นทุนการผลิต รายรับ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

(bath/head)

Item	**Feed**	
	Control	**High Fat**
Cattle cost	17,474.67	17,184.00
Feed cost	13,983.51	16,702.93
Management cost	2,903.84	2,903.84
Total cost	34,362.02	36,790.77
Carcass price	37,545.69	37,930.11
Profit	3,183.67	1,139.34

4.3 อิทธิพลของระยะเวลาการขุนต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (ตารางที่ 15) ถึงแม้ว่าต้นทุนจากราคาตัวโคก่อนเข้าขุนของโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 16,893.33 บาท/ตัว ซึ่งต่ำกว่าโคกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17,765.33 บาท/ตัว เนื่องจากโคในกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนมีน้ำหนักเริ่มต้นเมื่อเข้าขุนต่ำกว่า (ราคาตัวโคชั่งน้ำหนักตัวที่ 48 บาท/กก.) แต่พบว่าค่าอาหาร และค่าการจัดการที่ใช้เลี้ยงโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนจะมีค่ามากกว่าโคกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนเฉลี่ยที่ 3,910.50 และ 555.56 บาท/ตัว ตามลำดับ เป็นผลให้ต้นทุนรวมของโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนสูงกว่าโคกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนเฉลี่ยที่ 3,594.06 บาท/ตัว แม้ว่าราคาขายซากโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนจะมากกว่าโคกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนเฉลี่ยที่ 2,112.4 บาท/ตัว แต่อย่างไรก็ตามพบว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนยังมากกว่าโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนเฉลี่ยอยู่ที่ 1,481.66 บาท/ตัว

ตารางที่ 15 อิทธิพลของระยะเวลาการขุนต่อต้นทุนการผลิต รายรับ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

(bath/head)

Item	**Fattening period (month)**	
	6	**8**
Cattle cost	17,765.33	16,893.33
Feed cost	13,387.97	17,298.47
Management cost	2,626.06	3,181.62
Total cost	33,779.36	37,373.42
Carcass price	36,681.70	38,794.10
Profit	2,902.34	1,420.68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอกของโคลูกผสมสายพันธุ์เมืองหนาวก่อนการเข้าขุน พบว่าโคในกลุ่ม 1 (รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง) จะมีเปอร์เซ็นต์หนังสูงกว่าโคในกลุ่มอื่น และเปอร์เซ็นต์กระเพาะรูเมนกับลำไส้ และน้ำหนักอวัยวะภายในของโคในกลุ่มนี้ยังต่ำกว่าโคในกลุ่มอื่นด้วย นอกจากนั้นโคในกลุ่มนี้ยังมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด แต่อิทธิพลของรูปร่างโคไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากในด้านอื่น

2. อิทธิพลของอาหารที่โคได้รับต่อสมรรถภาพการผลิต โคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงจะมีแนวโน้มของปริมาณการกินได้ต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ในขณะเดียวกันก็มี ปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายทั้งไขมันในช่องท้อง ไขมันหุ้มไต และความหนาไขมันสันหลัง รวมถึงไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคในกลุ่มนี้จะสูงกว่าโคในกลุ่มอื่น

องค์ประกอบทางชีวะเคมีของเลือด พบว่าปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดของโคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงจะมีปริมาณต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทั้งในวันที่ 120 และวันสุดท้ายของการขุน

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของโคที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีความคุ้มค่าต่อการขุนมากกว่าเนื่องจากมีต้นทุนจากค่าอาหารต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูง

3. อิทธิพลของระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต พบว่าโคที่ได้รับการขุนนาน 8 เดือนจะมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตตลอดระยะการขุนต่ำกว่าโคที่ได้รับการขุนนาน 6 เดือน

คุณภาพซาก พบว่าโคที่มีอายุการขุนนาน 8 เดือนจะมีปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายมากกว่าโคกลุ่มที่ได้รับการขุนนาน 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งไขมันในช่องท้อง ไขมันหุ้ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไต และความหนาไขมันสันหลัง แต่ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าโคที่ขุนนาน 8 เดือนจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสูงกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ต้นทุนการผลิต พบว่าโคที่ได้รับการขุนนาน 8 เดือนจะมีต้นทุนค่าอาหาร และการจัดการสูงกว่าโคที่ได้รับการขุนนาน 6 เดือน แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือนจะมีราคาซากสูงกว่าโคที่ขุนนาน 6 เดือน แต่โคกลุ่มที่ขุนนาน 6 เดือนยังได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าโคกลุ่มที่ขุนนาน 8 เดือน เฉลี่ยอยู่ที่ 1,481.66 บาท/ตัว

ข้อเสนอแนะ

1. โคที่ได้รับอาหารสูตรไขมันสูงจะมีแนวโน้มของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น แต่การเสริมไขมันควรคำนึงถึงความเข้มข้นของโภชนะต่างๆ ในสูตรอาหารด้วย เนื่องจากเป็นไปได้ว่าโคที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงๆ จะมีปริมาณการกินได้ลดต่ำลง ดังนั้นถ้ามีการเสริมไขมันในสูตรอาหารต้องให้มีความเข้มข้นของโภชนะชนิดอื่นสูงกว่าปกติประมาณ 5.03 % (จากปริมาณอาหารที่กินได้ต่ำลง 4.79 %

