อาหารโคขุนคุณภาพสูงจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

High Quality Feed from Fermented Decanter Cake for Beef Cattle

เอกอนงค์ สิทธิประการ

Aekanong Sittiprakan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Agricultural Science and Technology
Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อาหารโคขุนคุณภาพสูงจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

High Quality Feed from Fermented Decanter Cake for Beef Cattle

เอกอนงค์ สิทธิประการ

Aekanong Sittiprakan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Agricultural Science and Technology
Prince of Songkla University
2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ อาหารโคขุนคุณภาพสูงจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก
ผู้เขียน นางสาวเอกอนงค์ สิทธิประการ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	**คณะกรรมการสอบ**
.....	.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส พิมพา)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บดี คำสีเขียว)
	.....กรรมการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(รองศาสตราจารย์ ดร. โอภาส พิมพา)
.....	.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บดี คำสีเขียว)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาภรณ์ พิมพา)
.....	.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาภรณ์ พิมพา)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. องอาจ อินทร์สังข์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส พิมพา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นางสาวเอกอนงค์ สิทธิประการ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นางสาวเอกอนงค์ สิทธิประการ)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ อาหารโคขุนคุณภาพสูงจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก
ผู้เขียน นางสาวเอกอนงค์ สิทธิประการ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก (fermented decanter cake, FDC) ในอาหารผสมเสร็จ (TMR) และอาหารก้อน urea molasses multi nutrient block (UMMB) ต่อการกินได้ การย่อยได้ของอาหารและอัตราการเจริญเติบโตของโคเนื้อ คุณภาพซาก และเนื้อโค โดยการทดลองได้ใช้โคเนื้อลูกผสมสายพันธุ์บราห์มันกับชาร์โลเลส์ เพศผู้ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 410±56.24 กก. ซึ่งอายุใกล้เคียงกันประมาณ 2 ปี จำนวน 16 ตัว โคได้ถูกสุ่มเข้าแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) โดยมี 2 ปัจจัยคือปัจจัยที่ 1 เป็นอาหารผสมเสร็จ TMR ที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ร่วมกับการให้โคได้เลียกินอาหารก้อน UMMB ที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC และปัจจัยที่ 2 คืออาหารผสมเสร็จ TMR ที่มีส่วนผสมของ FDC ร่วมกับการเสริมด้วยอาหารก้อน UMMB ที่มีส่วนผสมของ FDC ทำการเลี้ยงโคเป็นระยะเวลา 370 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปริมาณการกินเฉลี่ยของอาหาร TMR ของสูตรอาหารที่ใช้ FDC จะกินได้มากกว่าการกินอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ($P<0.01$) และการกินอาหารก้อน UMMB ของโคกลุ่มที่กินอาหารที่มีส่วนผสมของ FDC มีค่าไม่แตกต่างจากการกินอาหาร UMMB ที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ($P>0.05$) การกินได้โดยรวมของอาหารทั้ง TMR และ UMMB รวมกันพบว่าปริมาณการกินเฉลี่ยของอาหารทั้งหมดของสูตรอาหารที่ใช้ FDC มากกว่าการกินอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ($P<0.01$) เมื่อคิดเป็นน้ำหนักอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าการย่อยได้เฉลี่ยของวัตถุแห้งในอาหารที่มีส่วนผสมของ FDC มากกว่าการย่อยได้ของอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ($P<0.05$) โดยมีค่า 68.84% และ 64.27% ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตพบว่าโคที่กินอาหารที่ใช้ FDC เป็นส่วนประกอบจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่ากลุ่มโคที่ไม่ใช้ FDC ($P<0.01$) โดยมีอัตราการเจริญเติบโต 0.99 กก./วัน และ 0.81 กก. /วัน ตามลำดับ ดังนั้นจากการทดลองครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าอาหาร TMR และอาหารก้อน UMMB ที่มีการใช้ส่วนผสมของ FDC ในอาหารจะส่งผลดีต่อการกินได้ การย่อยได้ และมีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า ถึงแม้อาหารที่ผสมจะมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกันและการใช้อาหารที่มี FDC ในส่วนผสมของการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซากของโคขุนแตกต่างไปจากกลุ่มที่ใช้อาหารปกติที่ไม่มี FDC รวมทั้งคุณภาพของสีเนื้อ pH ของเนื้อตลอดทั้งความนุ่มของเนื้อโคด้วย

คำสำคัญ : อาหารโคขุน, กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก, อาหารผสมเสร็จแบบหมัก

Thesis Title High Quality Feed from Fermented Decanter Cake for Beef Cattle
Author Miss Aekanong Sittiprakan
Major Program Science in Agricultural Science and Technology
Academic Year 2018

ABSTRACT

The objective of this experiment was to investigate the effect of fermented decanter cake (FDC) in TMR and urea molasses multi nutrient block (UMMB) on feed intake, digestibility and growth rate carcass and meat quality of beef cattle. The experiment was conducted using 2 years old, 16 heads of Brahman crossbreds with Charolaise. The average initial weight was about 410±56.24 Kg. The cattle were arranged to receive 2 factors of feed according to Randomized Completed Block Design (RCBD). Factor 1 TMR feed mixed that did not contain the FDC together with UMMB did not contain FDC. Factor 2 TMR feed mixed with a mixture of FDC in composition and supplemented with UMMB contained with FDC. The animals were raised for 370 days. The results found that, the average feed intake of TMR recipes using FDC in composition was higher than not contain FDC ($P<0.01$). The value of UMMB intake was not different between fed with a mixture of FDC and without FDC ($P>0.05$). The total feed intake (TMR+UMMB) was higher for animal fed with TMR and UMMB contain with FDC in composition than not contain FDC ($P<0.01$). The feed intake as a percentage of body weight was not significant different ($P>0.05$). The digestibility of dry matter for the diet containing FDC was higher than no FDC ($P<0.05$), the value of 68.84% and 64.27% respectively. The growth rate of cattle fed with TMR and UMMB contain FDC was higher than the cattle fed not used FDC in diet ($P<0.01$), the growth rate of 0.99 kg/day and 0.81 kg/day, respectively. The result of this study could conclude that, using FDC in TMR and UMMB had impact on feed intake, digestibility and better growth rate. Although the feed was mixed with a similar chemical composition, but the use of FDC in a mixture of TMR and UMMB in this study did not change the percentage of carcasses as well as the color of the meat, pH of meat throughout the tenderness of the meat.

Keywords: fattening cattle, fermented decanter cake, fermented total mixed ration

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ปีงบประมาณ 2560-2561 สำหรับทุนวิจัยและขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนโคเนื้อลำปำ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง สำหรับการให้ทุนสนับสนุนค่าธรรมเนียมการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่เน้นการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สำหรับความอนุเคราะห์ทางด้านห้องปฏิบัติการ ครุภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส พิมพา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บดี คำสีเขียว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาภรณ์ พิมพา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ซึ่งอาจารย์ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และให้คำปรึกษามาโดยตลอดและขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา รัตนวุฒิ ดร.สุรพล ฐิติธนากุล และดร.สรายุทธ อ่อนสนิท ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำการวิเคราะห์ทางสถิติและมีส่วนที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. องอาจ อินทร์สังข์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกอนงค์ สิทธิประการ

สารบัญ

บทคัดย่อ..... **(5)**
ABSTRACT..... **(7)**
กิตติกรรมประกาศ..... **(9)**
สารบัญ..... **(10)**
รายการตาราง..... **(12)**
รายการภาพประกอบ..... **(13)**
บทที่ 1 บทนำ
ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1
วัตถุประสงค์การวิจัย..... 2
ขอบเขตการวิจัย..... 2
เอกสารและการทบทวนวรรณกรรม..... 2
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย
เครื่องมือและวิธีการทดลอง..... 22
สัตว์ทดลอง คอกทดลองและอาหารทดลอง..... 22
การวางแผนทดลอง..... 23
การให้อาหารโคทดลอง..... 23
การเก็บข้อมูล และการเก็บตัวอย่าง..... 26
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ..... 27
บทที่ 3 ผลการวิจัยและอภิปรายผล
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์มสด และผ่านการหมัก..... 28
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร FTMR ที่ใช้ในการทดลอง..... 29
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารก้อน UMMB สูตรที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก และไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก..... 30
ผลการศึกษาการกินอาหารของโคทดลอง..... 31

สารบัญ (ต่อ)

ผลของอาหารที่ใช้ FDC ในสูตรอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพของเนื้อโค..... 33
อภิปรายผลการวิจัย..... 35
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์..... 38
บรรณานุกรม..... 39
ภาคผนวก..... 47
ประวัติผู้เขียน..... 60

รายการตาราง

ตารางที่ 1 มาตรฐานการกำหนดเกรดซากของสหรัฐอเมริกา 14
ตารางที่ 2 วัตถุดิบส่วนประกอบของอาหาร FTMR ที่ใช้ในการทดลอง (กก. น้ำหนักสด) 25
ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารก้อน UMMB ที่ใช้ในการทดลอง 25
ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์มสดและกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ผ่านการหมัก 29
ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร FTMR ที่ใช้ในการทดลอง 30
ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารก้อน UMMB สูตรที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักและไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก 30
ตารางที่ 7 แสดงปริมาณการกินอาหาร FTMR และอาหารก้อน UMMB แต่ละสูตร (dry matter basis) ต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG) 32
ตารางที่ 8 แสดงผลของชนิดอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพของเนื้อโค 34

รายการภาพประกอบ

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม 5
ภาพที่ 2 แสดงการขึ้นราของกากตะกอนปาล์ม 6
ภาพที่ 3 ลักษณะของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก 48
ภาพที่ 4 ลักษณะของกากส่าเหล้าหมัก 48
ภาพที่ 5 ลักษณะการผสมวัตถุดิบลงในเครื่องผสมอาหารแบบแนวนอน 49
ภาพที่ 6 ลักษณะการผสมคลุกเคล้าวัตถุดิบให้เข้ากัน 49
ภาพที่ 7 ลักษณะการนำอาหารที่ผสมเข้ากันออกจากเครื่องผสมอาหาร 50
ภาพที่ 8 ลักษณะการนำอาหารผ่านเครื่องอัดละเอียดเพื่อให้ง่ายต่อการขึ้นรูปก้อน 50
ภาพที่ 9 ลักษณะการนำอาหารที่ผ่านเครื่องอัดละเอียดมาอัดขึ้นก้อนในกะละมัง 51
ภาพที่ 10 ลักษณะของอาหารก้อน UMMB ที่ตากไว้ให้แห้ง 51
ภาพที่ 11 ลักษณะของอาหารก้อน UMMB ที่แห้งแล้ว 52
ภาพที่ 12 ลักษณะการขนส่งอาหารก้อน UMMB ไปยังสัตว์เลี้ยง 52
ภาพที่ 13 ลักษณะการผสมวัตถุดิบลงในเครื่องผสมอาหารแบบแนวนอน 53
ภาพที่ 14 ลักษณะการผสมคลุกเคล้าวัตถุดิบให้เข้ากัน 53
ภาพที่ 15 ลักษณะการผสมน้ำหมักกากส่าเหล้า 54
ภาพที่ 16 ลักษณะการนำอาหารที่ผสมเข้ากันออกจากเครื่องผสมอาหาร 54
ภาพที่ 17 ลักษณะการนำอาหารบรรจุกระสอบ 55
ภาพที่ 18 ลักษณะการให้อาหาร FTMR 55
ภาพที่ 19 ลักษณะการให้อาหาร UMMB 56
ภาพที่ 20 ภาพการนำโคขุนมาทำการตอนก่อนเข้าขุน 56
ภาพที่ 21 ภาพการนำโคขุนขึ้นรถกระบะเพื่อชั่งน้ำหนักประจำเดือน ณ ที่ลานรับซื้อปาล์ม 57
ภาพที่ 22 ภาพแสดงเครื่องวิเคราะห์สีของเนื้อ 58
ภาพที่ 23 ภาพแสดงเครื่องวิเคราะห์แรงตัดผ่านเนื้อเพื่อหาความนุ่มของเนื้อ 58
ภาพที่ 24 ภาพแสดงการเตรียมชิ้นเนื้อสำหรับวิเคราะห์ความนุ่ม 59

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพทางการเกษตรที่สำคัญอาชีพหนึ่ง มีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 6.5 หมื่นล้านบาทข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ พบว่า ในปี พ.ศ. 2558 โคเนื้อของไทยมีจำนวนประมาณ 4.4 ล้านตัว มีผลผลิตเนื้อโคประมาณ 633,600 ตัน (ผลิตเนื้อได้ 144 กก./ตัว) ซึ่งในการเลี้ยงโคของเกษตรกรไทยมีหลายรูปแบบแต่ในเชิงวิชาการนั้น พบว่ารูปแบบการให้อาหารโคขุนได้มีการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การให้อาหารแบบแยกอาหารข้นและอาหารหยาบ และการให้อาหารผสมเสร็จหรือการหมักผสมรวม (fermented total mixed ration; FTMR) ซึ่งเป็นอาหารผสมสำเร็จรูปที่ผลิตขึ้นมาจากการนำอาหารหยาบและอาหารข้นมาหมักผสมรวมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของอาหารข้นสูงคิดเป็น 70% และมีอาหารหยาบหรือเยื่อใย 30% แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ใช้เป็นส่วนที่จะนำมากำหนดอัตราส่วนด้วย ส่วนในการให้อาหารเสริมอื่นๆ มีหลายรูปแบบ ทั้งในโคเนื้อและโคนมที่ได้รับการยอมรับจากผลงานวิจัยคือ การเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูง (urea molasses multi-nutrient blocks, UMMB) (Wanapat, 1999) ซึ่งอาหารเสริม UMMB เป็นอาหารที่มีโภชนะเข้มข้นสูงประกอบด้วย ยูเรีย กากน้ำตาล และแร่ธาตุ โดยวัตถุดิบที่นิยมเลือกใช้เป็นแหล่งให้พลังงานและโปรตีนในสูตรเพื่อให้เกิดการประสานเป็นก้อนได้ดีขึ้นคือ มันเส้น รำข้าว ข้าวโพด กากน้ำตาล เป็นแหล่งพลังงาน ส่วนแหล่งโปรตีนนิยมใช้กากถั่วเหลืองและมีการใช้แหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ในระดับสูงคือ ยูเรีย (โอภาส และคณะ 2551) สำหรับการเลี้ยงโคขุนในภาคใต้นั้นมีปัญหาในเรื่องการขาดแคลนวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานมาอย่างต่อเนื่อง เพราะไม่มีการเพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเหมือนภูมิภาคอื่นๆ หรือแม้แต่รำข้าวก็ยังมีราคาที่แพงกว่าภาคอื่นๆ ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรเลี้ยงโคขุนต้องซื้อวัตถุดิบดังกล่าวจากภูมิภาคอื่น จึงทำให้ต้นทุนวัตถุดิบสูงขึ้น ดังนั้นการใช้แหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีในภาคใต้ เช่น ผลพลอยได้จากปาล์มน้ำมันในสวนและผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มที่มีอยู่หลายอย่างมาปรับปรุงคุณภาพและนำมาใช้ในส่วนผสมอาหารสัตว์จะเป็นการเพิ่มมูลค่าและช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงโคขุนได้ (โอภาส, 2552)

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้วิสาหกิจชุมชนโคเนื้อลำปำ จังหวัดพัทลุง ซึ่งมีการรวมกลุ่มในการเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพหลัก มีแนวคิดที่อยากจะใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์ม (decanter cake) ที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันร่วมกับกากส่าเหล้าจากกระบวนการกลั่นสุราชุมชน เพื่อเป็นแหล่งพลังงานและโภชนะสำคัญ ในอาหารโคขุนที่คาดว่าจะทำให้ต้นทุนการเลี้ยงโคขุนลดลง และเพิ่มประสิทธิภาพอัตราการเจริญเติบโตของโคขุน โดยวิสาหกิจชุมชนได้ร่วมมือกับรองศาสตราจารย์

ดร.โอภาส พิมพา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต่อยอดผลงานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาในการนำกากตะกอนน้ำมันปาล์มมาผ่านกระบวนการหมัก โดยใช้เซลลูโลไลติกแบคทีเรียจากกระเพาะของโคและยีสต์ (*saccharomyces cerevisiae*) ซึ่งทำให้อาหารโคที่ผลิตได้ ให้พลังงานและโภชนะสูงขึ้น ตลอดจนสามารถเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษากากตะกอนน้ำมันปาล์มจาก 4 วัน เป็น 6 เดือน โดยไม่มีการเน่าเสีย และคาดว่าสามารถลดต้นทุนการผลิตค่าอาหารได้มากกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นแนวคิดที่เป็นการประยุกต์ใช้วัตถุดิบเหลือทิ้งในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงเป็นส่วนหนึ่งที่นำมาใช้เป็นแนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาเป็นองค์ความรู้ในการศึกษาและอาจสามารถใช้ส่งเสริมเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างต้นแบบกระบวนการผลิตอาหารโคขุนจากส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพของเนื้อโคขุนที่ได้รับ และไม่ได้รับอาหารจากส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตอาหารโคขุนจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม
2. ศึกษาประสิทธิภาพของอาหารโคขุนจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มโดยการใช้เลี้ยงโคขุนเป็นเวลา 12 เดือน

เอกสารและการทบทวนวรรณกรรม

ปรารถนา (2533) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า โคขุน หมายถึง โคที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงเกินความต้องการของร่างกายเป็นเวลานาน เพื่อให้มีการสะสมของไขมันภายในกล้ามเนื้อและเป็นโคที่มีอายุไม่เกิน 3 ปี เนื่องจากโคที่อายุมากกว่า 3 ปี จะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) มากทำให้เนื้อเหนียวไม่นุ่มอย่างที่ต้องการ โดยปัจจัยหลักๆ ที่ทำให้การขุนโคได้เนื้อที่มีคุณภาพคือ

1. อาหาร
2. การจัดการโคขุน
3. โรคต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการขุน

