สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเปลือกสับปะรดหมักหรือหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

EFFECT OF AGEING PERIODS ON MEAT QUALITY OF NATIVE CATTLE FATTENED WITH RATIONS CONTAINING PINEAPPLE SILAGE OR PANGOLA HAY AS A ROUGHAGE SOURCE

T110404

มยุรินทร์ รักทอง

MAYURIN RAKTHONG

วพ.
ม 168 ผ
2553
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....110404
วัน,เดือน,ปี.....- 2 มิ.ย. 2553
b.....12252952
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-AG-M-031-058

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF AGEING PERIODS ON MEAT QUALITY OF NATIVE CATTLE FATTENED WITH RATIONS CONTAINING PINEAPPLE SILAGE OR PANGOLA HAY AS A ROUGHAGE SOURCE

MAYURIN RAKTHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

KMITL-2010-AG-M-031-058

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเปลือกสับปะรดหมักหรือหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ
นักศึกษา	นางสาวมยุรินทร์ รักทอง
รหัสประจำตัว	49065401
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ ดร. รุจริน ลิ้มศุภวานิช

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดอาหารหยาบและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุน โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ไม่ตอน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 190.9±26.6 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว ได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบในสัดส่วนประมาณ 35:65 โดยมีชนิดอาหารหยาบต่างกัน คือ 1) เปลือกสับปะรดหมัก (NP) และ 2) หญ้าแพงโกล่าแห้ง (NH) โดยการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน ต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุน พบว่า ชนิดของอาหารมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่า L* (ความสว่าง) โดยเนื้อโค NP มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสูงกว่า ค่า pH ต่ำกว่า และค่า L* สูงกว่า (สีสว่างกว่า) เนื้อโค NH (2.70% 5.53 36.61 กับ 1.20% 5.70 31.39 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ชนิดของอาหารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาการบ่ม พบว่า เนื้อมีค่า a* (สีแดง) และ b* (สีเหลือง) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 11.55 10.47 8.23 และ 7.09 กิโลกรัม เมื่อบ่มนาน 1 7 14 และ 21 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อที่บ่ม 14 วัน และ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 7 14 และ 21 วัน ต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่าย พบว่า ชนิดของอาหารไม่มีผลต่อการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance) ($p>0.05$) แต่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการจำลองการจำหน่าย ($p<0.05$) ระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นมีผลต่อการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.121 0.126 และ 0.134 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อวันที่ 0 ถึง 7 ค่า L* ของเนื้อมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ส่วนค่า a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 1 และลดลงตั้งแต่วันที่ 2 ถึง 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการจำหน่ายในวันที่ 1 3 5 และ 7 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.24 0.89 1.46 และ 2.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.118 และ 0.136 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม ในวันเริ่มต้น และวันที่ 7 ของการจำลองการจำหน่าย ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Effect of Ageing Periods on Meat Quality of Native Cattle Fattened with Rations Containing Pineapple Silage or Pangola Hay as a Roughage Source
Student	Miss Mayurin Rakthong
Student ID.	49065401
Degree	Master of Science
Program	Animal Science
Year	2010
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Jutarat Sethakul
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Dr. Yanin Opatpatanakit Dr. Rutcharin Limsupavanich

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of different roughage source and ageing periods on meat quality of fattened Thai native cattle. *Longissimus dorsi* muscles (LD) were obtained from twelve Thai native cattle with initial weight of 190.9±26.6 kg which were divided into 2 groups and allotted to receive one of two dietary treatments: 1) NP; pineapple silage and concentrate and 2) NH; pangola hay and concentrate. Both groups were offered diets maintained roughage:concentrate ratio at 35:65 *ad libitum*. This stuty was divided in two experiments. In experiment I, effect of roughage sources at different ageing periods on meat quality of fattening Thai native cattle was studied. The LD were vacuum packed and aged at 0-4 °C for 1, 7, 14 and 21 days. The results showed that dietary treatment affected fat percentage, pH, and CIE L* (lightness) of *Longissimus* muscles. The NP group had higher fat percentage, lower pH and higher CIE L* (lighter) than NH group (2.70% 5.53 36.61 vs 1.20% 5.70 31.39 respectively) ($p<0.05$). There was no dietary effect on drip loss, cooking loss, and Warner-Bratzler shear force (WBSF) ($p>0.05$). As ageing period increased, a* (redness), b* (yellowness) and cooking loss increased ($p<0.05$), but Warner-Bratzler shear force decreased ($p<0.05$). The WBSF values of LD aged for 1, 7, 14 and 21 days were 11.55, 10.47, 8.23 and 7.09 kg, respectively. However, there was no difference between shear force values of muscles aged for 14 days and 21 days ($p>0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In experiment II, effect of roughage sources at ageing periods of 7, 14 and 21 days on meat quality of fattening Thai native cattle were investigated during refrigerated retail display. The results showed that dietary treatment did not affect 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS) ($p>0.05$), but affected purge loss ($p<0.05$). As ageing periods increased, TBARS and purge loss increased ($p<0.05$). The TBARS of LD aged for 7, 14 and 21 days were 0.121, 0.126 and 0.134 mg MDA/kg meat, respectively. During refrigerated display from day 1 to day 7, colour L * value decreased ($p<0.05$) as simulated display time increased ($p <0.05$), while a* and b* values increased on day 1 and then decreased during day 2 though the end of display ($p<0.05$). Purge loss increased as 0.24, 0.89, 1.46 and 2.34 % for 1, 3, 5 and 7 days of display period, respectively. The TBARS increased from 0.118 mg MDA/kg meat on day 0 to 0.136 mg MDA/kg meat on day 7 of refrigerated display ($p<0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ข้าพเจ้าผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และ ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้ความกรุณาแนะนำให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีมาตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และรศ.ดร.ศรเทพ ธัมวาสร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล และ รศ.ดร.พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ ภาควิชาครุศาสตรเกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ผศ.ดร.นภาพันธ์ ปิยะเสถียร ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.คมแข พิลาสมบัติ และ ดร.จัตุพร บัณฑิต ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ทางเคมี

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุชาติ สุขสถิตย์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างเนื้อโคที่นำมาทำการวิจัย

ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโททุกท่านสำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือในระหว่างการทำวิจัยตลอดมา ขอขอบคุณ นางสาววราภรณ์ จันทร์วงค์ นายศิริโชค หาญกลาง และนายเฉลิมชัย ทิพยัค ผู้ช่วยวิจัยศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและตัวอย่างในการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับคุณพ่อคล่อง คุณแม่จินตนา รักทอง ที่สนับสนุนทุนการศึกษาคอยเป็นกำลังใจเสมอมา ประโยชน์และคุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ ผู้มีพระคุณทุกท่านตลอดจนผู้ที่สามารถนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

มยุรินทร์ รักทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....X

สารบัญภาพ.....XI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....2

1.3 สถานที่ดำเนินการ.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....3

1.5 ระยะเวลาการศึกษา.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 โคพื้นเมือง.....4

2.2 อาหารสำหรับโคเนื้อ.....6

2.3 ตัวชี้วัดคุณภาพเนื้อ.....9

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค.....10

2.4.1 พันธุ์สัตว์.....10

2.4.2 อายุ.....12

2.4.3 ระบบการเลี้ยงและอาหาร.....13

2.4.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง.....15

2.4.5 ปริมาณไขมันแทรก.....17

2.4.6 ระยะเวลาการบ่ม.....18

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อสีและการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ.....21

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี.....22

2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....30

3.1 ตัวอย่างเนื้อโคที่ใช้ในการศึกษา.....29

3.2 อุปกรณ์ 31

3.3 สารเคมี.....32

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....32

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ และศึกษาคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มเนื้อต่างกัน.....32

3.4.1.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง.....32

3.4.1.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง.....33

3.4.1.3 ขั้นตอนการศึกษา.....34

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มเนื้อต่างกัน ในระหว่างการจำลองการวางจำหน่าย.....35

3.4.2.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง.....35

3.4.2.3 ขั้นตอนการศึกษา.....36

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....38

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....41

4.1 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอก (*Longissimus thoracis*) ของโคพื้นเมืองขุน.....41

4.2 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อสันนอก (*Longissimus lumborum*) ของโคพื้นเมืองขุน.....41

4.2.1 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่า pH...41

4.2.2 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่าสีของเนื้อ (colour).....42

4.2.2.1 ค่าความสว่าง (lightness; L*).....42

4.2.2.2 ค่าสีแดง (redness; a*).....42

4.2.2.3 ค่าสีเหลือง (yellowness; b*).....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.3 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (drip loss).....43
4.2.4 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss).....43
4.2.5 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (WBSF).....43
4.3 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อคุณภาพเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่ายเนื้อ.....46
4.3.1 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่า pH ของเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่าย.....46
4.3.2 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อในระหว่างการจำลอง การจำหน่าย (purge loss).....46
4.3.3 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อในระหว่างการจำลอง การจำหน่าย (TBARS).....47
4.3.2 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าสีของเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่าย (colour).....47
4.3.2.1 ค่าความสว่าง (lightness; L*).....47
4.3.2.1 ค่าสีแดง (redness; a*).....49
4.3.2.1 ค่าสีเหลือง (yellowness; b*).....49

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....52
5.1 อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันต่อองค์ประกอบทางเคมี ในกล้ามเนื้อสันนอก.....52
5.2 อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันต่อคุณภาพเนื้อ.....52
5.3 อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ.....54
5.4 อิทธิพลระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายเนื้อ.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ.....58
6.1 สรุปผลการทดลอง.....58
6.2 ข้อเสนอแนะ.....59

บรรณานุกรม.....60

ภาคผนวก.....69

ประวัติผู้เขียน.....89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณค่าทางโภชนะของเปลือกสับปะรดและหญ้าแพงโกล่า.....7
2.2 ระดับความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน.....9
2.3 ค่า TBARS ของกล้ามเนื้อสันนอกในโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกัน 2 ชนิด.....28
3.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงโค.....31
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองขุน.....41
4.2 อิทธิพลของสูตรที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม
ต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุน.....45
4.3 อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่ายต่อค่า L*.....48
4.4 อิทธิพลของสูตรที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่ม
ต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่าย.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โคพื้นเมืองภาคอีสาน.....4

2.2 โคขาวลำพูน.....5

2.3 โคพื้นเมืองภาคกลาง.....5

2.4 โคพื้นเมืองภาคใต้.....6

2.5 ปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อ.....20

2.6 ความสัมพันธ์ของค่า pH กับสีของเนื้อ.....22

3.1 ตำแหน่งของการกระจายตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลังจากซากซีกซ้าย ตามระยะเวลาการบ่มเนื้อ 1 7 14 และ 21 วัน.....33

3.2 การเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ และการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการวางจำหน่าย.....36

4.1 อิทธิพลของระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อ.....48

4.2 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายต่อค่า L*.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

คุณภาพเนื้อถือเป็นตัวชี้วัดการตัดสินใจในการเลือกซื้อหรือรับประทานเนื้อของผู้บริโภค โดยเฉพาะคุณภาพเนื้อทางด้านการบริโภค ซึ่งได้แก่ คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับสี ความนุ่ม กลิ่น รสชาติ ความคงตัวของเนื้อ และคุณภาพทางโภชนาการและสุขภาพ สำหรับเนื้อโคถือได้ว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน ตลอดจนเป็นแหล่งของแร่ธาตุเหล็กและวิตามินบีที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะวิตามินบี 12 (พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2552) ในกรณีของเนื้อโคพื้นเมือง ซึ่งในอดีตส่วนใหญ่ถูกเลี้ยงไว้ใช้แรงงาน หรือเป็นอาชีพเสริมรองจากการทำนา เนื่องจากมีลักษณะเด่น ได้แก่ แข็งแรง อดทน เลี้ยงง่าย ทนต่อโรคและแมลงต่างๆ โดยเฉพาะเห็บสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี หากินเก่ง มีความสมบูรณ์พันธุ์สูง ถึงวัยเจริญพันธุ์เร็วโคพื้นเมืองถูกเลี้ยงแบบปล่อยตามทุ่งหญ้าธรรมชาติโดยไม่มีการเสริมอาหารข้น เนื้อที่ได้จากโคพื้นเมืองจึงมีคุณภาพเนื้อไม่คงที่ ไม่มีไขมันแทรก เนื้อจึงค่อนข้างเหนียว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแหล่งหญ้าตามธรรมชาติมีไม่เพียงพอ ทำให้เนื้อโคพื้นเมืองส่วนใหญ่ถูกจัดจำหน่ายในตลาดระดับล่างหรือแปรรูปเป็นลูกชิ้น

ความนุ่มและสีของเนื้อ เป็นคุณภาพเนื้อที่มีสำคัญมากต่อการตัดสินใจในการเลือกซื้อเนื้อ อาจกล่าวได้ว่าเป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินเลือกซื้อเนื้อก็เป็นได้ ซึ่งทั้งความนุ่มและสีของเนื้อมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อสามารถทำได้โดยวิธีการบ่มเนื้อ (ageing) เนื่องจากการบ่มช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในเนื้อให้ออกมาทำการย่อยโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อให้แตกเป็นโมเลกุลได้มากขึ้นทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น (Koohmaraie and Shackelford. 1991) ระบบการจัดการทางด้านอาหารยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้อเช่นกัน ทั้งนี้ การจัดการทางด้านอาหารตั้งแต่แรกเกิดจนถึงช่วงอายุเจริญเติบโตเต็มที่จะมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ชนิดของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงโคมีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้ออย่างชัดเจน เช่น เนื้อจากโคที่ถูกเลี้ยงด้วยหญ้าจะมีสีคล้ำกว่าเนื้อจากโคที่เลี้ยงด้วยอาหารข้น แต่ไขมันใต้ผิวหนังจะมีสีเหลืองกว่าเนื้อจากโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นหลัก ส่วนการสะสมของไขมันในซากจะมีมากขึ้นเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารข้น (Priolo *et al.* 2002) ทั้งนี้ อาหารและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (lipid oxidation) ทำให้เนื้อเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (off-odour) สูญเสียรสชาติ ความนุ่ม ความคงตัวของเนื้อ ลักษณะที่ปรากฏออกมา และคุณค่าทางโภชนะ (Gray *et al.* 1996) ผลจากกระบวนการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันยังเป็นสาเหตุสำคัญที่มีต่ออายุการเก็บรักษา (O'Neill *et al.* 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกสับปะรดเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตร ซึ่งประเทศมาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และสหรัฐอเมริกา มีการนำเปลือกสับปะรดไปใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยสามารถใช้ได้ทั้งในรูปสด หมัก และแห้ง สำหรับประเทศไทยมีการนำเปลือกสับปะรดมาใช้ในการเลี้ยงโค เปลือกสับปะรดจัดเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานสูง แต่อาจมีข้อจำกัดบ้างในการนำไปใช้ คือ การนำเปลือกสับปะรดสดไปใช้จะทำให้ความน่ากินต่ำเนื่องจากมีความเปรี้ยวโคไม่ชอบกิน การหมักจะช่วยเพิ่มความน่ากินให้กับเปลือกสับปะรดได้ โดยจะช่วยทำให้เกิดกลิ่นหอม ส่วนหญ้าแพงโกล่าที่นิยมนำมาใช้เลี้ยงโคมี 2 รูปแบบ คือ หญ้าสดและหญ้าแห้ง แต่มักจะนำมาใช้ในรูปแบบหญ้าแห้ง เนื่องจากจะมีกลิ่นหอมสัตว์ชอบกิน หญ้าแพงโกล่าเป็นหญ้าที่มีคุณค่าทางโภชนะสูงแต่ขึ้นอยู่กับอายุการตัด

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเปลือกสับปะรดหมักหรือหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสภาพการเลี้ยงแบบขุนและศึกษาระยะเวลาการบ่มเนื้อที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแนวทางประยุกต์การนำเนื้อโคพื้นเมืองไปใช้ได้อย่างเหมาะสมในอนาคต

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุน

1.2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่าย

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1.3.1 ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.2 ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.3 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เนื้อสัตว์ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 ศึกษาอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุน

1.4.2 ศึกษาอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่าย

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ใช้เวลาในการดำเนินการวิจัย และสรุปผลเป็นระยะเวลา 18 เดือน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงอิทธิพลของแหล่งอาหารหยาบ และระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุน

1.6.2 ทราบถึงอิทธิพลของแหล่งอาหารหยาบ และระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่าย

1.6.3 ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองเพื่อผลิตเนื้อโคที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โคพื้นเมือง

โคพื้นเมืองจัดอยู่ในกลุ่มโคอินเดีย *Bos indicus* มีขนาดค่อนข้างเล็ก มีขนสั้นเกรียน โดยทั่วไปมีลำตัวสีน้ำตาลแกมแดง แต่อาจมีสีแตกต่างกันหลายสี เช่น ดำ แดง น้ำตาล ขาว เหลือง เป็นต้น หน้ายาวบอบบาง หน้าผากแคบ ตะโหนก (hump) เล็ก เหนียงคอ (dewlap) และหนังใต้ท้องมีไม่มากนัก ใบหูเล็ก นิสัยเปรียว ตื่นตกใจง่าย รักฝูง จดจำฝูงได้ดี มีความแข็งแรงทนทาน และอดทนมาก จึงเหมาะเป็นโคสำหรับใช้งานโดยแท้จริง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมอากาศร้อนชื้น โรคพยาธิ และแมลงได้ดี มีความสามารถใช้อาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำ แต่มีลักษณะด้อย คือ การเจริญเติบโตต่ำ โคพื้นเมืองไทยจัดแบ่งตามภูมิภาคได้ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ โคพื้นเมืองภาคอีสาน โคขาวลำพูน โคพื้นเมืองภาคกลาง (โคลาน) และโคพื้นเมืองภาคใต้ (กรมปศุสัตว์. 2550)

1. โคพื้นเมืองภาคอีสาน

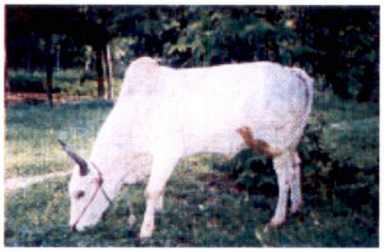
ภาพที่ 2.1 โคพื้นเมืองภาคอีสาน

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2550)

เลี้ยงกันมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งตอนล่างและตอนบน เพื่อใช้ลากจูง เทียมเกวียน และเป็นอาหารโปรตีนที่สำคัญโดยเฉพาะในงานพิธีและเทศกาลที่สำคัญ โดยทั่วไปมีลำตัวสีน้ำตาลแกมแดง แต่อาจมีสีแตกต่างกันหลายสี เช่น ดำ แดง น้ำตาล ขาว เหลือง เป็นต้น หน้ายาวบอบบาง หน้าผากแคบ ตะโหนกเล็ก เหนียงคอ และหนังใต้ท้องมีไม่มากนัก มีรูปร่างขนาดเล็ก น้ำหนักแรกเกิดประมาณ 16 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านมเมื่ออายุ 200 วัน เฉลี่ย 94 กิโลกรัม น้ำหนักโตเต็มที่เพศผู้ประมาณ 300-350 กิโลกรัม เพศเมียประมาณ 220-250 กิโลกรัม อายุเมื่อให้ลูกตัวแรก 2.71 ปี ระยะการอุ้มท้อง 270-275 วัน ช่วงห่างการให้ลูก 395 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โคขาวลำพูน



ภาพที่ 2.2 โคขาวลำพูน

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2550)

พบเห็นมากที่สุดในเขตพื้นที่ของจังหวัดลำปาง ลำพูน และเชียงใหม่ เท่านั้น มีเขา และกีบเท้า มีสีน้ำตาลส้ม ขอบตา และเนื้อจมูก มีสีชมพูส้ม ขนพู่หาง สีขาวไม่มีเหนียงสะดือ ขนาดเหนียงคอปานกลางไม่พับย่นมากเหมือนกับโคบราห์มัน น้ำหนักแรกเกิดประมาณ 18 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านมเมื่ออายุ 200 วันเฉลี่ย 122 กิโลกรัม น้ำหนักโตเต็มที่เพศผู้ประมาณ 350-450 กิโลกรัม เพศเมียประมาณ 300-350 กิโลกรัม อายุเมื่อให้ลูกตัวแรก 2.5 ปี ระยะการอุ้มท้อง 290-295 วัน ช่วงห่างการให้ลูก 460 วัน

3. โคพื้นเมืองภาคกลาง (โคลาน)

ภาพที่ 2.3 โคพื้นเมืองภาคกลาง

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2550)

นิยมเลี้ยงกันมากในภาคกลาง โดยเฉพาะจังหวัดเพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครปฐม และสุพรรณบุรี มีนิสัยเปรียว ตื่นตกใจง่าย ลำตัวยาวบาง มีสีแดง สีน้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ ดำ และด่างไม่มีเหนียงสะดือ มีเหนียงคอบาง น้ำหนักแรกเกิดประมาณ 14 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านมเมื่ออายุ 200 วันเฉลี่ย 78 กิโลกรัม น้ำหนักโตเต็มที่เพศผู้ประมาณ 280-300 กิโลกรัม เพศเมียประมาณ 200-260 กิโลกรัม อายุเมื่อให้ลูกตัวแรก 3 ปี ระยะการอุ้มท้อง 270-275 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โคพื้นเมืองภาคใต้ (โคชน)

ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะโคพื้นเมืองภาคใต้

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2550)

มีสีแดง สีน้ำตาลอ่อน ดำ และด่าง ไม่มีเหนียงสะดือ มีเหนียงคอบาง น้ำหนักแรกเกิดประมาณ 15 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านมเมื่ออายุ 200 วัน เฉลี่ย 88 กิโลกรัม น้ำหนักโตเต็มที่เพศผู้ประมาณ 280-320 กิโลกรัม เพศเมียประมาณ 230-280 กิโลกรัม อายุเมื่อให้ลูกตัวแรก 3 ปี ระยะการอุ้มท้อง 270-275 วัน

2.2 อาหารสำหรับโคเนื้อ

โคเป็นสัตว์กระเพาะรวมที่มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบ ทั้งหญ้าสด หญ้าหมักหรือหญ้าแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงโคมี 2 ประเภท คือ อาหารหยาบและอาหารข้น

อาหารหยาบ ที่สำคัญสำหรับโค คือ หญ้า พืชและถั่วอาหารสัตว์ต่างๆ ตลอดจนผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ยอดอ้อย มันสำปะหลัง (มันเส้น) ต้นถั่วลิสง ต้นถั่วเหลือง ผลพลอยได้และเศษเหลือจากอุตสาหกรรมการเกษตร ได้แก่ กากน้ำตาล เปลือกสับปะรด และเหง้าสับปะรด ซึ่งในฤดูฝนหญ้าสดมักมีมากเกินความต้องการ จึงมีการเก็บถนอมไว้เป็นอาหารสัตว์ในช่วงฤดูแล้งโดยการทำหญ้าแห้งหรือหญ้าหมัก มีการปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบเหล่านี้ด้วยการใช้สารเคมีพวกยูเรีย เพื่อเพิ่มการย่อยได้ให้สูงขึ้น ส่วนเปลือกสับปะรดมีการหมักกับวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่น เช่น กากมะพร้าว รำข้าว มันเส้น เหง้า เพื่อผลิตเป็นอาหารหมัก (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548)