2. การเพิ่มระดับไขมันในสูตรอาหารโคขุนโดยใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มอาจไม่เหมาะสมในสภาพการผลิตปัจจุบัน เนื่องจากทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เพราะวัตถุดิบให้พลังงานเช่น ถั่วเหลืองมีราคาสูงมาก ดังนั้นถ้าต้องการใช้อาหารที่มีไขมันสูงควรหาวัตถุดิบที่ให้ไขมันสูงชนิดใหม่ที่มีราคาถูก เช่นกากเนื้อในปาล์ม หรือไขมันสัตว์ เป็นต้น แต่ควรเสริมไขมันควบคู่กับการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของโภชนะตัวอื่นในอาหาร

3. ระยะเวลาในการขุนที่เหมาะสมเพื่อให้โคมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ควรขุนอย่างน้อย 8 เดือน โดยที่ผู้เลี้ยงยังคงมีกำไรอยู่บ้าง แต่ถ้าขุนนานเพียง 6 เดือน แม้ว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงจะมีกำไรมาก แต่ในทางตรงกันข้าม คุณภาพของเนื้อโคอาจจะยังไม่ดีพอ เนื่องจากเนื้อมีไขมันแทรกต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2551. **สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ 2550 กรมปศุสัตว์**. สถิติการนำเข้า. ที่มา: www.dld.go.th/ict/yearly/yearly50/imex50.html. 9 ตุลาคม, 2551.

กฤษ อังคนาพร. 2547. **สรีรวิทยาของกระเพาะอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. มมป. **เอกสารเผยแพร่**. การเลี้ยงโคเนื้อเชิงธุรกิจ. ที่มา: www.dld.go.th/research-AHD/Document/cattle/business_beef_book1.html. 11 กันยายน, 2551

จิตกร บัวปลี. มมปa. **โคพันธุ์ชาร์โรเลส์**. ชาร์โรเลส์. ที่มา: www.cobalthailand.th.gs/web-c/obalthailand/images/charolais.jpg. 10 ตุลาคม, 2551

_______ . มมปb. **โคพันธุ์กำแพงแสน**. โคกำแพงแสน. ที่มา: http://www.cobalthailand.th.gs/web-c/obalthailand/gmf003.jpg. 10 ตุลาคม, 2551

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารคำสอน** วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

_______ และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. **คุณภาพเนื้อโค ภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

_______ . 2551. คุณค่าของเนื้อโคพื้นเมือง ใน **เอกสารประกอบการประสัมมนาวิชาการ การจัดการธุรกิจเพื่อเพิ่มคุณค่าเนื้อโคไทย**, วันที่ 30 กันยายน 2551. คณะเทคโนโลยีการเกษตร ศูนย์เครือข่ายเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เทิดชัย เวียรศิลป์. 2548. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. พิมพ์ครั้งที่ 5. ภาควิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นิรันดร หนักแดง. 2551. **ผลของหญ้าแพงโกลาหมักร่วมกับหัวเชื้อแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกที่ถูกฉายรังสีต่อสมรรถภาพการผลิตของโคนม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

นันทนา ช่วยชูวงศ์. 2540. **การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้อ 5 พันธุ์ ที่มีอยู่ในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. หมาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม

บุญชู โสมไชสง. 2548. **วัวขุน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. มิวนิคซัพพลายพริ้นติ้ง. เชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2546. **ชีวะเคมีทางสัตวศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ปฐพีชล วายุอัคคี. 2548. **คู่มือเลี้ยงโค**. พิมพ์ครั้งที่ 1. เทพพิทักษ์. กรุงเทพฯ.

ปรารถนา พฤกษะศรี. 2548ก. **โคเนื้อ ชุดที่ 3 พันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นีออน บุ๊ค มีเดีย. นนทบุรี.

_______ . 2548ข. **โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน**. นีออน บุ๊ค มีเดีย. นนทบุรี.

_______ . 2533. **การเลี้ยงโคขุน**. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมเกษตรกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิสมัย หาญมงคลพิพัฒน์. 2550. **สถิติและการวางแผนการทดลองทางเกษตร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

พิสิท คำประเสริฐ. 2548. **วัวเมริกันบราห์มัน และ วัวออสเตรเลียบราห์มัน**. ที่มา: www.cowcenter.com. 2 กันยายน, 2551

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. **โภชนะศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มัทนา โอสถหงส์. 2551. **คู่มือการตัดแต่งเนื้อโคแบบโพนยางคำ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. Amarin printing and publishing public company limited. กรุงเทพฯ.

ยอดชาย ทองไทยนันท์. 2546. **การเลี้ยงโคเนื้อ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

สมทรง เลขะกุล. 2543. **ชีวเคมีของวิตามิน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2547. **การจัดการเนื้อสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_______ . 2551. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

สุรัสสา สมิตะโยธิน. มมป. **Cattle Production.** การเจริญเติบโตชดเชย. ที่มา: www.sut.ac.th/e-texts/Agri/My%20Webs/page%201.htm. 11 ตุลาคม, 2551

อรวรรณ เรืองเดชชัยสกุล. 2542. **ผลของการเสริมโซเดียมซีลีไนต์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และการสะสมซีลีเนียมในไข่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โอภา วัชระคุปต์. 2550. **สารต้านอนุมูลอิสระ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. นิวไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

Aldrich, C. G., N. R. Merchen, J. K. Drackley, S. S. Gonzalez, G. C. Fahey, Jr., and L. L. Berger. 1997. The effects of chemical treatment of whole canola seed on lipid and protein digestion by steers. **J. Anim. Sci.** 75: 502–511.