อาหารโคขุน

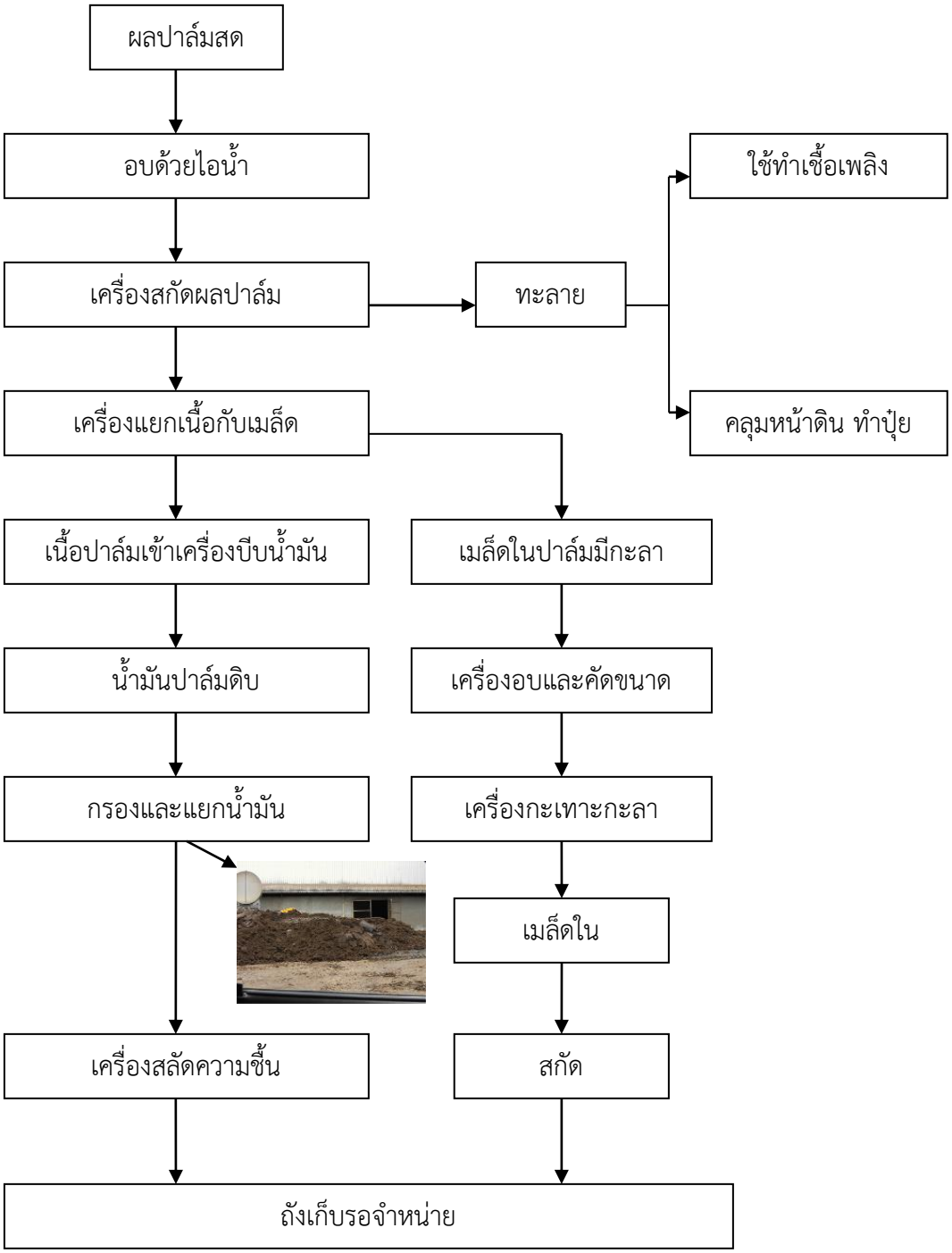
อาหารของโคแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คืออาหารข้นและอาหารหยาบ โดยอาหารหยาบจัดเป็นอาหารที่มีเยื่อใยสูง อาหารที่มีเยื่อใยจะมีลักษณะทางกายภาพที่มีความฟ่ามสูง (bulk density) มีความสำคัญในแง่ที่จะช่วยกระตุ้นการบีบตัวของกระเพาะหมัก และส่งเสริมการบดเคี้ยวอาหาร การหลั่งน้ำลาย การเคี้ยวเอื้อง การพัฒนากระบวนการหมักในกระเพาะหมักและการดูดซึมของผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความสมดุลและนิเวศวิทยาที่เหมาะสมในกระเพาะหมักด้วย (ปิ่น และเมธา, 2546) ในการผลิตอาหารหยาบนี้เกษตรกรสามารถปลูกพืชอาหารสัตว์ที่เป็นอาหารหยาบไว้ใช้เลี้ยงโคได้เอง หรือจัดหาได้ง่าย มีราคาถูก เมื่อเทียบกับวัตถุดิบอาหารข้น ดังนั้นถ้ามีอาหารหยาบคุณภาพดีสำหรับโคอย่างสม่ำเสมอก็จะสามารถลดต้นทุนค่าอาหารลงได้มากตามไปด้วย

ส่วนอาหารข้นนับว่ามีความจำเป็นมากเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะสำหรับการเลี้ยงโคขุน เนื่องจากเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะที่สูงกว่าอาหารหยาบ และโคขุนจะต้องได้รับอาหารพลังงานในระดับสูง จนมากเกินกว่าระดับความต้องการเพื่อดำรงชีพของโค พลังงานที่เหลือจะถูกนำไปสร้างเป็นไขมันในกล้ามเนื้อ เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรอง (Minchin et al., 2009) ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นพบว่าหากพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนะต่ำและมีปริมาณของเยื่อใยในระดับสูงจะมีโปรตีนและแร่ธาตุหลักที่จำเป็นอยู่ในระดับที่ต่ำ โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อน (เมธา และฉลอง, 2533) เมื่อนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์จะมีผลให้สัตว์ได้รับอาหารที่มีคุณภาพไม่เพียงพอโดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้ง ดังนั้นการที่โคจะได้รับพลังงานเกินความต้องการได้ส่วนใหญ่จะมาจากการได้รับอาหารข้นที่มากขึ้น การใช้อาหารหยาบในการขุนโคจึงใช้เวลายาวนานกว่า ยิ่งถ้าอาหารหยาบมีคุณภาพต่ำจะส่งผลไปยังประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโคที่ช้าลงด้วย โดยอาหารที่โคกินเข้าไปนั้นจะใช้เพื่อการดำรงชีพเป็นสิ่งแรก ถ้ามีเหลือจะใช้เพื่อสร้างกระดูก สร้างกล้ามเนื้อ และถ้ายังมีเหลือจะสร้างไขมัน ตามลำดับ ในทางกลับกัน ถ้าโคที่อ้วนอยู่แล้วต่อมาได้รับอาหารไม่เพียงพอ ร่างกายจะสลายไขมันมาใช้เป็นลำดับแรก ถ้ายังไม่พอก็สลายกล้ามเนื้อ ขณะที่กระดูกแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย ดังนั้นการเลี้ยงโคขุนเพื่อผลิตเนื้อโคคุณภาพดีนั้นจะต้องใช้อาหารพลังงานสูง ทั้งจากอาหารข้น หรือใช้อาหารผสมเสร็จที่มีโภชนะสูงเพื่อให้มีการสะสมของไขมันในกล้ามเนื้อ และทำให้เนื้อมีความนุ่มน่ากิน แต่ในการเลี้ยงโคนั้นกลับพบว่าอาหารข้นเป็นอาหารที่มีราคาแพง เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้มีราคาแพงแตกต่างกันไปตามภูมิภาคที่มาของวัตถุดิบนั้นๆ อีกทั้งส่วนหนึ่งคือในช่วงฤดูแล้งที่อาหารหยาบไม่เพียงพอ จะมีการขนส่งหญ้าแห้งและฟางข้าวจากภาคอื่นมาเลี้ยงโคทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูงขึ้นไปอีก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าอาหารจึงมีแนวคิดหารูปแบบการเลี้ยงหรือการให้อาหารที่ใช้ทรัพยากรในพื้นที่ให้มากขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต เช่น การใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันร่วมกับกากส่าเหล้าจากกระบวนการกลั่นสุรา

ชุมชนมาเลี้ยงสัตว์ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานและโภชนะในอาหารโคขุนเป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการนำเอาทรัพยากรมาใช้อย่างยั่งยืน โดยไม่ส่งผลกระทบกับระบบเกษตรกรรมอื่นๆ

กากตะกอนน้ำมันปาล์ม

กากตะกอนน้ำมันปาล์ม (oil palm decanter cake, DC) จากการสำรวจโดย โอภาส และคณะ (2548) ในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้จะมีกากตะกอนน้ำมันปาล์มปริมาณ 1,000 จนถึง 18,000 ตันต่อปี โรงงานส่วนใหญ่จะมีกากตะกอนน้ำมันปาล์มในปริมาณที่เกิดขึ้น 1 ตันต่อชั่วโมง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญเกี่ยวกับการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ พบว่ามีโปรตีนหยาบอยู่ในระดับที่ดีคือ 14-16% CP มีไขมันตั้งแต่ 1-12% เยื่อใย neutral detergent fiber (NDF) 52.2%, acid detergent fiber (ADF) 47.4% และ acid detergent lignin (ADL) 13.3% มีพลังงานรวม (GE) 4,175 Kcal./Kg. และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เทียบเท่ากับรำข้าว ที่สำคัญมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งในกระเพาะหมักของโคถึง 62.3% ในส่วนของราคาในการซื้อขายนั้นขึ้นอยู่กับช่วงของผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ถ้าในช่วงที่มีผลผลิตปาล์มสดมีปริมาณน้อยราคาก็จะสูงประมาณ 100 บาทต่อตัน แต่ถ้าหากว่าในช่วงที่มีผลผลิตปาล์มมากมีการผลิตหรือสกัดน้ำมันปาล์มมากขึ้น ผลพลอยได้เหล่านี้ก็จะมากด้วย ราคาก็จะต่ำลง โดยราคาเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณตันละ 50-80 บาท บางบริษัทก็จะมีการให้ชาวบ้านนำไปใช้โดยไม่คิดมูลค่า ทั้งนี้บริษัทให้เหตุผลว่าการขนไปทิ้งหรือถมที่ก็ยังมีต้นทุนการขนส่งสูงผลพลอยได้ DC มีการได้มาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแสดงดังภาพที่ 1 โดยลักษณะทางกายภาพพื้นฐาน เช่นความชื้น สีและเนื้อสัมผัส และองค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์ม แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

ที่มา: โอภาส และคณะ (2548)

ภาพที่ 2 แสดงการขึ้นราของกากตะกอนปาล์ม

ในการศึกษาได้ทดสอบการเกิดเชื้อราในตะกอนน้ำมันปาล์มโดยใส่กล่องพลาสติกไว้ที่อุณหภูมิห้อง(ภาพที่ 2) ดังนั้นการนำกากตะกอนน้ำมันปาล์มไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารโคขุนโดยควบคุณภาพควรนำเข้ากระบวนการหมักภายใน 48 ชั่วโมง

การย่อยได้ของกากตะกอนน้ำมันปาล์ม (Digestibility)

โอภาส และคณะ (2548) พบว่าปกติแล้วจากการวิเคราะห์หาการสลายตัวของวัตถุแห้ง และเยื่อใย neutral detergent fiber (NDF) โดยเทคนิคการใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique) ของกากตะกอนน้ำมันปาล์มมีการสลายตัวของวัตถุแห้ง 62.3% และการสลายตัวของ NDF 50.8% ซึ่งเยื่อใย neutral detergent fiber เป็นส่วนประกอบของผนังเซลที่มีเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ส่วนของแป้งและน้ำตาลจะถูกสกัดออกไปในกระบวนการซักฟอก วิเคราะห์โดยวิธีการที่ใช้สารละลายที่เป็นกลางนี้ NDF จะสามารถถูกย่อยในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ โดยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสได้ ซึ่งปกติกลุ่มแบคทีเรียที่ย่อยเฮมิเซลลูโลสได้จะไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้ แต่แบคทีเรียกลุ่มที่ย่อยเซลลูโลสจะสามารถย่อยได้ทั้งเฮมิเซลลูโลสด้วย โอภาส และคณะ (2548) พบว่า NDF ของกากตะกอนน้ำมันปาล์มย่อยได้ประมาณ 50.80% แต่เนื่องจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มมี NDF 62.59% ในส่วนประกอบทางเคมีทั้งหมด จึงน่าจะเป็นผลดีในเรื่องของการย่อยได้ที่สูง การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในส่วนประกอบของกากตะกอนน้ำมันปาล์ม พบว่ามีการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อเจาะกระเพาะ 59.4% ซึ่งกากตะกอนน้ำมันปาล์มมี

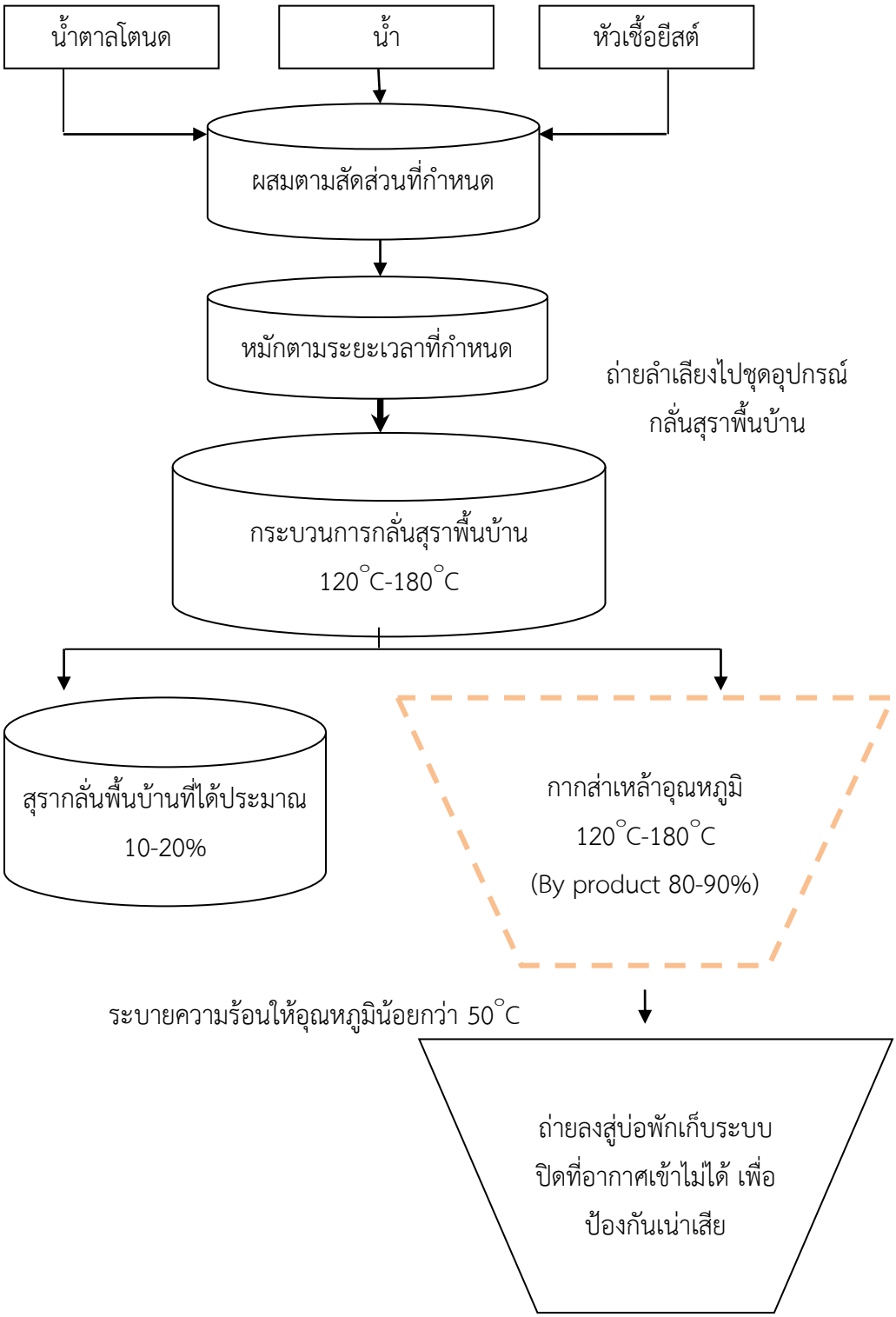
อินทรียวัตถุอยู่ในระดับที่สูง 95.5% เป็นผลการย่อยของอินทรียวัตถุได้มากกว่าครึ่ง ซึ่งจะส่งผลดีต่อกระบวนการหมักและการใช้ประโยชน์ในกระเพาะรูเมน เมื่อนำมาเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์

กากส่าเหล้า

กากส่าเหล้า หรือวีนัส เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการกลั่นเหล้าหรือการผลิตเอทานอล ซึ่งมีการใช้กากน้ำตาลและยีสต์เป็นวัตถุดิบในการหมัก เมื่อผ่านการกลั่นยีสต์จะตายและมีผลให้วีนัสที่มีเซลล์ยีสต์ตายผสมอยู่มีโปรตีนมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีพลังงานจากกากน้ำตาลที่เหลืออยู่ ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะกระบวนการหมักเหล้าชุมชนนั้น จะยังมีกากน้ำตาลที่ยีสต์หมักย่อยไม่สมบูรณ์เหลืออยู่ในระดับที่สูงกว่าการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ วีนัสที่มีการจัดทำให้ระเหยเข้มข้นแล้วจะมีส่วนผสมของวัตถุแห้งที่ 36% มีความชื้น 64% เถ้า 20.80% โปรตีนหยาบ 12.34% ไนโตรเจนรวม 2% และยังมีน้ำตาล 37.20% พงศธร (2552) รายงานว่า บริษัทเพโทรกรีน ได้ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้นำวีนัสมาผลิตอาหารสัตว์ partial mixed ration (PMR) โดยการหมักอาหารหยาบเพื่อเลี้ยงโคเนื้อได้เป็นอย่างดี วลัยทิพย์ (2553) ได้ทำการศึกษาการใช้อาหารผสมเสร็จที่เรียก PMR มีโปรตีน 7% และ 12% ร่วมกับการให้กินวีนัสแบบเต็มที่และเสริมอาหารข้น เพื่อนำมาเลี้ยงโคเนื้อแทนฟางข้าวและกากน้ำตาลเป็นเวลา 6 เดือน จากการทดลองพบว่า โคขุนที่กินอาหารผสมเสร็จ PMR ที่มีโปรตีน 7% เป็นอาหารหยาบร่วมกับวีนัสให้กินเต็มที่และเสริมด้วยอาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 14% มีอัตราการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวมากขึ้นในช่วงการขุน ซึ่งดีกว่าการขุนด้วยฟางและกากน้ำตาล และมีต้นทุนค่าอาหารถูกที่สุดเมื่อเทียบกับการขุนด้วยฟางข้าวและกากน้ำตาลร่วมกับอาหารข้น แต่จากการขุนโคพบว่าหากอาหารหยาบที่ใช้ หรือ PMR มีโปรตีน 12% จะส่งผลดีในการให้กำไรสุทธิจากการขุนมากกว่าการใช้อาหารหยาบโปรตีน 7% นอกจากนี้ พงศธร (2552) ยังรายงานว่าการเลี้ยงโคขุนด้วยวีนัสจะให้ผลดีกว่ากากน้ำตาลมาเลี้ยงขุน ทั้งนี้พบว่าโคมีการเจริญเติบโตดีกว่า เปอร์เซ็นต์ซากดีกว่า และผลตอบแทนในการขายโคได้มากกว่าด้วย ทั้งนี้การผลิตสุราของระดับชุมชนจะแตกต่างไปจากระบบของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งกระบวนการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้านแสดงดังภาพที่ 3