สำหรับเปลือกสับปะรดถือเป็นผลพลอยได้และวัสดุเหลือใช้เฉพาะช่วงฤดูกาล ซึ่งในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์และสหรัฐอเมริกา ได้มีการนำเปลือกสับปะรดไปใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม และแกะ สามารถใช้ได้หลายรูปแบบ คือ ในสภาพสด หมัก และแห้ง ในประเทศไทยได้มีนักวิชาการหลายท่านรายงานผลงานวิจัยการใช้เป็นอาหารเลี้ยงโค ในลักษณะต่างๆ กัน โดย จินดา สนิทวงศ์ฯ และคณะ (2524) พบว่า คุณค่าทางอาหารในเปลือกสับปะรด มีโปรตีนประมาณ 0.69% ไขมัน 0.53% เยื่อใย 2.27% เถ้า 1.01% และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรต 15.00% ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานสูง เปลือกสับปะรดที่ออกจากโรงงานใหม่ๆ ยังใช้เป็นอาหารโคขุนไม่ได้ เนื่องจากมีความเปรี้ยวมากโคไม่ชอบกิน จินดา สนิทวงศ์ฯ (2547) รายงานว่าการนำเปลือกสับปะรดสดไปใช้ในการเลี้ยงโคจะมีความน่ากินต่ำ แต่พบว่าความน่ากินจะเพิ่มขึ้นเมื่อหมักทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน ในการใช้เปลือกสับปะรดหมักเลี้ยงโค จะได้รับการตอบสนองที่ดีจากโค เมื่อเลี้ยงร่วมกับอาหารข้น

หญ้าแพงโกล่า ที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์มี 2 รูปแบบ คือ หญ้าสด และหญ้าแห้ง ซึ่งหญ้าแพงโกล่าเป็นหญ้าที่มีลำต้นเล็ก ใบดก อ่อนนุ่ม เหมาะแก่การทำหญ้าแห้ง เนื่องจากจะมีกลิ่นหอม สัตว์ชอบกิน เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์จึงให้การยอมรับ หญ้าแพงโกล่าที่อายุการตัดทุกๆ 40 วัน มีความน่ากิน และคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบด้วยโปรตีน 10.00% ไขมัน 2.30% เยื่อใย 29.00% เถ้า 8.15% ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทร็กซ์ 46.00% และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด 59.00% การปลูกหญ้าแพงโกล่าแต่ละครั้งสามารถเก็บเกี่ยวได้นานเป็นระยะเวลา 5-7 ปี จึงเหมาะสำหรับเกษตรกรที่ต้องการลดพื้นที่การทำนา ตัดวงจรโรค และแมลงหรือลดอัตราการเสี่ยงจากน้ำท่วมในฤดูฝน สำหรับราคาหญ้าแพงโกล่าสดกิโลกรัมละ 1 บาท และหญ้าแพงโกล่าแห้งกิโลกรัมละ 2.50-3.00 บาท (กรมปศุสัตว์. 2545)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนะของเปลือกสับปะรดและหญ้าแพงโกล่า

ชนิดของอาหาร	คุณค่าทางโภชนะ (%)								
	DM	CP	EE	CF	Ash	NFE	ADF	NDF	ADL
หญ้าแพงโกล่า									
อายุการตัด 30 วัน	25.10	12.27	2.28	26.97	11.04	48.93	34.82	60.62	3.69
อายุการตัด 45 วัน	31.80	7.88	1.99	29.57	8.56	52.50	35.66	63.34	3.97
อายุการตัด > 59 วัน	42.51	5.18	1.32	27.89	7.20	58.48	38.31	65.33	3.81
เปลือกสับปะรด	14.18	5.70	1.24	17.31	7.67	68.36	29.85	56.86	2.67

DM = ค่าวัตถุแห้ง CP = โปรตีน EE = ไขมัน CF = เยื่อใย Ash = เถ้า NFE = คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย ADF = ลิกโนเซลลูโลส NDF = ผนังเซลล์ ADL = ลิกนิน

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2547)

อาหารข้น เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโคขุนคุณภาพ เพื่อทำให้โคมีน้ำหนักส่งฆ่าที่ต้องการและได้เนื้อที่มีไขมันแทรก ดังนั้นผู้เลี้ยงต้องให้อาหารข้นที่มีระดับพลังงานและโปรตีนที่เหมาะสมกับความต้องการของโคในช่วงต่างๆ ของการขุน

นอกจากนี้มีการใช้อาหารผสมเสร็จหรือที่เรียกว่า ที เอ็ม อาร์ (TMR, Total Mixed Ration) ซึ่งเป็นอาหารโคที่มีอาหารข้นและอาหารหยาบรวมกัน อาจจะอัดเม็ดหรือไม่อัดเม็ดก็ได้ แต่มีโภชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครบถ้วนตามความต้องการของโค ซึ่งแหล่งอาหารหยาบอาจเป็นหญ้า ฟางข้าว พืชหมัก เปลือกสับปะรด หรืออื่นๆ อาหาร ที เอ็ม อาร์ เหมาะสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อที่มีข้อจำกัดในด้านแหล่งอาหารหยาบและแรงงาน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548)

ปัจจุบันมีอาหาร Partial mixed ration (PMR) คือ อาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องทางเลือกใหม่โดยการนำพืชอาหารสัตว์หลายชนิดมาผสมกันโดยผ่านกระบวนการหมัก เพื่อนำมาเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น การใช้เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปข้าวโพดฝักอ่อน และชานอ้อย (bagasses) กับวีนัส (vinasses) ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลและเอทานอล (ศรเทพ ธัมวาสร. 2551)

ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และสุชาติ สุขสถิตย์ (2552) ศึกษาปริมาณการกินได้ การเจริญเติบโต และคุณภาพซากของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว ตามลักษณะอาหารที่ได้รับ คือ กลุ่มที่ 1 เปลือกสับปะรดหมักร่วมกับอาหารข้น กลุ่มที่ 2 หญ้าแพงโกล่าแห้งร่วมกับอาหารข้น ในสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น 35:65 พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ทั้งหมดต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งโคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.62 และ 2.05 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่มีปริมาณการกินได้ของอาหารข้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.02 และ 3.44 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้ โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ของโปรตีนและไขมันสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.65 0.37 กับ 0.51 0.27 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และโคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุ ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส ต่ำกว่า (4.19 2.68 1.17 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) โคกลุ่มที่ 2 (5.01 3.58 1.65 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ด้านการเจริญเติบโต พบว่า โคกลุ่มที่ 1 และโคกลุ่มที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับคุณภาพซาก พบว่า โคทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซาก รวมทั้งน้ำหนักผลพลอยได้ต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งโคกลุ่มที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (68.75%) ต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 (71.34%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน (10.46%) สูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 (8.19%) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และโคกลุ่มที่ 1 มีแนวโน้มขนาดของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเล็กกว่า (68.27 ตารางเซนติเมตร) โคกลุ่มที่ 2 (80.98 ตารางเซนติเมตร) ($p=0.0450$)

สุชาติ สุขสถิตย์ (2553) ศึกษาความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน ของโคพื้นเมืองภาคใต้โดยเปรียบเทียบระหว่างโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักร่วมกับอาหารข้นและโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งร่วมกับอาหารข้น พบว่า โคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักร่วมกับอาหารข้นมีระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติก (C2) และสัดส่วนกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก (C2:C3) สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีระดับความเข้มข้นของกรดโพรพิโอ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิก (C3) ต่ำกว่าโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งร่วมกับอาหารข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน (Mean±SE)

กรดไขมันระเหยง่าย (มิลลิโมลต่อลิตร)	เปลือกสับปะรดหมักร่วมกับอาหารข้น	หญ้าแพงโกล่าแห้งร่วมกับอาหารข้น	Pr>T
กรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด	64.29±3.36	60.06±2.28	0.321
กรดอะซิติก (C2)	50.52±2.51	41.11±1.69	0.011
กรดโพรพิออนิก (C3)	7.87±0.68	12.89±0.67	0.000
กรดบิวทีริก (C4)	4.38±0.27	4.30±0.43	0.874
กรดอะซิติก:กรดโพรพิออนิก (C2:C3)	6.52±0.26	3.22±0.18	0.000

ที่มา : ดัดแปลงจากสุชาติ สุขสถิตย์ (2553)

Priolo *et al.* (2001) รายงานว่า ชนิดของกรดไขมันระเหยง่ายที่สร้างขึ้นในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีผลแตกต่างกัน คือ กรดโพรพิออนิกที่เกิดขึ้นจะมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์และการสะสมไขมันในร่างกายสัตว์ ส่วนกรดอะซิติกจะมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อซึ่งจะส่งผลต่อค่า ulimate pH และค่าสีของเนื้อ

2.3 ตัวชี้วัดคุณภาพเนื้อ

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ (2548) รายงานว่าคุณลักษณะของเนื้อที่ใช้เป็นตัวกำหนดคุณภาพแบ่งออกได้เป็น 5 ด้านดังนี้

1. คุณค่าทางโภชนาการและสุขภาพ (nutritional value) เนื้อโคเป็นแหล่งอาหารโปรตีน ที่ให้พลังงาน กรดอะมิโนจำเป็น กรดไขมันจำเป็น และปริมาณแร่ธาตุที่จำเป็น เช่น ธาตุเหล็กสูง นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วย วิตามินอี และวิตามินบี โดยเฉพาะวิตามินบี 12

2. คุณค่าทางการบริโภค (sensory value) ได้แก่ คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับ สีของเนื้อ (colour) ไขมันแทรกที่อยู่ในระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อ (marbling) ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) กลิ่นและรสชาติ (flavor) ความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (juiciness) ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (texture) เป็นต้น

3. คุณค่าทางด้านความสะอาด ปลอดภัย (hygienic value) หรือทางด้านความปลอดภัยของอาหาร ได้แก่ ความปลอดภัยจากสารตกค้างและสารปนเปื้อนในเนื้อ ได้แก่ การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ (microbial contamination) สำคัญที่ก่อให้เกิดโรค การปนเปื้อนจากปรสิต และการปนเปื้อนจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณค่าทางการแปรรูปเนื้อสัตว์ (technological value) ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อ สถานภาพของโปรตีนในเส้นใยกล้ามเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างเก็บรักษา และการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงอาหาร เป็นต้น

5. คุณค่าที่เกี่ยวข้องทางคุณธรรมและจิตใจ (ethical value) ได้แก่ การเลี้ยงและการจัดการสัตว์โดยคำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์ให้สัตว์ได้รับความเครียดน้อยที่สุด ตั้งแต่การเลี้ยงในระดับฟาร์มจนถึงกระบวนการฆ่าในโรงฆ่าสัตว์ เช่น การยอมรับคุณภาพเนื้อโคที่ได้มาจากการเลี้ยงในระบบปล่อยทุ่งหญ้าธรรมชาติ (grass beef) เป็นต้น

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค

โดยปกติแล้วผู้บริโภคนิยมใช้ปัจจัยทางด้านกายภาพ อาทิ เช่น สี ความนุ่ม กลิ่นรสชาติ อายุการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนัก ความสด และคุณภาพทางด้านการบริโภคในการประเมินคุณภาพเนื้อ ทั้งนี้ ความนุ่มของเนื้อจัดได้ว่าเป็นเรื่องที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุด ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ มีทั้งปัจจัยภายในตัวสัตว์เอง ซึ่งมีสาเหตุมาจากพันธุกรรม และปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ระบบการให้อาหาร ระยะเวลาการขุน ดังนั้น ในการผลิตโคเนื้อจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้

2.4.1 พันธุ์สัตว์

สายพันธุ์ของโคมีอิทธิพลต่อความนุ่มหรือความเหนียวของเนื้อแตกต่างกัน เนื้อโคที่เหนียวจะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่าเนื้อโคที่นุ่ม โดยโคที่มีระดับเลือดสายพันธุ์อินเดีย *(Bos indicus)* สูงมีความสัมพันธ์กับความนุ่มที่ลดลง และมีความเหนียวมากกว่าเมื่อเทียบกับโคสายพันธุ์ยุโรป *(Bos taurus)* (Koch *et al.* 1988) ทั้งนี้ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ (2548) รายงานว่าโคสายเลือดอินเดียจะมีความเหนียวมากกว่าเนื่องจากเนื้อโคสายเลือดอินเดียมีระดับเอนไซม์ calpastatin สูง ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ calpain ซึ่ง Huff-Lonergan and Lonergan (2005) รายงานว่า calpain เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดที่ทำให้เนื้อนุ่ม

Luckett *et al.* (1975) รายงานว่า กล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของโคเลือดอินเดียมีความเหนียวมากกว่าโคเลือดยุโรป โดยพบว่าเนื้อโคพันธุ์บราห์มัน (*Bos indicus*) มีความนุ่มน้อยกว่าเนื้อโคที่มาจากพันธุ์ แองกัส ชาร์โรเล่ส์ และเฮียร์ฟอร์ด (*Bos taurus*) ซึ่งโคพันธุ์บราห์มันมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ (13.85 กิโลกรัม) สูงกว่าโคพันธุ์แองกัส ชาโรเล่ส์ และเฮียร์ฟอร์ดที่มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 8.52 8.25 9.58 กิโลกรัม ตามลำดับ

Wheeler *et al.* (1990) ศึกษากลไกที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนในความนุ่มของเนื้อจากโคพันธุ์บราห์มัน (Brahman) และโคพันธุ์เฮียร์ฟอร์ด (Hereford) พบว่า เนื้อสันนอกของโคพันธุ์บราห์มัน (*Bos indicus*) มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่าโคพันธุ์เฮียร์ฟอร์ด (*Bos taurus*) สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับงานวิจัยของ Johnson *et al.* (1990) ที่ศึกษาคุณภาพเนื้อโคพันธุ์แองกัส (*Bos taurus*) และโคลูกผสมระหว่างพันธุ์แองกัสและพันธุ์บราห์มัน (*Bos indicus*) เมื่อมีระดับเลือดบราห์มันเพิ่มขึ้น 0 25 50 และ 75% พบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 4.1 4.1 4.3 และ 5.2 กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเนื้อโคลูกผสมบราห์มัน 75% มีความนุ่มน้อยกว่าโคลูกผสมบราห์มัน 25 และ 50% และโคลูกผสมบราห์มันทุกระดับเลือดมีความนุ่มน้อยกว่าโคพันธุ์แองกัส

Koohmaraie (1996) ศึกษาความนุ่มของเนื้อโคด้วยวิธีการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ จากโค 6 พันธุ์ ได้แก่ โคพันธุ์แองกัส (Angus) โคพันธุ์ทูลิ (Tuli) โคพันธุ์เฮียร์ฟอร์ด (Hereford) โคพันธุ์เบลเยี่ยมบลู (Belgian Blue) โคพันธุ์โบราน (Boran) และโคพันธุ์บราห์มัน (Brahman) พบว่า เนื้อโคที่ได้จากโคสายพันธุ์ *Bos indicus* คือ โคพันธุ์โบราน และโคพันธุ์บราห์มัน (6.58 และ 7.30 กิโลกรัม ตามลำดับ) จะมีความนุ่มน้อยกว่าโคสายพันธุ์ *Bos taurus* คือ โคพันธุ์แองกัส โคพันธุ์ทูลิ โคพันธุ์เฮียร์ฟอร์ด โคพันธุ์เบลเยี่ยมบลู (5.11 5.71 5.67 5.82 กิโลกรัม ตามลำดับ) สอดคล้องกับการวิจัยของ Wulf *et al.* (1997) ที่ศึกษาความแตกต่างของพันธุกรรมโคที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยการทดลองเปรียบเทียบระหว่างโคสายพันธุ์ *Bos taurus* และโคสายพันธุ์ *Bos indicus* พบว่าโคในกลุ่ม *Bos taurus* มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (2.54 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) ต่ำกว่าโค *Bos indicus* (3.10 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) ($p<0.05$)

O'Conner *et al.* (1997) ศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรมที่มีผลต่อความนุ่ม โดยจำแนกโคออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกคือ โคเนื้อลูกผสมเลือดอินเดีย จำนวน 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย โคพันธุ์บราห์ฟอร์ด (Brahford) (เฮียร์ฟอร์ด 62.5% x บราห์มัน 37.5%) โคพันธุ์เรด-แบรงกัส (Red-Brangus) (เรด-แองกัส 62.5% x บราห์มัน 37.5%) และโคพันธุ์ซิมบราห์ (Simbrah) (ซิมเมนทอล 62.5% x บราห์มัน 37.5%) กลุ่มที่สองคือ โคเนื้อเลือดยุโรปแท้ จำนวน 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย โคพันธุ์เฮียร์ฟอร์ด โคพันธุ์เรด-แองกัส และโคพันธุ์ซิมเมนทอล และบ่มเนื้อสันนอกเป็นระยะเวลา 1 4 7 14 21 และ 35 วัน พบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ระยะเวลาการบ่ม 1 วัน ของโคทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.76 และ 3.55 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคทั้ง 2 กลุ่มจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจากการศึกษาพบว่ากลุ่มโคเนื้อเลือดยุโรปแท้จะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าโคลูกผสมเลือดอินเดีย

นันทนา ช่วยชูวงศ์ (2540) ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุนและคุณภาพผลผลิตโคเนื้อ 5 พันธุ์ ที่มีอยู่ในประเทศไทย โดยใช้โคพันธุ์กำแพงแสน พันธุ์เดร้าท์มาสเตอร์ พันธุ์แบรงกัส พันธุ์อเมริกันบราห์มัน และพันธุ์ลูกผสมฮินดูบราซิล x บราห์มัน พบว่า อิทธิพลของพันธุ์มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค โดยเนื้อโคลูกผสมฮินดูบราซิล x บราห์มัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่าโคทุกพันธุ์ โดยมีค่าเท่ากับ 9.94 กิโลกรัม ($p<0.01$) ในขณะที่โคพันธุ์กำแพงแสน เดร้าท์มาสเตอร์ แบรงกัส และอเมริกันบราห์มันมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 3.76

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.90 4.19 และ 5.93 กิโลกรัม ตามลำดับ และผลการตรวจชิม พบว่า เนื้อโคพันธุ์กำแพงแสนและพันธุ์เดร้าท์มาสเตอร์นุ่มกว่าเนื้อโคพันธุ์บราห์มัน และพันธุ์ลูกผสมฮินดูบราซิล x บราห์มัน ($p<0.01$) แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติกับเนื้อโคพันธุ์แบรงกัส โดยมีคะแนนความนุ่มเป็น 2.11 2.14 3.06 3.54 และ 2.51 ตามลำดับ

Uriyapongson *et al.* (2005) ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ คุณภาพเนื้อด้านการบริโภค และลักษณะปรากฏของกล้ามเนื้อสันนอกจากโคพื้นเมืองไทย 4 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นโคเลือดอินเดีย โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจาก 4 ภาคของประเทศไทยได้แก่ ภาคเหนือ ภาคอีสาน ภาคใต้ และภาคกลาง พบว่า คุณภาพเนื้อทางด้านการบริโภค คือความนุ่ม ความฉ่ำน้ำ กลิ่น และการยอมรับรสชาติโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) และทำการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบว่า โคพื้นเมืองภาคใต้มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือ โคพื้นเมืองภาคอีสาน โคพื้นเมืองภาคเหนือ และโคพื้นเมืองภาคกลาง โดยมีค่ากับ 3.25 4.43 7.25 และ 8.81 กิโลกรัม ตามลำดับ

ฉันทวัฒน์และคณะ (2552) ศึกษาความนุ่มของเนื้อโคกำแพงแสน (KU) และเนื้อโคพื้นเมือง (NA) ที่ระยะเวลาการบ่มต่างกัน (1 7 14 21 และ 30 วัน) พบว่า เนื้อโค KU (เลือด 50% taurus และ 50% indicus) มีความนุ่มมากกว่าเนื้อ NA (100% indicus) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 7.90 และ 10.33 กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น ทั้งเนื้อโค KU และ NA มีความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้น โดยเนื้อ KU มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 10.81 9.26 8.01 6.49 4.91 กิโลกรัม ตามลำดับ และเนื้อ NA มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 15.31 11.59 8.97 8.31 7.49 กิโลกรัม ตามลำดับ

2.4.2 อายุ

อายุของสัตว์มีความเกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อ สัตว์ที่อายุมากเนื้อจะยิ่งเหนียว เนื่องจากสัตว์ที่อายุมากจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ในกล้ามเนื้อลดลง แต่มีปริมาณ intramolecular และ intermolecular cross-linking ระหว่าง polypeptide chain ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเพิ่มขึ้นทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ความร้อนและเอนไซม์เข้าทำลายได้ยากขึ้น (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ทั้งนี้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อจะใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับอายุของสัตว์ด้วย สัตว์อายุยิ่งมากขึ้นเนื้อจะยิ่งมีความเหนียวเพิ่มขึ้น โคที่อายุมากขึ้นมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อลดลงเพราะมีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาอายุกับไขมันแทรกแล้วพบว่าโคอายุมากขึ้นระดับไขมันแทรกสูงตามไปด้วย (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

Lawrence *et al.* (2001) รายงานว่า ความนุ่มของเนื้อโคมีอิทธิพลมาจากอายุโคด้วยเช่นกัน โดยเนื้อของโคที่มีอายุมากจะมีความเหนียวมากกว่าโคที่มีอายุน้อย และความเหนียวของเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุโคเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้นส่งผลให้เนื้อมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหยาบและเหนียวมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้ระยะเวลาในการขุนโคให้นานขึ้นและการให้อาหารที่มีคุณภาพดี สามารถลดความเหนียวของเนื้อลงได้ เนื่องจากเกิดไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

มาลัย จงเจริญ (2546) ทำการศึกษาคุณภาพซากและผลตอบแทนในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดชาร์โรเล่ส์ พบว่า น้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายและระดับไขมันแทรกเพิ่มสูงขึ้นตามอายุเมื่อส่งฆ่า และพบว่าอายุเข้าฆ่าของโคที่ 2 และ 3 ปี มีระดับคะแนนไขมันแทรกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการขุนที่เพิ่มขึ้น ปรารถนา พฤกษะศรี และคณะ (2533) รายงานว่าระยะแรกของการขุนโคที่ไม่เคยผ่านการขุนมาก่อนจะมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว โดยพบว่าโคพื้นเมือง โคลูกผสมบราห์มัน 50 เปอร์เซ็นต์ และโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เริ่มขุนเมื่ออายุ 1 ปี จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารและเปอร์เซ็นต์ซากดีกว่าโคที่เริ่มขุนเมื่ออายุ 2 ปี ขณะที่อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ทั้งสองระดับอายุที่ค่าใกล้เคียงกัน อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคลูกผสมบราห์มันกับโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ดีกว่าโคพื้นเมืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