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.

Baldwin, R. L., and M. J. Allison. 1983. Rumen metabolism. **J. Anim. Sci.** 57: 461–477.

Bartle, S. J., R. L. Preston, and M. F. Miller. 1994. Dietary energy source and density: Effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics**. J. Anim. Sci.** 72: 1943–1953.

Bidner, T. D., A. R. Schupp, R. E. Montgomery and J. C. Carpenter, Jr. 1981. Acceptability of Beef Finished on All-Forage, Forage-Plus-Grain or High Energy Diets. **J. Anim. Sci**. 53: 1181–1187.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Boles, J. A., R. W. Kott, P. G. Hatfield, J. W. Bergman, and C. R. Flynn. 2005. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid, of lamb. **J. Anim. Sci**. 83: 2175–2181.

Bowling, R. A., J. K. Riggs, G. C. Smith, Z. L. Carpenter, R. L. Reddish and O. D. Butler. 1978. Production, Carcass and Palatability Characteristics of steers Produced by Different Management Systems**.** **J. Anim. Sci**. 46: 333–340.

Carter, J. N., D. R. Gill, C. R. Krehbiel, A. W. Confer, R. A. Smith, D. L. Lalman, P. L. Claypool and L. R. McDowell. 2005. Vitamin E supplementation of newly arrived feedlot calves. **J. Anim. Sci**. 83: 1924–1932.

Clemens Edgar, Vincent Arthaud, Roger Mandigo and Walter Woods. 1973. Fatty Acid Composition of Bulls and Steers as Influenced by Age and Dietary Energy Level. **J. Anim. Sci**. 37: 1326–1331.

Davis, P. A., L. R. McDowell, N. S. Wilkinson, C. D. Buergelt, R. Van Alstyne, R. N. Weldon and T. T. Marshall. 2006. Tolerance of inorganic selenium by range-type ewes during gestation and lactation. **J. Anim. Sci**. 84: 660–668.

Elliot, J. P., J. K. Drackley, D. J. Schauff, and E. H. Jaster. 1993. Diets containing high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. **J. Dairy Sci.** 76: 775–789.

Food and Agriculture Organization. 2007. **Report of The Scientific Forum on Animal Genetic Resources.** AvailableSource: www.fao.org/ ag/againfo/programmer/en/genetics/documents/interlaken/scientificforum/ScienceForum _Report.pdf. september 8, 2551

Felton, E. E. D. and M. S. Kerley. 1998. Effects of feeding whole soybeans on feedlot steer performance and carcass characteristics**.** **J. Anim. Sci.** Abstracts, p76.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_______ . 2004. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **J. Anim. Sci**. 82: 1794–1805.

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.

Georing, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA, Agicutureal Research Sevice. Agiculturul Handbook No. 379. Washington DC.

Grady, M. N. O., F. J. Monahan, R. J. Fallon and P. Allen. 2001. Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. **J. Anim. Sci**. 79: 2827–2834.

Guo, Q., B. T. Richert, J. R. Burgess, D. M. Webel, D. E. Orr, M. Blair, G. E. Fitzner, D. D. Hall, A. L. Grant, and D. E. Gerrard. 2006. Effects of dietary vitamin E and fat supplementation on pock quality. **J. Anim. Sci**. 84: 3089–3099.

Haaland, D. L., J. K. Matsushima, D. E. Johnson, and G. M. Ward. 1981. Effect of replacement of corn by protected tallow in a cattle finishing diet on animal performance and composition. **J. Anim. Sci.** 52: 696–702.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Higginbothum, G.E., M. Torabi and J.T. Huber. 1989. Influence of dietary protein concentration and degradability on performance of lactating cows during hot environmental temperatures. **J. Dairy Sci.** 72: 2554-2564.

Huerta-Leidenz, N. O., H. R. Cross, D. K. Lunt, L. S. Pelton, J. W. Savell, and S. B. Smith. 1991. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **J. Anim. Sci.** 69: 3665–3672

Jack, H.P. 1977. **Metabolic Diseases in Farm Animal : Nitrogen Metabolism.** William Heinemain Medical Book Ltd., London. 685 p.

Jenkins, T. C. and M. A. McGuire. 2006. Major Advances in Nutrition: Impact on Milk Composition. **J. Dairy. Sci**. 89: 1302–1310.

Juniper, D. T., R. H. Phipps, D. I. Givens, A. K. Jones, C. Green and G. Bertin. 2008. Tolerance of ruminant animals to high dose in-feed administration of a selenium-enriched yeast. **J. Anim. Sci**. 86: 197–204.

Krehbiel, C. R., R. A. McCoy, R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, D. H. Shain, and R. P. Huffman. 1995. Influence of grain type, tallow level, and tallow feeding system on feedlot cattle performance. **J. Anim. Sci.** 73: 2916–2921.