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีร่วมกับทรัพยากรวัตถุดิบอาหารสัตว์ในพื้นที่ถือเป็นหัวใจของการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าของผลพลอยได้ทางการเกษตร ทั้งนี้ โอภาส และคณะ (2551) ได้ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มซึ่งถือว่าเป็นผลพลอยได้ที่มีราคาถูกจากโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มในพื้นที่ภาคใต้มาเป็นส่วนผสมในอาหารก้อน UMMB เพื่อใช้เลี้ยงโคเนื้อซึ่งพบว่า จากการศึกษาถึงผลของการเสริม UMMB โดยใช้กากตะกอนปาล์มที่ระดับ 20% ,25% และ 30% ในสูตรอาหารเสริม UMMB ต่อการกินได้ การย่อยได้และสภาวะในกระเพาะรูเมนโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองของภาคใต้จำนวน 4 ตัว ที่ได้รับทางใบปาล์มสดเป็นอาหารหยาบอย่างเต็มที (*ad libitum*) และเสริมด้วย

อาหารข้น 1% ของน้ำหนักตัว เปรียบเทียบกับการไม่เสริม UMMB พบว่า การใช้กากตะกอนปาล์มในส่วนผสม UMMB ทั้ง 3 ระดับมีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ สภาวะ pH ในกระเพาะรูเมนและ NH_3-N ในรูเมน ไนโตรเจนในเลือดและประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะมีการเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามระดับของกากตะกอนปาล์มน้ำมันใน UMMB จากการทดลองสรุปได้ว่า กากตะกอนปาล์มสามารถใช้ในส่วนผสมของ UMMB ได้ถึง 30% และสามารถใช้เสริมให้กินในรูปก้อน ซึ่งจะมีผลให้โคย่อยอาหารได้มากขึ้น



ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตสุรากลั่นพื้นบ้าน

ที่มา: โอภาส และคณะ (2551)

จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีการส่งเสริมมาแล้วในภาคอื่นๆ ซึ่งปกติการทำ UMMB ในเมืองไทยจะมีการใช้รำข้าวเป็นส่วนผสม (Wanapat, 1999) แต่ในภาคใต้รำข้าวจะมีราคาแพงมาก ดังนั้นขี้เค้กจึงน่าจะสามารถนำมาทดแทนได้ ที่สำคัญเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อกำลังสนใจและอยากทราบถึงแนวทางการนำมาใช้ประโยชน์ จึงทำให้เกิดแนวคิดที่สอดคล้องกับกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อจังหวัดสุราษฎร์ธานี โอภาส และคณะ (2551) จึงได้ทำวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลงานวิจัยมาถ่ายทอดให้เกษตรกรนำผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยเฉพาะกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่มีในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งคาดว่าเกษตรกรที่เลี้ยงโคเนื้อจะสามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต หรืออาจเป็นสินค้าจากกลุ่มเกษตรกรได้ในอนาคต บัญชาและคณะ (2543) ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้ยูเรีย-กากน้ำตาล และแร่ธาตุอัดก้อน UMMB เป็นอาหารเสริมในการเลี้ยงโคเนื้อ ซึ่งพบว่าโคเนื้อที่ได้รับการเสริมแร่ธาตุก้อนจะมีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้รวม ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดี สอดคล้องกับ Srinivas and Gupta (1997) ที่รายงานว่า UMMB ช่วยเพิ่มการกินได้ของฟางข้าวสาลีถึง 22.2% ในโคลูกผสม Yuzhi et al. (1993) รายงานว่าการกินได้นั้นจะขึ้นอยู่กับวัย โดยกลุ่มแม่วัว วัวสาว และลูกวัวจะกินได้เฉลี่ย 150, 100 และ 50 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ Misra et al. (2006) พบว่า โคลูกผสมกินได้เฉลี่ย 375 กรัมต่อวัน ซึ่งต่ำกว่าโครีดนมที่กินได้ประมาณ 500 กรัมต่อวัน (Wanapat, 1999) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อการเพิ่มปริมาณน้ำนม และไขมันในน้ำนมของโคและกระบือ (Yuzhi et al., 1993; Vo et al., 1999; Alam et al., 2006) และมีผลดีต่อสภาวะการหมักในรูเมน โดย Srinivas and Gupta (1997) และ Thu (2001) รายงานว่ากระบือกลุ่มที่เสริม UMMB มีความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม และอัตราส่วนระหว่าง acetate (C2) ต่อ propionate (C3) ของกลุ่มที่เสริมยังมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม UMMB อีกด้วย ส่งผลให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และแอมโมเนียไนโตรเจนเหมาะสม มีผลผลิตของแบคทีเรีย และโปรโตซัวสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม ดังนั้นการจัดทำ UMMB โดยใช้ DC เป็นส่วนผสมจึงเหมาะกับเกษตรกรในภาคใต้ แต่ขี้เค้กยังมีปัญหาคือ ความชื้นสูง และมีไขมันสูง ซึ่งง่ายต่อการเน่าเสีย (เบญจมาภรณ์ และคณะ, 2552) และยากต่อการทำเป็นรูปก้อนจึงควรมีการศึกษาถึงระดับที่จะนำมาใช้ในอาหารเสริม UMMB เพื่อให้ง่ายต่อการจัดทำการเก็บรักษาและการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรในภาคใต้ด้วย

ผลของการเสริม UMMB ต่อการกินได้และการย่อยได้ของโคและกระบือ

บัญชาและคณะ (2543) รายงานว่า การเลี้ยงโคลูกผสมบราห์มันด้วยหญ้ารูซี่แห้ง เสริมด้วย UMMB พบว่ากลุ่มที่เสริมด้วย UMMB มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณกินได้รวม ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ 1 (เสริม) และกลุ่มที่ 2 (ไม่เสริม UMMB) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 337 และ 261 กรัมต่อวัน มีปริมาณอาหารที่กินได้รวมเฉลี่ย 597 และ 538 กรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณโปรตีนที่ได้รับเฉลี่ย 552 และ 401 กรัมต่อวัน และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 17.9 และ 21.3 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Srinivas and Gupta (1997) ได้ทำการทดลองเลี้ยงลูกโคพันธุ์ผสมด้วยฟางข้าวสาลีเสริมด้วย UMMB พบว่า การเสริมเพิ่มการกินได้ของฟางข้าวสาลีถึง 22.2% โดยกลุ่มที่ให้กินฟางข้าวสาลีเพียงอย่างเดียวกินได้ 3.5 กิโลกรัมต่อวัน และกลุ่มที่เสริม UMMB กินได้ 4.5 กิโลกรัมต่อวัน นอกจากนี้การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุของกลุ่มที่เสริมด้วยอาหารข้นไม่มีความแตกต่างอย่างยิ่งจากกลุ่มที่เสริม ยังมีรายงานเกี่ยวกับการเลียกินอาหารสริม UMMB โดย Yuzhi et al. (1998) ที่รายงานการกินได้ของอาหารเสริม UMMB จะขึ้นอยู่กับวัย โดยกลุ่มแม่วัว วัวสาวและลูกวัวจะกินได้เฉลี่ย 150, 100 และ 50 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ Misra et al. (2006) พบว่า โคลูกผสมกินอาหารเสริม UMMB ได้เฉลี่ย 375 กรัมต่อวัน ซึ่งแตกต่างจากในกระบือที่เลียกินได้เฉลี่ย 598 กรัมต่อวัน

ผลของการเสริม UMMB ต่อผลผลิตน้ำนมและไขมันนม

Yuzhi (1993) ได้ทำการทดลองเสริม UMMB ให้กับโคนม พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมได้ถึง 6.9% โดยกลุ่มที่เสริม และไม่เสริม UMMB สามารถรีดน้ำนมได้ 20.7 และ 19.4 กก.ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งต่อมา Vo et al. (1999) ก็พบว่าการเสริม UMMB ก็สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมได้เช่นกัน โดยโคกลุ่มที่เสริม UMMB สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมถึง 1.5 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 11.9% และในส่วนของไขมันในน้ำนมกลุ่มที่เสริม UMMB มีปริมาณไขมันในน้ำนมมากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม UMMB กลุ่มที่เสริมและไม่เสริมปริมาณไขมันในน้ำนมคิดเป็น 3.32% และ 3.21% ตามลำดับ นอกจากนี้ Sigh and Singh (1999) ยังพบว่าการเสริมสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมได้ในโคนมและกระบืออีกด้วย โดยการเสริมสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมของโคนมเท่ากับ 37% และในกระบือเท่ากับ 34% นอกจากนี้ Misra et al. (2006) ได้ทำการทดลองเสริม UMMB ในโคนมลูกผสมในช่วงหลังการคลอด 6-8 สัปดาห์ พบว่า การเสริม UMMB สามารถรีดนมได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม จะเห็นได้ว่าการเสริม UMMB สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมได้ถึง 30% เช่นเดียวกับ Alam et al. (2006) ได้ทำการทดลองในโคนมโดยเปรียบเทียบระยะเวลาการให้นมพบว่า หลังจากการคลอด 40 วัน กลุ่มที่ไม่เสริมปริมาณผลผลิตน้ำนมเริ่มลดลง ซึ่งเทียบกับกลุ่มที่เสริม UMMB แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 90 ของ

การรีดนม ส่วนปริมาณผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยของกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมเท่ากับ 4.8 และ 3.3 ลิตรต่อวัน ตามลำดับ การเสริม UMMB นอกจากจะเพิ่มผลผลิตน้ำนมแล้วงานทดลองที่แสดงผลที่ไม่แตกต่างกันก็มี เช่น เพ็ญศรี (2547) ได้แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของน้ำนมของการเสริมและไม่เสริม UMMB ไม่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณไขมัน โปรตีน แลคโตส และ total solid มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งนั่นก็แสดงว่าคุณภาพของน้ำนมในกลุ่มที่เสริมมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่เสริม UMMB

ผลของการเสริม UMMB ต่อการผลิตกรดไขมันระเหยได้ (volatine fatty acid; VFA)

จากการทดลองของ Thu and Uden (2001) พบว่าการเสริม UMMB ในกระบือที่ให้กินฟางข้าวเป็นอาหารพื้นฐานในกลุ่มที่เสริมมีความเข้มข้นของ VFA สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม โดยค่าความเข้มข้นของ VFA ของกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมเท่ากับ 123 และ 92.7 mM ตามลำดับ Srinivas and Gupta (1997) พบว่าความเข้มข้นของ VFA ในโคกลุ่มที่ไม่เสริมมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่เสริม UMMB และอัตราส่วนระหว่าง C2 ต่อ C3 ของกลุ่มที่เสริมยังมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม UMMB อีกด้วย ในการเสริม UMMB พบว่าสภาพภายในกระเพาะหมักมีความเหมาะสม โดยกลุ่มที่เสริมและไม่เสริม UMMB มีค่าความเป็น กรด-ด่าง เท่ากับ 6.9 และ 7.1 ตามลำดับ ส่วนค่าของแอมโมเนียไนโตรเจนของกลุ่มที่เสริมยังมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม UMMB อีกด้วย Thu and Uden (2001) เช่นเดียวกับ Hosamani et al. (1998) ที่พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของกระเพาะโคกลุ่มที่เสริมและไม่เสริม UMMB ไม่แตกต่างกันคือ อยู่ในช่วง 6-7 ส่วนค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของโคกลุ่มที่เสริมก็มากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม UMMB เช่นกัน และยังพบว่าค่าของแอมโมเนียไนโตรเจนของกลุ่มที่เสริมจะสูงสุดหลังสัตว์กินอาหารไปแล้ว 2 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มที่ไม่เสริมจะสูงสุดหลังชั่วโมงที่ 4 ซึ่งแสดงถึงการปลดปล่อยแอมโมเนียในกลุ่มที่ได้รับ UMMB เป็นอาหารเสริมสามารถปลดปล่อยแอมโมเนียไนโตรเจนได้เร็วกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม

ผลของการเสริม UMMB ต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของโคและกระบือ

Thu and Uden (2001) พบว่าการเสริม UMMB ในกระบือทำให้มีผลผลิตของแบคทีเรียและโปรโตซัวสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมโดยกลุ่มที่เสริมและไม่เสริม UMMB มีจำนวนแบคทีเรียและโปรโตซัวเท่ากับ 10.5×10^8, 5.04×10^5 และ 7.96×10^8, 3.59×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ Srinivas and Gupta (1997) พบว่าการเสริม UMMB ในโค ประสิทธิภาพของการผลิตจุลินทรีย์ในกลุ่มที่เสริมสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม UMMB โดยวัดจากการผลิต ATP จากจุลินทรีย์ พบว่ากลุ่มที่เสริม UMMB ได้ผลผลิต ATP เท่ากับ 22.8 โมลต่อวัน ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม UMMB ที่ได้ผลผลิต ATP เพียง 14.2 โมลต่อวัน

การจัดการโคขุนและคุณภาพเนื้อ

ปกติก่อนการขุนโคผู้เลี้ยงควรทำวัคซีนป้องกันโรคระบาดที่สำคัญในไทยอย่างน้อย 3 ชนิด ได้แก่ วัคซีนโรคปากและเท้าเปื่อย (foot and mouth disease ; FMD) วัคซีนโรคคอบวม (hemorrhagic septicemia) และวัคซีนโรคกาลี (anthrax) และหลังจากนั้นจะทำการตอน คือการทำให้โคไม่สามารถสร้างฮอร์โมนเพศ ทำให้โคไม่แสดงความต้องการทางเพศอีก เพื่อสะดวกในการจัดการเลี้ยงดูและให้มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อมาก แม้ว่าโคตอนจะโตช้ากว่าโคที่ไม่ตอนก็ตาม การตอนโคสามารถทำได้หลายวิธี อาทิเช่น การทุบลูกอัณฑะ การผ่าเอาลูกอัณฑะออก การใช้ยางรัด และการใช้คีมหนีบท่อส่งอสุจิที่มีชื่อเรื่องว่า burdizzo ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้คีมหนีบท่อส่งอสุจิ เนื่องจากไม่เป็นการทรมานสัตว์มากเท่าวิธีอื่นๆ (สัญชัย, 2543) และทำการถ่ายพยาธิภายในมีหลายชนิดในโค แต่ที่มีความสำคัญและทำความเสียหายมากคือ พยาธิใบไม้ในตับและพยาธิตัวกลมในลำไส้ โดยปกติแล้วจะให้ยาถ่ายพยาธิแก่โคทั้ง 2 ชนิด คือยาถ่ายพยาธิใบไม้ในตับและยาถ่ายพยาธิตัวกลม ปัจจุบันมียาที่ใช้ฉีดหลายชนิดที่สามารถทำลายพยาธิได้ทั้ง 2 กลุ่ม นอกจากนั้นแล้วยังสามารถกำจัดพยาธิภายนอกได้ด้วย เช่น ยี่ห้อ Ivormec เป็นต้น (สัญชัย, 2543)

การจัดการกับโคก่อนฆ่า

Weglarz (2010) รายงานว่าปัจจัยก่อนฆ่าเป็นปัจจัยสำคัญมีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยเฉพาะสภาพอากาศ ซึ่งส่งผลโดยตรงในด้านความเครียดต่อสัตว์ โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อระดับของ glycogen ในกล้ามเนื้อหลังฆ่า และค่า pH สุดท้ายของสัตว์ การเคลื่อนย้ายหรือขนส่งจะทำให้โคเกิดความเครียด ซึ่งร่างกายจะเผาผลาญไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในร่างกาย เพื่อเป็นพลังงานต่อต้านความเครียด ถ้าโคเกิดความเครียดติดต่อกันนานๆ ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะถูกใช้ไปจนหมด ถ้าทำการฆ่าทันทีหรือให้โคพักแต่อดอาหารต่ออีกระยะหนึ่งก่อนฆ่า เนื้อที่ได้จะมีสีเข้ม เนื้อแน่นและผิวแห้ง (dark firm and dry) ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ดังนั้นโคที่ขนส่งมาไกลควรได้พักฟื้น ได้รับอาหารอย่างสมบูรณ์ระยะหนึ่ง (นานเท่ากับเวลาที่ใช้เดินทาง) เพื่อให้มีการสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อใหม่อีกครั้งแล้วจึงค่อยอดอาหารก่อนฆ่า นอกจากนี้ก่อนการฆ่าควรอดอาหาร 12-24 ชม. แต่มีน้ำให้กินตลอดเวลาจะทำให้เลือดไหลออกจากตัวโคได้หมดและได้เนื้อที่มีสีสดกว่า เมื่อเปรียบเทียบโคที่ไม่ได้อดอาหารก่อนฆ่า ในการต้อนโคเข้าซองฆ่าต้องไม่ให้ตกใจหรือเครียดบริเวณนั้นต้องเงียบและโคเข้าซองได้อย่างสบาย ห้ามใช้ของแข็งทุบตีเพราะจะทำให้เส้นเลือดฝอยแตกและเนื้อช้ำก่อนต้อนโคเข้าซองฆ่าควรมีการชั่งน้ำหนักก่อน เพื่อจะได้ทราบเปอร์เซ็นต์ซากของโค (สัญชัย, 2543) การฆ่าชำแหละส่วนใหญ่นิยมทำตามแบบสากล ซึ่งในเมืองไทยมีโรงฆ่าด้วยวิธีนี้ไม่กี่แห่งและมักเป็นโรงฆ่าที่ชำแหละโคขุนเพื่อส่งตลาดเนื้อชั้นสูง สำหรับโรงฆ่าในประเทศไทยจะใช้ระบบไทยคือมีอุปกรณ์เพียงค้อนและมีดปลายแหลมอย่างละชิ้นเท่านั้น ซึ่งการชำแหละจะทำในขณะที่โคนอนอยู่บน

พื้นและผู้ชำแหละส่วนใหญ่จะใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงในไม่สวมเสื้อ เพื่อความคล่องตัวในการปฏิบัติการ ดังนั้นเนื้อที่ได้จากการฆ่าแบบไทยจึงมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ (สัญชัย, 2543)

วิธีการคิดเปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage)

เปอร์เซ็นต์ซากตามหลักสากลคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

น้ำหนักซากเย็นจะมีค่าโดยประมาณเท่ากับน้ำหนักซากสดลบด้วย 3% ของน้ำหนักซากสด

เปอร์เซ็นต์ซากจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

- ปริมาณอาหารและน้ำที่อยู่ในกระเพาะของโคขณะชั่งน้ำหนักก่อนฆ่า
- ระดับความอ้วนของโค
- ลักษณะการให้เนื้อของโคตัวนั้น
- ลักษณะประกอบอื่นๆ เช่น ขนาดกระดูก ขนาดตัว ขนาดเขาและความหนาของหนัง

ในสหรัฐอเมริกาได้นำเปอร์เซ็นต์ซากไปใช้ในการกำหนดเกรดของซากโดยมีมาตรฐาน (ปรารถนา, 2533)