2.4.3 ระบบการเลี้ยงและอาหาร

อาหารนับว่ามีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากต่อคุณภาพเนื้อ เช่น โคที่กินอาหารหยาบหรือหญ้าในปริมาณสูง สีของไขมันจะค่อนข้างเหลือง การเลี้ยงโคด้วยหญ้าหรือฟาง ร่วมกับอาหารข้นหรืออาหารผสมจะทำให้โคมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น สามารถสร้างกล้ามเนื้อหรือทำให้โคอ้วนและเพิ่มน้ำหนักโคได้ในระยะเวลาที่ต้องการ ทำให้กล้ามเนื้อมีไขมันแทรกซึ่งจะมีผลต่อความนุ่มด้วยเช่นกัน จากรายงานของ Mckeit *et al.* (1985) สรุปว่า การใช้อาหารที่มีระดับพลังงานสูงเลี้ยงโคพันธุ์แองกัส พันธุ์บราห์มัน และพันธุ์ลูกผสมระหว่างบราห์มันและแองกัส พบว่า อาหารพลังงานสูงจะทำให้ความนุ่มของเนื้อโคทุกพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้น

Bowling *et al.* (1978) ศึกษาคุณลักษณะทางด้านคุณภาพซากและความน่ากินของโคที่มีระบบการจัดการทางด้านอาหารแตกต่างกัน โดยใช้โคพันธุ์ซานตาเกอร์ทรูดิส (Santa Gertrudis) เพศผู้ตอน และมีระบบการจัดการอาหาร 3 แบบ คือ (1) เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า (2) เลี้ยงแบบปล่อยแปลงและมีการเสริมการให้อาหารข้น (3) เลี้ยงขุนในคอกเป็นเวลา 100–130 วัน และแบ่งกลุ่มช่วงอายุที่เข้าฆ่าออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอายุ 1-2 ปี และอายุ 2 ปี พบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคในกลุ่มช่วงอายุ 1–2 ปี มีค่าเท่ากับ 4.91 5.09 4.82 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนช่วงอายุ 2 ปี มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 4.91 4.73 4.86 กิโลกรัม ตามลำดับ จากค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าเนื้อโคทั้ง 2 กลุ่มของอายุที่เข้าฆ่า ซึ่งโคกลุ่มที่มีการเลี้ยงแบบขุนในคอกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าเนื้อโคที่เลี้ยงแบบปล่อยให้เทะเล็มในแปลงหญ้าทั้งสองช่วงอายุที่ทำการศึกษา

Bruce *et al.* (2004) ศึกษาระบบการเลี้ยงด้วยอาหารข้นและหญ้าเป็นอาหารหลักที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อในโคพันธุ์บราห์มันเพศผู้ตอน โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเลี้ยงด้วยอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้นที่ประกอบด้วย ข้าวฟ่าง (sorghum) 49% ข้าวโพด 22% และกากเมล็ดฝ้าย 10% กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นหลัก (buffel grass) ระยะเวลาในการขุน 74 วัน ผลการทดลองพบว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่ากลุ่มที่กินหญ้าเพียงอย่างเดียว โดยมีค่าเท่ากับ 4.05 และ 4.18 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

Nuernberg *et al.* (2005) ศึกษาอิทธิพลของระบบการเลี้ยงและอาหารที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยทำการศึกษาโคพันธุ์เยอรมันโฮลสไตน์ (German Holstein) เพศผู้จำนวน 33 ตัว และโคพันธุ์เยอรมันซิมเมนทอล (German Simmental) เพศผู้จำนวน 31 ตัว แบ่งระบบการเลี้ยงออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เลี้ยงในโรงเรือนโดยให้อาหารข้นเป็นอาหารหลัก ในช่วงฤดูหนาวจะให้อาหารข้นผสมกากถั่วเหลือง ข้าวบาร์เลย์และกากน้ำตาล กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหลักโดยในช่วงฤดูร้อนปล่อยโคให้แทะเล็มในทุ่งหญ้าและในช่วงฤดูหนาวเลี้ยงในโรงเรือน จากนั้น 3 เดือนก่อนเข้าฆ่ามีการให้หญ้าหมัก ฟางข้าวและอาหารข้นผสมเมล็ดลินซีด 10 เปอร์เซ็นต์ โคมีน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 620 กิโลกรัม พบว่า โคในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารข้นเป็นอาหารหลักมีเปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกสูงกว่าและมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าโคในกลุ่มที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากการเลี้ยงโคด้วยอาหารข้นจะทำให้โคดังกล่าวมีการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อมากกว่าจึงมีผลทำให้เนื้อโคในกลุ่มนี้มีความนุ่มมากกว่าเนื้อโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหลัก

Kerth *et al.* (2007) ศึกษาคุณภาพเนื้อโคลูกผสมสายพันธุ์แองกัสเพศผู้ตอนจำนวน 30 ตัว โดยแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่มตามสูตรอาหารที่แตกต่างกัน คือ (1) เลี้ยงด้วยอาหารข้นเพียงอย่างเดียว (GRAIN) (2) เลี้ยงด้วยหญ้าไรย์ร่วมกับอาหารข้น (RG/GRAIN) และ (3) เลี้ยงด้วยหญ้าไรย์เพียงอย่างเดียว (RG) สูตรของอาหารข้นที่ใช้ประกอบด้วย เมล็ดข้าวโพด 85% กากเมล็ดฝ้าย 7.5% และแร่ธาตุต่างๆ 7.5% ระยะเวลาในการขุน 94 วัน พบว่า โคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าไรย์เพียงอย่างเดียวมีความนุ่มน้อยกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าไรย์ร่วมกับอาหารข้น โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 44.62 32.36 และ 40.60 นิวตัน (N) ตามลำดับ

Grigen Naón *et al.* (2007) ทำการศึกษาความนุ่มของกล้ามเนื้อ *Longissimus* ในโคเรดแองกัส (Red Angus) อายุเฉลี่ย 20 เดือน เลี้ยงด้วยอาหารแตกต่างกัน 3 สูตร ระยะเวลาในการขุน 92 วัน แบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยหญ้าชนิดต่างๆ ผสมกัน ให้โคกินอย่างเต็มที่ กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยหญ้าเหมือนกลุ่มแรกร่วมกับเมล็ดธัญพืชบดหยาบ โดยให้กินเมล็ดธัญพืชบดหยาบในระดับ 0.85% ของน้ำหนักตัว กลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยหญ้าเหมือนกลุ่มแรก ร่วมกับผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง โดยให้กินผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระดับ 0.25% ของน้ำหนักตัว พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 6.9 7.1 และ 7.9 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลลิศรา ศรีสุวรรณ (2551) ศึกษาอิทธิพลของระบบการผลิตโคเนื้อและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ พบว่าพันธุ์และระดับเลือดของโคในแต่ละระบบการผลิตมีผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดย (1) โคขุนโพนยางคำที่มีระดับเลือดของพันธุ์ชาโรเล่ส์ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เลี้ยงโดยให้อาหารข้นร่วมกับหญ้าสดหรือฟางข้าวเป็นระยะเวลา 12-18 เดือนและเสริมกากน้ำตาล 4 เดือนสุดท้ายของการขุน (2) โคขุนกำแพงแสนที่มีระดับเลือดของพันธุ์ชาโรเล่ส์ไม่น้อยกว่า 50% เลี้ยงด้วยอาหาร TMR และหญ้าสด เป็นระยะเวลา 8-10 เดือน (3) โคเนื้อลูกผสมพันธุ์บราห์มันเลือดสูง เลี้ยงด้วยอาหาร TMR ร่วมกับหญ้าสดหรือฟางข้าวเป็นเวลา 3 เดือน (4) โคเนื้อลูกผสมพันธุ์บราห์มันเลือดสูงเลี้ยงด้วยอาหารข้นร่วมกับเปลือกและเหง้าสับปะรดหมักเป็นเวลา 6 เดือน (5) โคพื้นเมือง เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่าเนื้อโคกลุ่มที่ 1 มีความนุ่มมากที่สุด รองมาคือเนื้อโคกลุ่มที่ 2 เนื้อโคกลุ่มที่ 3 เนื้อโคกลุ่มที่ 4 และเนื้อโคกลุ่มที่ 5 โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 3.75 5.59 8.97 13.81 และ 13.77 กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ก็พบว่าอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มที่ 1 7 และ 14 วัน มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคทั้ง 5 กลุ่ม โดยพบว่าระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นมีผลต่อการลดลงของค่าแรงตัดผ่านเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 11.93 9.79 และ 7.62 กิโลกรัม ตามลำดับ

2.4.4 ค่าความเป็นกรด–ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความนุ่มของเนื้อ เนื่องจากค่า pH ในกล้ามเนื้อมีผลทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อภายหลังจากสัตว์ตายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภายหลังสัตว์ตาย ค่า pH ในเนื้อจะลดลงเนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อหลังจากสัตว์ตายจะได้จากกระบวนเมตาบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic metabolism) ซึ่งกระบวนการนี้มีผลทำให้เกิดกรดแลคติกและความร้อน เป็นสาเหตุทำให้ค่า pH ค่อยๆ ลดลง โดยทั่วไปพบว่าในโคที่ยังมีชีวิตอยู่และไม่อยู่ในสภาวะเครียด กล้ามเนื้อจะมีค่า pH ประมาณ 7.2 แต่หลังจากสัตว์ตาย 24 ชั่วโมง ค่า pH จะลดลงเหลือ 5.5–5.8 และไม่ลดลงอีก ซึ่งจุดที่ค่า pH ไม่ลดลงอีกนี้เรียกว่า ultimate pH (pHu) ทั้งนี้ การลดลงของค่า pH จะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ และพบว่าเอนไซม์คาลเปน (calpain) เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญต่อความนุ่มของเนื้อ (Warriss. 2000)

ค่า pH ในเนื้อสัตว์มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ ภายหลังสัตว์ตาย ค่า pH ในเนื้อมีค่าประมาณ 6.4-7.0 และเนื่องจากกล้ามเนื้อยังคงมีการทำงานต่อไปอีกเป็นระยะเวลาหนึ่งภายหลังสัตว์ตาย ประกอบกับมีกรดแลคติกที่ถูกผลิตมาจากปฏิกิริยาไกลโคไลซิสเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และการผลิตกรดดังกล่าวจะผลิตจนกว่าปริมาณไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อจะหมดไป จึงทำให้ค่า pH ลดลงอยู่ประมาณที่ 5.2-5.4 ซึ่งเป็นจุด ultimate pH (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) ทั้งนี้ Anderson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

et al. (1999) รายงานว่าการลดลงของค่า pH ภายใน 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายจะมีผลต่อคุณภาพเนื้อเป็นอย่างมาก โดยการลดลงดังกล่าวเกิดจากการที่ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ภายในกล้ามเนื้อเกิดการย่อยสลายผ่านกระบวนการ anaerobic metabolism ทำให้เกิดการผลิตกรดแลคติกขึ้น และมีผลทำให้โปรตีนบางส่วนในกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ โดยผนังเยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลายและเกิดการย่อยสลายของโปรตีน (proteolysis) ส่งผลต่อความนุ่มของเนื้อ

Wheeler *et al.* (1990) พบว่า ค่า pH เนื้อโคลดลงจาก 6.9 เป็น 5.8 ภายหลังจากการแช่เย็นเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 ชั่วโมง ทั้งนี้ เนื่องจากกล้ามเนื้อยังคงมีการทำงานอยู่ และการลดลงของค่า pH จะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของห้องเย็นที่ใช้ในการเก็บรักษาเนื้อ และสรุปว่า ถ้าอุณหภูมิในกล้ามเนื้อลดลงเร็ว การลดลงของค่า pH ในเนื้อก็ช้าลง

O'Halloran *et al.* (1997) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ภายหลังสัตว์ตายกับความนุ่มของกล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* (LD) ของโคลูกผสมพันธุ์เฮียร์ฟอร์ดกับพันธุ์ฟรีเชี่ยน โดยแบ่งกลุ่มตามอัตราการลดลงของค่า pH ภายหลังสัตว์ตายที่ 3 ชั่วโมง (pH_3) ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่ง มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซีสเป็นปกติ (intermediate glycolysis) คือมีค่า pH_3 สูงกว่า 6.3 ซึ่งกล้ามเนื้อ LD มีค่า pH_3 ค่าเท่ากับ 6.19 กลุ่มที่สอง มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซีสช้ากว่าปกติ (slow glycolysis) คือมีค่า pH_3 สูงกว่า 6.8 ซึ่งกล้ามเนื้อ LD มีค่า pH_3 เท่ากับ 6.61 กลุ่มที่สามมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซีสเร็วกว่าปกติ (fast glycolysis) คือมีค่า pH_3 น้อยกว่า 5.6 ซึ่งกล้ามเนื้อ LD มีค่า pH_3 เท่ากับ 5.94 และศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ระยะเวลาการบ่ม 2 7 และ 14 วัน โดยแบ่งอุณหภูมิในการปรุงสุกเป็น 2 ระดับ คือที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าในเนื้อโคกลุ่มที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซีสเร็วกว่าปกติจะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อน้อยที่สุด และมีคะแนนความนุ่มจากการชิมมากกว่ากลุ่มอื่น เนื่องจากอัตราการลดลงของค่า pH อย่างรวดเร็วจะมีผลในการเร่งการทำงานของ endogenous enzyme เช่น เร่งการทำงานของเอนไซม์ cathepsin L ให้ออกมาย่อยสลายโปรตีนในเนื้อสัตว์ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ที่ระยะเวลาการบ่ม 2 วัน โคกลุ่มที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซีสช้ากว่าปกติจะมีความยาวของซาร์โครเมียร์น้อยกว่าโคกลุ่มที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซีสเป็นปกติและมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซีสเร็วกว่าปกติ โดยมีค่าความยาวของซาร์โครเมียร์เท่ากับ 1.57 1.75 และ 1.78 ไมโครเมตร ตามลำดับ ($p<0.001$) แต่ที่ระยะเวลาการบ่มที่ 7 และ 14 วัน ไม่พบความแตกต่างของความยาวซาร์โคเมียร์ ซึ่งโดยปกติถ้าความยาวของซาร์โคเมียร์น้อยแสดงว่าเนื้อนั้นมีความเหนียว ทั้งนี้สรุปได้ว่า ความนุ่มของเนื้อที่เพิ่มขึ้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อแล้วยังเกี่ยวข้องกับการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อหรือความยาวของซาร์โคเมียร์อีกด้วย

Maddock *et al.* (2005) รายงานว่าภายหลังสัตว์ตาย ระบบการทำงานต่างๆ ของร่างกายจะหยุดลง ทำให้ปริมาณออกซิเจนภายในกล้ามเนื้อลดลงอย่างมาก แต่ร่างกายยังคงต้องการรักษาสภาพการทำงานให้เป็นปกติโดยมีการสร้างพลังงานจากไกลโคเจนที่สะสมไว้ในตับ และกล้ามเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ด้วยกระบวนการเมตาบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic metabolism) ซึ่งพลังงานที่ผลิตได้จากกระบวนการนี้มีจำนวนน้อยมาก นอกจากได้พลังงานในปริมาณน้อยแล้ว ยังมีการผลิตกรดแลคติกและความร้อนเกิดขึ้นอีกด้วย กรดแลคติกจะถูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนปริมาณไกลโคเจนที่สะสมภายในตับและกล้ามเนื้อหมดลง ดังนั้นจึงเกิดการสะสมของกรดแลคติกภายในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ค่า pH ภายในกล้ามเนื้อค่อยๆ ลดลง ในกล้ามเนื้อของสัตว์ที่ยังมีชีวิตมีค่า pH ประมาณ 7.0–7.4 ภายหลังสัตว์ตายเป็นเวลา 6–8 ชั่วโมง ค่า pH ในกล้ามเนื้อจะลดลงกลายเป็น 5.6–5.7 จนกระทั่งที่ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ค่า pH ของกล้ามเนื้อจะอยู่ที่ประมาณ 5.3–5.6 ซึ่งเป็นค่า pH ที่ไม่สามารถลดลงอีก เรียกว่า ค่า pH สุดท้ายหรือ ultimate pH นอกจากนี้กล้ามเนื้อของสัตว์ที่มีอัตราเมทาบอลิซึมสูงภายหลังสัตว์ตายจะมีอัตราการสลายไกลโคเจนและการลดลงของค่า pH รวดเร็วกว่ากล้ามเนื้อของสัตว์ที่มีอัตราเมทาบอลิซึมต่ำหรืออัตราเมทาบอลิซึมปกติ อัตราการลดลงของค่า pH มีผลอย่างมากต่อคุณภาพเนื้อ ทั้งนี้พบว่าเอนไซม์ calpain เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการทำให้เนื้อนุ่ม ทำงานได้ดีในสภาวะที่ค่า pH ในเนื้ออยู่ระหว่าง 6.0–7.5 และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.4.5 ปริมาณไขมันแทรก

ไขมันแทรกที่ผู้บริโภคต้องการและนิยมคือ ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (intramuscutar fat หรือ marbling) ซึ่งเป็นไขมันที่สะสมอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อบริเวณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีชื่อว่าเอนโดไมเซียม (endomysium) และเพอริไมเซียม (perimysium) ที่หุ้มล้อมรอบ muscle bundle สามารถมองเห็นเป็นจุดหรือเส้นสีขาวภายในกล้ามเนื้อ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ระดับไขมันแทรกจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึง รสชาติและความนุ่มของเนื้อ

การสะสมของไขมันแทรกในส่วนต่างๆ ของร่างกายจะไม่เท่ากัน โดยจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นโดยเริ่มต้นจากส่วนหน้าไปยังส่วนท้ายของซาก ไขมันจะถูกเก็บสะสมไว้ในร่างกายเป็นลำดับสุดท้าย แต่จะถูกนำไปใช้ก่อนเมื่อร่างกายขาดพลังงาน (Chambaz. 2003) ทั้งนี้ พันธุกรรมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดไขมันแทรกในเนื้อ สำหรับการวัดไขมันแทรกจะวัดจากไขมันที่สะสมอยู่ในพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) โดยจะวัดตรงบริเวณหน้าตัดเนื้อสันระหว่างซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 (Dennis. 1997)

มาลัย จงเจริญ (2546) ศึกษาความนุ่มของเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเล่ส์ (เนื้อโคโพนยางคำ) ที่ระดับไขมันแทรกแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ ระดับ 3.0-3.5 และ 4.0-5.0 โดยมีคะแนนระดับไขมันแทรกตั้งแต่ 1 ถึง 5 ซึ่งคะแนนไขมันแทรกเท่ากับ 1 หมายถึงเนื้อที่มีระดับไขมันแทรกต่ำสุด และ 5 หมายถึงเนื้อที่มีระดับไขมันแทรกสูงที่สุด เมื่อตรวจวัดระดับความนุ่มของเนื้อด้วยการหาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบว่าเนื้อกลุ่มที่มีระดับไขมันแทรก 3.0-3.5 มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่าเนื้อกลุ่มที่มีระดับไขมันแทรก 4.0-5.0 โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 3.65 และ 2.59 กิโลกรัม/ลูกบาศก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
110404

เซนติเมตร ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่าเนื้อโคที่มีระดับไขมันแทรกต่ำ จะมีความเหนียวมากกว่าเนื้อโคที่มีระดับไขมันแทรกสูง

Platter *et al.* (2005) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับไขมันแทรก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อและความนุ่มของเนื้อโคที่วัดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของเนื้อโคส่วนสันนอก (striploin) โดยแบ่งกลุ่มเนื้อโคออกเป็น 2 กลุ่มตามระดับไขมันแทรก คือ กลุ่มที่มีไขมันแทรกระดับกลาง และกลุ่มที่มีปริมาณไขมันแทรกเพียงเล็กน้อย พบว่าระดับไขมันแทรก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และความนุ่มของเนื้อโคที่วัดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีความสัมพันธ์ในทางบวก ($p<0.05$) กล่าวคือเมื่อปริมาณไขมันแทรกเพิ่มขึ้น ความนุ่มของเนื้อจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

Sethakul *et al.* (2008) ได้ศึกษาคุณภาพเนื้อโคแต่ละประเภทที่เลี้ยงภายใต้ระบบการผลิตโคเนื้อในประเทศไทยคือ (1) โคลูกผสมพันธ์ชาร์โรเล่ส์เลือดสูงที่เลี้ยงด้วยหญ้าร่วมกับอาหารข้น 12-18 เดือน เสริมกากน้ำตาล 4 เดือนก่อนเข้าฆ่า (2) โคลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดร่วมกับอาหารข้นเป็นเวลา 6 เดือน (3) โคลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าและอาหารข้นเป็นเวลา 3 เดือน (4) โคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติ พบว่าปริมาณไขมันแทรกที่เกิดขึ้นภายใต้ระบบการผลิตเนื้อที่ต่างกันมีผลทำให้ความนุ่มของเนื้อต่างกัน โดยเนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเล่ส์เลือดสูงมีปริมาณไขมันแทรกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รองมาคือเนื้อโคลูกผสมพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดร่วมกับอาหารข้น และเนื้อโคลูกผสมพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าและอาหารข้น ส่วนเนื้อโคพื้นเมืองมีปริมาณไขมันแทรกต่ำที่สุด โดยมีปริมาณไขมันแทรกเท่ากับ 8.58 2.87 1.83 และ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 5.10 11.88 15.53 และ 15.78 กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อปริมาณไขมันแทรกในเนื้อเพิ่มขึ้นค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะมีค่าลดลง

2.4.6 ระยะเวลาการบ่ม

การบ่มเนื้อเป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพเนื้อให้มีความนุ่มเพิ่มขึ้นและทำให้เนื้อมีรสชาติดีขึ้นน่ารับประทาน Ilian *et al.* (2004) กล่าวว่า การบ่มจะทำให้เนื้อมีอุณหภูมิ และ pH ที่เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายโปรตีนภายในกล้ามเนื้อของสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) อธิบายว่าการบ่มซากมีผลทำให้เนื้อนุ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อที่อยู่ในสภาวะที่เกิดการเกร็งตัว อย่างถาวร (rigor mortis) จะมีความเหนียวมาก ดังนั้น จึงต้องนำเนื้อมาบ่มเพื่อทำให้เอนไซม์ที่อยู่ภายในกล้ามเนื้อออกมาทำการย่อยโปรตีนให้แตกออกเป็นโมเลกุลย่อยโดย actin และ myosin filament ที่เคลื่อนที่เข้าหาซ้อนกันก่อนหน้านี้จะแยกออกจากกัน ณ บริเวณตำแหน่ง Z-line ทำให้ความตึงตัวของกล้ามเนื้อลดลง จึงทำให้เนื้อนุ่มขึ้น

Pearson and Young (1989) กล่าวว่า ระยะเวลาในการบ่มซากจะช่วยให้เอนไซม์ที่อยู่ในกล้ามเนื้อออกมาทำการย่อยสลายเส้นใยกล้ามเนื้อโปรตีน ซึ่งนอกจากจะเป็นการปรับปรุงความนุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเนื้อแล้ว ยังทำให้รสชาติดีขึ้นด้วย โดยปกติแล้วจะทำการบ่มเนื้อที่อุณหภูมิ 0–5 องศาเซลเซียส แต่ในบางกรณีจะทำการบ่มซากที่อุณหภูมิ 15–40 องศาเซลเซียส แม้ว่าการบ่มเนื้อที่อุณหภูมิสูงจะเป็นการกระตุ้นให้เอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยเส้นใยโปรตีนในกล้ามเนื้อทำงานได้ดีขึ้น แต่อาจเกิดปัญหาในการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นได้หากทิ้งเนื้อไว้ที่อุณหภูมิสูง