LaCount, D. W., J. K. Drackley, T. M. Cicela, and J. H. Clark. 1995. High oil corn as silage or grain for dairy cows during an entire lactation. **J. Dairy Sci.** 78: 1745–1754.

Lawler, T. L., J. B. Taylor, J. W. Finley and J. S. Caton. 2004. Effect of supranutritional and organically bound selenium on performance, carcass characteristics, and selenium distribution in finishing beef steers. **J. Anim. Sci**. 82: 1488–1493.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Liu, Q., M. C. Lanari and D. M. Schaefer. 1995. A review of dietary vitamin supplementation for improvement of beef quality. **J. Anim. Sci**. 73: 3131–3140.

Madron, M. S., D. G. Peterson, D. A. Dwyer, B. A. Corl, L. H. Baumgard, D. H. Beermann and D. E. Bauman. 2002. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linileic acid content of intramuscular, intermuscolar, and subcutaneous fat in beef steers. **J. Anim. Sci**. 80: 1135–1143.

Mitsumoto, M., R. N. Arnold, D. M. Schaefer and R. G. Cassens. 1995. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef longissimus during display. **J. Anim. Sci**. 73: 2289–2294.

Montgomery, S. P., J. S. Drouillard, J. J. Sindt, M. A. Greenquist, B. E. Depenbusch, E. J. Good, E. R. Loe, M. J. Sulpizio, T. J. Kessen and R. T. Ethington. 2005a. Effects of dried full-fat corn germ and vitamin E on growth performance and carcass characteristics of finishing cattle. **J. Anim. Sci**. 83: 2440–2447.

Montgomery, S. P., J. S. Drouillard, J. J. Sindt, M. A. Greenquist, B. E. Depenbusch, P. L. Claypool and L. R. McDowell. 2005b. Vitamin E supplementation of newly arrived feedlot calves. **J. Anim. Sci**. 83: 1924–1932.

National Research Council. 2000. **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** 6"th Revised Edition, National Academy Press, Washington, DC.

Nemec, M., M. Hidiroglou, K. Nielsen and J. Proulx. 1990. Effect of vitamin E and selenium supplementation on some immune parameters following vaccination against brucellosis in cattle. **J. Anim. Sci**. 68: 4303–4309.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nishimura, T., A. Hattori and K. Takahashi. 1999. Structural Changes in Intramuscular Connective Tissue During the Fattening of Japanese Black Cattle: Effect of Marbling on Beef Tenderization. **J. Anim. Sci**. 77: 93–104.

Nishimuta, J. F., D. G. Ely and J. A. Boling. 1974. Ruminal Bypass of Dietary Soybean Protein Treated with Heat, Formalin and Tannic Acid. **J. Anim. Sci**. 9: 952-957.

Nosiainen, J., K. j. Shingfield, and P. Huntanen. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as diagnostic of protein feeding. **J. Dairy. Sci.** 87: 386.

Parekh, A. C., and D. H. Jung. 1970. Serum inorganic phosphorus determination using p-phenylenediamine as a reducing agent**.** **Clin. Chim. Acta**. 27: 373–377.

Perkin-Elmer Corp. 1965. **Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry**. Perkin-Elmer Corp., Norwalk, CT.

Pendlum, L. C., J. A. Boling and N. W. Bradley. 1977. Energy Level Effects on Growth and Conception Rates of Heifers. **J. Anim. Sci**. 44: 18–22.

Perry, T. W., W. M. Beeson, M. T. Mohler and Evan Baugh. 1976. Value of Added Fat in High Moisture Beef Cattle Diets and in Dry Lamp Diets. **J. Anim. Sci**. 43: 945–951.

Preston, R.L., DD. Schaneenberg and W.H. P fander. 1965. Protein utiligation in Ruminant; blood urea nitrogen as affected by protein intake. **J. Nutri.** 86: 281-288.

Reffett Stabel, J., J. W. Spears, T. T. Brown, Jr. and J. Brake. 1989. Selenium Effects on Glutathione Peroxidase and the Immune Response of Stressed Calves Challenged with Pasteurella Hemolytica. **J. Anim. Sci**. 67: 557–564.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Reis, P. J. and D. A. Tunks. 1969. Evaluation of formaldehyde-treated casein for wool growth and nitrogen retention. **Australian J. Agr. Res.** 20: 775

_______ . 1970. Changes in plasma amino acid patterns in sheep associated with supplements of casein and formaldehyde-treated casein. **Australian J. Biol. Sei.** 23: 673.

Robert, J. and K.W. Prasse. 1988. **Veterinary Laboratory Medicine.** Department of Veterinary Pathology, College of Veterinary Medicine. Univ. of Geogia, Geogia.

Rule, D. C., and D. C. Beitz. 1986. Fatty acids of adipose tissue, plasma, muscle and duodenal digesta of steers fed extruded soybeans. **J. Am. Oil Chem. Soc.** 63: 1429–1436.

Rule, D. C., J. R. Busboom, and C. J. Kercher. 1994. Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. **J. Anim. Sci**. 72: 2735–2744.

Sanders, S. K., J. B. Morgan, D. M. Wulf, J. D. Tatum, S. N. Williams and G. C. Smith. 1997. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-Life of beef for the Japanese market. **J. Anim. Sci**. 75: 2634–2640.