ตารางที่ 1 มาตรฐานการกำหนดเกรดซากของสหรัฐอเมริกา

เกรด	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซาก	ช่วงของเปอร์เซ็นต์ซาก
Prime (ดีเยี่ยม)	63	60-67
Choice (ดีมาก)	59	57-64
Good (ดี)	57	55-61
Standard (ปานกลาง)	55	53-58
Commercial (ตลาด)	54	52-59
Utility (พอใช้ได้)	49	45-53
Cutter (ต่ำ)	45	41-47
Canner (ต่ำมาก)	42	37-44

ที่มา : (ปรารถนา, 2533)

การซื้อขายโคในไทยส่วนใหญ่คิดกันด้วยราคาซากสด ซึ่งโดยปกติจะได้ซากสดของโคขุนคุณภาพสูงประมาณ 60% และวัวมักประมาณ 55-56% โดยซากในที่นี้คิดตามระบบสากลคือไม่เอาไขมันหุ้มไตออกจากซาก

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อหลังสัตว์ตาย (Post mortem change of meat)

การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อสัตว์หลังการฆ่าหรือหลังจากตายเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีปฏิกิริยาทางเคมีและสภาวะทางสรีรวิทยาต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงมีหลายค่า เช่นค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อ การแข็งเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) และการย่อยสลายตัวเองของกล้ามเนื้อ (autolysis) (ปรารถนา, 2533) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อปกติมี pH 6.8-7.0 และเมื่อสัตว์ตายเนื้อจะมีค่า pH เปลี่ยนไปจนถึงระดับหนึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณ glycogen เริ่มต้นที่มีอยู่ในเนื้อ ณ เวลาที่สัตว์กำลังจะตาย ความคงทนต่อสภาพความเครียดของสัตว์ ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ และอัตราการทำให้ซากมีอุณหภูมิลดลง (ปรารถนา, 2533) ปริมาณ glycogen เริ่มต้นที่มีอยู่ในเนื้อ ณ เวลาที่สัตว์กำลังจะตาย (หัวใจหยุดเต้น) โดยธรรมชาติแล้วกล้ามเนื้อสัตว์มีคาร์โบไฮเดรทอยู่ไม่มากนัก ซึ่งจะอยู่ในรูปไกลโคเจน (glycogen) ที่ถูกเก็บไว้ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรอง ส่วนมาก glycogen จะถูกเก็บไว้ประมาณ 1.0%-2.8% ของน้ำหนักตับสดและเก็บในกล้ามเนื้อปริมาณใกล้เคียงกับที่ตับ และเมื่อระดับพลังงานหรือน้ำตาลในเลือดต่ำลง ไกลโคเจนจะถูกสลายมาใช้โดยฮอร์โมนกลูคากอน (glucagon hormone) เปลี่ยนไกลโคเจนเป็นกลูโคสแล้วส่งเข้ากระแสเลือด จากนั้นฮอร์โมนอินซูลิน (insulin hormone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากเบต้าเซลล์ (β-cell) ของตับอ่อนจะทำหน้าที่ควบคุมขบวนการเมตาโบลิซึมของกลูโคสทำให้น้ำตาลกลูโคสในเลือดลดระดับลงไป โดยเร่งการซึมผ่านของกลูโคสเข้าไปในเซลล์กล้ามเนื้อ ดังนั้นเซลล์กล้ามเนื้อจะได้รับกลูโคสและเปลี่ยนไปเป็นไพรูเวท (pyruvate) หลังจากนั้นสารไพรูเวทจะถูกส่งเข้าสู่ขบวนการหายใจ (respiration) โดยมีออกซิเจนจากเลือดเป็นตัวทำปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มพลังงานให้แก่สารเอดีพี (ADP; adenosine 5-diphosphate) ทำให้ได้สารพลังงานเอทีพี (ATP; adenosine 5-triphosphate) ซึ่งเซลล์กล้ามเนื้อจะนำไปใช้ประโยชน์ในการยืดหดตัวต่อไป ดังปฏิกิริยา ดังนี้

สมการแสดง ปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มพลังงานให้แก่สารเอดีพี (ADP; Adenosine 5-diphosphate)

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38(ADP + Pi) \rightarrow 6O_2 + 38ATP + 6H_2O$$

ในกรณีที่สัตว์เกิดความเครียดหรือตื่นตกใจ ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับจะถูกนำมาใช้ เพื่อเป็นพลังงานในการดิ้นรนต่อสู้หรือรักษาสมดุลของสภาพร่างกาย (homeostasis) ซึ่งกล้ามเนื้อจะยืดหดตัวอย่างรวดเร็วและกล้ามเนื้อจะมีค่า pH ลดลงต่ำอย่างผิดปกติ เพราะไกลโคเจนที่ถูกใช้ไปในช่วง

นี้ถูกเปลี่ยนเป็นไพรูเวทในกล้ามเนื้อแล้วจะถูกส่งเข้าขบวนการ glycolysis (หรือเรียกว่า homolactic fermentation) เนื่องจากเซลล์กล้ามเนื้อทำงานมากขึ้น และขาดออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ช่วงเวลาหนึ่งเป็นผลให้เกิดสารแลคติค ดังปฏิกิริยา

$$C_6H_{12}O_6 + 2(ADP + Pi) \rightarrow 2CH_2CHOHCOOH + 2ATP + 6H_20$$

ปริมาณกรดแลคติคที่เกิดขึ้นจะคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อ ทำให้การยืดหดตัวของกล้ามเนื้อช้าลงและการเคลื่อนไหวเป็นไปได้อย่างยากลำบาก ร่างกายจะเกิดอาการเหนื่อยล้า (fatigue) ซึ่งสภาพเช่นนี้กล้ามเนื้อจะมีค่า pH ประมาณ 6.0-6.5 แต่ถ้าสัตว์ได้รับการพักผ่อนเพียงพอกล้ามเนื้อไม่มีการเคลื่อนไหว กรดแลคติคจะถูกส่งออกจากล้ามเนื้อไปสู่ตับแล้วเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสและส่งเข้าเส้นเลือดต่อไป และเมื่อร่างกายได้รับออกซิเจน อาการต่างๆ ก็จะกลับสู่สภาพปกติ (ชัยณรงค์, 2529) ถ้าสัตว์ถูกฆ่าเซลล์กล้ามเนื้อจะขาดไกลโคเจนอยู่ต่อไป และถ้าหากยังมีไกลโคเจนเหลืออยู่ในกล้ามเนื้อจะทำให้ปริมาณกรดแลคติคเกิดมากขึ้นและทำให้ pH ในกล้ามเนื้อลดลงเรื่อยๆ อัตราการลดลงของค่า pH ของกล้ามเนื้อภายหลังจากสัตว์ตายจะมีผลต่อคุณภาพเนื้อขั้นสุดท้ายและสามารถวัดได้โดยค่า pH 1 ชม. (pH1) และค่า pH 24 ชม. (pH2) ภายหลังการตายค่า pH2 ของเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่ปริมาณไกลโคเจนที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อสัตว์ก่อนตายซึ่งในกรณีที่สัตว์ไม่มีอาการเครียดระหว่างเดินทางหรือได้รับการพักผ่อนอย่างเพียงพอก่อนการฆ่าจะได้เนื้อที่มี pH1 ประมาณ 6.5-6.8 และค่า pH2 ประมาณ 5.6-5.8 ซึ่งเป็นค่า pH ที่ปกติของเนื้อคุณภาพดี ถ้าเนื้อสัตว์มีค่า pH1 เป็น 5.4-5.8 แสดงว่าสัตว์ที่ถูกฆ่านั้นเกิดขบวนการ glycolysis ขึ้นตั้งแต่ในช่วงที่สัตว์ยังมีชีวิตอยู่ (ก่อนตาย) ทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติคเพิ่มขึ้นภายหลังการตาย ลักษณะเช่นนี้จะมีผลเสียต่อคุณภาพเนื้อ โดยจะเกิดขึ้นในสัตว์ที่มีความเครียด ค่า pH ของเนื้อจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งได้ pH1 เป็น 5.4 ในขณะซากยังอุ่นอยู่ โดยมีอุณหภูมิซากประมาณ 39-41 °C และค่า pH2 เป็น 5.3-5.6 ในสภาวะเช่นนี้จะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของกล้ามเนื้อลดลง เพราะโปรตีนของกล้ามเนื้อถูกทำให้ผิดลักษณะจากเดิม (denature) ไปบางส่วน โดยเฉพาะโปรตีนประเภท sarcoplasmic protein ซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถละลายได้ในน้ำหรือน้ำเกลือสูญเสียคุณลักษณะบางประการ เนื่องจากกรดแลคติคที่เกิดขึ้นมีการตกตะกอนทับถมลง บนโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของกล้ามเนื้อ (myofibrillar protein) ทำให้โปรตีนจับตัวกันได้น้อยลง และเนื้อจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มองดูลักษณะสัมผัสของเนื้อ (texture) จะพบว่ามีน้ำเยิ้ม (exudate) ออกมาและเมื่อตรวจดูโครงสร้างของกล้ามเนื้อชนิดนี้จะพบว่าเส้นใยกล้ามเนื้อเรียงตัวกันหลวมๆ ทำให้เนื้อค่อนข้างนิ่มและอ่อนตัวและจากการที่เนื้อมีน้ำเยิ้มออกมาบริเวณผิวหน้าของเนื้อทำให้แสงที่ตกกระทบผิวเนื้อสะท้อนกลับไปได้มากส่งผลให้เนื้อมีสีซีดจางกว่าปกติ เนื้อลักษณะนี้เรียกว่า PSE (pale soft exudative) เนื้อประเภทนี้จะเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันอิ่มตัวและเม็ดสีในเนื้อได้ง่าย

กว่าปกติ ทำให้เนื้อมีกลิ่นหืนเร็วและเนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้เร็ว ไม่เหมาะที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์เพราะเนื้อจะอุ้มน้ำได้ไม่ดี เนื้อลักษณะนี้จึงไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ดังนั้นควรป้องกันโดยให้สัตว์ได้พักผ่อนเพียงพอก่อนอดอาหารเพื่อฆ่าและไม่ทำให้สัตว์เครียดขณะนำเข้าฆ่า เนื้อที่มีลักษณะ PSE มักเกิดกับเนื้อสุกรมากกว่าเนื้อโค (สุรชัย, 2552)

ในกรณีที่สัตว์ได้รับความเครียดจากการขนส่งเป็นเวลานาน ทำให้ร่างกายใช้ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและตับจนหมด จะทำให้เกิดปฏิกิริยาผันกลับ โดยค่า pH1 เป็น 6.5-6.6 และค่า pH2 มีค่าใกล้เคียงกันคือ 5.8-6.2 ซึ่งนับว่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งนี้เพราะกรดแลคติคปริมาณเล็กน้อยเท่านั้นที่เกิดขึ้นภายหลังสัตว์ตาย เนื่องจากไกลโคเจนถูกใช้จนหมดก่อนการตาย ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ได้เนื้อที่เรียกว่า dark firm dry (DFD) ซึ่งเนื้อจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงและน้ำส่วนใหญ่จะเกาะตัวอยู่กับโปรตีนของกล้ามเนื้อไม่ไหลซึมออกนอกเซลล์ และโครงสร้างโปรตีนจะเรียงตัวกันแน่น เนื้อประเภทนี้ไม่เหมาะที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์เช่นกันเพราะเนื้อจะเน่าเสียง่าย เนื่องจากมีน้ำอยู่มาก เนื้อที่มีลักษณะเช่นนี้มักเกิดกับเนื้อโคมากกว่าเนื้อสุกร (สุรชัย, 2552)

สีของเนื้อ

ปกติเนื้อสัตว์มีสีชมพูออกเทาจนถึงสีแดงเข้มออกม่วง ซึ่งสีของเนื้อแตกต่างกันไปตามประเภทของกล้ามเนื้อ ชนิด เพศและอายุของสัตว์ ทั้งนี้สาเหตุมาจากปริมาณรงค์วัตถุไมโอโกลบิน (myoglobin pigments) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อนั่นเอง สัตว์ต่างชนิดกันจะมีปริมาณไมโอโกลบินในเนื้อต่างกันอาทิเช่น เนื้อสุกรมี 0.06% เนื้อแกะมี 0.25% เนื้อโคมี 0.6% โดยน้ำหนักเนื้อสด ดังนั้นจะเห็นว่าเนื้อโคจะสีเข้มกว่าเนื้อแกะและเนื้อสุกรตามลำดับ และคาดว่าเนื้อกระบือน่าจะมีปริมาณไมโอโกลบินมากกว่าเนื้อโค ในสัตว์ชนิดเดียวกันที่มีอายุแตกต่างกันจะมีปริมาณไมโอโกลบินในเนื้อแตกต่างกันดังนี้ ในเนื้อลูกโคที่มีอายุ 3-6 เดือน มีไมโอโกลบินในเนื้อ 1-3 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม ขณะที่เนื้อโคที่มีอายุ 8-12 เดือน มี 4-10 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม ดังนั้นเนื้อที่ได้จากสัตว์ที่มีอายุมากกว่าจะมีเนื้อสีเข้มกว่าในเนื้อสัตว์ชนิดเดียวกัน ตัวผู้จะมีปริมาณไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อมากกว่าตัวเมียและกล้ามเนื้อในส่วนที่ต้องออกกำลังกายมากๆ จะมีปริมาณไมโอโกลบินมากกว่า ทั้งนี้เพราะไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อทำหน้าที่เก็บสะสมออกซิเจนไว้ เพื่อให้กล้ามเนื้อนำออกมาใช้ในปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ เพื่อสร้างพลังงาน ดังนั้นเนื้อบริเวณขาหลัง ขาหน้าและเนื้อบริเวณไหล่จะมีสีเข้มกว่าเนื้อส่วนสันหลังและเนื้อพื้นท้อง สีของเนื้อสดที่คนมองเห็นนั้นเกิดจากไมโอโกลบิน และออกซิเจนในอากาศปกติเนื้อมีสีแดงอมชมพู (purple red) แต่เมื่อถูกตัดชำแหละเป็นชิ้นๆ เนื้อจะถูกอากาศทำให้เนื้อมีสีชมพูสด (bright pink) เนื่องจากออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน เกิดเป็นสาร oxymyoglobin ขึ้นแต่เนื้อส่วนที่วางติดกับพื้นจะขาดออกซิเจนจึงเกิดสาร metmyoglobin ขึ้นทำให้ได้เนื้อสีน้ำตาล (brown) เมื่อเนื้อได้รับความร้อนหรือถูกทำให้สุกจะมีสีน้ำตาลอมเทา (grey-

brown) เนื่องจากสาร metmyoglobin ถูกทำให้เสียสภาพธรรมชาติไป (denatured metmyoglobin) และถ้านำมาวางไว้ให้สัมผัสกับอากาศนานๆ เนื้อจะขาดออกซิเจนทำให้เกิดสาร oxidized porphyrins ซึ่งมีสีเขียวเหลืองอ่อนๆ ซึ่งสีของเนื้อในช่วงนี้จะแสดงให้ทราบว่าคุณภาพของเนื้อไม่ดีและไม่เหมาะต่อการบริโภค ถ้าต้องการรักษาสีแดงของเนื้อไว้นานๆ เพื่อให้สะดุดตาผู้บริโภค ขณะที่วางเพื่อจำหน่ายสามารถทำได้โดยใช้สาร nitric oxide จากสารประกอบพวกไนเตรทหรือไนไตรของเกลือโซเดียมหรือโปตัสเซียมช่วย จะทำให้เนื้อสัตว์มีสีแดงเข้มของสาร ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสารที่มีสีชมพูเรื่อๆ (light pink) และอยู่ตัวดี (ซึ่งคือสาร nitrosohemochrome) เมื่อนำมาทำให้สุกโดยการใช้ความร้อนด้วยการอบ ต้ม ทอดหรือรมควัน (เยาวลักษณ์, 2535)

ความนุ่ม (tenderness) หรือความเหนียว (toughness)

ความนุ่มของเนื้อ หมายถึง ความยากหรือง่ายของเนื้อจากการตัดหรือเคี้ยว (Xargayo et al., 2007) ซึ่ง ชัยณรงค์ (2529) รายงานว่า ความนุ่มเป็นอีกปัจจัยหนึ่งของความอร่อย และสาเหตุของความนุ่มเนื้อมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกันและล้วนมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกัน จึงเป็นการยากที่จะอธิบายว่าปัจจัยใดสำคัญกว่ากัน นอกจากนั้นความนุ่มยังมีความรู้สึกของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง ซึ่งการที่จะวัดความรู้สึกของมนุษย์ถือเป็นเรื่องยากและละเอียดอ่อนมาก ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะอธิบายและแจกแจงประสบการณ์การบริโภคเนื้อนุ่มด้วยถ้อยคำไม่กี่คำ ความนุ่มของเนื้อโคมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการได้แก่ อายุ เพศ อัตราการเกิดไกลโคลิซิส ปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในมัดกล้ามเนื้อ ความยาวซาร์โคเมียร์ (sarcomere length) สภาวะการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ การสลายตัวของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อหลังการฆ่า (proteolysis post-slaughter) อิทธิพลของเอ็นไซม์ proteinases และปัจจัยด้านไขมันแทรกในเนื้อ (Koohmaraie, 1994; Belew et al. 2003; Warner et al., 2010) โดยปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อความนุ่มของเนื้อคือ ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ที่สะสมในเนื้อ ซึ่งส่วนมากจะเป็นคอลลาเจน (collagen effect) และโปรตีนจากเส้นใยกล้ามเนื้อ (actomyosin effect) (สุทธิพงศ์, 2542; Riley et al., 2005) และนอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อ ความเร็วในการลดอุณหภูมิเนื้อและวิธีการปรุงอาหารก็ล้วนมีผลต่อความนุ่มของเนื้อโคด้วยเช่นกัน (จุฑารัตน์ และญาณิน, 2548)