Wheeler *et al.* (1990) รายงานว่าเนื้อโคบราห์มันจะมีความนุ่มมากขึ้นเมื่อผ่านการบ่ม 7 14 21 28 และ 35 วัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Riley *et al.* (2005) ที่พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อสันนอกของโคพันธุ์บราห์มันที่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 5.51 4.90 และ 4.47 กิโลกรัม ตามลำดับ

Shackelford *et al.* (1997) ศึกษาระยะเวลาการบ่มเนื้อโคขุนลูกผสมเลือดอินเดีย 62.5% เลี้ยงด้วยอาหารข้นโดยให้กินเต็มที่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 140 วันก่อนเข้าฆ่า อายุที่เข้าฆ่าอยู่ในช่วง 12–15 เดือน การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ (1) ระยะเวลาการบ่มที่ 1 และ 7 วัน (2) ระยะเวลาการบ่มที่ 2 และ 14 วัน พบว่า กลุ่มที่ 1 มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 7.4 และ 5.3 กิโลกรัม กลุ่มที่ 2 มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 5.5 และ 4.1 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธนนันท์ ศุภกิจจานนท์ (2547) ที่ทำการศึกษาในโคเนื้อลูกผสมพันธุ์อเมริกันบราห์มันที่มีระดับเลือดไม่ต่ำกว่า 75% พบว่า ระยะเวลาการบ่มที่ 5 และ 20 วัน ของกล้ามเนื้อสันนอก มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 7.23 และ 4.85 กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้นมีผลทำให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้น

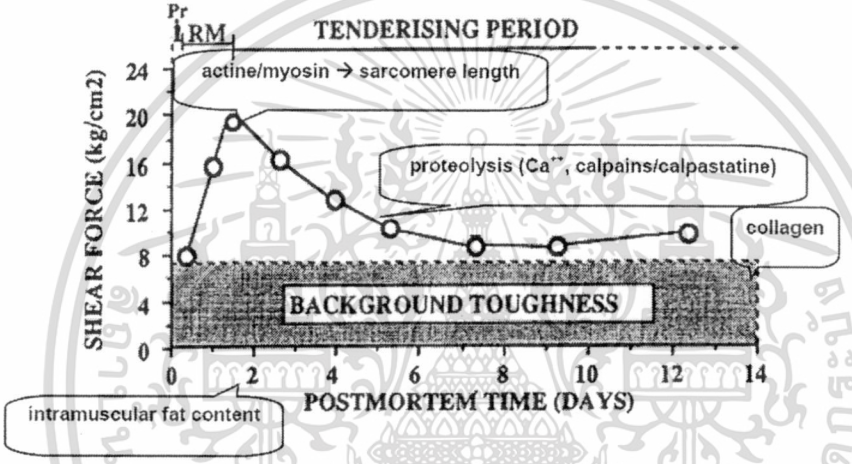
Nishimura *et al.* (1998) รายงานว่า ในระหว่างการบ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งในช่วงแรกของการบ่มจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นน้อย แต่พบว่าหากยืดระยะเวลาการบ่มให้นานขึ้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงความนุ่มของเนื้อ โดยจากการทดลองเพื่อศึกษาความนุ่มในกล้ามเนื้อ Semitendinosus ของโคพันธุ์เจเปนนีสแบล็ค (Japanese Black) เพศผู้ตอน อายุ 32 เดือน พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเนื้อถูกบ่มเป็นระยะเวลามากกว่า 10 วัน และจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่ง 35 วันหลังสัตว์ตาย และเมื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแตกตัวของเส้นใยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดเพอริไมเซียม พบว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป 14 วันหลังจากสัตว์ตาย จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ในช่วงแรกของการบ่มเนื้อ ดังนั้นหากยืดระยะเวลาการบ่มเนื้อให้นานขึ้นจะทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเกิดการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นโดยมีการแตกหักมากขึ้นจึงทำให้เนื้อโคมีความนุ่มเพิ่มขึ้น

วิชิต พรหมอินทร์ (2549) ได้ศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเล่ส์ภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น โดยระยะเวลาบ่มเป็นเวลา 1 5 7 14 และ 20 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.39 5.99 4.99 4.46 และ 3.82 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

French *et al.* (2001) ศึกษาระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อของโคขุนลูกผสมลิมูซินและชาโรเล่ส์ที่ได้รับอาหารและการจัดการเหมือนกันโดยซากผ่านการแช่เย็น 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มต่อเป็นระยะเวลา 2 7 และ14 วัน พบว่า ระยะเวลาการบ่ม 14 วันมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ 4.8 กิโลกรัม ต่ำกว่าเนื้อที่บ่ม 2 และ 7 วันซึ่งมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อเท่ากับ 8.0 และ 5.9 กิโลกรัม ($p<0.05$)

George–Evins *et al.* (2004) พบว่าที่ระยะเวลาการบ่มเนื้อ 7 14 และ 21 วัน ค่าแรงตัดผ่านของกล้ามเนื้อสันสะโพก (*Gluteus medius*) จากเนื้อโคพันธุ์แองกัส มีค่าลดลง โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 3.96 3.64 และ 3.47 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ 2.5 ปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อ

ที่มา: De Smet (2004)

Acker and Cunningham (1991) พบว่า การบ่มซากโดยใช้เวลา 7 วัน จะทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่ถ้าใช้เวลาในการบ่มนานขึ้นคือ 14 หรือ 21 วัน ความนุ่มจะเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจมีผลเนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอนไซม์ ในเนื้อระหว่างการบ่ม จากการทดลองของ Boehm *et al.* (1998) พบว่าปริมาณเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนในเนื้อ m-calpain จะค่อยๆ ลดลงถึงประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการบ่มเนื้อ และ μ-calpain จะมีปริมาณลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 24 ชั่วโมงและหลังจากนั้นอีก 7 วัน จะมีปริมาณเหลืออยู่ไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณเริ่มต้น ในขณะที่เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวจะมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 24 ชั่วโมง หลังฆ่าและจะลดลงอีก 30 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการฆ่า 7 วัน ทั้งนี้ การหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งเกิดขึ้นจากเส้นใยโปรตีนแอคติน (actin) และเส้นใยโปรตีนไมโอซิน (myosin) เคลื่อนที่เข้าหากัน ทำให้ความยาวของซาร์โคเมียร์หดสั้นลงอย่างมากและทำให้เนื้อเหนียวมากขณะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างถาวร (rigor mortis) จะเกิดขึ้นในช่วงแรกของระยะเวลาการบ่ม จากนั้นจะมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อแต่เมื่อระยะเวลาการนานไปปริมาณเอนไซม์ดังกล่าวจะลดลงทำให้โปรตีนที่อยู่ในเนื้อมีการย่อยได้ลดลงหรือคงที่ แต่ทั้งนี้ปัจจัยที่ทำให้เนื้อนุ่มยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีก ได้แก่ ปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ และปริมาณการเกิด cross-link ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ดังแสดงในภาพที่ 2.5 (De Smet. 2004)

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อสีของเนื้อและการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

สีของเนื้อเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกับเนื้อสัตว์ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์และมีผลต่อการรับรู้ถึงความสดของเนื้อ เนื้อที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคต้องมีสีที่สดใส โดยผู้บริโภคมักไม่ยอมรับเนื้อที่มีสีเข้มมาก เนื้อที่เสื่อมคุณภาพหรือที่ถูกเก็บไว้นาน พบว่า เนื้อที่มีสีเข้มและผิวหน้าแห้งจะให้ผลทางด้านความนุ่ม รสชาติ และความชุ่มน้ำเหมือนกับเนื้อปกติ ส่วนเนื้อที่มีสีซีดจางผู้บริโภคจะไม่ยอมรับ ดังนั้น การรู้ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดสีจึงมีความสำคัญ

ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) รายงานว่าสีที่เรามองเห็นเป็นผลสืบเนื่องมาจากปัจจัย 3 อย่างด้วยกัน (1) hue ซึ่งหมายถึง คลื่นแสงที่ตามนุษย์มองเห็นได้แล้วเรียกกันว่าเป็นสีอะไร เช่น เขียว เหลือง น้ำเงิน แดง (2) chroma หรือ saturation หมายถึง ความเข้มของสีนั้นๆ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความเข้มของสีพื้นฐาน จะมีแสงสีขาว (white light) ปนอยู่ด้วย และ (3) value หรือ lightness หมายถึงการสะท้อนของสี

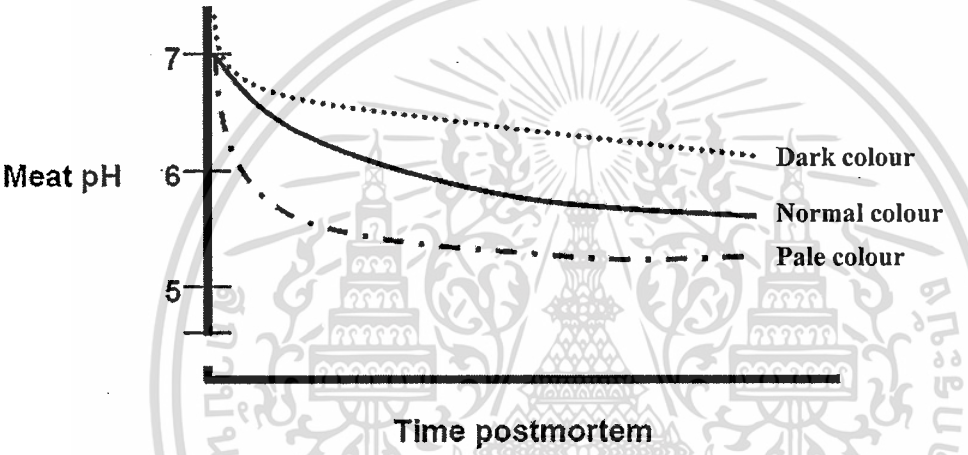
สีของเนื้อเกิดจากสารสีหรือรงควัตถุภายในกล้ามเนื้อของสัตว์ (heme proteins) คือ ไมโอโกลบิน (myoglobin) เป็นสารสีในเนื้อและฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เป็นสารสีในเลือด นอกจากนี้ยังพบสารสีอื่นๆ อีกเล็กน้อย เช่น catalase และ cytochrome โดยโมเลกุลของไมโอโกลบินประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นโปรตีนเรียกว่า โกลบิน (globin) และส่วนที่เป็นโครงสร้างที่ไม่ใช่โปรตีนเรียกว่า ฮีม (heme ring) ซึ่งมีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่กลางโมเลกุล ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสีของเนื้อมีอยู่มากมาย แต่ที่มีอิทธิพลมากที่สุด คือ สภาพทางเคมีของไมโอโกลบิน จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) กล่าวว่า ปริมาณไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อสัตว์จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ โดยเนื้อโคมีปริมาณไมโอโกลบินสูงกว่าเนื้อสุกรและเนื้อไก่ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุ เพศ อาหาร และชนิดของกล้ามเนื้อ

การตรวจวัดค่าสี ซึ่งปัจจุบันนิยมรายงานในระบบ CIE (International Commission on Illumination) โดยแบ่งค่าสีออกเป็น 3 ค่าสี คือ L* a* และ b* โดยที่ L* หมายถึง ความสว่างของสี (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำหรือคล้ำ) และ 100 (สีขาวหรือสว่าง) a* หมายถึงค่าความแดง (redness) ซึ่งจะมีสีเขียว (ค่าเป็นลบ) และสีแดง (ค่าเป็นบวก) b*หมายถึงค่าความเหลือง (yellowness) ซึ่งมีสีเป็นสีน้ำเงิน (ค่าเป็นลบ) และมีสีเหลือง (ค่าเป็นบวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี

การเปลี่ยนแปลงสภาพทางเคมีของไมโอโกลบิน มีผลมาจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนโกลบิน (globin) อาจเนื่องมาจากความร้อน แสงอัลตร้าไวโอเลต การถูกกระตุ้นจากแร่ธาตุ เช่น ทองแดง (Cu) การเปิดพื้นที่หน้าตัดเนื้อให้สัมผัสกับอากาศมากเกินไป เอนไซม์ในเนื้อ ปริมาณของออกซิเจน พบว่าระดับความดันของออกซิเจน 4 มิลลิเมตรปรอทหรือไม่เกิน 25 มิลลิเมตรปรอท จะมีผลเร่งให้เกิดเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) และปัจจัยตัวสุดท้าย คือ อุณหภูมิภายในเนื้อ โดยอุณหภูมิสามารถชะลอการเกิดเมทไมโอโกลบิน เนื่องจากความเย็นจะไปลดการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ออกซิเจน (oxygen–utilizing enzyme) เป็นต้น (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)



ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของค่า pH กับสีของเนื้อ

ที่มา ดัดแปลงจาก Briskey (1963)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อ อัตราการลดลงของค่า pH และจุด ultimate pH มีผลต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อ เนื้อปกติค่า pH อยู่ที่ประมาณ 5.6–5.8 ซึ่งสีของเนื้อที่ปรากกฏออกมาก็มีลักษณะเป็นสีแดงสดใส แต่ถ้า pH ของเนื้อมีค่าต่ำกว่า 5.6 สีของเนื้อก็จะมีลักษณะซีด ในทางตรงกันข้ามถ้า pH ของเนื้อมีค่าสูงกว่า 5.6 (ใกล้ 6.0) สีของเนื้อจะมีลักษณะคล้ำ ช่วงระหว่างการเปลี่ยนแปลงจากกล้ามเนื้อไปเป็นเนื้อจะมีการใช้ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อสัตว์ภายหลังจากสัตว์ตาย พบว่า เกิดกระบวนการไกลโคไลซีส (glycolysis) เปลี่ยนไกลโคเจนเป็น ATP และกรดแลคติก ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับค่า pH สุดท้ายของเนื้อ คือ ถ้ากระบวนการไกลโคซีสเกิดเร็วมีการใช้ไกลโคเจนอย่างรวดเร็วจะทำให้ค่า pH สุดท้ายของเนื้อต่ำ (น้อยกว่า 5.6) เกิดการสูญเสียสภาพของโปรตีน จึงไม่สามารถรักษาคุณสมบัติในการจับกับน้ำทำให้เนื้อสัตว์อุ้มน้ำได้น้อย ทำให้เห็นหน้าตัดของเนื้อมีสีซีดจาง เหลว และไม่คงรูป (pale colour) ทำให้แสงที่มาตกกระทบสะท้อนกลับได้มาก จึงเห็นเนื้อมีสีจางผิดปกติ ในทางกลับกัน เมื่อถ้าค่า pH สุดท้ายสูง (มากกว่า 6.0) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อมีน้อย ไกลโคไลซีสเกิดขึ้นน้อยทำให้เกิดกรดแลคติกน้อย ค่า pH จึงลดลงน้อย ส่งผลให้โปรตีนมีความสามารถจับกับน้ำได้ดี ทำให้ออกซิเจนไม่สามารถแทรกซึมผ่านไปตามผิวหน้าของเนื้อได้ หน้าตัดของเนื้อจึงมีสีคล้ำ แข็งและแห้ง (dark colour)ทำให้การสะท้อนแสงเกิดขึ้นได้น้อยดังภาพที่ 2.5 (Lawrie. 2006)

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีภายในกล้ามเนื้อและไขมันของสัตว์ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพทางเคมีของไมโอโกลบิน จากการศึกษาของ Dunne *et al.* (2006) ระหว่างการเลี้ยงโค 2 รูปแบบ คือการเลี้ยงแบบปล่อยทุ่ง และการเลี้ยงแบบยืนโรง พบว่า โคที่เลี้ยงแบบปล่อยทุ่งและแบบยืนโรง มีน้ำหนักซากเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับซาก คือ สีของเนื้อแดง สีของไขมัน และความเข้มข้นของลูทีน (lutein) สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า โคที่เลี้ยงแบบยืนโรงและได้รับอาหารข้นเพียงอย่างเดียวมีสีของไขมันหุ้มไตและสีของไขมันช่องท้องมีสีเหลืองน้อยกว่า และมีความเข้มข้นของลูทีนและฮีมน้อยกว่าโคที่เลี้ยงแบบปล่อยทุ่ง เนื่องมาจากอาหารที่ได้รับมีปริมาณคาโรทีนต่างกัน ซึ่งในอาหารหยาบ เช่น หญ้าจะมีปริมาณคาโรทีนอยู่สูงและมีมากกว่าในอาหารข้น และยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานของกล้ามเนื้อหรือการทำงานของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ทำให้โคที่มีการเลี้ยงแบบปล่อยทุ่งมีสีของไขมันเหลืองมากกว่าโคที่มีการเลี้ยงแบบยืนโรง และการทำงานของกล้ามเนื้อในโคที่เลี้ยงแบบปล่อยทุ่งจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อที่มากกว่าเนื่องจากต้องใช้ในการแทะเล็ม ดังนั้น ปริมาณของฮีมที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อจึงมากกว่า มีผลทำให้เนื้อของโคที่เลี้ยงแบบปล่อยทุ่งมีสีเข้มกว่าโคที่เลี้ยงแบบยืนโรง

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

การออกซิเดชั่นของไขมันในอาหารเกิดขึ้นได้เนื่องจากการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนในอากาศกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA) ได้สารเปอร์ออกไซด์และได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นแอลดีไฮด์ (aldehydes) คีโตน (ketones) และกรด (acids) สายสั้นๆ ทำให้อาหารเกิดกลิ่นหืน (rancidity) การออกซิเดชั่นของไขมันจะเกิดอนุมูลอิสระได้มากโดยระหว่างการเกิดสารเปอร์ออกไซด์ จะเกิดอนุมูลอิสระพวก lipid peroxide (ROO^0) และ hydroxyl (OH^0) ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเริ่มทำปฏิกิริยาใหม่อีกครั้งกับไขมันและทำให้ได้อนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งปฏิกิริยา lipid peroxidation จัดเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องที่ทำปฏิกิริยาแล้วได้อนุมูลอิสระและนำอนุมูลอิสระเหล่านั้นมาทำปฏิกิริยาก็จะได้อนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอีก ทั้งนี้ไขมันประเภท PUFA จะมีความไวต่อการเกิด autoxidation มากกว่าไขมันประเภท Monounsaturated Fatty Acid (MUFA) ทั้งนี้ กรดไขมันแบบอิ่มตัวจะมีความต้านทานสูงต่อการเกิดออกซิเดชั่น และการเกิดกลิ่นหืนซึ่งเกิดขึ้นมากกว่ากรดไขมันแบบไม่อิ่มตัว ดังนั้นในการเกิดกลิ่นหืนของไขมันสัตว์โดยทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเกิด autoxidation ของกรดไขมันแบบ PUFA มากกว่านอกจากนี้ การเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

autoxidation ของกรดไขมันจะมีความร้อนและแสงเป็นส่วนประกอบในการทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

กลิ่นของเนื้อ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ การเกิดกลิ่นของเนื้อขึ้นอยู่กับลักษณะสภาวะทางชีวเคมีและแหล่งที่มาของชิ้นเนื้อ การเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ของเนื้อหรือการเกิดกลิ่นหืนของเนื้อเป็นผลมาจากการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (lipid oxidation) หรือ autoxidation หรือ oxidation rancidity ซึ่งการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาและเป็นปัจจัยหลักที่มีผลจำกัดการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุณภาพของเนื้อ

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกลิ่นของเนื้อ สามารถทำได้หลายวิธี และวิธีที่นิยมทำการศึกษากันในปัจจุบัน คือ การทดสอบโดยประสาทสัมผัส (sensory evaluation) และอีกวิธีหนึ่ง คือ TBARS (2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances: การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ) เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณของ malonaldehyde มีหลักการ คือ ไขมันที่ถูกออกซิไดซ์ จะเกิดกลิ่นหืน เนื่องจากสารประกอบ malonaldehyde โดยส่วนใหญ่จะพบในรูปที่จับกับสารอื่น แต่สามารถแยกออกได้โดยการใช้ความร้อน สาร malonaldehyde ดังกล่าวสามารถทำปฏิกิริยากับสาร TBA (2-Thiobarbituric Acid) เกิดเป็นสีแดงหรือสีชมพูอ่อน โดยค่าที่ได้จะวัดได้จากการทำปฏิกิริยาจะเป็นค่ามิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัมตัวอย่างที่ศึกษา ทั้งนี้ พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อและการเกิดกลิ่นของเนื้อสัตว์ ได้แก่ ชนิดสัตว์ พันธุ์สัตว์ อายุสัตว์ ชนิดของมัดกล้ามเนื้อ สภาพทางชีวเคมีของเนื้อสัตว์ อาหารและระยะเวลาการบ่ม

Priolo *et al.* (2002) พบว่าชนิดของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงมีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้ออย่างชัดเจน โดยโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นหลักจะมีสีของเนื้อคล้ำกว่าโคที่เลี้ยงด้วยอาหารข้น สำหรับเนื้อจากโคที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเป็นหลักสีของไขมันใต้ผิวหนังจะมีสีเหลืองกว่าโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นหลัก และการสะสมของไขมันจะมีมากขึ้นเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารข้นทั้งนี้ O'Neill *et al.* (1998) กล่าวว่าอาหารและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อการเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ ทำให้เนื้อเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ สูญเสียรสชาติ ความคงตัวของเนื้อ นอกจากนี้การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา

Nuernberg *et al.* (2005) พบว่า ในโคพันธุ์เยอรมันโฮลสไตน์ และเยอรมันซิมเมนทอลที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเป็นอาหารหลัก มีค่าความสว่างของเนื้อ (L*) เท่ากับ 33.08 และ 35.78 และจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหลัก มีค่าเท่ากับ 29.25 และ 32.2 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหลักมีสีของเนื้อคล้ำกว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเป็นอาหารหลัก และยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเป็นอาหารหลักจะมีค่า (2.67 และ 2.61) สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหลัก (2.30 และ 1.51) สำหรับค่า TBARS พบว่า ในโคทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพันธุ์กลุ่มโคที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเป็นอาหารหลักจะมีค่า TBARS สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหลัก ($p<0.05$)

Jaturasitha *et al.* (2009) ศึกษาคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองไทยอายุเข้าฆ่าเฉลี่ย 3 ปี ในกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*; LD) กล้ามเนื้อสะโพก (*Semitendinosus*; ST) และกล้ามเนื้อหัวไหล่ (*Infraspinatus*; IS) ที่เวลา 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม ตามอาหารที่ได้รับ คือ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้ากินนีสีม่วงเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับพืชตระกูลถั่ว ระยะเวลาในการเลี้ยงโคทั้ง 2 กลุ่ม ประมาณ 2 ปี พบว่าค่า L* จากกล้ามเนื้อ LD ของโคทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้ากินนีสีม่วงเพียงอย่างเดียวมีค่าเท่ากับ 36.0 และ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับพืชตระกูลถั่วมีค่าเท่ากับ 37.4 เนื่องจากเนื้อในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับพืชตระกูลถั่วมีปริมาณไขมันแทรกในเนื้อสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้ากินนีสีม่วงเพียงอย่างเดียวซึ่งโดยปกติเนื้อที่มีไขมันแทรกสูงกว่าจะส่งให้ค่าความสว่างของเนื้อสูงกว่า