Schmid, M. and V. Forstner. 1986. **Laboratory Testing in Veterinary Medicine Diagnosis and Clinical Monitoring.** Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, West Germany. 253 p.

Schnell, T. D., K. E. Belk, J. D. Tatum, R. K. Miller, and G. C. Smith. 1997. Performance, Carcass, and Palatability Traits for Cull Cows Fed High-Energy Concentrate Diets For 0, 14, 28, 42, or 56 Days. **J. Anim. Sci**. 75: 1195–1202.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Shanks, B. C., D. M. Wulf and R. J. Maddock. 2002. Technical note: The effect of freezing on Warner-Bratzler shear force values of beef longissimus steaks across several postmortem aging periods. **J. Anim. Sci**. 80: 2122–2125.

Van Koevering, M. T., D. R. Gill, F. N. Owens, H. G. Dolezal and C. A. Strasia. 1995. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscles. **J. Anim. Sci**. 73: 21–28.

Vazquez-anon, M. S. Bertics, M. Luck, R. R. Grummer and J. Pinheiro. 1994. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolism in dairy cow. **J. Dairy Sci.** 77(6): 1521-1528

Wheeler, T. L., L. V. Cundiff and R. M. Koch. 1994. Effect of marbling degree on beef palatability in Bos Taurus and Bos indicus cattle. **J. Anim. Sci**. 72: 3145–3151.

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.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 สัดส่วนโคในวันแรกของการขุน

(cm)

Item	Body conformation[1]			Feed		Fattening period (month)	
	1	2	3	Control	High Fat	6	8
Heart girth	167.33 ± 4.19	169.42 ± 4.62	169.25 ± 4.58	169.56 ± 5.01	167.78 ± 3.72	169.33 ± 4.42	168.00 ± 4.49
Height at wither	124.75 ± 2.99	124.67 ± 3.20	123.67 ± 2.90	124.17 ± 3.09	124.56 ± 2.96	125.28 ± 2.87	123.44 ± 2.89
Body length	130.08 ± 3.58	130.83 ± 4.28	130.42 ± 4.25	131.11 ± 3.83	129.78 ± 4.05	131.61 ± 3.24	129.28 ± 4.32
Shoulder width	39.92 ± 2.81	40.17 ± 1.70	40.75 ± 2.01	40.33 ± 2.30	40.22 ± 2.13	41.11 ± 1.68	39.44 ± 2.36
Wrist width	42.67 ± 2.35	42.17 ± 1.70	41.67 ± 2.06	42.33 ± 2.35	42.00 ± 1.71	42.94[a] ± 1.59	41.39[b] ± 2.17
Shank line	21.50 ± 1.83	21.10 ± 1.67	21.13 ± 2.50	21.29 ± 2.04	21.19 ± 0.98	21.56 ± 1.77	20.93 ± 2.18
Tail line	25.58[a] ± 1.24	23.92[b] ± 0.90	24.75[ab] ± 1.14	24.89 ± 1.37	24.61 ± 1.20	24.61 ± 1.24	24.89 ± 1.32

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1]1 รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง

2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง

3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 สัดส่วนโควันที่ 120 ของการขุน

(cm)

Item	Body conformation[1] 1	2	3	Feed Control	High Fat	Fattening period (month) 6	8
Heart girth	185.75 ± 5.94	185.92 ± 4.93	186.17 ± 6.75	186.00 ± 6.06	185.89 ± 5.60	187.17 ± 4.90	184.72 ± 6.40
Height at wither	130.42 ± 3.92	130.33 ± 4.44	127.92 ± 2.81	129.67 ± 3.79	129.44 ± 4.03	130.39 ± 4.02	128.72 ± 3.61
Body length	145.67 ± 7.50	145.75 ± 4.03	145.58 ± 3.90	146.56 ± 4.80	144.78 ± 5.65	147.94[a] ± 4.68	143.39[b] ± 4.88
Shoulder width	49.83 ± 3.54	48.17 ±1.90	49.25 ± 2.60	48.56 ± 3.57	49.61 ± 1.58	49.61 ± 2.93	48.56 ± 2.57
Wrist width	47.75 ± 4.07	48.25 ± 2.38	46.50 ± 3.48	48.11 ± 3.72	46.89 ± 2.95	48.89[a] ± 3.46	46.11[b] ± 2.70
Shank line	21.08 ± 1.38	21.08 ± 2.39	20.08 ± 1.00	20.50 ± 1.34	21.00 ± 2.03	21.22 ± 2.13	20.28 ± 1.02
Tail line	30.25 ± 2.18	29.50 ± 3.68	28.33 ± 2.54	28.67 ± 2.81	30.06 ± 2.0	29.50 ± 3.44	29.22 ± 2.33

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1]1 รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง

2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง

3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 สัดส่วนโคในวันสุดท้ายของการขุน

(cm)