ปัจจัยด้านไขมันแทรกต่อความนุ่มของเนื้อ

ไขมันแทรก หมายถึง ลักษณะไขมันที่แทรกอยู่ในมัดกล้ามเนื้อที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าอย่างชัดเจน โดยทำการประเมินได้จากพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันระหว่างซี่โครงซี่ที่ 12 และ 13 โดยไขมันที่แทรกอยู่ในมัดกล้ามเนื้อนี้จะบ่งบอกถึงความน่ากินของเนื้อ ซึ่งไขมันจะช่วยกระตุ้นการหลั่งน้ำลายจึงทำให้เกิดความรู้สึกชุ่มน้ำอยู่ในปาก (Albrecht et al., 2006) โดยปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับอิทธิพลทางพันธุกรรมของสัตว์ และเป็นที่ทราบกันดีว่าโคพันธุ์ Japanese Black เป็นโคที่มีความสามารถในการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อ หรือไขมันแทรกได้สูงกว่าโคสายพันธุ์อื่นๆ (Yamada and Nakanishi, 2012) และโคเขตร้อนจะมีการสะสมไขมันแทรกได้น้อยกว่าโคเขตหนาว สอดคล้องกับ ปรารถนา (2548) รายงานว่า โคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์มีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่าโคเนื้อพันธุ์อเมริกันบราห์มัน แม้ว่าจะได้รับการเลี้ยงดูและการให้อาหารเหมือนกัน และสอดคล้องกับ McKeith et al. (1985) รายงานว่าโคเนื้อพันธุ์แองกัสมีปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่าพันธุ์อเมริกันบราห์มัน ภายใต้การเลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียวกัน อีกทั้งอายุโคที่โตเต็มที่ (mature) จะทำให้โคสามารถสะสมไขมันแทรกได้มากขึ้น โดยเมื่อโคโตเต็มที่จะสามารถมีไขมันแทรกในเนื้อได้เพิ่มถึง 40 เท่าหลังจากอายุแรกเกิด อย่างไรก็ตาม ชัยณรงค์ (2529) รายงานว่าปริมาณไขมันแทรกไม่ได้มีผลโดยตรงต่อความนุ่มของเนื้อ แต่จะทำหน้าที่เสมือนตัวหล่อลื่นขณะเคี้ยวเนื้อ จึงทำให้มีความรู้สึกเหมือนว่าเนื้อมีความนุ่มซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างค่าแรงตัดผ่านเนื้อกับไขมันแทรกจะมีค่าต่ำมากเมื่อโคเนื้อเลี้ยงขุนด้วยอาหารหยาบเป็นหลัก (r=0.025) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าไขมันแทรกไม่ใช่ตัวชี้วัดความนุ่มของเนื้อที่ดีในกรณีที่เลี้ยงขุนโคด้วยอาหารหยาบเป็นหลัก (Kim et al., 2007)

ปัจจัยด้านอาหารที่เลี้ยงขุนและวิธีการเลี้ยงต่อความนุ่มของเนื้อโค

อาหารที่ใช้เลี้ยงขุนโคถือว่าเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะพบว่าเนื้อโคที่ได้จากการเลี้ยงขุนด้วยหญ้า จะมีความนุ่มและรสชาติด้อยกว่าเนื้อโคที่ได้จากการเลี้ยงขุนด้วยอาหารข้น (Fukumoto et al., 1999) สอดคล้องกับ Schor et al. (2008) รายงานว่า เนื้อโคที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารข้นเป็นระยะเวลา 80 วันขึ้นไป จะมีความนุ่มสูงกว่าเนื้อโคที่ได้จากการเลี้ยงขุนด้วยอาหารหยาบเป็นหลัก อีกทั้งโคเนื้อที่เลี้ยงขุนด้วยหญ้าเมื่อเปรียบเทียบกับเลี้ยงขุนด้วยอาหารข้นจะพบว่าโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าจะมีไขมันแทรกที่ต่ำกว่า แต่จะมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 (omega-3 fatty acids) กรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดไขมันคอนจูเกตลิโนเลอิก (conjugated linoleic acid) สะสมในเนื้อสูงกว่าโคที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารข้น (French et al., 2000) สอดคล้องกับ Allingham et al. (1998) รายงานว่าการขุนโคลูกผสมบราห์มันด้วยการเลี้ยงปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้า เลี้ยงขุนให้กินหญ้าแห้งและเสริมหญ้าสด และเลี้ยงขุนให้กินหญ้าและเสริมเมล็ดธัญพืช พบว่ากลุ่มที่เสริมเมล็ด

ธัญพืชมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ผ่านการปรุงสุกต่ำที่สุด อีกทั้งค่าแรงอัด (compression) และค่าการเกาะตัวของเนื้อ (adhesion) ของกลุ่มที่เสริมเมล็ดธัญพืชมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้า ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเนื้อที่ลดลงและทำให้ความเหนียวของเนื้อลดต่ำลง และ Barker et al. (1995) ศึกษาการเลี้ยงขุนโคลูกผสม American Wagyu x Angus แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มแรกขุนแบบให้อาหารข้นกินอย่างต่อเนื่อง 454 วัน กลุ่มที่สองเส้นใยกล้ามเนื้อ และนอกจากนี้อาจเนื่องจากเป็นการป้องกันการเกิด cold shortening ร่วมด้วย สอดคล้องกับ Ho et al. (1996) รายงานว่าการใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นซากจะทำให้ myofibrillar เพิ่มการแยกตัวมากขึ้นจึงทำให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น

ปัจจัยด้านการบ่มต่อความนุ่มของเนื้อโค

การบ่มเนื้อเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเมทาบอลิซึมในเนื้อหลังจากการฆ่า (Cifuni et al., 2004) ซึ่งโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานนั้น หลังการฆ่าจะนำซากโคเข้าห้องแช่เย็นที่ 3 °C ทันที และคงอุณหภูมิขนาดนี้ไปจนครบ 24 ชม. เพื่อให้ขบวนการแข็งเกร็งตัว (rigor mortis) เกิดขึ้นตามขั้นตอนจนสมบูรณ์ (ชัยณรงค์, 2529) สอดคล้องกับ Hannula and Puolanne (2004) รายงานว่า ระยะเวลาที่ยาวนานของการบ่มจะเกิดการทำงานของเอ็นไซม์ที่ย่อยโปรตีนในเนื้อทำให้เนื้อมีความนุ่มขึ้นซึ่ง Monson et al. (2005) รายงานว่าการบ่มเนื้อเป็นระยะเวลามากกว่า 7 วัน ขึ้นไปจะช่วยลดอิทธิพลของสายพันธุ์โคต่อความนุ่มของเนื้อได้ สอดคล้องกับ Marino et al. (2013) ศึกษาการบ่มเนื้อโคที่ระยะ 1, 7, 14 และ 21 วันพบว่า ระยะการบ่มเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำลง อีกทั้งทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อแตกตัวได้มากขึ้น โดยจะทำให้สภาพแวดล้อมภายในเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีคือทำให้ actomyosin ถูกตัดขาด ณ บริเวณ z-line ทำให้ความตึงตัวลดลงและเป็นเหตุให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อีกกิจกรรมที่พบขณะบ่มซากคือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเนื้อโดยสารย่อย cathepsins เกิดการรั่วไหลออกมานอกเซลล์แล้วเข้าไปย่อยโปรตีนบริเวณ z-line ดังกล่าว จึงทำให้ sarcomere มีความยาวขึ้นและเนื้อมีความนุ่มขึ้น (ชัยณรงค์, 2529) นอกจากนี้แล้วระดับ pH และอุณหภูมิในเนื้อจะส่งผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์ cathepsins และตัวที่ทำหน้าที่ยับยั้งซึ่งจะส่งผลต่อความนุ่มของเนื้อ (Dransfield, 1994) โคขุนที่มีเลือดโคเขตร้อนจะใช้เวลาในการบ่มเนื้อนานกว่าขุนเลือดยุโรป นอกจากนี้การนำเนื้อไปแช่แข็งทันทีโดยไม่ผ่านการบ่มจะทำให้เนื้อเกิดความเหนียวมากขึ้น (สัญชัย, 2543) สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ และญาณิน (2548) รายงานว่าการลดอุณหภูมิในเนื้ออย่างรวดเร็วภายหลังกระบวนการฆ่าสิ้นสุดอาจทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น เนื่องจากเกิดสภาวะการหดตัวเนื่องจากความเย็น (cold shortening) ซึ่งปรากฏการณ์นี้อาจเกิดขึ้นได้ใน 10 ชม.

โอกาสเกิดสภาวะดังกล่าวจะมีสูงมากและซากโคที่มีไขมันหุ้มซากบาง โอกาสเกิด cold shortenting จะสูงกว่าซากโคที่มีไขมันหุ้มซากหนา

ปัจจัยด้านความเครียดต่อความนุ่มของเนื้อโค

โคที่เลี้ยงในลักษณะการปล่อยเลี้ยงจะมีความเครียดสูงกว่าการขังรวมกันเชิงการค้าอีกทั้งการต่อสู้กันภายในฝูงล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียด นอกจากนี้การขนส่งโคจากฟาร์มสู่โรงฆ่าจะทำให้อุณหภูมิในร่างกายสัตว์สูงขึ้น และอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากปกติ อีกทั้งระยะทางที่ยาวไกลและความหนาแน่นของการบรรทุกจะทำให้โคเกิดความเครียดเพิ่มขึ้น ซึ่งความเครียดขณะมีชีวิตก่อนฆ่านั้นเป็นสาเหตุทำให้เกิดลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ของเนื้อ โดยโคที่มีความเครียดจะมีการนำไกลโคเจนที่สะสมในเนื้อไปใช้จนเหลือน้อยมาก จึงมีผลทำให้เนื้อโคมีค่า pH สุดท้ายสูงมาก เป็นผลทำให้เนื้อมีลักษณะคล้ำแข็งแห้ง (dark firm dry, DFD) ไม่น่ารับประทาน (สัญชัย, 2543) โดยปกติแล้วหลังสัตว์ตายกล้ามเนื้อจะมีค่า pH ลดลงจากประมาณ 7 (ขณะมีชีวิต) เป็น 6.2-6.3 ภายใน 1 ชม. แล้วค่อยๆลดลงเป็น 5.6-5.7 ภายในเวลา 24 ชม. แต่เนื้อที่มีลักษณะ DFD จะคงค่า pH ไว้ที่ 6.7-6.8 ตลอด จึงทำให้ความสามารถในการจับน้ำใกล้เคียงกับขณะที่มีชีวิตอยู่ จึงทำให้ความนุ่มของเนื้อ DFD มีความนุ่มมากกว่าเนื้อโคปกติ (ทดสอบด้วยเครื่องวัดความนุ่ม warner bratzler shear force) (สุทธิพงศ์, 2542) สอดคล้องกับ Beltran et al. (1997) ศึกษาความนุ่มของเนื้อที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.8-6.3 ขึ้นไป ด้วยเครื่องวัดความนุ่ม warner bratzler shear force พบว่าเนื้อที่มี pH มากกว่า 6.3 มีความนุ่มสูงที่สุดและมีเอ็นไซม์ m-calpain ณ วันที่ 7 หลังจากฆ่ามีปริมาณสูงสุด

บทที่ 2
วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือและวิธีการทดลอง

หลักการพื้นฐานในการวิจัยการพัฒนารูปแบบการให้อาหารโคขุนของเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจลำปำ จังหวัดพัทลุง โดยใช้ผลิตภัณฑ์อาหารโคขุนจากการใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มในส่วนผสมของอาหารหมักผสมเสร็จ (fermented total mixed ration, FTMR) ด้วยการหมักร่วมกับกากส่าเหล้าชุมชนและชนิดอาหารอัดก้อนคุณภาพสูง (urea molasses multi-nutrient block, UMMB) ที่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ผ่านกระบวนการหมักโดยใช้ยีสต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงแบบอาหาร TMR ที่ไม่มีกากตะกอนน้ำมันปาล์มและเสริมด้วยอาหารก้อนคุณภาพสูง UMMB ที่ไม่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน โดยจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของอาหารที่มีการใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักและไม่มีการใช้ กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักในส่วนผสมของอาหาร ทั้งอาหาร TMR และอาหาร UMMB โดยมีการใช้โคลูกผสมยุโรป (สายพันธุ์ผสมบราห์มันกับชาร์โลเลส์) จำนวน 16 ตัว เป็นโคลูกผสมยุโรปที่มีเลือดพันธุ์ชาร์โลเลส์ 50% ขึ้นไป โคทุกตัวมีอายุใกล้เคียงกัน (อายุประมาณ 2 ปี) แบ่งโคเป็น 2 กลุ่มโดยใช้วิธีการจัดการอาหารในรูปแบบการให้อาหาร TMR ที่ไม่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักจุลินทรีย์และมีการเสริมด้วยอาหารก้อน UMMB ที่ไม่มีกากตะกอนน้ำมันปาล์มเป็นส่วนผสม เปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหาร TMR ที่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักจุลินทรีย์และมีการเสริมด้วยอาหารก้อน UMMB ที่มีกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักจุลินทรีย์เป็นส่วนผสม โดยโคขุนที่นำโคเข้าขุนมีน้ำหนัก 410±56.24 กิโลกรัม มีการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 370 วันจนให้ได้น้ำหนักประมาณ 650 กิโลกรัม

สัตว์ทดลอง คอกทดลองและอาหารทดลอง

ใช้โคเนื้อลูกผสมยุโรปสายพันธุ์ผสมบราห์มันกับชาร์โลเลส์ที่มีเลือดสายพันธุ์ชาร์โลเลส์มากกว่า 50% ขึ้นไป มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 410±56.24 กิโลกรัม อายุใกล้เคียงกันในช่วง 2 ปี จำนวน 16 ตัว ทำการตอนโคทุกตัวโดยใช้ เบอร์ดิซโซ่ (burdizzo) หนีบขั้วอัณฑะก่อนเข้าทดลอง 1 สัปดาห์ โคถูกทำการทดลองที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนลำปำ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง สภาพโรงเรือนเป็นโรงเรือนโปร่ง หลังคากระเบื้องและพื้นคอนกรีต คอกที่ใช้เลี้ยงเป็นคอกเดี่ยวขนาด 3x4 ตารางเมตร มีรั้วสูง 1.5 เมตร มีรางอาหารอยู่ด้านหน้าคอกแยกรายตัว และมีอ่างน้ำอยู่ด้านล่างของรางอาหาร โคทุกตัวจะได้รับการฉีดยาฆ่าพยาธิภายในและภายนอก และฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากเท้าเปื่อย ตลอดทั้งดูแลสุขภาพโคก่อนทดลองให้สมบูรณ์อย่างใกล้ชิด โคทดลองถูกผูกจมูกด้วยเชือกกับรางอาหารด้านหน้าแบบยืนโรง โคทุกตัวจะเลี้ยงภายใต้สภาวะแวดล้อมเดียวกัน จะมีการเติมอาหาร

วันละสองครั้งคือช่วง 7.00-8.00 น. และ 16.00-17.00 น. ในช่วงเวลาเช้าของทุกวันจะทำความสะอาดรางอาหาร ถังน้ำและเก็บกวาดพื้นคอก ในการให้อาหารทดลองตั้งเป้าหมายว่าต้องการให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1,000 กรัมต่อวัน โดยโคจะกินวัตถุแห้งได้ 9.9 กิโลกรัมต่อวันในระยะแรกและเพิ่มขึ้นเป็น 15 กิโลกรัมต่อวันในช่วงน้ำหนัก 550 กิโลกรัม ซึ่งอาหารจะต้องมีโปรตีน 905 กรัม พลังงาน 25.3 Mcal โภชนะที่ย่อยได้ (total digestible nutrient; TDN) 69% โดยมีการปรับสูตรอาหารตามตารางความต้องการโภชนะ เมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น จาก 450 กิโลกรัม 495 กิโลกรัม 650 กิโลกรัม และ 700 กิโลกรัม ตามลำดับ (ปรับจาก NRC 1984)

ดังนั้นการผสมอาหาร TMR ที่มีระดับโปรตีน 9.9% มีพลังงาน 69 % TDN สำหรับสูตรอาหารผสมเสร็จ TMR ในการทดลองทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ กินได้อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ทุกวัน

การวางแผนทดลอง

โคเนื้อลูกผสมชาร์โลเลส์จำนวน 16 ตัวถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามน้ำหนักตัว กลุ่มละ 8 ตัว ตามแผนการทดลองแบบ t-test โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ทำการสุ่มโค 8 ตัวในแต่ละกลุ่มให้ได้รับปัจจัยการทดลอง ดังนั้นจะมีโคจำนวน 8 ตัวได้รับแต่ละปัจจัยการทดลอง ซึ่งเป็นจำนวน 8 ซ้ำต่อปัจจัยการทดลอง โคถูกเลี้ยงด้วยอาหารตามปัจจัยการทดลองเป็นเวลา 370 วัน ทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ทำการชำแหละศึกษาคุณภาพซาก โดยมีปัจจัยการทดลองดังนี้

อาหารทดลองสูตรที่ 1 อาหารผสมเสร็จ FTMR ที่ไม่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักร่วมกับการเสริมด้วยอาหารก้อน UMMB ที่ไม่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักเช่นกัน

อาหารทดลองสูตรที่ 2 อาหารผสมเสร็จ FTMR ที่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักร่วมกับการเสริมด้วยอาหารก้อน UMMB ที่มีส่วนผสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักเช่นกัน

การให้อาหารโคทดลอง

การให้อาหารโคทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะการปรับตัวโคทดลอง (adjusting period) โคทุกตัวที่รวบรวมมาจะถูกตอนและได้รับอาหารพื้นฐานคือ FTMR หมัก เสริมอาหารก้อน UMMB เหมือนกันทุกตัวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนเข้าทดลอง เพื่อเตรียมความพร้อมและความสมบูรณ์ของร่างกายในสภาวะแวดล้อมเดียวกัน โดยให้กินอาหารอย่างเต็มที่ ในช่วงเวลา 7.00-8.00 น. และ 16.00-17.00 น.

ระยะที่ 2 ระยะทดลอง หลังจากเริ่มชั่งน้ำหนักตัวโคและโคทุกตัวถูกสุ่มให้ได้รับปัจจัยการทดลองแล้ว ทำการชั่งอาหารให้โคได้กินอย่างอิสระเต็มที่ทุกกลุ่มทดลอง เพื่อทำการศึกษาปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake) โดยมีการให้อาหารวันละ 2 ครั้งคือช่วง 7.00-8.00 น.