Sami *et al.* (2004) ศึกษาระบบการเลี้ยงแบบ intensive และ extensive และมีระยะเวลาในการขุนที่ 100 และ 138 วัน ในโคพันธุ์ซิมเมนทอลเพศผู้ โดยระบบการเลี้ยงแบบ intensive จะให้โคกินอาหารข้นผสม 3.39 กิโลกรัมต่อวัน และข้าวโพดหมัก ส่วนระบบการเลี้ยงแบบ extensive จะให้โคกินอาหารข้นผสม 0.89 กิโลกรัมต่อวัน และข้าวโพดหมัก พบว่า ระบบการเลี้ยง และระยะเวลาในการขุน ไม่มีผลต่อค่าความสว่างของเนื้อ (L*) ส่วนค่าสีเหลืองของเนื้อ (b*) จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการขุนนานขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากลุ่มโคที่ขุนเป็นระยะเวลา 138 วัน ทั้งภายใต้ระบบการเลี้ยงแบบ intensive และ extensive มีค่าสีแดงของเนื้อ (a*) เท่ากับ 20.0 และ 20.7 ตามลำดับ ซึ่งค่าสีของเนื้อดังกล่าวสูงกว่ากลุ่มโคที่ขุนเป็นระยะเวลา 100 วัน (18.5 และ 19.4 ตามลำดับ) ($p<0.05$)

Bruce *et al.* (2004) ศึกษาระบบการให้อาหารข้นเพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับเลี้ยงด้วยหญ้าเพียงอย่างเดียว ในโคพันธุ์บราห์มันเพศผู้ตอน ระยะเวลาการขุน 74 วัน พบว่า โคที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเพียงอย่างเดียว ให้ค่าสีของเนื้อสูงกว่าการเลี้ยงด้วยหญ้าเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่า L* 41.5 และ 37.7 ค่า a* มีค่าเท่ากับ 22.4 และ 20.2 ส่วนค่า b* มีค่าเท่ากับ 12.3 และ 10.5 ตามลำดับ

Berruga *et al.* (2005) พบว่า สีของเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะค่า b* ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเข้มของสีไขมัน และมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการหืนของไขมัน (rancidity) ทำให้ไขมันมีสีออกเหลือง โดยเนื้อที่ผ่านระยะเวลาการบ่ม 7 14 21 และ 28 วัน จะมีค่า b* เพิ่มขึ้นเป็น 6.57 6.94 6.95 และ 7.66 ตามลำดับ นอกจากนี้ก็พบว่าค่า b* มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่า TBA หรือค่า TBARS ของเนื้อ คือ ถ้าค่า b* สูงค่า TBARS ที่วัดได้ก็จะสูงด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moloney *et al.* (2008) ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อค่าสีจากกล้ามเนื้อสันนอกของโคลูกผสมระหว่างพันธุ์ชาโรเล่ส์ กับพันธุ์ฟรีเชี่ยน (Friesian) ที่เลี้ยงด้วยอาหารข้น 6 กิโลกรัม/วัน และให้กินหญ้าอย่างเต็มที่ โดยมีระยะเวลาการบ่มที่ 2 และ 14 วัน ทำการวัดสีของเนื้อจากค่า L* a* b* และ saturation index พบว่า ค่าสีของเนื้อที่ระยะเวลาการบ่ม 14 วัน (36.2 13.6 9.8 และ 19.9 ตามลำดับ) สูงกว่าที่ระยะเวลาการบ่ม 2 วัน (34.0 13.6 7.80 และ 15.7 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ Boakye and Mittal (1996) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อโคจากกล้ามเนื้อสันนอก ที่ระยะเวลาการบ่ม 0 2 4 8 12 และ 16 วัน พบว่าเมื่อเวลาในการบ่มเพิ่มขึ้นจาก 0 วันเป็น 16 วัน ค่า L* a* b* จะมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดการสะสมของออกซิเจนตรงบริเวณผิวหน้าเนื้อ ออกซิเจนไม่สามารถเข้าไปในก้อนเนื้อได้เป็นผลมาจากการเก็บรักษาเนื้อในสภาพสุญญากาศ ส่งผลให้เอนไซม์ที่อยู่ลึกลงไปในก้อนเนื้อที่ต้องใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยาจะค่อยๆ เสื่อมสภาพไป และยิ่งเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้นเอนไซม์เหล่านี้จะยิ่งหมดไปเรื่อยๆ ดังนั้นเมื่อก้อนเนื้อมีโอกาสได้สัมผัสกับออกซิเจนอีกครั้ง myoglobin ในเนื้อจึงสามารถเข้าจับกับออกซิเจนได้อย่างเต็มที่จึงเป็นเหตุให้สีของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น

วิชิต พรหมอินทร์ (2549) ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเล่ส์ (ชาโรเล่ส์ 50% x บราห์มัน 25% x พื้นเมืองไทย 25%) เลี้ยงภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน ที่ระยะเวลาการบ่ม 1 5 7 14 และ 20 วัน ในกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*; LD) พบว่า ค่า L* มีค่าเท่ากับ 38.08 38.58 38.71 40.56 และ40.02 ตามลำดับ ค่า a* มีค่าเท่ากับ 16.99 17.01 18.48 17.67 และ 18.80 และค่า b* มีค่าเท่ากับ 5.01 6.45 7.31 7.76 และ 7.94 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าเมื่อเวลาระยะเวลาในการบ่มเนื้อเพิ่มขึ้น ค่าสีของเนื้อจะมีค่าสูงตามไปด้วย เนื่องจากโปรตีนของกล้ามเนื้อเกิดการเสียสภาพ ทำให้ประสิทธิภาพการจับตัวของน้ำในกล้ามเนื้อต่ำลง ดังนั้น เนื้อจึงน้ำมีการซึมออกมาด้านนอกหรือตรงผิวหน้าของเนื้อ เมื่อมีแสงมาตกกระทบจึงทำให้มีการสะท้อนกลับของแสงได้มาก ทำให้ค่าสีที่วัดได้มีค่าสูงขึ้น (Warriss and Brown. 1987)

Jaturasitha *et al.* (2004) ศึกษาสีของเนื้อโคลูกผสมบราห์มัน (บราห์มัน x โคพื้นเมืองไทย) (*Bos indicus*) พบว่าค่าสีของเนื้อโคที่ 24 ชั่วโมงมีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 37.40 22.00 และ 6.51 ตามลำดับ ในขณะที่ Shackelford *et al.* (1992) ทำการศึกษาสีของเนื้อจากโคพันธุ์ชาร์โรเล่ส์ (*Bos taurus*) พบว่าค่าสีของเนื้อโคที่ 24 ชั่วโมงมีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 41.70 17.80 และ 12.50 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาของทั้ง 2 งานวิจัยนี้เห็นได้ว่าเนื้อโคลูกผสมบราห์มันจะมีค่า a* สูงกว่า แต่มีค่า L* และ b* ต่ำกว่าโคชาโรเล่ส์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wulf *et al.* (1997) ที่พบว่าโค *Bos taurus* จะมีค่า L* (37.60) และ b* (11.20) สูงกว่าโค *Bos indicus* (36.30 และ 11.10) แต่จะมีค่า a* (23.00) ต่ำกว่า โค *Bos indicus* (23.70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ การศึกษาของ Geesink *et al.* (2006) พบว่าโคสายพันธุ์ *Bos indicus* เป็นโคที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด red fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีปริมาณไมโอโกลบินสูง และในขณะเดียวกันค่า a* ก็มีความสัมพันธ์ทางบวกกับไมโอโกลบิน ส่งผลทำให้ค่า a* ของโค *Bos indicus* สูงกว่า

วรินธร มณีรัตน์ (2551) ศึกษาคุณภาพเนื้อจากกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของโคลูกผสมโดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 โคลูกผสมพันธุ์บราห์มัน (บราห์มัน 50% x พื้นเมืองไทย 50%) กลุ่มที่ 2 โคลูกผสมพันธุ์ชาโรเล่ส์ (ชาโรเล่ส์ 50% x บราห์มัน 25% x พื้นเมืองไทย 25%) กลุ่มที่ 3 โคลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน 50% x บราห์มัน 25% x พื้นเมืองไทย 25%) และกลุ่มที่ 4 โคลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน 75% x บราห์มัน 12.5% x พื้นเมืองไทย 12.5%) พบว่าค่าสีของเนื้อ ค่า L* และ b* ของโคกลุ่มที่ 2 3 และ 4 ซึ่งจัดเป็นโคกลุ่ม *Bos taurus* จะมีค่าสูงกว่าในโคกลุ่มที่ 1 ซึ่งจัดเป็นโคกลุ่ม *Bos indicus* ในขณะที่ ค่า a* ของโคกลุ่มที่ 1 จะมีค่ามากกว่าโคในกลุ่ม *Bos taurus* สาเหตุเนื่องจากโคในกลุ่ม *Bos taurus* จะมีปริมาณเม็ดสีต่ำกว่าในโค *Bos indicus* และโคทั้ง 4 กลุ่มมีค่าสีของเนื้อ โดยมีค่า L* เท่ากับ 39.34 40.08 40.51 และ 41.27 ตามลำดับ ค่า a* เท่ากับ 18.76 17.86 17.63 และ 17.49 ตามลำดับ ค่า b* เท่ากับ 5.82 6.16 6.32 และ 6.57 ตามลำดับ

Limsupavanich *et al.* (2008) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อในระหว่างการวางจำหน่ายเนื้อของกล้ามเนื้อสันนอกของโคพันธุ์พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้าและโคพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรด พบว่า ค่าสีของเนื้อ (L* a* b* และ saturation index) ในโคพันธุ์พื้นเมืองมีค่า (39.4 16.1 6.9 และ 17.5) ต่ำกว่าโคพันธุ์บราห์มัน (43.3 19.3 9.4 และ 21.5) และพบว่าเมื่อระยะเวลาในการวางจำหน่ายนานขึ้นค่าสีของเนื้อทั้งในโคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์บราห์มันจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น

Warren *et al.* (2008) ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์โค (โคเพศผู้ลูกผสมสายพันธุ์ Aberdeen Angus x Holstein-Friesian (AA) และสายพันธุ์ Holstein-Friesian (HF)) และอิทธิพลของอาหาร (เปรียบเทียบระหว่างการเลี้ยงด้วยอาหารข้นและหญ้าหมัก) ที่มีผลต่อความคงตัวของเนื้อ และกลิ่นของเนื้อโค โดยแบ่งการโคที่เข้าฆ่าออกเป็น 3 กลุ่มตามช่วงอายุ คือ 14 19 และ 24 เดือน พบว่า ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของโคทั้งพันธุ์ AA และ HF กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าหมัก ($p \leq 0.001$) และพบว่าค่าออกซิเดชั่นของไขมันจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ รักเกียรติ หน่อแก้ว และคณะ (2551) ศึกษาการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อโคพื้นเมืองไทย โดยแบ่งการเลี้ยงโคออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบแรกเลี้ยงด้วยหญ้ากินนีเพียงอย่างเดียว ระบบที่สองเลี้ยงด้วยหญ้ากินนีร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล พบว่า ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในวันที่เก็บรักษาเนื้อ (วันที่ 0 3 และ 6) ของโคทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ค่า TBARS ของกล้ามเนื้อสันนอกในโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกัน 2 ชนิด

TBARS (mg MDA/kg meat)	หญ้ากินนีสีม่วง	หญ้ากินนีสีม่วง+ถั่วท่าพระสไตโล
วันที่ 0	0.17	0.19
วันที่ 3	0.21	0.22
วันที่ 6	0.25	0.26

ที่มา: รักเกียรติ หน่อแก้ว และคณะ (2551)

Wulf and Wise (1999) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อระหว่างช่วงเวลาที่แตกต่างกันโดยใช้สันนอกจากซากโคขุนลูกผสมเพศผู้ตอน ที่ผ่านการแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อสันนอกที่ได้มาวัดค่าสีโดยมีระยะเวลาในการวัด 0-95 นาที โดยการวัดแต่ละครั้งจะวัดห่างกันครั้งละ 3 นาที พบว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า L* (lightness) ลดลงในช่วง 30 นาทีแรกซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) แต่หลังจาก 30 นาทีไปจนครบ 95 นาที ค่า L* ที่ได้จะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนค่า a* (redness) และ b* (yellowness) จะลดลงในช่วง 75 นาทีซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) หลังจาก 75 นาทีไปจนครบ 95 นาที ค่าทั้งสองจะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.01$)

Cranwell *et al.* (1996) ทำการศึกษาสีของกล้ามเนื้อ *Longissimus* จากแม่โคคัดทิ้งสายพันธุ์ British อายุเฉลี่ย 5 ปี ที่มีระยะเวลาการขุนแตกต่างกัน คือ 0 28 และ 56 วัน พบว่า ระยะการขุนที่นานขึ้นทำให้ค่าสีของเนื้อ (L* a* และ b*) เพิ่มสูงขึ้นโดยมีค่า L* เท่ากับ 32.1 33.5 และ 35.0 ตามลำดับ ค่า a* เท่ากับ 21.2 21.8 และ 23.7 ตามลำดับ และค่า b* เท่ากับ 8.0 8.4 และ 9.6 ตามลำดับ จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การขุนโคด้วยอาหารข้นในระดับสูงเป็นเวลานาน จะมีค่าสีของเนื้อสูงกว่าการขุนโคในระยะสั้น เนื่องจากการการขุนโคเป็นระยะเวลานาน ร่างกายโคจะมีการสะสมของโปรตีนและการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อมากกว่าการขุนในเวลาสั้น

Page *et al.* (2001) รายงานว่าค่าสีของเนื้อ (L* a* และ b*) มีความสัมพันธ์ทางลบกับค่า pH ของเนื้อ ซึ่งค่าความสัมพันธ์ทางลบระหว่างค่าสีของเนื้อและค่า pH เป็นผลมาจากค่าสีในกล้ามเนื้อที่เกิดจากน้ำที่เป็นอิสระเกิดสะท้อนกลับของแสง และเกิด oxygenation ของ myoglobin และเมื่อค่า pH ในเนื้อสูงขึ้น โปรตีนสามารถจับกับน้ำได้มากและมีน้ำที่เป็นอิสระออกมาจากก้อนเนื้อปริมาณน้อย ดังนั้นเมื่อเนื้อที่มีค่า pH สูง เนื้อจะมีสีคล้ำเพราะน้ำที่เป็นอิสระซึมออกมาได้น้อย ทำให้มีการสะท้อนกลับของแสงน้อย

Ozawa *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษาคุณภาพเนื้อของโคพันธุ์เจเปนนีส แบลค (Japanese Black) ใน *M. Longssimus thoracis* ที่จำแนกออกเป็น 4 กลุ่มตามอายุเข้าฆ่า ได้แก่ กลุ่ม A (โคเข้าฆ่าอายุประมาณ 31 เดือน) กลุ่ม B (โคเข้าฆ่าอายุประมาณ 24 เดือน) กลุ่ม C (โคเข้าฆ่าอายุประมาณ 25 เดือน) และกลุ่ม D (โคเข้าฆ่าอายุประมาณ 26 เดือน) พบว่าโคในกลุ่ม A มีค่าความ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่างของเนื้อ (L*) และค่าสีเหลืองของเนื้อ (b*) สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด red fiber (β_R, α_W) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าสีแดงของเนื้อ (a*) อีกด้วย ทั้งนี้ค่าสีของเนื้อมีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรกภายในกล้ามเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะค่า b* ซึ่งเป็นผลมาจากการที่กล้ามเนื้อนั้นๆ มีการสะสมของไขมันแทรกมากเนื้อจึงมีความนุ่ม โดย Wulf *et al.* (1997) รายงานว่า ค่า b* สามารถใช้เป็นตัวทำนายความนุ่มของเนื้อได้อย่างแม่นยำมากที่สุด ซึ่งค่า b* จะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับระดับของ marbling score และมีความสัมพันธ์ทางลบกับค่าแรงตัดผ่านเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าค่า b* มีค่าเพิ่มมากขึ้นหรือมีระดับไขมันแทรกเพิ่มมากขึ้น ความนุ่มของเนื้อก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goni *et al.* (2007) ที่ได้ทำการศึกษาค่าสีในเนื้อโคพื้นเมืองประเทศสเปน จากกล้ามเนื้อสันนอก โดยพบว่าค่า b* มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าแรงตัดผ่านเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ Warriss (2000) กล่าวว่า ในสัตว์ที่มีอายุมากจะมีเม็ดสี myoglobin มากกว่าสัตว์ที่มีอายุน้อย เนื้อของสัตว์ที่มีอายุมากจึงมีสีแดงเข้มมากกว่า และยังพบอีกว่าความเข้มข้นของเม็ดสี myoglobin และ hemoglobin ในสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน

Gatellier *et al.* (2005) ศึกษาค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อและค่าสีของเนื้อในโคพันธุ์ชาร์โรเล่ส์ พบว่า ค่า TBARS ของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเนื้อได้สัมผัสกับอากาศหรือออกซิเจนนานขึ้น สำหรับค่า a* และ b* ในช่วงแรกที่เนื้อได้สัมผัสกับออกซิเจนจะมีค่า a* และ b* สูงแต่เมื่อปล่อยให้เนื้อสัมผัสกับออกซิเจนนานขึ้นทั้งค่า a* และ b* จะลดลง สอดคล้องกับ Zhu and brewer (1998) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสุกร (0 ถึง 7 วัน) พบว่า ค่า a* และ b* ของเนื้อมีค่าสูงขึ้นในช่วงที่ 1 ของการจำลองการจำหน่ายและหลังจากนั้นค่าดังกล่าวจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวอย่างเนื้อโคที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างเนื้อทดลองได้จากโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ (ไม่ตอน) อายุเฉลี่ย 2 ปี น้ำหนักเริ่มต้น 180-200 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัว โดยได้รับสูตรอาหารที่มีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นประมาณ 35:65 ซึ่งมีแหล่งอาหารหยาบต่างกันคือ กลุ่มที่ 1 เปลือกสับปะรดหมัก และกลุ่มที่ 2 หญ้าแพงโกล่าแห้ง ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงโคแสดงไว้ดังตารางที่ 3.1 โดยคำนวณให้โคได้รับโปรตีนหยาบ 640 กรัมต่อวัน และพลังงาน 12.4 เมกะแคลอรี่ต่อวัน เพื่อให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 500 กรัม ตามคำแนะนำของ Kearl (1982) ทำการขุนที่มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง จนกระทั่งโคมีน้ำหนักตัวประมาณ 330-360 กิโลกรัม (อายุประมาณ 3 ปี) จึงขนส่งโคเข้าฆ่าที่โรงฆ่าสัตว์ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม หลังจากฆ่าและลดอุณหภูมิซากในห้องเย็นอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 ชั่วโมงแล้ว ตัดชิ้นส่วนกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 6 ถึงกระดูกสันหลังซี่สุดท้ายจากซากโคทั้งซีกซ้ายและขวา บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท และบรรจุลงในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิของเนื้อ ในระหว่างการขนส่งตัวอย่างเนื้อ (ระยะทาง 119 กิโลเมตร เป็นระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง) จากนั้นจึงนำชิ้นส่วนดังกล่าวเก็บไว้ในห้องเย็น (0–4 องศาเซลเซียส) ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อดำเนินการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงโค (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี (%)	อาหารสูตร 1		อาหารสูตร 2	
	NP	อาหารข้น[1]	NA	อาหารข้น[2]
วัตถุแห้ง (DM)	15.68	88.06	91.17	89.99
อินทรียวัตถุ (OM)	87.36	91.55	90.59	91.74
โปรตีน (CP)	5.34	18.64	2.48	13.46
ไขมัน (EE)	3.78	10.03	2.83	6.12
เยื่อใย (CF)	22.66	-	31.11	-
เถ้า (Ash)	12.64	8.45	9.41	8.26
คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE)	55.58	50.54	54.17	62.15
ผนังเซลล์ (NDF)	62.91	54.85	77.87	57.71
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	36.55	18.99	45.14	20.85
ลิกนิน (ADL)	5.51	1.29	6.29	2.19

อาหารสูตร 1 ใช้กับกลุ่มโคที่ได้รับเปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (NP)

อาหารสูตร 2 ใช้กับกลุ่มโคที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ (NH)

[1] มันเส้น 41.0 กิโลกรัม รำละเอียด 11.0 กิโลกรัม ปาล์ม 30.0 กิโลกรัม กากถั่วเหลือง 9.2 กิโลกรัม กากน้ำตาล 4.0 กิโลกรัม แคลเซียมคาร์บอเนต 0.9 กิโลกรัม ยูเรีย 2.0 กิโลกรัม เกลือ 1.0 กิโลกรัม พรีมิกซ์ 0.7 กิโลกรัม และซัลเฟอร์ 0.2 กิโลกรัม

[2] มันเส้น 50.2 กิโลกรัม รำละเอียด 11.0 กิโลกรัม ปาล์ม 30.0 กิโลกรัม กากน้ำตาล 4.0 กิโลกรัม แคลเซียมคาร์บอเนต 0.9 กิโลกรัม ยูเรีย 2.0 กิโลกรัม เกลือ 1.0 กิโลกรัม พรีมิกซ์ 0.7 กิโลกรัม และซัลเฟอร์ 0.2 กิโลกรัม

ที่มา: ดัดแปลงจากญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และสุชาติ สุขสถิตย์ (2552)

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด–ด่างในเนื้อ (Mettler Toledo: SevenGo™ pH meter SG2, Germany)

2. เครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chomameter CR-300: Konika-Minolta, Centacia, Co. Ltd., Thailand)

3. เครื่องมือวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner–Bratzler Shear Force : Instron Model 1011, USA)

4. เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Vacuum Packaging Machine : VAMA)

5. ถุงพลาสติกชนิดสุญญากาศ (K-Nylon/LLDPE)

6. เตาไฟฟ้า (hot plate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ไขมันรวม (crude fat หรือ ether extract) ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet apparatus) ตู้อบ โถดูดความชื้น กระดาษกรอง และเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง

8. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์โปรตีนรวม (crude protein) ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt: Kjeldatherm) บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ กระดาษกรอง บิวเรต และเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง

9. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เถ้า (ash) ได้แก่ ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible) เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) โถดูดความชื้น และเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง

10.เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ความชื้น (moisture) ได้แก่ ถ้วย crucible ตู้อบ โถดูดความชื้น และเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง

11.เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (lipid oxidation) ได้แก่ เครื่องกลั่น (Vapodest 30) หลอดย่อยโปรตีน บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง เครื่องเขย่าสาร (vortex) และอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (Amersham Phamasia Biotechique: Ultrospec 1100 pro UV/visble spectrophotometer)