Item	Body conformation[1]			Feed		Fattening period (month)	
	1	2	3	Control	High Fat	6	8
Heart girth	198.92 ± 6.04	198.42 ± 4.03	198.33 ± 8.20	199.72 ± 6.33	197.39 ± 5.89	199.39 ± 5.55	197.72 ± 6.74
Height at wither	132.67 ± 4.48	134.42 ± 4.32	132.83 ± 2.37	132.50 ± 4.09	134.11 ± 3.45	132.22 ± 4.02	134.39 ± 3.36
Body length	153.92 ± 5.16	153.58 ± 4.54	155.83 ± 7.73	155.11 ± 5.63	153.78 ± 6.22	154.78 ± 5.36	154.11 ± 6.51
Shoulder width	55.17 ± 3.13	55.00 ± 2.70	54.83 ± 3.81	55.39 ± 3.43	54.61 ± 2.89	54.83 ± 3.01	55.17 ± 3.37
Wrist width	52.17 ± 3.56	52.75 ± 2.26	50.58 ± 3.85	52.11 ± 3.86	51.56 ± 2.79	52.56 ± 3.55	51.11 ± 3.03
Shank line	21.92[a] ± 1.56	21.17[ab] ± 0.83	20.83[b] ± 0.72	21.28 ± 1.45	21.33 ± 0.84	21.44 ± 1.25	21.17 ± 1.10
Tail line	30.17 ± 3.04	28.67 ± 3.37	28.75 ± 2.99	29.22 ± 2.92	29.17 ± 3.40	30.78[a] ± 1.20	27.61[b] ± 3.66

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1]1 รูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง

2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง

3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

[a, b] ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 สมรรถภาพการผลิตของโคขุน

Item	BC[1]			F[2]		A[3]	
	1	2	3	Control	High Fat	6	8
ADG (kg/d)							
0-120 day	1.25 ± 0.25	1.20 ± 0.16	1.14 ± 0.22	1.19 ± 0.26	1.20 ± 0.15	1.21 ± 0.22	1.17 ± 0.21
120–finishing	1.02 ± 0.33	1.06 ± 0.26	1.02 ± 0.24	1.11 ± 0.25	0.96 ± 0.27	1.11 ± 0.30	0.95 ± 0.21
0–finishing	1.15 ± 0.26	1.13 ± 0.09	1.08 ± 0.16	1.15 ± 0.20	1.09 ± 0.16	1.18 ± 0.19	1.06 ± 0.16
DMI (kg/d)							
0-120 day	10.61 ± 1.09	10.38 ± 0.79	10.27 ± 1.12	10.39 ± 1.16	10.44 ± 0.82	10.62 ± 0.87	10.21 ± 1.08
120–finishing	8.50 ± 1.35	9.49 ± 1.28	9.07 ± 1.90	9.55 ± 1.73	8.49 ± 1.16	9.19 ± 1.55	8.85 ± 1.57
0–finishing	9.64 ± 1.18	9.95 ± 0.93	9.71 ± 1.26	9.98 ± 1.31	9.54 ± 0.83	10.02 ± 0.99	9.51 ± 1.19
Gain : Feed							
0-120 day	0.12 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.02
120–finishing	0.12 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.12 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.12 ± 0.04	0.11 ± 0.02
0–finishing	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.12 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.12 ± 0.02	0.11 ± 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Item	*P*-value								SEM
	BC	F	A	BC×F	BC×A	F×A	BC×F×A	Bl	
ADG (kg/d)									
0-120 day	0.37	0.85	0.53	0.18	0.06	0.75	0.14	0.83	0.04
120–finishing	0.92	0.11	0.10	0.89	0.83	0.75	0.72	0.12	0.05
0–finishing	0.58	0.32	0.07	0.61	0.20	0.81	0.62	0.45	0.03
DMI (kg/d)									
0-120 day	0.73	0.90	0.27	0.67	0.32	0.94	0.97	0.25	0.17
120–finishing	0.33	0.06	0.52	1.00	0.43	0.84	0.99	0.32	0.26
0–finishing	0.79	0.26	0.21	0.87	0.22	0.93	0.99	0.28	0.18
Gain : Feed									
0-120 day	0.53	0.82	0.93	0.07	0.06	0.58	0.05	0.69	0.002
120–finishing	0.89	0.55	0.11	0.79	0.47	0.56	0.59	0.01	0.005
0–finishing	0.42	0.66	0.12	0.36	0.37	0.80	0.57	0.05	0.002

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1] รูปร่างก่อนการเข้าขุนประกอบด้วย 1 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง 2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง 3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

[2] อาหารประกอบด้วย สูตรควบคุม และสูตรไขมันสูง

[3] ระยะเวลาในการขุนประกอบด้วย 6 เดือน และ 8 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 คุณภาพซากของโคขุน