และ 16.00-17.00 น. ทำการจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และที่เหลือ เพื่อหักลบเป็นปริมาณการกินได้ทุกวันเป็นเวลา 370 วัน

ก่อนจัดทำอาหารทดลอง ได้ทำการหมัก DC โดยใช้ส่วนผสมของกากน้ำตาล 20 กก. ละลายน้ำ 100 ลิตร ทำการเติมผงยีสต์ขนมปัง 500 กรัม. ปล่อยไว้เป็นเวลา 3 ชม. พร้อมทำการกระตุ้นการเจริญของเชื้อยีสต์โดยการใช้การกวนผสม จากนั้นนำ DC ปริมาณ 150 กก. เติมลงในถัง ขนาด 200 ลิตร แทงผ่าน DC ให้เป็นรูถึงก้นถังพร้อมเทส่วนผสมของน้ำหมักยีสต์ลงในถังปริมาตร 50 ลิตร ปล่อยให้เกิดการหมักเอาไว้ 20 วัน ก่อนนำมาใช้ในส่วนผสมของอาหาร FTMR และ UMMB ตามสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน 2 สูตร คือมีส่วนผสมที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก FDC และไม่มี FDC ในส่วนผสม ดังแสดงส่วนประกอบของ FTMR และ UMMB ในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ การผลิตอาหาร FTMR จะทำการผสมส่วนที่แห้งลงไปก่อนในเครื่องผสมแบบแนวนอนและตามด้วยส่วนผสมที่เปียกเพื่อให้เกิดการกระจายตัวของวัตถุดิบอาหารสัตว์มากที่สุด เมื่อผสมคลุกเคล้ากันดีแล้วทำการบรรจุกระสอบที่มีถุงพลาสติกด้านในหนา 80 ไมครอน โดยไม่ให้เกิดการรั่วหรือฉีกขาด ทำการมัดปากถุงและเย็บถุงกระสอบด้านนอกก่อนนำไปตั้งเรียงกันไว้โดยไม่ใช้วิธีการวางทับกัน ทำการหมักในกระสอบเป็นเวลา 20 วัน ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง ส่วนอาหารก้อน UMMB ได้ใช้หลักการผสมโดยใช้เครื่องผสมอาหารแบบแนวนอนเช่นเดียวกัน แต่มีกระบวนการผ่านการนวดหรือผ่านเครื่องบีบอัดให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำไปอัดในแบบให้เป็นก้อน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดก้อนที่แข็งมากขึ้นและสวยงาม นำส่วนผสมไปอัดลงในกระถางพลาสติกเพื่อให้มีน้ำหนัก 10 กก. ที่ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายและไม่แตกเวลาโคเลียกิน ปล่อยให้อาหารก้อนอยู่ในที่ร่มเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ก่อนขนย้ายไปให้โคทดลองเลียกิน อาหารทั้งสองชนิดปล่อยให้โคกินอย่างเต็มที่โดยอิสระ (*ad libitum*) โดยมีการชั่งเติมอาหาร FTMR ให้ในช่วงเช้าและบ่ายและมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา อาหารที่เหลือจะถูกชั่งออกในตอนเช้าของวันถัดไป ตัวอย่างอาหารทั้งสองชนิดจะถูกสุ่มเก็บเพื่ออบที่อุณหภูมิ 60 $^{\circ}$C และทำการแบ่งไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้งโดยการอบที่ 100 $^{\circ}$C ซึ่งจะนำค่าวัตถุแห้งมาคำนวณปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งสองชนิดในแต่ละวัน

ตารางที่ 2 วัตถุดิบส่วนประกอบของอาหาร FTMR ที่ใช้ในการทดลอง (กก. น้ำหนักสด)

วัตถุดิบ ส่วนผสม	สูตร 1 No DC	สูตร 2 fermented DC
กากปาล์มเนื้อใน	12.3	10.4
มันเส้น	4.9	4.1
กากมันผง	8.6	7.3
ผงแป้ง (จากการกรองน้ำตาล)	12.3	10.4
กากถั่วเหลืองสด	7.1	6.0
กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก	0	11.9
หญ้าเนเปียร์หมัก	14.1	11.9
เปลือกสับปะรดหมัก	14.1	12.0
กากน้ำตาล	1.8	1.5
ยูเรีย	0.4	0.4
เกลือ	0.4	0.4
เปลือกหอยป่น	0.4	0.4
แร่ธาตุผสมปลีกย่อย (พรีมิกส์)	0.4	0.4
น้ำหมักส่าเหล้า	0	23.1
น้ำละลายกากน้ำตาลผสมยีสต์	23.1	0
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	4.0	3.40

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารก้อน UMMB ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบส่วนประกอบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก	0	20
รำข้าว	20	0
กากปาล์มเนื้อใน	16	16
ผงแป้งมันสำปะหลัง	17	17
ปูนซีเมนต์	10	10
เปลือกหอยป่น	12	12
เกลือป่น	6	6
ยูเรีย	6	6
แร่ธาตุผสมปลีกย่อย (พรีมิกซ์)	1	1

กากน้ำตาล	12	12
ราคา (บาทต่อ กก.)	12.0	9.0

การเก็บข้อมูล และการเก็บตัวอย่าง

1. วัดปริมาณการกินอาหารในแต่ละวันเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวัน (dry matter intake, DMI) และปริมาณการกินได้และเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%BW) และในช่วงกลางของการทดลองได้ทำการศึกษาการย่อยได้ โดยใช้การเก็บรวมมูลทั้งหมดของแต่ละตัวเป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาวัตถุแห้งและคำนวณการย่อยได้ของวัตถุแห้งจากอาหารที่กิน

2. นอกจากการชั่งน้ำหนักก่อนเข้าทดลองแล้วทำการชั่งน้ำหนักโคทุกๆ เดือนในระยะ 12 เดือน ที่ทำการทดลองเพื่อวัดอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG)

3. สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารก้อน UMMB และ FTMR ทุกสัปดาห์ ทั้งอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ หลังจากนั้นแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อนำไปชั่งน้ำหนักแห้งและนำมาหาค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้งในอาหาร โดยข้อมูลถูกนำไปใช้ในการปรับการกินได้ของโคในแต่ละวัน ส่วนที่สองนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมงเพื่อนำไปบดละเอียด ผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่น วัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) เถ้า (ash) ตามวิธีการของ AOAC (1995) และวิเคราะห์ neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) และ acid detergent lignin (ADL) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991)

4. เพื่อศึกษาผลต่อคุณภาพซาก หลังจากการเลี้ยงขุนครบ 370 วัน โคทุกตัวได้ถูกขนส่งไปที่สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยนำไปเข้าโรงฆ่าสัตว์ตามแบบสากล ที่โรงฆ่าสัตว์อิบบรอฮิม จังหวัดราชบุรี ทำการชั่งน้ำหนักโคมีชีวิตก่อนฆ่าและหลังจากบ่มซาก 7 วัน ทำการชั่งน้ำหนักซากเพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ซากและซากโคถูกส่งไปตัดแต่งที่สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด จังหวัดนครปฐม และทางสหกรณ์ทำการประเมินเกรดไขมันแทรกในเนื้อสันนอกตามมาตรฐานของ มกอช. 6001-2547 (Sethakul et al., 2005) และวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ซากหลังจากซากถูกแบ่งออกเป็นสี่ส่วน (ซีกหน้าซ้าย-ซีกหน้าขวา-ซีกหลังซ้ายและซีกหลังขวา) ทำการสุ่มเนื้อสันนอกจากซาก เพื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) วัดค่าสีของเนื้อโคโดยใช้เครื่อง fotometer วัดความนุ่มของเนื้อโดยใช้เครื่องวัดแรงตัดผ่านเนื้อ (warner blatzler shear force device) โดยการต้มเนื้อให้มีอุณหภูมิใจกลาง 70°C ไปเจาะผ่านเครื่องตามความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง t-test โดยใช้ Proc GLM และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Independent sample t-test โดยใช้โปรแกรม SPSS (Steel and Torrie, 1980)

บทที่ 3
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการใช้และไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักในส่วนผสมของอาหาร TMR และ UMMB ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพเนื้อ ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์มสดและผ่านการหมัก

จากการหมักกากตะกอนน้ำมันปาล์มไว้ในถังหมักเป็นเวลา 20 วันขึ้นไป ซึ่งในการสุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาได้จากตัวอย่างที่หมักไว้นานถึง 35 วัน และมีการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาอบที่อุณหภูมิ 60 °C จนแห้งพร้อมๆ กับการเก็บตัวอย่างของกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ไม่มีการหมักจากโรงงานเดียวกันมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีผลตามตารางที่ 4 และการหมักไม่ส่งกลิ่นเหม็นและไม่มีหนอนหรือแมลงลงไปวางไข่ในถังหมัก สภาพส่วนบนของกากตะกอนน้ำมันปาล์มไม่มีเชื้อราเกิดขึ้น และเมื่อสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเพื่อเปรียบเทียบกับกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านการหมักด้วยจุลินทรีย์ พบว่ามีผลให้เยื่อใยทั้ง neutral detergent fiber (NDF) acid detergent fiber (ADF) รวมทั้งค่าของ lignin จากการวิเคราะห์ acid detergent lignin (ADL) รวมทั้งไขมันที่ได้จากการวิเคราะห์ ether extract (EE) ลดต่ำลงด้วย ทั้งนี้น่าจะเกิดจากการย่อยหมักวัตถุดิบโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองคือยีสต์ผลิตขนมปัง (*saccharomyces cerevisiae*) ดังได้อธิบายกระบวนการผลิตไปแล้วในเบื้อต้น แต่ในทางกลับกันพบว่าค่าของโปรตีนในวัตถุดิบมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 13.48% เป็น 16.85% เมื่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ ทั้งนี้ค่าของโปรตีนที่เพิ่มมากขึ้นอาจมาจากจำนวนเซลล์หรือจำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะให้โปรตีนรวมที่มากกว่ากากตะกอนน้ำมันปาล์ม และมีการใช้ประโยชน์ทั้งจากเยื่อใย ไขมัน หรือพลังงานในกากตะกอนน้ำมันปาล์มมาใช้ในการเจริญเติบโต เพิ่มจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นลักษณะคล้ายๆ กับหลักการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องและผลจากการหมักในกระเพาะรูเมนที่ต้องการใช้วัตถุดิบคุณภาพต่ำมาเพิ่มคุณภาพโดยเฉพาะโปรตีนที่มีราคาแพงในอาหารสัตว์ ในส่วนของพลังงานพบว่าเมื่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์จะมีผลให้พลังงานลดลงจาก 18.79 MJ/Kg DM เหลือ 16.68 MJ/Kg DM

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์มสดและกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ผ่านการหมัก

ตัวอย่าง	DM	NDF	ADF	ADL	Ash	CP	EE	Energy cal/Kg DM
	.....% DM basis.....							
Non fermented DC	65.37	62.15	53.24	13.25	12.46	13.48	12.23	4,490.8
fermented DC	70.35	45.33	33.74	10.44	11.35	16.85	10.11	3,986.5

Non fermented DC: กากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านการหมักด้วยจุลินทรีย์

fermented DC: กากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ผ่านการหมักด้วยจุลินทรีย์เป็นเวลา 35 วัน

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร FTMR ที่ใช้ในการทดลอง

การสุ่มตัวอย่างอาหาร FTMR ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีหลังจากการผลิตและหมักไว้เป็นเวลา 20 วัน พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีตามตารางที่ 5 ซึ่งอาหาร FTMR มีความชื้นเบื้องต้นที่ 37.6% โดยใช้ระดับการเติมน้ำหมักจุลินทรีย์เท่ากันทั้งสองสูตร และเมื่อนำไปอบที่ 60 ºC จนแห้งแล้วนำไปหาองค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีวัตถุแห้งคือ 95.34 และ 95.15% ของอาหารสูตรที่ไม่มี FDC ผสมและสูตรที่มี FDC ในส่วนผสมตามลำดับ สูตรที่ไม่มี FDC ผสมพบว่ามีค่า NDF และค่า ADF มากกว่า สูตรที่ใช้ FDC ในส่วนผสม แต่มีค่า ADL ต่ำกว่า ปริมาณไขมันในสูตรอาหาร FTMR ที่มีการใช้ FDC ผสมจะมากกว่าสูตรไม่ใช้คือ 6.23 และ 5.78% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าอาหาร FTMR สูตรที่มีการใช้ FDC ในส่วนผสมจะมีระดับโปรตีนหยาบที่มากกว่าคือ 13.65 และ 11.80% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลขององค์ประกอบทางเคมีของอาหารทั้งสองสูตรถือว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนักแต่จุดที่ท้าทายในการทดลองคือปริมาณอาหารที่สัตว์กินว่าสูตรไหนสัตว์จะชอบกินมากกว่าและจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตรวมทั้งราคาต้นทุนในการผลิตอาหารที่ส่งผลต่อต้นทุนการผลิต

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร FTMR ที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่าง	DM	NDF	ADF	ADL	Ash	CP	OM	EE
FTMR	..... % DM basis.....							
No FDC	43.52	75.15	24.88	1.6	4.26	11.80	75.17	5.78
FDC	45.65	67.45	20.33	2.42	5.12	13.65	79.83	6.23

No FDC = อาหารที่ไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

FDC = อาหารที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารก้อน UMMB สูตรที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักและไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารก้อน UMMB ทั้งสองสูตรพบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีตามตารางที่ 6 ซึ่งมีค่าระดับโปรตีนใกล้เคียงกันคือ 33.25-33.81% แต่สูตรที่ใช้รำข้าวและไม่มีส่วนผสมของ FDC จะมีค่า NDF และค่า ADF มากกว่า เมื่อนำไปใช้ในการทดลองวางให้โคเลียกิน พบว่าโคมีแนวโน้มเลียกินสูตรที่มีส่วนผสมของ FDC หมักมากกว่าสูตรที่ไม่ใช้ FDC ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารก้อน UMMB สูตรที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักและไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

ตัวอย่าง UMMB	DM	NDF	ADF	ADL	Ash	CP	OM	Energy MJ/Kg DM
		..... % DM basis.....						
No FDC	81.86	19.64	15.53	7.57	39.49	33.81	60.51	NA
FDC	85.59	16.71	10.22	5.42	45.61	33.25	54.39	NA

No FDC = อาหารที่ไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

FDC = อาหารที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

ผลการศึกษาการกินอาหารของโคทดลอง

จากการเก็บข้อมูลของการกินอาหาร FTMR และอาหารก้อน UMMB ในช่วง 370 วัน พบว่าปริมาณการกินเฉลี่ยของอาหาร FTMR ของสูตรอาหารที่ใช้ FDC จะกินได้เฉลี่ย 14.42 กก./ตัว/วัน คิดเป็น 1.14% ของน้ำหนักตัว ซึ่งมากกว่าการกินอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ที่มีค่าเฉลี่ย 11.89 กก./ตัว/วัน คิดเป็น 1.02% ของน้ำหนักตัว ($P<0.01$) และการกินอาหารก้อน UMMB ของโคกลุ่มที่กินอาหารที่มีส่วนผสมของ FDC จะมีค่าเฉลี่ย 1.48 กก./ตัว/วัน คิดเป็น 0.25% ของน้ำหนักตัว ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจากการกินอาหาร UMMB ที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ที่มีค่าเฉลี่ย 1.46 กก./ตัว/วัน คิดเป็น 0.27% ของน้ำหนักตัว ($P>0.05$) การกินได้โดยรวมของอาหารทั้ง FTMR และ UMMB รวมกัน พบว่าปริมาณการกินเฉลี่ยของอาหารทั้งหมดของสูตรอาหารที่ใช้ FDC จะกินได้เฉลี่ย 15.91 กก./ตัว/วัน ซึ่งมากกว่าการกินอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ที่มีค่าเฉลี่ย 13.35 กก./ตัว/วัน ($P<0.01$) เมื่อคิดเป็นน้ำหนักต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวพบว่ามีค่า 2.53% ของน้ำหนักตัว และ 2.44% ของน้ำหนักตัว ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อนำค่าปริมาณการกินอาหารของโคและมูลที่ขับถ่ายออกมาเป็นน้ำหนักแห้งมาคำนวณหาการย่อยได้ของวัตถุแห้งโดยวิธีการเก็บตัวอย่างทั้งหมด (total collection) พบว่าค่าการย่อยได้เฉลี่ยของวัตถุแห้งในอาหารที่มีส่วนผสมของ FDC จะย่อยได้ได้เฉลี่ย 68.84% ซึ่งมากกว่าการย่อยได้ของอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของ FDC ที่มีค่าเฉลี่ย 64.27% ($P<0.05$) อัตราการเจริญเติบโตในช่วง 6 เดือนแรกโดยเฉลี่ยพบว่า โคที่กินอาหารที่ใช้ FDC เป็นส่วนประกอบ จะมีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่ากลุ่มโคที่ไม่ใช้ FDC ในส่วนประกอบอาหารคิดเป็น 1.25 กก./วัน และ 0.94 กก./วัน ตามลำดับ ($P<0.01$) และในช่วง 6 เดือนหลังก็มีค่าเฉลี่ย 0.73 กก./วัน และ 0.67 กก./วัน ตามลำดับ ($P<0.05$) โดยเฉลี่ยตลอดการทดลองพบว่าโคที่กินอาหารที่ใช้ FDC เป็นส่วนประกอบจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่ากลุ่มโคที่ไม่ใช้ FDC ในส่วนประกอบอาหารคิดเป็น 0.99 กก./วัน และ 0.81 กก./วัน ตามลำดับ ($P<0.01$) ถึงแม้จะให้อาหารอย่างเต็มที่ในช่วงท้ายของการเลี้ยงขุน แต่การเจริญเติบโตของโคในช่วงท้ายจะลดลงเมื่อเทียบกับช่วงแรกของการเลี้ยงขุน ซึ่งก็เป็นไปตามหลักการเจริญเติบโตของโคขุนที่จะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นไม่มากนักในช่วงท้าย

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณการกินอาหาร FTMR และอาหารก้อน UMMB แต่ละสูตร (dry matter basis) ต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG)

อาหารทดลอง	สูตร 1 No FDC	สูตร 2 FDC	SEM	P
จำนวนโค (ตัว)	8	8		
ปริมาณการกิน FTMR (กก./ตัว/วัน)	11.89	14.42	2.292	**
%BW	1.02	1.14	0.005	**
ปริมาณการกิน UMMB (กก./ตัว/วัน)	1.46	1.48	0.022	NS
%BW	0.27	0.25	0.001	NS
ปริมาณการกินได้รวม (กก./ตัว/วัน)	13.35	15.91	2.397	**
%สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (%dry matter digestibility)	64.27	68.84	7.673	*
ADG ในระยะ 6 เดือนแรก (กก./วัน)	0.94	1.25	0.019	**
ADG ในระยะ 6 เดือนหลัง (กก./วัน)	0.67	0.73	0.002	*
ADG ตลอดการทดลอง (กก./วัน)	0.81	0.99	0.006	**

No FDC = อาหารที่ไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

FDC = อาหารที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

NS: Non significance different

significance different * P<0.05 ** P<0.01, SEM=standard error of mean

การศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตในช่วง 6 เดือนแรกโดยเฉลี่ยพบว่า โคที่กินอาหารที่ใช้ FDC เป็นส่วนประกอบ จะมีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่ากลุ่มโคที่ไม่ใช้ FDC ในส่วนประกอบอาหารคิดเป็น 1.25 กก./วัน และ 0.94 กก./วัน ตามลำดับ (P<0.01) และในช่วง 6 เดือนหลังก็มีค่าเฉลี่ย 0.73 กก./วัน และ 0.67 กก./วัน ตามลำดับ (P<0.05) โดยเฉลี่ยตลอดการทดลองพบว่าโคที่กินอาหารที่ใช้ FDC เป็นส่วนประกอบจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่ากลุ่มโคที่ไม่ใช้ FDC ในส่วนประกอบอาหารคิดเป็น 0.99 กก./วัน และ 0.81 กก./วัน ตามลำดับ (P<0.01) ถึงแม้จะให้อาหารอย่างเต็มที่ในช่วงท้ายของการเลี้ยงขุน แต่การเจริญเติบโตของโคในช่วงท้ายจะลดลงเมื่อเทียบกับช่วงแรกของการเลี้ยงขุนซึ่งก็เป็นไปตามหลักการเจริญเติบโตของโคขุนที่จะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

ผลของอาหารที่ใช้ FDC ในสูตรอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพของเนื้อโค