12.อุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองการจำหน่ายเนื้อ ได้แก่ ตู้แช่เย็นจัดวางจำหน่ายเนื้อ (refrigerated display case: Snow ball Refrigeration, Pvt. Ltd., India) เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (temperature logger: EBI 20) เครื่องวัดความเข้มของแสง (lux meter) เครื่องวัดสีของเนื้อ ถาดโฟม (SB201) และฟิล์มห่ออาหาร (PVC: polyvinyl chloride)

3.3 สารเคมี

1. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ
2. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

3.4 วิธีดำเนินการวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ และศึกษาคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน และระยะเวลาการบ่มเนื้อต่างกัน

3.4.1.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ไว้ในห้องเย็น (0-4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นทำการตัดแบ่งเนื้อจากกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหน้า (*Longissimus thoracis*) ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 6-12 ของซากซีกซ้าย ประมาณ 100 กรัม บรรจุถุงแบบสุญญากาศไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในถุง K-Nylon/LLDPE (Oxygen Transmission Rate = 9.4 $cm^3/m^2/day/bar/23^\circ C/0\%RH$ และ Water Vapor Transmission Rate = 1.13 $g/m^2/23^\circ C/85\%RH$) เก็บในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ได้แก่ โปรตีน (crude protein) ไขมัน (crude fat) ความชื้น (moisture) และเถ้า (ash) ตามวิธีการของ AOAC (2000)

นำกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลัง (*Longissimus lumborum*) จากซี่โครงซี่ที่ 13 จนถึงปลายกระดูกสันหลังของซากซีกซ้ายมาตัดแบ่งเป็นชิ้นจำนวน 4 ชิ้นๆ ละประมาณ 480 กรัม จากนั้นสุ่มเนื้อ 1 ชิ้นซึ่งถือเป็นการบ่มครบ 1 วัน เพื่อใช้ศึกษาคุณภาพของเนื้อ ได้แก่ ค่า pH (SevenGo™ pH meter SG2, Mettler Toledo, Thailand) ค่าสี (CIE L* a* และ b*/Illuminant C, 0° observer) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force; WBSF) สำหรับเนื้อชิ้นที่ 2 3 และ 4 ทำการบันทึกน้ำหนักและเก็บแบบสุญญากาศไว้ในถุง K-Nylon/LLDPE บ่มในห้องเย็น (0–4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน ตามลำดับ เมื่อครบตามระยะเวลาการบ่มแต่ละครั้ง สุ่มชิ้นเนื้อ 1 ชิ้น เพื่อศึกษาค่า pH ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

3.4.1.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มเนื้อจากตัวอย่างเนื้อสันนอกส่วนหลังจากซากซีกซ้ายอย่างอิสระ ดังแสดงตำแหน่งของการกระจายการสุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อในแต่ละตัวอย่างเนื้อสันนอก (ภาพที่ 3.1)

ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งของการกระจายตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลังจากซากซีกซ้ายตามระยะเวลาการบ่มเนื้อ 1 7 14 และ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.3 ขั้นตอนการศึกษา

(1) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโค โดยนำกล้ามเนื้อสันนอกประมาณ 100 กรัม ซึ่งได้ตัดแต่งส่วนของเอ็นและไขมันบริเวณรอบๆ ชิ้นเนื้อออกแล้ว มาวิเคราะห์หาความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ของตัวอย่างชิ้นเนื้อ

(2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อโค โดยทำการวัดค่า pH ภายในกล้ามเนื้อสันนอกที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน ด้วยเครื่องมือวัดค่า pH ในเนื้อ

(3) ศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษาในถุงสุญญากาศที่ระยะเวลาการบ่ม 7 14 และ 21 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นเนื้อก่อนบ่ม บันทึกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น ($D1$) จากนั้นบรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อในถุงสุญญากาศ แล้วนำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เมื่อครบตามแต่ละระยะเวลาการบ่ม ให้นำตัวอย่างชิ้นเนื้อออกจากถุงและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง บันทึกเป็นน้ำหนักสุดท้าย ($D2$) เพื่อนำไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศ โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศ} = \frac{D1 - D2}{D1} \times 100$$

(4) ศึกษาค่าสีของเนื้อที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อจากข้อ (3) มาตัดส่วนหน้าตัดของเนื้อสันออกประมาณ 1 เซนติเมตร และปล่อยให้สัมผัสอากาศเป็นเวลา 45 นาที (AMSA. 1991) จากนั้นทำการวัดสีบริเวณหน้าตัดของชิ้นเนื้อด้วยเครื่องมือวัดสีเนื้อซึ่งจะแสดงผลในรูปของค่า L* (lightness) a* (redness) b* (yellowness)

(5) ศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกของเนื้อที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อสันนอกจากข้อ (4) ที่ไม่ได้ใช้ในการวัดสีมาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3x4 นิ้ว หนา 1 นิ้ว (โดยประมาณ) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นเนื้อแต่ละชิ้น บันทึกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น ($C1$) นำตัวอย่างชิ้นเนื้อบรรจุในถุงร้อนขุ่นปิดผนึกด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศที่ความร้อนเท่ากับ 5 ความดันเท่ากับ 0 แล้วนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30-45 นาที หรือจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อประมาณ 70 องศาเซลเซียส นำถุงที่บรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกแล้วไปทำให้เย็น โดยการแช่ในน้ำไหลผ่านประมาณ 25-30 นาที หรือจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นเนื้อออกจากถุงแล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกเป็นน้ำหนักสุดท้าย ($C2$) นำไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุก (Devine *et al.* 1999) โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการทำให้สุก} = \frac{C1 - C2}{C1} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

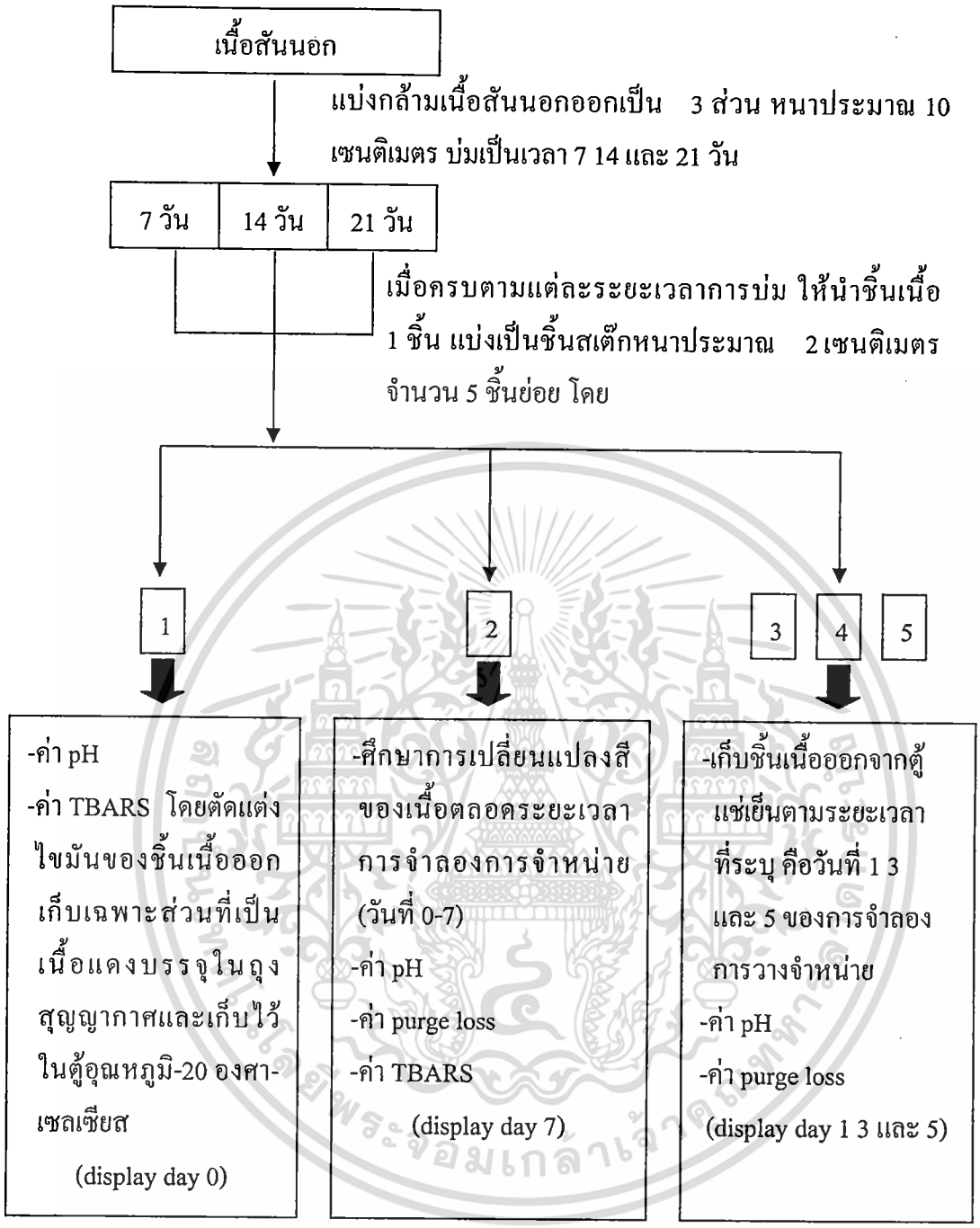
(6) ศึกษาความนุ่มของเนื้อ ด้วยวิธีการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Boccard *et al.* 1981) ที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อจากข้อ (5) มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามแนวความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อให้มีขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 1x3x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวอย่างละประมาณ 20 ชิ้น จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นเนื้อไปวัดค่าความนุ่มของเนื้อด้วยเครื่องมือวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยวางตัวอย่างชิ้นเนื้อให้อยู่ในแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มเนื้อต่างกันในระหว่างการจำลองการวางจำหน่าย

3.4.2.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

นำกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลัง (*Longissimus lumborum*) จากซี่โครงซี่ที่ 13 จนถึงปลายกระดูกสันหลังของซากซีกขวามาตัดแบ่งเป็นชิ้นหนาประมาณ 10 เซนติเมตร จำนวน 3 ชิ้น บ่มในถุง K-Nylon/LLDPE ที่อุณหภูมิ 0–4 องศาเซลเซียส โดยไม่ให้สัมผัสแสงเป็นระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน เมื่อครบตามระยะเวลาการบ่ม สุ่มชิ้นเนื้อ 1 ชิ้น ตัดแบ่งเป็นชิ้นสเต็กหนา 2 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้นย่อย เพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อในการจำลองการวางจำหน่ายในตู้แช่เย็นสำหรับขายเนื้อ (0-4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 วัน ได้แก่ ค่า pH ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ (L* a* และ b*) ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการวางจำหน่าย (purge loss) โดยเนื้อสเต็กชิ้นย่อยที่ 1 ใช้ศึกษาค่า pH และค่า TBARS ของวันเริ่มต้นการจำลองการจำหน่าย (day 0) สำหรับเนื้อสเต็กอีก 4 ชิ้นย่อย นำไปวางในตู้แช่เย็นเพื่อจำลองการวางจำหน่าย กำหนดให้เนื้อสเต็กชิ้นย่อยที่ 2 ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อตลอดเป็นระยะเวลา 7 วัน และเมื่อจำลองการวางจำหน่ายครบ 7 วัน นำชิ้นเนื้อดังกล่าวมาบันทึกค่า pH ค่า TBARS และ purge loss วันที่ 7 ของการจำลองการจำหน่ายเนื้อ (day 7) ส่วนเนื้อสเต็กชิ้นย่อยที่ 3 4 และ 5 ใช้ในการศึกษาค่า pH และ purge loss ในวันที่ 1 3 และ 5 (day 1, 3, 5) ของการจำลองการจำหน่าย ดังแสดงในภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 การเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ และสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการวางจำหน่าย

3.4.2.2 ขั้นตอนการศึกษา

(1) ศึกษาค่า pH ของตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก เมื่อครบระยะเวลาการบ่ม 7 14 และ 21 วัน โดยวัดในวันเริ่มต้นก่อนการจำลองการจำหน่ายและวันที่ 1 3 5 7 ของการจำลองการจำหน่ายด้วยเครื่องวัด pH ในเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยนำชิ้นเนื้อที่ผ่านการบ่มครบในแต่ละระยะเวลาการบ่ม (7 14 และ 21 วัน) มาตัดแบ่งเป็นชิ้นสเต็กหนาประมาณ 2 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น โดยเรียงลำดับจากหัวไปท้ายของชิ้นเนื้อ (ชิ้นที่ 1 เก็บไว้สำหรับศึกษาค่า pH และ TBARS) สำหรับเนื้อสเต็กที่เหลืออีก 4 ชิ้น นำไปบรรจุบนถาดโฟมและห่อด้วยฟิล์มหุ้มอาหาร (PVC; OTR = 300,000 cm^3/micron/m^2/day/23°C/0%RH และ WTR = 2,500 g/micron/m^2/day/23°C/85%RH) กำหนดให้เนื้อสเต็กชิ้นที่ 2 เป็นชิ้นที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อตลอดระยะเวลา 7 วันในการจำลองการจำหน่าย โดยปล่อยให้หน้าตัดของชิ้นเนื้อสัมผัสกับอากาศนาน 45 นาที ก่อนทำการวัดสีของเนื้อ (CIE L* a* b*/Illuminant C, 0° observer) เป็นครั้งแรก (display day 0) ก่อนการวางจำหน่าย ซึ่งจะวัด 3 ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสีให้ครอบคลุมทั้งชิ้นเนื้อ ก่อนนำไปวางในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส ภายใต้ความเข้มแสงเฉลี่ย 904 ลักซ์ (Lifemax TLD 18w/830 warm white 1350 Im; 75 Im/w และ TLD 36w/830 warm white 3350 Im; 93 Im/w, Philips Electronics Co., Ltd. Thailand) เพื่อจำลองการวางจำหน่ายเนื้อ เมื่อครบกำหนดระยะเวลาวันที่ 1 3 และ 5 ของวันจำลองการวางจำหน่ายเนื้อ ให้นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ได้กำหนดไว้ (ไม่ได้ใช้ในการวัดสี) ออกจากตู้แช่เย็น เพื่อนำไปวัดค่า pH และ purge loss ส่วนชิ้นที่ 2 ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อครบ 7 วันของการจำลองการจำหน่าย ให้นำชิ้นเนื้อดังกล่าวออกจากตู้แช่เย็นแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นทำการตัดแต่งไขมันออกเก็บเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อแดงเพื่อหาค่า TBARS

(3) ศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการจำหน่าย (purge loss) โดยก่อนจะนำชิ้นเนื้อสเต็กทั้ง 4 ชิ้นไปบรรจุบนถาดโฟมและหุ้มด้วยฟิล์มห่ออาหารให้นำชิ้นเนื้อสเต็กดังกล่าวไปชั่งน้ำหนักและบันทึกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น ($P1$) และหลังจากครบระยะเวลาวันที่ 1 3 5 และ 7 ของการจำลองการจำหน่าย ให้นำชิ้นเนื้อสเต็กดังกล่าวมาชั่งน้ำหนักและบันทึกเป็นน้ำหนักสุดท้าย ($P2$) เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการวางจำหน่ายจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการวางจำหน่าย} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

(4) ศึกษาค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อโดยการวิเคราะห์ค่า 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS) ดัดแปลงจากวิธีการของ Burk *et al.* (1980) Wang and Liehr. (1995) และ Castellini *et al.* (2002) นำตัวอย่างเนื้อบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อ แล้วนำตัวอย่างเนื้อ 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์เติม 50 mM potassium phosphate buffer 9 มิลลิลิตร ตามด้วย BHT 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่อง homogenizer (13,000 รอบ/นาที) นานประมาณ 1 นาที จากนั้นเทตัวอย่างทั้งหมดในบีกเกอร์ลงในหลอดกลั่นโปรตีน ซึ่งก่อนกลั่นต้องเติม HCl 4 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวน 1.25 มิลลิลิตร และ antifoam ประมาณ 5-6 หยด นำตัวอย่างเข้าเครื่องกลั่นโดยกลั่นให้ได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาในการกลั่น 5 นาที จากนั้นดูดสารละลายที่ได้จากการกลั่นมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาปิด เติมสารละลาย 0.069 M Thiobarbituric acid (TBA) จำนวน 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 55 นาที เขย่าทุกๆ 5 นาที เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงในทันทีโดยการแช่ในน้ำแข็ง แล้วจึงนำออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อนำสารละลายไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า TBARS

สูตรคำนวณหาค่า TBARS

$$\frac{(X \times 10 \times 72)}{Wt \times 1000} \text{ mg MDA/kg meat}$$

เมื่อ X = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

72 = น้ำหนักโมเลกุลของ MDA

Wt = น้ำหนักเนื้อ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.5.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม (pair comparison) ด้วยวิธี t-test ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.5.2 ศึกษาอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองขุน ได้แก่ ค่า pH ค่าสีของเนื้อ ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี General Linear Model (GLM) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + T_i * A_j + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ค่า pH ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T_i = อิทธิพลของอาหารหยาบที่เลี้ยงที่ i, i = 1 และ 2 (1 คือ เปลือกสับปะรดหมัก และ 2 คือ หญ้าแพงโกล่าแห้ง)

A_j = อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j, j = 1 2 3 และ 4 (1 2 3 และ 4 คือ ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน) ยกเว้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บ j = 1 2 และ 3 (1 2 และ 3 คือ ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7 14 และ 21 วัน)

$T_i * A_j$ = อิทธิพลร่วมของอาหารหยาบที่เลี้ยงที่ i และระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อน

3.5.3 ศึกษาอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่ายเนื้อของโคพื้นเมืองขุน ได้แก่ ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการจำหน่าย ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี General Linear Model (GLM) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ดังนี้

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + D_k + T_i * A_j + T_i * D_k + A_j * D_k + T_i * A_j * D_k + E_{ijkl}$$

เมื่อ Y_{ijkl} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการจำหน่าย ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา

T_i = อิทธิพลของอาหารหยาบที่เลี้ยงที่ i, i = 1 และ 2 (1 คือ เปลือกสับปะรดหมัก และ 2 คือ หญ้าแพงโกล่าแห้ง)

A_j = อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j, j = 1 2 และ 3 (1 2 และ 3 คือ ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7 14 และ 21 วัน)

D_k = อิทธิพลของระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายเนื้อที่ k, k = 1 2 3 4 และ 5 (1 2 3 4 และ 5 คือ ระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายเนื้อวันที่ 0 1 3 5 และ 7) ยกเว้น เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการจำลองการจำหน่ายเนื้อที่ k= 1 2 3 และ 4 (1 2 3 และ 4 คือ ระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายเนื้อวันที่ 1 3 5 และ 7) ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อที่ k = 1 และ 2 (1 และ 2 คือ ระยะเวลาในการจำลองจำหน่ายเนื้อวันที่ 0 และ 7)

$T_i * A_j$ = อิทธิพลร่วมของอาหารหยาบที่เลี้ยงที่ i และระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$T_i * D_k$ = อิทธิพลร่วมของอาหารหยาบที่เลี้ยงที่ i และระยะเวลาในการจำลองจำหน่าย-เนื้อที่ k

$A_j * D_k$ = อิทธิพลร่วมของระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j และระยะเวลาในการจำลองจำหน่าย-เนื้อที่ k

$T_i * A_j * D_k$ = อิทธิพลร่วมของอาหารหยาบที่เลี้ยงที่ i และระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j และระยะเวลาในการจำลองจำหน่ายเนื้อที่ k

E_{ijkl} = ค่าความคลาดเคลื่อน

ส่วนอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่าการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อในการจำลองการจำหน่ายเนื้อของโคพื้นเมืองขุน วิเคราะห์ข้อมูลแบบ repeated measurement โดยใช้วิธี mixed model ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอก (*Longissimus thoracis*) ของโคพื้นเมืองขุน

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสันนอกของโคที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน พบว่า เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมัก มีปริมาณไขมันในเนื้อสูงกว่าเนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 2.07 และ 1.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณความชื้น โปรตีนและเถ้าของเนื้อโคทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองขุน (Mean±SE)

องค์ประกอบทางเคมี	แหล่งอาหารหยาบ		Pr > T
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=6)	
ความชื้น (%)	74.24±0.19	74.78±0.20	0.0804
โปรตีน (%)	22.27±0.15	22.17±0.11	0.6184
ไขมัน (%)	2.07±0.16[a]	1.20±0.28[b]	0.0245
เถ้า (%)	1.15±0.01	1.15±0.02	0.8810

[a b] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.2 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคสันนอก (*Longissimus lumborum*) ของโคพื้นเมืองขุน

4.2.1 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่า pH

เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่า pH ต่ำกว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 5.53 และ 5.70 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ผลของระยะเวลาการบ่ม พบว่า เมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้น ค่า pH ของเนื้อลดลง โดยค่า pH ของเนื้อที่บ่มนาน 14 วัน มีค่าต่ำที่สุด (5.48) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเนื้อที่บ่มนาน 1 และ 7 วัน ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากเนื้อที่บ่มนาน 21 วัน ทั้งนี้ พบว่า ค่า pH ของเนื้อที่บ่มนาน 1 7 และ 21 วันไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อ ($p>0.05$)

4.2.2 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่าสีของเนื้อ (colour)

4.2.2.1 ค่าความสว่าง (lightness; L*)

สูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันมีอิทธิพลต่อค่า L* โดยเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่า L* (36.61) สูงกว่า เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง (31.39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่า L* ของเนื้อ และอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่า L* ของเนื้อ ($p>0.05$)

4.2.2.2 ค่าสีแดง (redness; a*)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันไม่มีผลต่อค่า a* ของเนื้อ ซึ่งเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบมีค่า a*ใกล้เคียงกันคือ 17.49 และ 17.23 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ระยะเวลาในการบ่มที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าสีแดง (ค่า a*) ของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเนื้อที่บ่มนาน 1 วันมีค่า a* ต่ำที่สุด (15.29) ซึ่งไม่แตกต่างจากเนื้อที่บ่มนาน 7 วัน (17.00) แต่จะมีค่าต่ำกว่าเนื้อที่บ่มนาน 14 และ 21 วัน (18.47 และ 18.69) ($p<0.05$) ทั้งนี้ ค่า a* ของเนื้อบ่มนาน 7 14 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่า a* ของเนื้อ ($p>0.05$)

4.2.2.3 ค่าสีเหลือง (yellowness; b*)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันไม่มีผลต่อค่า b* ของเนื้อ ซึ่งเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบ มีค่าเท่ากับ 6.82 และ 5.89 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น ค่า b* ของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า เนื้อที่บ่มนาน 1 วันมีค่า b* ต่ำที่สุด (4.40) เมื่อเทียบกับระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้น แต่ค่า b* ของเนื้อที่บ่มนาน 7 14 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 6.13 7.36 และ 7.53 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่า b* ของเนื้อ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (drip loss)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบมีค่าเท่ากับ 1.66 และ 1.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น ($p=0.0544$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.22 1.80 และ 2.03 เปอร์เซ็นต์ ตามระยะเวลาการบ่มที่ 7 14 และ 21 วันตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา ($p>0.05$)