Item	BC[1]			F[2]		A[3]	
	1	2	3	Control	High Fat	6	8
PH 1 hr.	6.89	6.96	7.00	6.90	6.99	6.97	6.93
	± 0.18	± 0.21	± 0.26	± 0.19	± 0.24	± 0.24	± 0.20
Temp 1 hr.	38.60	38.30	38.18	38.19	38.53	38.28	38.44
	± 1.14	± 1.37	± 0.80	± 1.22	± 0.99	± 1.06	± 1.18
PH 24 hr.	5.79	5.86	6.07	5.94	5.87	5.92	5.90
	± 0.23	± 0.30	± 0.48	± 0.34	± 0.39	± 0.21	± 0.47
Temp 24 hr.	6.40	6.41	6.63	6.53	6.43	6.17	6.79
	± 1.43	± 1.98	± 1.60	± 1.71	± 1.61	± 1.36	± 1.87
Skin (%)	7.50^{a}	6.67^{b}	6.52^{b}	6.77	7.03	6.78	7.02
	± 0.83	± 0.72	± 0.46	± 0.98	± 0.58	± 0.55	± 0.99
Entrails weigh (%)	17.28^{a}	19.97^{b}	18.56^{ab}	18.58	18.63	18.46	18.75
	± 1.16	± 1.89	± 3.25	± 2.69	± 2.30	± 2.00	± 2.92
Rumen + intestine weigh (%)	13.38^{a}	15.79^{b}	14.38^{ab}	14.73	14.31	14.57	14.47
	± 1.12	± 2.07	± 3.17	± 2.65	± 2.25	± 1.93	± 2.91
KPH Fat (%)	5.72	5.95	6.12	5.42^{a}	6.44^{b}	5.43^{a}	6.44^{b}
	± 1.71	± 1.28	± 1.32	± 1.18	± 1.48	± 1.50	± 1.15
Kidney fat (%)	1.78	1.92	2.12	1.69^{a}	2.19^{b}	1.72^{a}	2.15^{b}
	± 0.61	± 0.59	± 0.63	± 0.49	± 0.63	± 0.66	± 0.48
Carcass (%)	57.06	55.86	56.38	56.23	56.65	56.29	56.58
	± 1.61	± 1.94	± 2.05	± 2.23	± 1.51	± 1.99	± 1.82
Marbling score	1.25	1.33	1.33	1.17	1.44	1.22	1.39
	± 0.45	± 0.49	± 0.49	± 0.38	± 0.51	± 0.43	± 0.50
Fat thickness (cm)	1.20	1.20	1.13	1.03^{a}	1.32^{b}	1.04^{a}	1.31^{b}
	± 0.41	± 0.50	± 0.37	± 0.34	± 0.44	± 0.36	± 0.44
Loin eye area (cm^2)	128.44	126.30	123.63	125.43	126.82	123.26	128.99
	±19.36	±15.84	±16.98	±17.21	±17.40	±13.84	±19.78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Item	*P*-value								SEM
	BC	F	A	BC×F	BC×A	F×A	BC×F×A	Bl	
pH 1 hr.	0.34	0.18	0.56	0.79	0.06	0.03	0.57	0.04	0.04
Temp 1 hr.	0.58	0.33	0.64	0.17	0.25	0.53	0.12	0.02	0.18
pH 24 hr.	0.19	0.61	0.86	0.74	0.28	0.46	0.48	0.66	0.06
Temp 24 hr.	0.91	0.83	0.21	0.22	0.87	0.19	0.17	<0.01	0.27
Skin (%)	<0.001	0.20	0.22	0.06	0.04	0.65	0.09	0.40	0.13
Entrails weigh (%)	0.03	0.95	0.71	0.13	0.83	0.84	0.23	0.94	0.41
Rumen + intestine weigh (%)	0.05	0.59	0.90	0.18	0.64	0.83	0.16	0.61	2.43
KPH Fat (%)	0.72	0.02	0.02	0.42	0.36	0.66	0.32	0.03	0.24
Kidney fat (%)	0.16	<0.01	<0.01	0.09	0.09	0.80	0.12	<0.01	0.10
Carcass (%)	0.30	0.49	0.63	0.40	0.23	0.25	0.45	0.15	0.31
Marbling score	0.89	0.10	0.31	0.44	0.70	0.73	0.23	0.67	0.08
Fat thickness (cm)	0.86	0.03	0.05	0.32	0.88	0.47	0.13	0.32	0.07
Loin eye area (cm^2)	0.81	0.82	0.36	0.62	0.73	0.49	0.29	0.22	2.84

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1] รูปร่างก่อนการเข้าขุนประกอบด้วย 1 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง 2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง 3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

[2] อาหารประกอบด้วย สูตรควบคุม และสูตรไขมันสูง

[3] ระยะเวลาในการขุนประกอบด้วย 6 เดือน และ 8 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 คุณภาพของเนื้อโคขุน

Item	BC[1]			F[2]		A[3]	
	1	2	3	Control	High Fat	6	8
Moist (%)	72.58 ± 2.30	72.36 ± 2.23	73.67 ± 2.44	73.24 ± 2.94	72.50 ± 1.51	73.24 ± 1.88	72.50 ± 2.72
Protein (%)	23.16 ±1 .05	23.36 ± 1.13	22.73 ± 1.87	22.99 ± 1.59	23.17 ± 1.19	22.86 ± 1.19	23.30 ± 1.57
Fat (%)	4.91 ± 1.98	5.50 ± 2.16	6.97 ± 3.59	5.83 ± 2.72	5.75 ± 2.84	4.66 ± 2.43	6.92 ± 2.61
Cooking loss	6.37 ± 3.42	5.92 ± 2.76	5.20 ± 2.70	5.71 ± 3.12	5.96 ± 2.81	5.65 ± 1.48	6.02 ± 3.92
Drip loss	2.65 ± 1.03	3.12 ± 2.53	2.65 ± 0.98	3.03 ± 2.07	2.59 ± 1.08	2.61 ± 2.04	3.00 ± 1.14
Color							
L*	29.17 ± 1.67	28.31 ± 2.13	29.61 ± 2.67	29.25 ± 1.41	28.81 ± 2.82	29.77 ± 1.60	28.29 ± 2.51
a*	14.41 ± 1.30	14.17 ± 1.39	13.28 ± 1.50	13.88 ± 1.21	14.03 ± 1.68	13.56 ± 1.51	14.34 ± 1.31
b*	-1.48 ± 1.91	-1.87 ± 1.70	-1.81 ± 2.17	-1.62 ± 1.79	-1.83 ± 2.02	-0.89[a] ± 2.30	-2.55[b] ± 0.76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