จากการทดลองพบว่า การใช้อาหารที่มี FDC ในส่วนประกอบนั้นไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพซากด้อยไปกว่ากลุ่มที่ไม่มีการใช้ FDC ตามปกติ ทั้งเปอร์เซ็นต์ซากสดและซากเย็นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการบ่มซากก็ไม่มีความแตกต่างกันจากกลุ่มอาหารปกติที่ไม่มี FDC เกรดไขมันแทรกที่คะแนนเต็ม 5 ได้เฉลี่ยในกลุ่มที่ไม่มีการใช้ FDC ที่ 1.87 และกลุ่มที่ใช้ FDC มีค่า 1.50 ซึ่งไม่แตกต่างกันในสองกลุ่ม ความหนาของไขมันสันหลังมีค่า 1.20 และ 1.12 ในกลุ่มที่ไม่มีการใช้ FDC และกลุ่มที่ใช้ FDC ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมีค่าเฉลี่ย 60.89 ตารางเซนติเมตร และ 63.33 ตารางเซนติเมตร ในกลุ่มที่ไม่มีการใช้ FDC ในอาหารและกลุ่มที่ใช้ FDC ตามลำดับ ราคาที่ขายได้เฉลี่ยตามเกรดของเนื้อโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน รวมทั้งสีของเนื้อ ความเหนียวหยาบของเนื้อและค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียในระหว่างการปรุงอาหาร (cooking loss) ก็ไม่แตกต่างกันด้วยดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลของชนิดอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพของเนื้อโค

อาหารทดลอง	สูตร 1 No FDC	สูตร 2 FDC	SEM	P
จำนวนโค (ตัว)	8	8		
ค่าเฉลี่ยเกรดโค[A]	1.87	1.50	0.348	NS
% ซากสด	58.69	59.27	2.209	NS
%ซากเย็น	56.50	57.07	2.582	NS
%น้ำหนักสูญเสียจากการบ่ม	3.72	3.71	0.400	NS
ความหนาไขมันสันหลัง Back fat thickness (ซม.)	1.20	1.12	0.195	NS
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน Loin eye area (ตร.ซม.)	60.89	63.33	67.984	NS
ราคาขายได้ บาท/กก.ซาก	203.75	200	34.821	NS
ราคาขายได้ บาท/กก. มีชีวิต	115.12	114.25	23.884	NS
คุณภาพของเนื้อโค				
pH เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมง	5.39	5.49	0.006	NS
สีเนื้อ				
L*	37.46	36.76	26.11	NS
a*	17.80	17.65	2.911	NS
b*	15.79	15.59	2.096	NS
Shear force value (กก.)	6.68	7.62	4.537	NS
Cooking loss (%)	33.69	36.40	12.696	NS

No FDC = อาหารที่ไม่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

FDC = อาหารที่ใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

A เกรดของเนื้อตามระดับไขมันแทรกตามมาตรฐานสินค้าเกษตร เนื้อโค มกอช.6001-2547

1:ไม่มีไขมันแทรก

2:มีไขมันแทรกน้อยมาก

3: มีไขมันแทรกน้อย

4:มีไขมันแทรกปานกลาง

5:มีไขมันแทรกมาก

NS: Non Significance different, Significance different * P<0.05 ** P<0.01

SEM=standard error of mean.

อภิปรายผลการวิจัย

จากการใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักในส่วนผสมของอาหาร FTMR และ UMMB ในการทดลองนี้พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอาหารหมัก จึงทำให้การกินอาหาร FTMR ได้ของโคเนื้อและการย่อยได้ของอาหารในโคมากขึ้นเมื่อใช้ FDC ในส่วนผสมของอาหาร แต่ในส่วนอาหาร UMMB ที่ใช้ FDC เป็นส่วนผสมพบว่า เมื่อไม่ได้อยู่ในสภาพการหมักและหากเก็บไว้เกิน 1 เดือนจะพบว่ามีราขาวเกิดขึ้นที่ส่วนบนของก้อนอาหาร แต่ไม่มีผลกระทบกับการกินอาหารของโคจากการทดลองจึงเห็นว่าการกินอาหารก้อน UMMB ทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกัน ส่วนอาหาร FTMR พบว่าไม่มีการเน่าเสียหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ถ้าหากกระสอบอาหารไม่รั่วฉีกขาด ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของ FDC ยังมีคุณภาพใกล้เคียงกับรายงาน DC ของ Pimpa et al. (2009) จากการทดลองนี้พบว่าการใช้ FDC 11.9% ในอาหาร FTMR เสริมด้วยอาหารก้อน UMMB ที่ใช้ FDC 20% มีผลดีต่อปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ที่มากขึ้นสอดคล้องกับการใช้ DC ในสูตรอาหารข้นที่ 10% ตามการทดลองของ Seephueak et al. (2011) ซึ่งการกินได้และการย่อยได้ที่มากขึ้นย่อมส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ จากการสังเกต FDC ก่อนนำมาผสมอาหารพบว่า มีกลิ่นที่หอมจากการหมัก ซึ่งแตกต่างจาก DC ที่ไม่มีการหมักจะมีกลิ่นเหม็นเมื่อเก็บรักษาเอาไว้ในถัง การจัดทำอาหารก้อน UMMB โดยใช้ FDC จะเป็นการต่อยอดจากงานวิจัยของ Wanapat et al. (1999) ที่ศึกษาการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูงในโคเนื้อ พบว่าการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูงช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้และอัตราการเจริญเติบโตของโคเนื้อและส่งผลดีต่อโคนมในเรื่องการให้ผลผลิตน้ำนมที่คงตัวมากขึ้นในช่วงฤดูแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมอาหารก้อนคุณภาพสูง และงานวิจัยได้แนะนำให้ผู้อ่านควรใช้วัตถุดิบที่จัดหาได้ในพื้นที่ของตัวเองและมีราคาถูกมาพัฒนาเป็นอาหารสัตว์ให้เหมาะสม ทั้งนี้โดยภาพรวมสามารถนำ DC ที่เก็บรักษายากและเน่าเสียง่ายมาหมักทำให้คงคุณภาพและค่อยๆ นำมาใช้ผสมอาหารในรูปหมักเปียกเป็น FTMR ใช้ร่วมกับจัดทำอาหารก้อน UMMB ในอัตราส่วนตามผลงานวิจัยนี้ได้ นอกจากนี้การใช้อาหารที่มีส่วนผสมของ FDC ยังส่งผลดีในเรื่องอัตราการเจริญเติบโตเมื่อเทียบกับกลุ่มปกติที่ใช้อาหารที่ไม่มี FDC ในส่วนประกอบ โดยจะมีอัตราการเจริญเติบโตในระยะการขุนนาน 370 วัน ที่ 0.99 กก./วัน ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการใช้ FDC ทั้งนี้เนื่องจากการกินได้และการย่อยได้ที่มากกว่า รวมทั้ง FDC มีกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นเหมือนสารเสริมชีวนะ (probiotic) ในอาหารอยู่ด้วยจึงส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตทั้งในช่วงแรก ช่วงปลายของการขุน และส่งผลต่อน้ำหนักตัวโคที่เพิ่มมากขึ้นตลอดการขุน ในส่วนราคาของอาหารที่ใช้ FDC ในส่วนผสมจะมีราคาที่ถูกกว่าถึงแม้โคจะกินมากกว่าก็ดี ในเรื่อเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพของเนื้อมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันกับเนื้อโคขุนที่มีการเลี้ยงขุนด้วยอาหาร TMR อื่นๆ (โอภาส และคณะ 2558)

ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยแหล่งอาหารที่มี FDC ในส่วนผสมในอาหารผสมเสร็จ FTMR ส่งผลต่อการกินได้ของโคขุนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาหารที่มี FDC

จะมีค่าความชื้นสูงและอ่อนนุ่มกว่าอาจมีผลให้เกิดเนื้อสัมผัสในการเคี้ยวได้ดีกว่า ช่วยในการกลืนอาหารและเหมาะสมในการกินของโคถึงแม้ว่าคุณสมบัติพื้นฐานของเยื่อใยจากหญ้าเนเปียร์และเปลือกสับปะรดจะมีผลต่อการย่อยก็ตาม และเมื่อนำมาใช้ผสมในสูตรอาหาร FTMR ก็ยังอาจมีผลให้การย่อยได้ของเยื่อใยน้อยกว่าตามคุณสมบัติพื้นฐานของเยื่อใยด้วย แต่ทั้งนี้การกินได้ของอาหารเมื่อจัดทำเป็น FTMR อาจมีผลจากส่วนประกอบอื่นๆ และระดับพลังงาน รวมทั้งโปรตีนที่ย่อยสลายง่ายในอาหารด้วย ซึ่งถ้าไม่ใช่งานทดลองที่มีการควบคุมปัจจัยแวดล้อมให้เหมือนกันเช่นการทดลองนี้ การกินได้ก็อาจจะมีผลแปรตามปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์โค อายุโค ขนาดตัว สภาพแวดล้อม ลักษณะโรงเรือน การจัดการและสุขภาพสัตว์เป็นต้น (เสาวนิตย์ และคณะ, 2543) อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองในงานทดลองนี้มีค่าสูงกว่างานทดลองของ Ishida and Abu hassan (1992) ที่ทดลองใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบเลี้ยงโค Kedah-Kelantan ซึ่งเป็นโคพื้นเมืองของประเทศมาเลเซีย โดยนำไปหมักก่อน พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.60 กก./วัน นอกจากนี้หากเปรียบเทียบกับโคลูกผสมยุโรปด้วยกัน งานทดลองนี้มีค่าอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่างานทดลองของ ยอดชาย (2547) ที่รายงานโคลูกผสมยุโรปมีอัตราการเจริญเติบโตระหว่าง 1.2-1.4 กก./วัน และต่ำกว่ารายงานของ จินตนา (2535) ที่รายงานค่าเฉลี่ย 1.3-1.7 กก./วัน สำหรับการเจริญเติบโตของโคลูกผสมบราห์มันและชาร์โรเลส์ที่มีการเลี้ยงขุน แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับช่วงอายุและระยะเวลาในแต่ละช่วงการขุนด้วย ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคทดลองนี้ โดยพบว่าโคขุนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมเสร็จ FTMR จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารคือ 16.17-16.49 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารตลอดการทดลองน้อยกว่างานทดลองของ นพรัตน์ และคณะ (2553) ที่ทำการศึกษาการขุนโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่ให้อาหารต่างกันคือ อาหารผสมเสร็จ TMR และอาหารข้นร่วมกับหญ้าขนสดพบว่ามีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากับ 9.90 และ 9.58 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม และค่านี้มีค่าใกล้เคียงกับงานทดลองของ วรรณี และคณะ (2553) ที่ทำการทดลองขุนโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนโดยใช้อาหารข้นร่วมกับหญ้าขนสดเสริมด้วยกระถินที่พบว่า มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 7.66 แต่การทดลองนี้ได้ทำการเลี้ยงโครระยะยาวถึง 370 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่โคมีอัตราการเจริญเติบโตน้อยลงในช่วงท้ายๆ ของการขุน จึงทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารนั้นไม่ดีเมื่อเทียบกับการขุนระยะสั้น อย่างไรก็ตามในช่วงแรกๆ ของการขุนนี้พบว่าค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารยังสูงถึง 11.20-13.09 ซึ่งยังสูงกว่ารายงานของ จินตนา (2535) ที่รายงาน 6.2-7.5 สำหรับโคขุนลูกผสมยุโรปในเรื่องของเปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage) ของโคในการทดลองนี้มีค่า 56.50 ถึง 57.07 ซึ่งมีค่าที่อยู่ในช่วงที่รายงานโดย จินตนา (2535) ชัยณรงค์ (2529) ฉายแสง และคณะ (2533) สำหรับโคขุน แต่มีค่าน้อยกว่าที่รายงานโดย ปรารถนา และคณะ (2533) ในการทดลองนี้เปอร์เซ็นต์ซากไม่มีความแตกต่างกันตามปัจจัยการทดลอง ผลของคุณภาพเนื้อสันของโคขุนต่ออาหารที่ใช้ในการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน กลุ่มที่ได้รับอาหาร

ที่มี FDC ในส่วนผสมมีค่า pH ภายหลัง 24 ชั่วโมง 5.49 ไม่แตกต่างจากกลุ่มโคที่ใช้อาหารที่ไม่มี FDC ที่ค่า pH 5.39 ซึ่งเป็นค่าปกติของเนื้อโคขุน ทั้งนี้ pH ที่ลดลงยังอยู่ในช่วงที่ใกล้กับ 6.0 ซึ่งเป็นค่าปกติของเนื้อหลังการฆ่า (สัญชัย, 2548) แต่ในทางกลับกันหากว่าค่า pH เป็นกรดมากเกินไปหรือต่ำกว่านี้ อาจส่งผลต่อค่าสี และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Silva et al. (1999); Immonen et al. (2000); Honkavaara et al. (2003) ที่พบว่าการใช้พลังงานเกินกว่าพลังงานที่ได้รับประกอบกับความเครียดที่เกิดขึ้นในช่วงก่อนฆ่าทำให้ร่างกายดึง glycogen ในกล้ามเนื้อที่เก็บสำรองไว้มาใช้จนหมด เป็นผลทำให้มีพลังงานสำหรับการผลิตกรดแลคติคไม่เพียงพอ ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านสีของเนื้อและความนุ่มของเนื้อ ในการทดลองนี้พบว่าค่าสีของเนื้อในโคขุนทั้งสองกลุ่มมีค่าสี L*, a*, b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) จากค่า 15.59-15.79 เป็นค่าสีเหลือง (b*) ที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับสีของไขมันในเนื้อ โดยเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อที่สูงขึ้นย่อมมีผลทำให้ค่าสีเหลือง (b*) สูงขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อที่สูงขึ้นจะส่งผลทำให้สีของเนื้อไม่เข้มเนื่องจากมีปริมาณไขมันสูง จากงานทดลองของ ญาณิน และคณะ (2547) ซึ่งรายงานว่าค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความสัมพันธ์กัน โดยค่าความสว่าง (L*) เป็นค่าที่ได้จากการสะท้อนของแสงที่ตกลงบนพื้นผิวเนื้อ ชิ้นเนื้อที่มีปริมาณไขมันสูงแสงที่ตกกระทบกับพื้นผิวย่อมสะท้อนไปได้มากกว่าซึ่งแสดงออกให้เห็นจากค่าสีที่วัดได้ในรูปของค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Fiems et al. (2000) ที่ศึกษาอิทธิพลของปริมาณไขมันแทรกในเนื้อโคที่มีผลต่อสีเนื้อและความนุ่มพบว่าเมื่อปริมาณไขมันแทรกในเนื้อมากขึ้นจะเพิ่มค่าความสว่าง (L*) และจากการทดลองครั้งนี้ค่าสีแดง (a*) ที่มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันกับการทดลองของ Vestergard et al. (2000) และ Keane and Allen (1998) ที่รายงานสีเนื้อของโคที่เลี้ยงด้วยระบบการเลี้ยงโคแบบขังคอกพร้อมกับมีการให้อาหารที่มีพลังงานสูงค่าสีแดงของเนื้อ (a*) จะสูงขึ้นเนื่องจากพบว่าปริมาณของ heme pigment สูงขึ้น สำหรับค่าแรงตัดผ่านเนื้อโดยใช้เครื่องวัดความนุ่ม (warner bratzler shear force) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความนุ่มของเนื้อ โดยค่าที่ต่ำลงหมายถึงเนื้อมีความนุ่มขึ้นจากการทดลองนี้พบว่าโคขุนทั้งสองกลุ่มที่ให้อาหารที่มี FDC หรือไม่มี FDC ก็ไม่มีความแตกต่างกันต่อความนุ่มของเนื้อ แต่หากดูจากตัวเลขพบว่าโคขุนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมเสร็จ FTMR ที่ไม่มี FDC ค่าจะต่ำกว่าเล็กน้อย ซึ่งหมายถึงมีความนุ่มกว่าถึงแม้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในการทดลองนี้พบว่าเนื้อสันของโคที่ได้รับอาหารแตกต่างกันตามปัจจัยการทดลองไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันด้วย

บทที่ 4
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการผลิตอาหาร FTMR และอาหารก้อน UMMB โดยใช้ส่วนผสมของ FDC ในอาหารจะส่งผลดีต่อการกินได้ การย่อยได้ จะมีผลให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า ถึงแม้อาหารที่ผสมจะมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน และการใช้อาหารที่มี FDC ในส่วนผสมของการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซากของโคขุนแตกต่างไปจากกลุ่มที่ใช้อาหารปกติที่ไม่มี FDC รวมทั้งคุณภาพของสีเนื้อ pH ของเนื้อ ตลอดทั้งความนุ่มของเนื้อโคด้วย ซึ่งในส่วนสีของเนื้อโคขุนนี้พบว่าค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่าสีแดง (a*) มีค่าปกติอยู่ในช่วงของโคทดลองอื่นๆ จากการทดลองนี้สามารถขยายผลสู่เกษตรกรว่าหากเกษตรกรในภาคใต้ต้องการใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหรือ DC ควรที่จะนำมาหมักให้เป็น FDC และผสมในอาหาร FTMR และสามารถผลิตอาหาร UMMB จาก FDC นี้ได้ด้วย ก็จะส่งผลดีกับเกษตรกร ซึ่งช่วยตอบคำถามว่าการใช้ FDC ในอาหารไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ซาก คุณภาพของเนื้อโคขุนทั้งองค์ประกอบทางเคมีและความนุ่มและยังมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของโค

ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การนำเอา DC ที่เป็นวัตถุดิบที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ภาคใต้มาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารในสูตรอาหาร FTMR และ UMMB ควรใช้ตามอัตราส่วนที่ผ่านการศึกษาวิจัยแล้ว เพราะการใช้ในปริมาณมากเกินไปจะส่งผลต่อคุณภาพซากและกลิ่นของอาหารรวมทั้งอาหารก้อน UMMB จะเกิดราขาวที่อาหารได้ง่าย ทั้งนี้งานวิจัยต่อเนื่องคือการศึกษาระดับการใช้ FDC ทีสูงมากขึ้นหรืออาจจัดทำในรูปแบบอื่นๆ ให้เหมาะสมกับการเลี้ยงและการเก็บรักษาอาหารต่อไป การที่เกษตรจะนำ FDC ไปใช้ควรมีเครื่องผสมอาหารแบบแนวนอนที่สามารถผสมอาหารแบบเปียกได้เพราะวัตถุดิบเหล่านี้มีความชื้นสูงเหมาะที่จะใช้ผสมในรูปอาหาร FTMR ไม่เหมาะที่จะผสมอาหารข้นหรืออาหารกึ่งแห้งเพราะจะทำให้เกิดการเน่าเสียเร็วและผู้ใช้ควรคำนึงถึงผลดีของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและมีประโยชน์ในอาหารจากการหมักนี้ด้วยเพราะ probiotic ในอาหารหมักนี้ถือเป็นอีกวัตถุประสงค์หนึ่งของการใช้อาหารหมักในการเลี้ยงสัตว์

บรรณานุกรม

จินตนา อินทรมงคล. (2535). การขุนโคลูกผสมชาร์โลเร่ส์เมื่อน้ำหนักเริ่มต้นที่แตกต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพในการขุน ลักษณะซากและต้นทุนการผลิต รายงานประชุมวิชาการสาขาสัตว์สัตวแพทย์ ประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30. 29 มกราคม 1 กุมภาพันธุ์ 2535.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. (2548). คุณภาพของเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและการตลาด ของ ประเทศไทย. บริษัทสุพีเรียพริ้นติ้งเฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ฉายแสง ไผ่แก้ว, วัชรินทร์ บุญภักดี, สมจิตร อินทรมณี, สุพงษ์ วรพงษ์ และก่อเกียรติ ฉิมพลี. (2533). ความเป็นไปได้ในการใช้อาหารข้นขุนโคของเกษตรกรรายย่อย ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการด้านปศุสัตว์ ครั้งที่ 9 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 56-69.