4.2.4 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.04 และ 26.60 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ระยะเวลาการบ่มมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งเนื้อที่บ่มนาน 14 วันมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกสูงที่สุด (27.66 เปอร์เซ็นต์) โดยไม่แตกต่างจากเนื้อที่บ่มนาน 7 และ 21 วัน (25.63 และ 27.65 เปอร์เซ็นต์) แต่มีค่าสูงกว่าเนื้อที่บ่มนาน 1 วัน (24.33 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ($p>0.05$)

4.2.5 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (WBSF)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.05 และ 9.62 กิโลกรัม สำหรับเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาการบ่มมีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อนานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเนื้อที่บ่มนาน 14 และ 21 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 8.23 และ 7.09 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเนื้อที่บ่มนาน 1 และ 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 11.55 และ10.47 กิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างเนื้อที่บ่มนาน 1 และ 7 วัน และระหว่างเนื้อที่บ่มนาน 14 และ 21 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุน (LSMeans)

คุณลักษณะที่ศึกษา	แหล่งอาหารหยาบ (Feed; F)		ระยะเวลาการบ่ม (Ageing; A)				p-value		
	NP	NH	1	7	14	21	F	A	FxA
pH	5.53^{b}	5.70^{a}	5.72^{x}	5.71^{x}	5.48^{y}	5.54^{xy}	0.0145	0.0305	0.7724
L* (lightness)	36.61^{a}	31.39^{b}	32.72	33.50	34.59	35.21	<.0001	0.3710	0.9775
a* (redness)	17.49	17.23	15.29^{y}	17.00^{xy}	18.47^{x}	18.69^{x}	0.7217	0.0075	0.8828
b* (yellowness)	6.82	5.89	4.40^{y}	6.13^{x}	7.36^{x}	7.53^{x}	0.1239	0.0023	0.8670
drip loss (%)	1.66	1.71	-	1.22	1.80	2.03	0.8467	0.0544	0.9972
cooking loss (%)	26.04	26.60	24.33^{y}	25.63^{xy}	27.66^{x}	27.65^{x}	0.5391	0.0324	0.5385
WBSF (kg)	9.05	9.62	11.55^{x}	10.47^{x}	8.23^{y}	7.09^{y}	0.2980	<.0001	0.9551

^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนภายใต้อิทธิพลของแหล่งอาหารหยาบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{xy} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NP คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

NH คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้าหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

WBSF คือ Warner Bratzler shear force (ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ)

- คือ ไม่ได้ทำการศึกษา

4.3 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่ายเนื้อ

4.3.1 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่า pH ของเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่าย

เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่า pH เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายต่ำกว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 5.76 และ 5.83 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

อิทธิพลของระยะเวลาการบ่ม พบว่า เมื่อระยะเวลาในการบ่มเพิ่มขึ้นค่า pH เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายของเนื้อที่บ่มนาน 7 วันและ 21 วันมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่เนื้อที่บ่มนาน 14 วันมีค่าสูงสุดและมีค่าแตกต่างจากเนื้อที่บ่มในวันที่ 7 และ 21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดอาหารหยาบ ระยะเวลาการบ่ม และระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่าย (Feed x Ageing x Time) ไม่มีผลต่อค่า pH ในเนื้อที่ทำการศึกษา ($p>0.05$)

4.3.2 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่าย (purge loss)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายของเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่าสูงกว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.38 และ 1.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น ซึ่งเนื้อที่บ่มนาน 21 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด (1.42 เปอร์เซ็นต์) โดยไม่แตกต่างจากเนื้อที่บ่มนาน 14 วัน (1.25 เปอร์เซ็นต์) แต่มีค่าสูงกว่าเนื้อที่บ่มนาน 7 วัน (1.03 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.24 0.89 1.46 และ 2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายเนื้อที่ 1 3 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดอาหารหยาบ ระยะเวลาการบ่ม และระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่าย (Feed x Ageing x Time) ไม่มีผลต่อค่า purge loss ในเนื้อที่ทำการศึกษา ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อระหว่างการจำลองการจำหน่าย (TBARS)

ค่า TBARS เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายของเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่าไม่แตกต่างกับเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.127 และ 0.128 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นค่า TBARS เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายของเนื้อจะเพิ่มขึ้น โดยค่า TBARS ของเนื้อที่บ่มนาน 7 วันมีค่าเท่ากับ 0.121 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม ซึ่งค่าไม่แตกต่างจากเนื้อที่บ่มนาน 14 วัน (0.126 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม) แต่มีค่าต่ำกว่าเนื้อที่บ่มนาน 21 วัน (0.134 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่าเมื่อระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายเพิ่มขึ้นค่า TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นโดยค่า TBARS ในวันที่ 0 (วันเริ่มต้นก่อนการจำลองการจำหน่าย) มีค่าน้อยกว่าวันที่ 7 ของการจำลองการจำหน่ายเนื้อ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดอาหารหยาบ ระยะเวลาการบ่ม และระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่าย (Feed x Ageing x Time) ไม่มีผลต่อค่า TBARS ในเนื้อที่ทำการศึกษา ($p>0.05$)

4.3.4 ผลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อค่าสีของเนื้อโคในระหว่างการจำลองการจำหน่าย (colour)

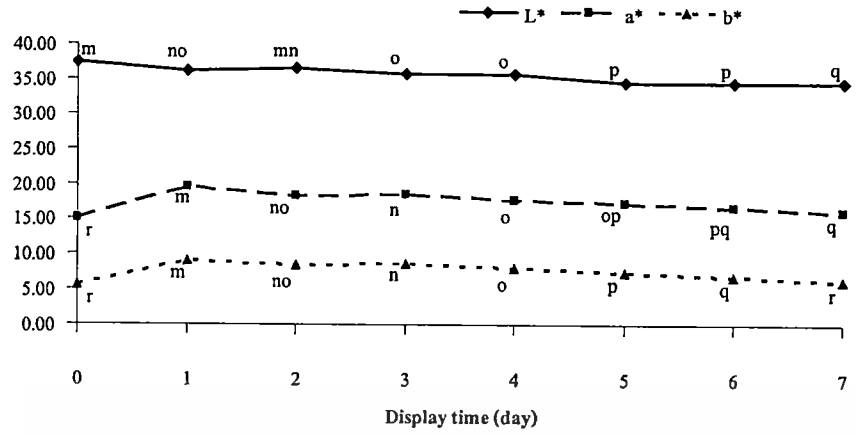
4.3.4.1 ค่าความสว่าง (lightness, L*)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย (ตารางที่ 4.4)

ระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อ โดยพบว่า ค่า L* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายในวันเริ่มต้น (display 0) มีค่าสูงที่สุด (37.42) แต่ค่าไม่ต่างกับเนื้อที่จำลองการจำหน่ายในวันที่ 2 (36.55) และเมื่อระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายเพิ่มขึ้นค่า L* มีค่าลดลงดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.1

แม้ว่าจะไม่พบอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า L* ของเนื้อ แต่การศึกษาครั้งนี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อ ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2 โดยพบว่าเนื้อที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* ไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะในช่วงแรกของการจำลองการจำหน่าย แต่ในช่วงวันที่ 2 ถึง 4 ของการจำลองการจำหน่ายเนื้อที่บ่ม 7 วัน มีแนวโน้มให้ค่า L* (ความสว่าง) มากกว่าเนื้อที่บ่ม 14 และ 21 วัน และเมื่อระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายนานขึ้น (5-7 วัน) พบว่า L* มีค่าลดลงแต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งระยะเวลาการบ่มที่ 7 14 และ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 อิทธิพลของระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ
^{mnopqr} ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.3 อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่ายต่อค่า L*

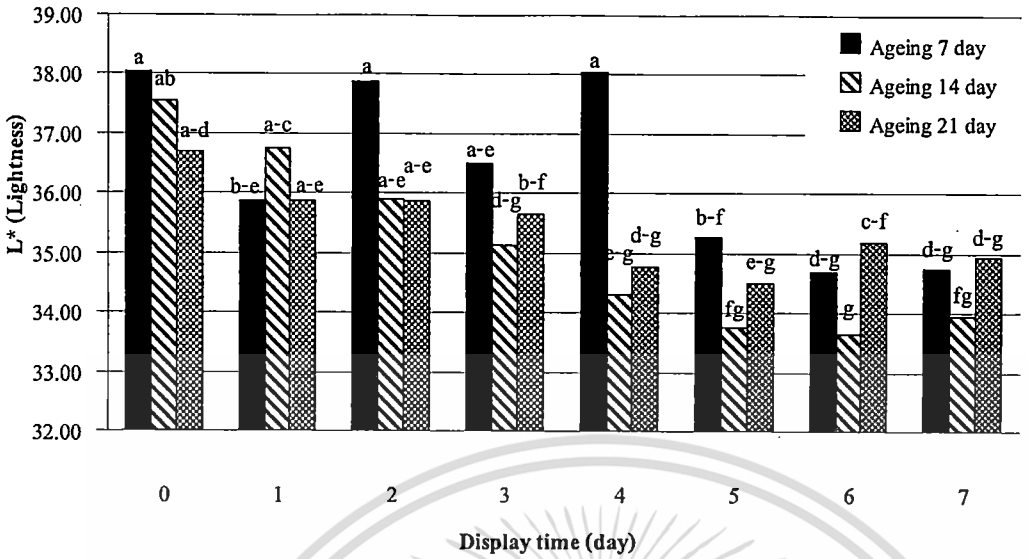
ระยะเวลาจำลองจำหน่าย (วัน)	ระยะเวลาการบ่ม (วัน)			ค่าเฉลี่ย	SEM
	7	14	21		
0	38.03^{a}	37.54^{ab}	36.70^{a-d}	37.42^{m}	0.619
1	35.86^{b-e}	36.76^{a-c}	35.87^{a-e}	36.16^{no}	0.618
2	37.89^{a}	35.88^{a-e}	35.88^{a-e}	36.55^{mn}	0.588
3	36.51^{a-e}	35.13^{d-g}	35.64^{b-f}	35.76^{o}	0.710
4	38.03^{a}	34.30^{e-g}	34.78^{d-g}	35.70^{o}	0.717
5	35.26^{b-f}	33.75^{fg}	34.50^{c-g}	34.50^{p}	0.801
6	34.68^{d-g}	33.64^{g}	35.18^{c-f}	34.50^{p}	0.810
7	34.75^{d-g}	33.94^{fg}	34.93^{d-g}	34.54^{p}	0.811
ค่าเฉลี่ย	36.38	35.12	35.43		
SEM	0.383	0.525	0.409		

^{abcdefg} ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลร่วมของระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{mnop} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L*

^{abcdefg} ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.3.4.2 ค่าสีแดง (redness, a*)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน และอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่า a* ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของเนื้อ พบว่าค่า a* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายในวันที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่เริ่มต้นการจำลองการจำหน่าย โดยมีค่าสูงสุด (19.46) ซึ่งสูงกว่าเนื้อที่ทำการจำลองการจำหน่ายตลอดระยะเวลา 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และหลังจากวันที่ 1 ของการจำลองการจำหน่ายค่า a* ของเนื้อมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดจนถึงวันที่ 7 ของการจำลองการจำหน่าย ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.1

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดอาหารหยาบ ระยะเวลาการบ่ม และระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่าย (Feed x Ageing x Time) ไม่มีผลต่อค่า a* ของเนื้อที่ทำการศึกษา ($p>0.05$)

4.3.4.2 ค่าสีเหลือง (yellowness, b*)

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่า b* ของเนื้อ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4

อิทธิพลของระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า b* ของเนื้อ พบว่า ค่า b* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายของเนื้อในวันที่ 1 มีค่าสูงที่สุด (9.04)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีค่าแตกต่างจากเนื้อที่ทำการจำลองการจำหน่ายตลอดระยะเวลา 7 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.1

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดอาหารหยาบ ระยะเวลาการบ่ม และระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่าย (Feed x Ageing x Time) ไม่มีผลต่อค่า b* ของเนื้อที่ทำการศึกษา ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนในระหว่างการจำลองการจำหน่าย (LSMeans)

คุณลักษณะที่ศึกษา	แหล่งอาหารหยาบ (Feed; F)		ระยะเวลาการบ่ม (Ageing; A)			ระยะเวลาจำลองการจำหน่าย (Time; T)								p-value						
	NP	NH	7	14	21	0	1	2	3	4	5	6	7	F	A	T	FxA	FxT	AxT	FxAxT
pH	5.76^{b}	5.83^{a}	5.77^{y}	5.85^{x}	5.77^{y}	5.73	5.81	-	5.79	-	5.79	-	5.86	0.0350	0.0493	0.1303	0.7396	0.7946	0.1360	0.9411
purge loss (%)	1.38^{a}	1.09^{b}	1.03^{y}	1.25^{xy}	1.42^{x}	-	0.24^{p}	-	0.89^{o}	-	1.46^{n}	-	2.34^{m}	0.0172	0.0431	<.0001	0.7480	0.6270	0.3179	0.9999
TBARS	0.127	0.128	0.121^{y}	0.126^{xy}	0.134^{x}	0.118^{n}	-	-	-	-	-	-	0.136^{m}	0.8349	0.0298	<.0001	0.4534	0.7128	0.0728	0.3011
L*	37.34	33.94	36.38	35.12	35.43	37.42^{m}	36.16^{no}	36.55^{mn}	35.76^{o}	35.70^{o}	34.50^{p}	34.50^{p}	34.54^{p}	0.2474	0.2535	<.0001	0.8050	0.6878	0.0006	0.4744
a*	17.25	17.41	16.52	17.08	18.40	15.00^{r}	19.46^{m}	18.20^{no}	18.40^{n}	17.59^{o}	17.19^{op}	16.66^{pq}	16.16^{q}	0.8605	0.1030	<.0001	0.4947	0.1423	0.2477	0.0728
b*	7.71	7.33	7.44	6.81	8.32	5.57^{r}	9.04^{m}	8.52^{no}	8.57^{n}	8.01^{o}	7.50^{p}	6.78^{q}	6.18^{r}	0.6353	0.1590	<.0001	0.7220	0.0894	0.0811	0.1173

^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนภายใต้อิทธิพลของแหล่งอาหารหยาบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{xy} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{mnopqr} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NP คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

NH คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้าหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

TBARS คือ 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ; มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม)

- คือ ไม่ได้ทำการศึกษา

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอก

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน (ตารางที่ 4.1) พบว่า เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมัก มีปริมาณไขมันในเนื้อสูงกว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ($p<0.05$) เนื่องจากโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีปริมาณการกินได้ของไขมันต่อวันสูงกว่า ขณะเดียวกันองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกสับปะรดหมักมีส่วนประกอบของผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งเป็นส่วนของคาร์โบไฮเดรตโครงสร้างในปริมาณต่ำกว่า และมีโภชนะในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายในปริมาณสูงกว่า ทำให้มีการสร้างและสะสมไขมันในร่างกายสูงกว่าโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ดังรายงานจากผลการศึกษาในโคทดลองกลุ่มเดียวกัน โดยญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และสุชาติ สุขสถิตย์ (2552) ทั้งนี้ Sami *et al.* (2004) รายงานว่าโคที่กินอาหารพลังงานสูงมีผลทำให้มีปริมาณไขมันแทรกในเนื้อสูง สำหรับปริมาณไขมันในเนื้อจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่าเท่ากับ 2.07 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งมีค่าเท่ากับ 1.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของพร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล (2552) และปีย์ชนิตร์ อินทรพรอุดม (2552) ที่รายงานว่าปริมาณไขมันในเนื้อของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 0.58 และ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากโคพื้นเมืองในการศึกษาครั้งนี้เป็นโคพื้นเมืองที่ได้รับการขุนด้วยอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบตลอดระยะเวลา 346 วัน จึงทำให้มีปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสูง สอดคล้องกับ Vestergaard *et al.* (2000) รายงานว่าระบบการเลี้ยงแบบขังคอกและขุนด้วยอาหารข้นจะมีปริมาณไขมันแทรกสูงกว่าระบบการเลี้ยงแบบปล่อย

5.2 อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันต่อคุณภาพเนื้อ

เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่า pH ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง อาจเป็นผลเนื่องมาจากโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีการสร้างกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนที่เป็นกรดอะซิติกสูง และมีสัดส่วนระหว่างกรดอะซิติกกับกรดโพรพิโอนิกสูงกว่าเมื่อเทียบกับโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง (สุชาติ สุขสถิตย์ 2553) ซึ่ง Priolo *et al.* (2001) อธิบายว่าหากสัตว์มีการสร้างกรดอะซิติกสูงจะมีผลต่อการสะสมไกลโคเจนในเนื้อ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปริมาณไกลโคเจนในเนื้อสูง เมื่อสัตว์เข้าสู่กระบวนการฆ่า จะมีความเครียดเกิดขึ้นและมีผลไปเร่งการใช้ไกลโคเจนทำให้เกิดกรดแลคติกเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการลดลงของค่า pH ในเนื้อ เมื่อวัดค่า pH ในเนื้อที่ 45 นาที 3 6 และ 24 ชั่วโมง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดมีอัตราการลดลงของค่า pH เร็วกว่าจึงทำให้เนื้อถึงจุด ultimate pH เร็วกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ดังแสดงค่าการลดลงของ pH ในตารางภาคผนวก ค ที่ 9 รวมทั้งอาจเป็นผลมาจากเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีไขมันหุ้มซากหนากว่า โดยจากการศึกษาของญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และสุชาติ สุขสถิตย์ (2552) พบว่าปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายที่ได้จากการตัดแต่งซากและความหนาของไขมันสันหลังจากซากโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีแนวโน้มสูงกว่าซากโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ซึ่ง Smith *et al.* (1976) อธิบายว่าโคที่มีไขมันหุ้มซากหนาทำให้การระบายความร้อนออกจากซากเป็นไปได้ช้า อุณหภูมิภายในซากจึงลดลงได้ช้า ซึ่งมีผลไปเร่งปฏิกิริยา anaerobic glycolysis เป็นเหตุให้ค่า pH ลดลงถึงค่า ultimate pH เร็วขึ้น จากการที่อัตราการลดลงของค่า pH เร็วกว่าจึงมีผลต่อค่า L* ของเนื้อ (ตารางที่ 4.2) เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีค่า L* สูงกว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ซึ่ง Page *et al.* (2001) รายงานว่าค่า L* ของเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่า pH โดยเมื่อค่า pH ในเนื้อมีค่าต่ำลง โปรตีนในเนื้อจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อยลง ลักษณะผิวหน้าเนื้อจะมีน้ำซึมออกมามากขึ้น ทำให้เกิดการสะท้อนกลับของแสงบนผิวหน้าเนื้อสูงมีผลทำให้ค่า L* ของเนื้อสูง

ในผลการศึกษาครั้งนี้ไม่พบอิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันต่อค่า a* และ b* ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสีของเนื้อจากโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติจากรายงานการศึกษาของ ปีย์ชนิตร์ อินทรพรอุดม (2552) พบว่าผลจากการศึกษาครั้งนี้มีค่า a* สูงกว่าคือมีแนวโน้มให้สีแดงมากกว่า ทั้งนี้ Vestergaard *et al.* (2000) รายงานว่าระบบการเลี้ยงแบบขังคอก ซึ่งมีการให้อาหารที่มีพลังงานสูง จะมีผลทำให้ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองมากกว่าในเนื้อโคที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม ค่า a* เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเม็ดสีในเนื้อ (myoglobin) ซึ่งเป็นโปรตีนกลุ่ม sarcoplasmic proteins (Dunne *et al.* 2005) จากการศึกษาพบว่าเนื้อโคมีค่า a* สูงอาจเป็นผลมาจากการที่โคได้รับการขุนด้วยอาหารข้นในระดับสูงเป็นเวลานาน (346 วัน) โคจึงมีการสร้างของโปรตีนในกล้ามเนื้อได้มากกว่าโคที่ใช้เวลาขุนด้วยอาหารข้นเพียงระยะเวลาสั้นหรือโคที่กินแต่หญ้าเพียงอย่างเดียว ซึ่งจากผลการศึกษานี้ให้ผลไปในทางเดียวกับ Bruce *et al.* (2004) ที่รายงานว่า การขุนโคด้วยอาหารข้นในระดับสูงเป็นเวลานาน ทำให้เนื้อมีค่า a* สูง เนื่องจากการขุนโคในเวลาที่นานกว่านั้น ร่างกายของโคจะมีการสะสมของโปรตีน ในกล้ามเนื้อและไขมันได้มากกว่าการขุนในเวลาสั้น ดังนั้น ค่า a* และ b* จึงสูง

อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ทั้งนี้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในเนื้อมีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า pH และมีผลต่อความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจับกันระหว่างโมเลกุลของโปรตีนกับน้ำในเนื้อ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล 2539; ชัยณรงค์ คันธพนิต 2529) ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อโคทั้ง 2 กลุ่มอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคทั้ง 2 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากอายุของโคทั้ง 2 กลุ่มใกล้เคียงกัน (3 ปี) และมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน (ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และสุชาติ สุขสถิตย์. 2552) ซึ่ง Lawrence *et al.* (2001) รายงานว่า ความนุ่มของเนื้อโคมีผลมาจากอายุโค โดยเนื้อโคที่มีอายุมากจะมีความเหนียวมากกว่าโคที่มีอายุน้อย และความเหนียวของเนื้อจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อโคอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ส่งผลให้เนื้อมีความเหนียว การขุนโคเป็นระยะเวลานานและการให้อาหารพลังงานสูงสามารถลดความเหนียวของเนื้อลงได้เนื่องจากเกิดไขมันแทรกขึ้นในเนื้อ จากการศึกษาในครั้งนี้แม้ว่าเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งจะมีปริมาณไขมันในเนื้อแตกต่างกัน แต่พบว่าระดับไขมันแทรกยังอยู่ในระดับต่ำมากซึ่งยังไม่มีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อที่วัดโดยค่า TBARS พบว่าค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายของเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้งมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) อาจเป็นเพราะเนื้อโคดังกล่าวมีไขมันในเนื้อน้อยและการเก็บรักษาตัวอย่างเนื้อไว้ในถุงสุญญากาศโดยไม่มีออกซิเจนหรือมีปริมาณออกซิเจนน้อยจึงทำให้การออกซิเดชั่นของไขมันเกิดขึ้นได้น้อย ซึ่งการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนในอากาศกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated Fatty Acid; PUFA) และไขมันประเภท PUFA จะมีความไวต่อการออกซิเดชั่นมากกว่าไขมันประเภท Monounsaturated Fatty Acid (MUFA) โดยมีความร้อนและแสงเป็นส่วนประกอบในการทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) ปฏิกิริยา lipid oxidation ทำให้เนื้อเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์หรือเกิดกลิ่นหืน

5.3 อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ

ค่า pH ของเนื้อโคมีการลดลงเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลเนื่องจากการบรรจุเนื้อแบบสุญญากาศโดยใช้ฟิล์มที่ป้องกันการเข้าออกของออกซิเจนได้ดี ทำให้กลุ่มจุลินทรีย์กรดแลคติกมีโอกาสเจริญได้ดี (Jay. 1996) จึงเป็นสาเหตุให้เนื้อที่บ่มมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