Item	*P*-value								SEM
	BC	F	A	BC×F	BC×A	F×A	BC×F×A	Bl	
Moist (%)	0.31	0.33	0.33	0.77	0.17	0.81	0.06	0.99	0.39
Protein (%)	0.57	0.72	0.38	0.44	0.27	0.96	0.53	0.76	0.23
Fat (%)	0.11	0.92	< 0.01	0.85	0.43	0.93	0.03	0.39	0.46
Cooking loss	0.63	0.80	0.71	0.10	0.78	0.57	0.92	0.06	0.49
Drip loss	0.74	0.44	0.49	0.38	0.74	0.36	0.73	0.06	0.27
Color									
L*	0.38	0.57	0.07	0.96	0.90	0.91	0.36	0.34	0.37
a*	0.21	0.77	0.16	0.86	0.90	0.87	1.00	0.75	0.24
b*	0.80	0.69	< 0.01	0.79	0.81	0.93	0.73	0.10	1.89

หมายเหตุ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1] รูปร่างก่อนการเข้าขุนประกอบด้วย 1 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง 2 โคที่มีรูปร่างภายนอกที่โครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง 3 โคที่มีรูปร่างภายนอกแตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม

[2] อาหารประกอบด้วย สูตรควบคุม และสูตรไขมันสูง

[3] ระยะเวลาในการขุนประกอบด้วย 6 เดือน และ 8 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 รูปโคในกลุ่มที่ 1 ก่อนการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง)

ภาพผนวกที่ 2 รูปโคในกลุ่มที่ 1 หลังการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกใหญ่ หนังหนาไม่ตึง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 3 โคในกลุ่มที่ 2 ก่อนการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง)

ภาพผนวกที่ 4 โคในกลุ่มที่ 2 หลังการขุน (รูปร่างภายนอกโครงกระดูกเล็ก หนังบางและตึง)

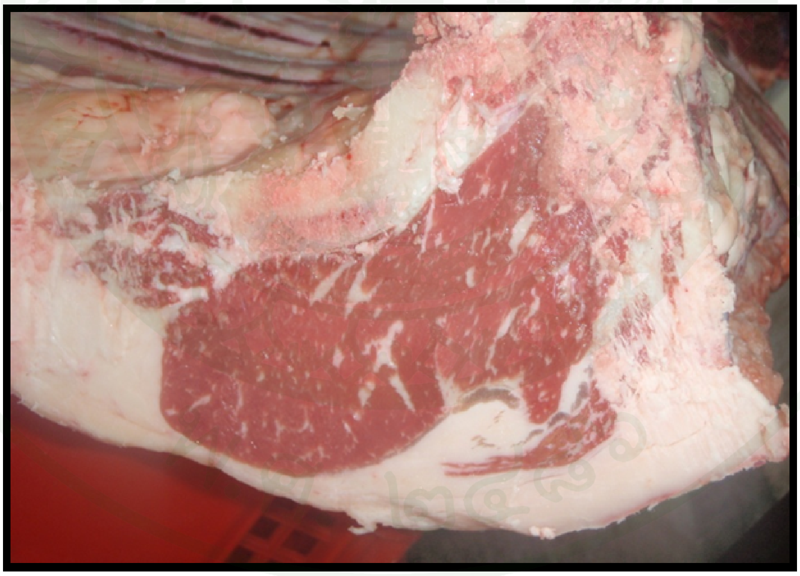
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 5 โคในกลุ่มที่ 3 ก่อนการขุน (โครูปร่างภายนอกที่แตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม)

ภาพผนวกที่ 6 โคในกลุ่มที่ 3 หลังการขุน (โครูปร่างภายนอกที่แตกต่างกับทั้งสองกลุ่ม หรือโคที่มีลักษณะคล้ายลูกผสมโคนม)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 7 ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ระดับที่ 2



ภาพผนวกที่ 8 ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ระดับที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ต้นทุนการผลิต

item	unit price	quantity	amount
Cattle price	47.00 bath/kg	12,997.00 kg	610,859.00
Control feed cost	5,718.00 bath/ton	50.00 ton	285,900.00
High fat feed cost	6,840.47 bath/ton	50.50 ton	324,718.50
Grass cost	0.50 bath/kg	7,070.00 kg	14,140.00
Management cost	2,903.84 bath/head	36.00 head	104,538.20
Tool cost	869.67 bath/head	36.00 head	31,308.00
Medicine cost	1,071.06 bath/head	36.00 head	38,558.00
Other cost	963.11 bath/head	36.00 head	34,672.20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ–นามสกุล	นายพีรชิต ไชยหาญ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	23 มีนาคม 2528
สถานที่เกิด	ราชบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร)
มหาวิทยาลัยศิลปากร	ปี พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์