ชัยณรงค์ คันธพานิต. (2529).วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ภาควิชา สัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, กันยา ตันติวิสุทธิกุล และมาลัย จงเจริญ. (2547). การผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดชาร์โรเลส์ : คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ. น. 298-306. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. 3 - 6 กุมภาพันธ์ 2547. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นพรัตน์ เหรียญทอง, สุริยะ สะวานนท์, ภมูพงศ์ บุญแสน, พีรชิต ไชยหาญ, ธีราภรณ์ ปัญญาบุญ, ปรีชา อินนุรักษ์ และ วรเทพ ชมพนูตย์. (2553). ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตคุณภาพซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่ได้รับอาหาร รูปแบบแตกต่างกัน. รายงานการประชุมทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 69 - 76.

บัญชา สัจจาพันธ์, วิทยา สุมามาลย์, สำราญ วิจิตรพันธ์ และประดิษฐ์กุกแก้ว. (2543). ผลการใช้ยูเรีย-กากน้ำตาล-แร่ธาตุอัดก้อนเป็นอาหารเสริมโคเนื้อ. (สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2560) http://ww.dld.go.th/nutrition/exhibision/RESEARCH/.../R4309.doc

เบญจมาภรณ์ พิมพา, สาโรจน์ เรืองสุวรรณ และโอภาส พิมพา. (2552). ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. น. 221-223. ใน: สัมมนาวิชาการ

ปรารถนา พฤกษะศรี. (2533). การเลี้ยงโคขุน. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ปรารถนา พฤกษะศรี. (2548). สาระน่ารู้เกี่ยวกับโคเนื้อ: ชุดที่ 3พันธุ์และการคัดเลือกโคพันธุ์. นีออนบุ๊ค มีเดีย, กรุงเทพฯ.

ปิ่น จันจุฬา และเมธา วรรณพัฒน์. (2546). บทบาทของอาหารเยื่อใยต่อกระบวนการหมักในรูเมน ปริมาณการกินได้ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม. วารสารโคนม. 20 (1) (ต.ค. 45 -มี.ค. 46):8-22.

เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์. (2547). การทดสอบการเสริม Urea Molasses Multinutrient Block (UMMB) แก่โครีดนมในฟาร์มเกษตรกร. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2547, 2547, 432-443.

เมธา วรรณพัฒน์ และ ฉลอง วชิราภากร. (2533). เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อโคนม. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยอดชาย ทองไทยนันท์. (2547). การเลี้ยงโคเนื้อ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรกรและสหกรณ์. 252หน้า.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. (2535). เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วรรณี ชิวปรีชา, อรรถวุฒิ ปลัดพรหม, วนัสพงษ์ สิงห์พูล, ปรีชา โชคปมิตต์ และสุริยะ สวานนท์. (2553). ผลของการเสริมกระถินต่อสมรรถภาพผลิต ลักษณะซากและต้นทุนการขุนโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนเพศผู้ตอน. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน. 8น.

วลัยทิพย์ แก่นจันทร์. (2553). อิทธิพลการใช้อาหาร Partial Mixed Ration ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตคุณภาพซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 83 หน้า

สัญชัย จตุรสิทธา. (2543). เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สุทธิพงศ์ อุริยะพงศ์สรรค์. (2542). เนื้อสัตว์และเคมีเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรชัย สุวรรณลี, 2552. การเลี้ยงโคขุน. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เสาวนิต คูประเสร็ฐ, สุรศักดิ์ คชภักดี, อภิชาติ หล่อเพชร, สุรพล ชลดำารงกุล, สมเกียรติ สายธนู, และ จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์. (2543). การเจริญเติบโตหลังหย่านมของแพะพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียนที่ได้รับอาหารข้นเสริมที่มีระดับพลังงานและโปรตีนต่างกัน.การประชุมวิชาการสัตว์ศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 1 ของ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ห้างหุ้นส่วนจำกัดพงศธรวัตถุดิบ กรุ๊ป. (2552) สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2552 จาก http://www.ptg 52.com

โอภาส พิมพา, ธัญจิรา เทพรัตน์, เบญจมาภรณ์ พิมพา, ทวีศิลป์ จีนด้วง. (2548). องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของผลพลอยได้จากปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยศึกษาในสัตว์เคี้ยวเอื้อง.รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี. วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

โอภาส พิมพา, บดี คำสีเขียว และ สาโรจน์ เรืองสุวรรณ. (2551). การผลิตแร่ธาตุก้อน อาหารเสริม UMMB โดยใช้ขี้เค้กเป็นส่วนผสม. รายงานวิจัยเครือข่ายการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ภายใต้มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์แม่ข่าย.

โอภาส พิมพา. (2552). สถานภาพการผลิตโคเนื้อและเนื้อโคของจังหวัดสุราษฎร์ธานี. รายงานวิจัย: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

โอภาส พิมพา, บรรเทิง ทิพย์มณเทียร, สาโรจน์ เรืองสุวรรณ, ณัฐยา ยวงใย.(2551). ระบบการตลาดโคเนื้อของภาคใต้: กรณีศึกษาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนกาวิจัย.

โอภาส พิมพา, วีระศักดิ์ คงฤทธิ์, อุมาพร แพทย์ศาสตร์ และบรรเทิง ทิพย์มณเทียร (2558). การพัฒนาอาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหลัก ร่วมกับการเสริมไขมันไหลผ่านเพื่อการผลิตโคขุนของภาคใต้ตอนบน : กรณีศึกษาโคขุนศรีวิชัย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

AOAC. (1984). Official Methods of Analysis. Of the Association of Official Analysis Chemists (14thed.), A.O.A.C., Wachington, D.C.

AOAC. (1995). Official method of analysis. 16th ed Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists;Arlington, VA, USA: 1–18.

Alam, A.K.M.M., N. Naher and M. Begum. (2006). Genetic diversity of some quantitative characters in hull-less barley. Bangladesh J. Agril. Res. 31(3):347-35

Albrecht, E., Teuscher, F., Ender, K., and J. Wegner. (2006). Growth- and breed-related changes of marbling characteristics in cattle. J. Anim. Sci. 84: 1067-1075.

Allingham, P. G., G. S. Harper, and R. A. Hunter. (1998). Effect of growth path on the

tenderness of the semitendinosus muscle of Brahman-cross steers. Meat Sci. 48: 65-73.

Barker, B. P., W. L. Mies, J. W. Turner,a D. K. Luntb, and S. B. Smith. (1995). Influence of production system on carcass characteristics of F1 Wagyu x Angus steers and heifers. Meat Sci. 41: 1-5.

Beltrán, J. A., I. Jaime, P. Santalaria, C. Sañudo, P. Alberti, and P. Roncales. (1997). Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. Meat Sci. 45: 201-208.

Belew, J. B., J. C. Brooks, D. R. McKenna, and J. W. Savell. (2003). Warner–Bratzler shear evaluation of 40 bovine muscles. Meat Sci. 64: 507-512.

Brooks, J. C. and J. W. Savell. (2004). Perimysium thickness as an indicator of beef tenderness. Meat Sci. 67: 329-334

Cifuni, G. F., F. Napolitano, A. M. Riviezzi, A. Braghieri, and A. Girolami. (2004). Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls. Meat Sci. 67: 289-297.

Dransfield, E. (1994). Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness. Meat Sci. : 105-121.

Fiems, L.O., S. De Campeneere, S. De Smet, G. Van de Voorde, J.M. Vanacker, and Ch. V. Boucque. (2000). Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. Meat Sci. 56: 41-47.

French, P. C. Stanton, F. Lawless, E. G. O'Riordan, F. J. Monahan, P. J. Caffrey, and A. P. Moloney. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. J. Anim. Sci. 78: 2849-2855.

Fukumoto, G. F., Y. S. Kim, K. H. Kim, and H. Ako. (1999). Carcass and meat quality characteristics of forage based beef. In: Food for Health in the Pacific Rim. 3rd International Conference of Food Science and Technology (J.R. Whita ker, N. M. Haard, C. F. Shoemaker and R. P. Singh (eds.). pp. 12-21. Food & Nutrition Press, Inc. Trumbull, CT.

Girard, I., H. L. Bruce, J. A. Basarab, I. L. Larsen, and J. L. Aalhus. (2012). Contribution of myofibrillar and connective tissue components to the Warner–Bratzler shear force of cooked beef. Meat Sci. 92: 775-782.

Hannula, T., and E. Puolanne. (2004). The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7 ๐C. Meat Sci. 67: 403-408.

Harper, G. S., P. G. Allinghama, and R. P. Le Feuvre. (1999). Changes in connective tissue of M. semitendinosus as a response to different growth paths in steers. Meat Sci. 53: 107-114.

Ho, C. Y., M. H. Stromer, and R. M. Robson. (1996). Effect of electrical stimulation on postmortem titin, nebulin, desmin, and troponin-T degradation and ultrastructural changes in bovine longissimus muscle. J. Anim. Sci. 74: 1563-1575.

Honkavaara M., Rintasalo E., Ylonen J. and Pudas T. (2003). Meat quality and transport stress of cattle. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 110, 125–128.

Hosamani, S. V., U. R. Mehra and R. S. Dass. (1998). Effect of different planes of nutrition on urea molasses mineral block intake, nutrient utilization, rumen fermentation pattern and blood profile in Murrah buffaloes (Bubalus bubalis). Anim. Feed Sci. Technol. 76:117-128.

Immonen K., Ruusunen M., Hissa K. and Puolanne E. (2000): Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. Meat Sci, 55, 25–31.

Ishida, O. and O. Abu Hassan. (1992). Effect of urea treatment level on nutritive value of oil palm frond silage in Kedah-Kelantan bulls. Proceeding of the Sixth AAAP Animal Science Congress, Vol.3, Bangkok, Thailand, 23-28 November 1992, pp.68

Keane, M. G. and P. Allen. (1998). Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meatquality of beef cattle. Livest. Prod Sci. 56: 203-214.

Kim, Y. S., A. Ong, N. Bobbili, M. W. DuPonte, and G. K. Fukumoto. (2007). Evaluation of meat tenderness of forage-finished cattle produced in Hawaii, and factors

affecting the tenderness. University of Hawai'i at Mänoa, CTAHR Publication FST-27.

Møller, A. J. (1981). Analysis of Warner-Bratzler shear pattern with regard to myofibrillar and connective tissue components of tenderness. Meat Sci. 5: 247-260.

Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. Meat Sci. 36: 93-104.

Marino, R., M. Albenzio, A. della Malva, A. Santillo, P. Loizzo, and A. Sevi. (2013). Proteolytic pattern of myofibrillar protein and meat tenderness as affected by breed and aging time. Meat Sci. 95: 281-287

McKeith, F. K., J. W. Savell, G. C. Smith, T. R. Dutson, and Z. L. Carpenter. (1985). Tenderness of major muscles from three breed-types of cattle at different times-onfeed. Meat Sci. 13: 151-166.

Minchin, W., F. Buckley, D.A. Kenny, F.J. Monahan, L. Shalloo, and M. O'Donovan. (2009). Effect of grass silage and concentrate based finishing strategies on cull dairy cowperformance, carcass and meat quality characteristics. Meat Sci. 81: 93-101.

Misra N, Gupta AK and Dwivedi UN (2006). Changes in free amino acids and stress protein synthesis intwo genotypes of green gram under salt stress, J. Plant Sci, 1: 56-66.

Monsón, F., C. Sañudo, and I. Sierra. (2005). Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. Meat Sci. 71: 471-479.

Pimpa, B., Ruengsuwan, S. and Pimpa, O. (2009). Physical and chemical characteristics of by-products from palm oil mill for ruminant feed. Proceeding of 11th Agriculture conference, Khon Kaen University, Khon Kaen, February 1-3, 2009, 221-223.

Purslow, P. P. (2005). Review: Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. Meat Sci. 70: 435-447.

Riley, D. G., D. D. Johnson, C. C. Chase Jr., R. L. West, S. W. Coleman, T.A. Olson, and

A.C. Hammond. (2005). Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. Meat Sci. 70: 347-356.

SAS. (1998). SAS user,s guide: statistics, Version 6.12th Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Schor, A., M. E. Cossu, A. Picallo, J. M. Ferrer, J. J. G. Naón, and D. Colombatto. (2008). Nutritional and eating quality of Argentinean beef: A review. Meat Sci. 79: 408-422.

Sethakul, J.,Y. Opatpatanakit, K. Tuntivisoottikul, T.Supakitjanon. (2005). Beef production from crossbred Brahman steers fed on grass as a roughage source: Carcass and meat quality. Proceedings of 43rd Kasetsart University Annual Conference : Animals, Agro-Industry

Seephueak. W., Ngampongsai. W. and Chanjula. P. (2011). Effects of palm oil sludge in concentrate on nutrient utilization and rumen ecology of thai native cattle fed with hay. Songklanakarin J.Sci. Technol. 33(3),271-280.

Silva J.A., Patarata L., Martins C. (1999): Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. Meat Sci, 52, 453–459.

Srinivas B., and Gupta BN. (1997). Rumen fermentation, bacterial and total volatile fatty acid (TVFA) production rates in cattle fed on urea-molasses-mineral block licks supplement. Anim Feed Sci Technol. 65:275–286.

Steel, R. G. D., and Torrie, J. H. (1980). Principles and Procedures of Statistics: a biometericapproach (2nd Ed). McGrowhill: New York.

Thu, N. V. and P. Uden. (2001). Effect of work and urea molasses cake supplementation of swamp buffaloes fed rice straw or grasses on rumen environment, feed degradation and intake. Asian-J. Anim Sci. 14(5):631-639.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. (1991). Methods for dietary fibre, detergent fire and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3579-3583.

Vestergaard, M. N. Oksbjerk and P. Henckel. (2000). Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fiber characteristics and meat color of young bulls. Meat Sci. 54: 177-185.

Wanapat, M. (1999). Feeding of Ruminants in the Tropic based on local feed Resources. Khon Kaen Publishing Company Ltd., Khon Kaen, Thailand.

Warner, R. D., P. L. Greenwood, D. W. Pethick, and D. M. Ferguson. (2010). Genetic and environmental effects on meat quality. Meat Sci. 86: 171-183.

Xargayó, M., L. Lagares, E. Fernández, D. Borrell, and G. Juncá. (2007). Spray marinating: A definitive solution for improving meat texture, Girona, Spain.

Yamada, T. and N. Nakanishi. (2012). Effects of the roughage/ concentrate ratio on the expression of angiogenic growth factors in adipose tissue of fattening Wagyu steers. Meat Sci. 90: 807-813

ภาคผนวก

ภาพที่ 3 ลักษณะของกากตะกอนน้ำมันปาล์มหมัก

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ภาพที่ 4 ลักษณะของกากส่าเหล้าหมัก

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ขั้นตอนการทำอาหารก้อน UMMB

ภาพที่ 5 ลักษณะการผสมวัตถุดิบลงในเครื่องผสมอาหารแบบแนวนอน

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ภาพที่ 6 ลักษณะการผสมคลุกเคล้าวัตถุดิบให้เข้ากัน

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ภาพที่ 7 ลักษณะการนำอาหารที่ผสมเข้ากันออกจากเครื่องผสมอาหาร

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ภาพที่ 8 ลักษณะการนำอาหารผ่านเครื่องอัดละเอียดเพื่อให้ง่ายต่อการขึ้นรูปก้อน

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ภาพที่ 9 ลักษณะการนำอาหารที่ผ่านเครื่องอัดละเอียดมาอัดขึ้นก้อนในกะละมัง

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ภาพที่ 10 ลักษณะของอาหารก้อน UMMB ที่ตากไว้ให้แห้ง

ที่มา :เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2560

ภาพที่ 11 ลักษณะของอาหารก้อน UMMB ที่แห้งแล้ว

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2560

ภาพที่ 12 ลักษณะการขนส่งอาหารก้อน UMMB ไปยังสัตว์เลี้ยง

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2560

ขั้นตอนการทำอาหารสำเร็จรูป FTMR

ภาพที่ 13 ลักษณะการผสมวัตถุดิบลงในเครื่องผสมอาหารแบบแนวนอน

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 14 ลักษณะการผสมคลุกเคล้าวัตถุดิบให้เข้ากัน

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 15 ลักษณะการผสมน้ำหมักกากส่าเหล้า

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 16 ลักษณะการนำอาหารที่ผสมเข้ากันออกจากเครื่องผสมอาหาร

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 17 ลักษณะการนำอาหารบรรจุกระสอบ

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 18 ลักษณะการให้อาหาร FTMR

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 19 ลักษณะการให้อาหาร UMMB

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 20 ภาพการนำโคขุนมาทำการตอนก่อนเข้าขุน

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 21 ภาพการนำโคขุนขึ้นรถกระบะเพื่อชั่งน้ำหนักประจำเดือน ณ ที่ลานรับซื้อปาล์ม
ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2560

ภาพที่ 22 ภาพแสดงเครื่องวิเคราะห์สีของเนื้อ

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 24 เมษายน 2561

ภาพที่ 23 ภาพแสดงเครื่องวิเคราะห์แรงตัดผ่านเนื้อเพื่อหาความนุ่มของเนื้อ

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 24 เมษายน 2561

ภาพที่ 24 ภาพแสดงการเตรียมชิ้นเนื้อสำหรับวิเคราะห์ความนุ่ม

ที่มา : เอกอนงค์ สิทธิประการ ถ่ายเมื่อวันที่ 24 เมษายน 2561

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวเอกอนงค์ สิทธิประการ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5940320104

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี	2559

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ปีงบประมาณ 2560-2561 และวิสาหกิจชุมชนโคเนื้อลำปำ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

เอกอนงค์ สิทธิประการ, โอภาส พิมพา, บดี คำสีเขียว, เบญจมาภรณ์ พิมพา และอุมาพร แพทย์ศาสตร์ (2561). ผลของการใช้กากตะกอนน้ำมันปาล์มหมักในอาหารผสมเสร็จ (TMR) และอาหารก้อน UMMB ของโคขุนต่อการกินได้การย่อยได้และอัตราการเจริญเติบโต. การประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 12 วันที่ 27-29 พฤษภาคม 2561