สำหรับค่าสีของเนื้อที่วัดได้หลังจากตัดชิ้นเนื้อและปล่อยให้สัมผัสอากาศนาน 45 นาที พบว่าค่า a* และค่า b* มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนค่า L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ Boakye and Mittal. (1996) กล่าวว่าค่า a* มีความสัมพันธ์กับไมโอโกลบินซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นค่า a* มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.2) เป็นผลเนื่องมาจากระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นทำให้กลุ่มของเอนไซม์ในเซลล์กล้ามเนื้อที่ต้องใช้ออกซิเจนในการทำงาน (oxygen utilizing enzymes) เกิดการเสื่อมสภาพ ไมโอโกลบินในเนื้อที่ถูกตัดให้สัมผัสอากาศจึงสามารถเข้าจับกับออกซิเจนได้ดีขึ้นในระหว่าง 45 นาทีของกระบวนการ oxygenation ดังนั้น ทำให้เนื้อที่บ่มนานขึ้นมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น

ค่า b* มีความสัมพันธ์กับอาหาร ปริมาณไขมันแทรก สีของไขมัน ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า b* จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น (Page *et al.* 2001) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า b* ในเนื้อที่ถูกตัดให้สัมผัสอากาศเป็นเวลา 45 นาทีจากการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 4.2) อาจเกี่ยวเนื่องกับความสามารถในการ oxygenate ของเนื้อที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น (1 7 14 และ 21 วัน) ถึงแม้จากการศึกษาครั้งนี้จะพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเพิ่มขึ้น (0.121 0.126 และ 0.134 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อกิโลกรัม) และแม้ว่า Berruga *et al.* (2005) มีรายงานว่าค่า b* มีความสัมพันธ์กับค่า TBARS แต่เนื่องจากค่า a* มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของค่า b* จึงอาจเป็นเพราะความสามารถของไมโอโกลบินในเนื้อที่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลาหนึ่งจะจับกับออกซิเจนได้ดีขึ้นเมื่อเนื้อถูกตัดให้สัมผัสกับอากาศใหม่ๆ

ระยะเวลาการบ่มนานขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อ ($p=0.0544$) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากการลดลงของค่า pH ตามระยะเวลาการบ่ม ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อต่ำลง (Warriss. 2000)

ระยะเวลาการบ่มมีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อนานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในเนื้อออกมาย่อย myofibrillar proteins ได้มากขึ้นทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น (Koohmaraie and Shackelford. 1991) นอกจากนี้ Page *et al.* (2001) กล่าวว่าในระหว่างการบ่มเนื้อ เอนไซม์ภายในกล้ามเนื้อจะทำงานโดยเข้าย่อยโปรตีนให้แตกออกเป็นโมเลกุลย่อย ประกอบกับการลดลงของค่า pH ภายหลังสัตว์ตายเนื่องจากการสลายตัวของไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ ทำให้ปริมาณกรดแลกติกเพิ่มขึ้น และมีผลช่วยเร่งให้เอนไซม์คาเทปซิน (cathepsins) ถูกปล่อยออกมาจากไลโซโซม (lisosome) เพื่อย่อยสลายโปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเส้นใยกล้ามเนื้อได้ จึงทำให้เนื้อโคที่ผ่านการบ่มมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง สอดคล้องกับ ปีย์ชนิตร์ อินทรพรอุดม (2552) ที่พบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติมีค่าลดลงตามระยะเวลาการบ่ม โดยมีค่าเท่ากับ 15.78 14.74 และ 11.56 กิโลกรัม ที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 และ 14 วัน ตามลำดับ ทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ ฉันทวัฒน์ และคณะ (2552) พบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มหญ้าธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 15.31 11.59 8.97 8.31 และ 7.49 กิโลกรัม เมื่อบ่มที่ 1 7 14 21 และ 30 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักและ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง ที่ระยะเวลาการบ่ม 1 วันจากการศึกษามีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (11.25 และ 11.85 กิโลกรัม ตามลำดับ) น้อยกว่าการศึกษาของปีย์ชนิตร์ อินทรพรอุดม (2552) ที่ศึกษาในเนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติที่ระยะเวลาการบ่ม 1 วัน (15.78 กิโลกรัม) อาจเป็นเพราะเนื้อโคพื้นเมืองจากการศึกษาในครั้งนี้ได้รับการขุนด้วยอาหารพลังงานสูงเป็นระยะเวลานานทำให้มีการสร้างโปรตีนในกล้ามเนื้อสูง ซึ่งคอลลาเจนก็เป็นโปรตีนในกล้ามเนื้อชนิดหนึ่งที่มีการสร้างขึ้นมาใหม่เช่นกัน ทั้งนี้ Aberle *et al.* (1981) พบว่า โคที่ได้รับการขุนด้วยอาหารพลังงานสูงเป็นเวลานานจะมีการสร้างโปรตีนรวมถึงคอลลาเจนเพิ่มขึ้น และคอลลาเจนที่สร้างขึ้นใหม่ส่วนใหญ่เป็นคอลลาเจนที่ละลายได้ (soluble collagen) จะมีส่วนที่เป็น intermolecular cross-link น้อย จึงอาจส่งผลให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้น

5.4 อิทธิพลของระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายเนื้อ

อิทธิพลของระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายเนื้อ มีผลต่อการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อโดย TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย เนื่องการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อคือการทำปฏิกิริยากันระหว่างไขมันกับออกซิเจนในอากาศ เมื่อเนื้อได้สัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้นก็ทำให้เนื้อดังกล่าวเกิดการออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสูงขึ้น สอดคล้องกับรักเกียรติ หน่อแก้วและคณะ (2551) ศึกษาการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อโคพื้นเมือง โดยแบ่งการเลี้ยงโคออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบแรกเลี้ยงด้วยหญ้ากินนีเพียงอย่างเดียว ระบบที่สองเลี้ยงด้วยหญ้ากินนีร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล พบว่า ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในวันที่เก็บรักษาเนื้อ (วันที่ 0 3 และ 6) ของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อในวันที่เก็บรักษาจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่ง O'Neill *et al.* (1998) รายงานว่า กระบวนการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันเป็นสาเหตุสำคัญที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อ

ค่า L* ของเนื้อ (ภาพที่ 4.1) มีค่าลดลงจากวันเริ่มต้นก่อนการจำลองการจำหน่ายอย่างต่อเนื่องและหลังจากนั้น (วันที่ 4 ของการจำลองการจำหน่าย) ค่าจะค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาในการจำลองการจำหน่าย จากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ค่า L* ของเนื้อตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายของการบ่มเนื้อที่ 7 วัน มีค่าไม่คงที่ อาจเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของค่า pH ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า pH ของเนื้อที่ระยะเวลาการบ่มที่ 7 วัน (ตารางภาคผนวก ง ที่ 7) มีค่าไม่คงที่เช่นกัน การเปลี่ยนแปลงของค่า pH อาจเป็นเพราะเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นมีการสลายตัวของ nitrogenous compounds เป็น ammonia และกลุ่ม diffusable ions ที่ทำปฏิกิริยากับกรดแลคติกถูกสร้างขึ้นโดยแบคทีเรียกรดแลคติก ทำให้เกิดการ neutralization ของค่า pH (Pierson and Fox. 1976) นอกจากนี้อาจเป็นเพราะในช่วงระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7 วัน มีส่วนเกี่ยวข้องกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเอนไซม์ในเนื้อที่ยังมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น (14 และ 21 วัน) เอนไซม์ในเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลง (De Smet *et al.* 2004) ทำให้ค่า pH ของเนื้อค่อนข้างคงที่ ส่งผลให้ค่า L* ของเนื้อมีค่าลดลงอย่างสม่ำเสมอมากขึ้น ซึ่งเนื้อสันนอกที่ผ่านการบ่มนานกว่า 7 วัน คือที่ 14 และ 21 วัน ค่า L* ของเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าลดลง (สว่างลดลง) เกือบตลอดช่วงเวลาการจำลองการจำหน่าย ดังนั้น เนื้อที่บ่มเป็นเวลา 14 และ 21 วัน อาจมีข้อจำกัดในค่า L* ที่อาจลดลงคือสีคล้ำเร็วขึ้นในระหว่างจำหน่าย ทั้งนี้มีงานวิจัยก่อนหน้านี้ระบุว่าเนื้อที่ผ่านการบ่มนานขึ้นมักมีความสามารถในการ oxygenate (bloom) ได้ดี (Ledward 1992) แต่ความคงทนของสีในระหว่างการจำหน่ายมักจะลดลงด้วย (O'Keefe and Hood. 1982)

ค่า a* และ b* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย (ภาพที่ 4.1) มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 ของการจำลองการจำหน่าย ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่า a* และ b* ของเนื้อในวันที่ 1 ของการจำลองการจำหน่ายอาจเป็นเพราะว่าช่วงเวลาที่ทำการวัดสีของเนื้อในวันเริ่มต้นก่อนการจำลองการจำหน่าย (45 นาทีภายหลังจากที่เนื้อสัมผัสกับออกซิเจน) ไม่เพียงพอในการ oxygenation แต่เมื่อเวลาผ่านไปเนื้อมีโอกาสได้สัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้นจึงทำให้ค่าสีของเนื้อเพิ่มขึ้น และเมื่อระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายเพิ่มขึ้นเป็นวันที่ 2-7 ค่า a* และ b* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งการลดลงของค่า a* หลังจากวันที่ 1 ของการจำลองการจำหน่าย เป็นเพราะเมื่อเนื้อได้สัมผัสกับออกซิเจนเป็นระยะเวลานานทำให้ myoglobin เปลี่ยนไปอยู่ในสภาวะ metmyoglobin ซึ่งมีสีเขียวออกน้ำตาลทำให้ค่า a* ของเนื้อมีค่าลดลง (Gatellier *et al.* 2005) สอดคล้องกับ Zhu and Brewer (1998) ที่ศึกษาในเนื้อสุกรและพบว่าค่า a* และ b* ของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 1 ของการจำลองการจำหน่ายเนื้อและค่อยๆ ลดลงจนถึงวันที่ 7 ของการจำลองการจำหน่าย

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย (ตารางที่ 4.4) มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.24 0.89 1.46 2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น 1 3 5 และ 7 วัน อาจเป็นผลเนื่องจากอิทธิพลของค่า pH ที่ลดลงตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย ทำให้โปรตีนในเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงน้ำจึงซึมผ่านออกมามากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

(1) อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักมีผลทำให้ปริมาณไขมันแทรกในเนื้อสูงกว่า สีของเนื้อมีความสว่างมากกว่า เนื่องมาจากค่า pH ในเนื้อที่ลดลงมากกว่า แต่ไม่มีผลต่อปริมาณการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาและระหว่างการทำให้สุก นอกจากนี้ ปัจจัยดังกล่าวไม่มีอิทธิพลต่อความเหนียวนุ่มของเนื้อและการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเมื่อเทียบกับเนื้อโคที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง

(2) อิทธิพลของระยะเวลาการบ่ม

ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในเนื้อ โดยค่า pH ลดลงตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อค่าความสว่างของเนื้อ (L*) ทั้งนี้ ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้อมีกระบวนการ oxygenation ส่งผลให้ค่าสีแดงและสีเหลืองของเนื้อ (a* และ b*) เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากการบ่มเนื้อทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของ oxygen utilizing enzymes ในเนื้อจึงทำให้ไมโอโกลบินในเนื้อสามารถจับกับออกซิเจนได้ดีขึ้น

เนื้อโคพื้นเมืองที่ขุนด้วยอาหารข้นอาจไม่มีความจำเป็นต้องบ่มถึง 21 วัน เนื่องจากค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงตามระยะเวลาการที่เพิ่มขึ้นในวันที่ 1 7 และ 14 อย่างต่อเนื่อง แต่ที่ระยะเวลาการบ่มที่ 21 วัน ไม่พบความแตกต่างกับระยะเวลาการบ่มที่ 14 วัน

(3) อิทธิพลของระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย

ระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายมีผลทำให้ค่าความสว่างของเนื้อมีค่าลดลงตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 1 ของการจำลองการจำหน่ายแต่เมื่อระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายเพิ่มขึ้น คือตั้งแต่วันที่ 2 – 7 ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองของเนื้อมีค่าลดลง การสูญเสียน้ำหนักและการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ อิทธิพลร่วมของระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายมีผลต่อค่าความสว่างของเนื้อ โดยในช่วงต้นของการจำลองการจำหน่าย (ประมาณ 4 วันแรก) เนื้อที่ผ่านการบ่ม 7 วัน มีความสว่างมากกว่าเนื้อที่บ่มเป็นเวลานานกว่า (14 และ 21 วัน) แต่เมื่อระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายนานขึ้น พบว่า เนื้อที่ผ่านการบ่มทั้ง 7 14 และ 21 วัน มีความสว่างลดลงและมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อสังเกตและเสนอแนะ

(1) เนื้อของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักร่วมกับอาหารข้น มีแนวโน้มจะให้คุณลักษณะปรากฏในด้านความสว่างของเนื้อที่ดีกว่า เนื่องจากปัจจัยทางด้านสีเป็นตัวที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกซื้อเนื้อของผู้บริโภค ซึ่งจะเห็นได้ว่าโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกเปลือกสับปะรดหมักมีสีของเนื้อที่ดีกว่าอาจเป็นจุดเด่นในการที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจในการเลือกซื้อ

(2) การบ่มเป็นการช่วยเพิ่มหรือปรับปรุงคุณภาพเนื้อทางด้านความนุ่ม แต่ในเนื้อโคพื้นเมืองการบ่มเนื้อไม่ได้ช่วยทำให้เนื้อนุ่มมากขึ้น ดังนั้นอาจไม่มีความจำเป็นในการบ่มหรือหากมีความต้องการที่จะทำให้เนื้อโคพื้นเมืองนุ่มขึ้น ควรใช้เทคโนโลยีทางด้านอื่นแทนการบ่ม หรืออาจหาเทคโนโลยีทางด้านอื่นมาใช้ควบคู่ไปกับการบ่ม เช่น การกระตุ้นซากด้วยกระแสไฟฟ้า หรือการเก็บซากไว้ในที่อุณหภูมิสูงก่อนที่จะนำไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ให้ออกมาทำงานเร็วขึ้น และเพื่อลดระยะเวลาในการบ่ม การกระตุ้นซากด้วยกระแสไฟฟ้านอกจากจะมีส่วนช่วยในการปรับปรุงความนุ่มของเนื้อแล้วยังมีส่วนช่วยทำให้สีของเนื้อมีความสดใสเพิ่มขึ้นอาจเป็นการเพิ่มคุณภาพทางด้านสีของเนื้อได้ด้วยเนื่องจากเนื้อโคพื้นเมืองโดยทั่วไปมีสีเข้มและเมื่อใช้กับโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักอาจเป็นการทำให้เนื้อโคพื้นเมืองมีสีที่ดูน่าซื้อมากขึ้น

(3) ในกรณีหากมีการนำเนื้อโคพื้นเมืองไปวางจำหน่ายในลักษณะทำการจำลองการจำหน่าย (display) ในตู้แช่เย็น ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้เห็นว่าควรบ่มเนื้อเป็นระยะเวลา 7 วัน เนื่องจากระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7 วัน ค่าความสว่างของเนื้อสูงกว่าเนื้อที่บ่ม 14 และ 21 วัน และอายุในในการวางจำลองการจำหน่ายอยู่ที่ประมาณ 4 วันโดยดูจากการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่าย เพราะการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะดูที่ลักษณะปรากฏทางด้านสีของเนื้อเป็นหลัก แต่หากต้องพิจารณาควบคู่ไปกับความนุ่มของเนื้อ ก็มีความเห็นว่าควรเลือกเนื้อที่การบ่ม 14 วันมาจำลองการจำหน่ายเนื่องจากความนุ่มของเนื้อและค่าสีของเนื้อ รวมทั้งอายุการเก็บรักษาเนื้อที่ระยะเวลาการบ่มที่ 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกับเนื้อที่บ่ม 21 วัน ดังนั้น ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องบ่มเนื้อไปจนถึง 21 วัน เพราะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. 2545. **หญ้าแพงโกล่า.** กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมปศุสัตว์. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมปศุสัตว์. 2550. **โคพื้นเมือง.** [online]. Avaiable : http://www.dld.go.th/home/biocow.html. [18/12/51]

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2547. "การใช้เศษเหลือและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง." หน้า 562–581. ใน **รายงานผลการวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์.** กรุงเทพฯ : กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

จินดา สนิทวงศ์ฯ, รักไทย อินทรสุขศรี, สุทิน ภู่ขวัญเมือง, กิจจา เกษรสุคนธ์, เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์ และภานุเดช สุทัศน์ ณ อยุธยา. 2524. "การศึกษาเปรียบเทียบการใช้หญ้าสดกับเปลือกสับปะรดเป็นอาหารโค." หน้า 76-85. ใน **รายงานผลการวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์.** กรุงเทพฯ : กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. **คุณภาพเนื้อภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : สุพีเรียพริ้นติ้งเฮ้าส์.

ฉันทวัฒน์ อาชวาคม กันยา ตันติวิสุทธิกุล ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. "การศึกษาความนุ่มของเนื้อโคกำแพงแสนและเนื้อโคพื้นเมืองที่ระยะเวลาการบ่มต่างกัน." หน้า. 71-75. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ: โรงแรมรามาการ์เดนส์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และสุชาติ สุขสถิตย์. 2552. "ปริมาณการกินได้ สมรรถนะการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน." หน้า 65-70. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1.** กรุงเทพฯ: โรงแรมรามาการ์เดนส์.

ธนนันท์ ศุภกิจจานนท์. 2547. "คุณภาพซากและผลตอบแทนในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดบราห์มัน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นันทนา ช่วยชูวงศ์. 2540. "การเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้อ 5 พันธุ์ ที่มีอยู่ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรารถนา พฤกษะศรี สมบัติ ศรีจันทร์ ชัยณรงค์ คันธพนิต และสมศักดิ์ เพียบพร้อม. 2533. "อิทธิพลของพันธุ์โค อายุโค และชนิดของอาหารหยาบในการเลี้ยงโคขุน." หน้า 153. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 28**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปีย์ชนิตร์ อินทรพรอุดม. 2552. "คุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองและโคลูกผสมพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ระบบการผลิตเนื้อโคในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2552. คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อโค. หน้า. 35-44. ใน จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และพรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ (บรรณาธิการ). คุณค่าเนื้อโคไทย. ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

มาลัย จงเจริญ. 2546. " คุณภาพซาก และผลตอบแทนในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูง จากโคลูกผสมเลือด Charolais." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รักเกียรติ หน่อแก้ว ธำรงศักดิ์ พลบำรุง จีรวัส เข็มสวัสดิ์ เทอดชัย เวียรศิลป์ มิชาเอล วินเค และสัญชัย จตุรสิทธา. 2551. "คุณภาพเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงปล่อยพืชอาหารหยาบต่างกัน." หน้า 3–10. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาสัตว์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลลิศรา ศรีสุวรรณ. 2551. "อิทธิพลของระบบการผลิตโคเนื้อและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

วรินธร มณีรัตน์. 2551. "อิทธิพลของพันธุ์ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการขุนโค." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตร์.

วิชิต พรหมอินทร์. 2549. "คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อโคขุนภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ส าขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศรเทพ ธัมวาสร. 2551. "คุณค่าภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคเนื้อที่ได้รับวีนัสและกากน้ำตาล." ใน **รายงานผลการศึกษาทดลองพิเศษ เรื่อง การใช้วีนัสในการเลี้ยงสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต**. สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด, สกลนคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาติ สุขสถิตย์. 2553. "ผลของเปลือกสับปะรดหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองภาคใต้ขุน." ระหว่างตีพิมพ์

Aberle, E.D., Reeves E.S., Judge M.D., Hunsley R.E. and Perry T. W. 1981. "Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: Time on a high energy diet." **J. Anim. Sci.** 52: 757-763.

Acker, D. and Cunningham, M. 1991. **Animal Science and Industry.** New Jersey : Prentic-Hall Inc.

AMSA. 1991. **Guideline for meat color evaluation. American Meat Science Association,** Illinois, USA.

Andersen, J.R., Borggaard, C., Rasmussen, A.J., Houmøller, L.P. 1999. "Optical measurements of pH in meat." **Meat Sci.** 53: 135-141.

AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. **The Association of official chemists.** Washington DC, USA.

Berruga, M.I., Vergara, H. and Gallego, L. 2005. "Influence of packaging conditions on microbial and lipid oxidation in lamb meat." **Small Rumin. Res.** 57: 257-264.

Boakye, K. and Mittal G.S. 1996. "Changes in colour of beef m. Longissimus dorsi muscle during ageing." **Meat Sci.** 42: 347-354.

Boccard, R., Buchter, L., Casteels, E., Cosentino, E., Dransfield, E., Hood, D.E., Joseph, R.L., MacDougall, D.B., Rhodes, D.N., SchÖn I., Tinbergen, B.J. and Touraille,C. 1981. "Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments." **Lives. Prod. Sci.** 8: 385-397.

Boehm, M.L., Kendall, T.L., Thompson, V.F. and Goll, D.E. 1998. "Changes in the Calpains and Calpastatin During Postmortem Storage of Bovine Muscle." **J. Anim. Sci.** 76 : 2415-2434.

Bowling, R.A., Riggs, J.K., Smith, G.C., Carpenter, Z.L., Reddish, R.L. and Butler, O.D. 1978. "Production carcass and palatability characteristics of steers produced by different management systems." **J. Anim. Sci.** 46: 333-340.

Briskey, E. J. 1963. "Etiological status and associated studies in pale soft and exudative porcine musculature." Adv. Food Res. 13.

Bruce, H.L., Stark, J.L. and Beilken, S.L. 2004. "The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses." **Meat Sci.** 67: 261-268.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Burk, R.F., Trumble, M.J. and Lawrence, R.A. 1980. "Rat hepatic cytosolic glutathione-dependent enzyme protection against lipid peroxidation in the nadph-microsomal lipid peroxidation system." **Biochimica et Biophysica Acta.** 618: 35-41.

Castellini, C., Mugnai, C. and Bosco, A.D. 2002. "Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality." **Meat Sci.** 60: 219-225.

Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M. and Dufey, P. A. 2003. "Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content." **Meat Sci.** 63: 491-500.

Cranwell, C.D., Unruh, J.A., Brethour, J.R. and Simms, D.D. 1996. "Influence of steroid implants and concentrate feeding on carcass and longissimus muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows." **J. Anim. Sci.** 74: 1777-1783.

De Semet, S. 2004. Workshop Meat Quality, Chaokhuntaharn Buildings, KMITL, Thailand, 2-3 April .

Dennis, E. B. 1997.**Quality and Yield Grades for Beef Carcasses** .University of Nebraska Extension Meats Specialist. [online]. Avaiable : http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article =1354&context=extensionhist. [18/12/51]

Devine, C.E., Wahlgren, N.M. and Tornberg, E. 1999. "Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef m. Longissimus thoracicus et lumborum." **Meat Sci.** 51: 61-72.

Dunne, P.G., O'Mara, F.P., Monahan, F.J., French, P. and Moloney, A.P. 2005. "Colour of muscle from 18-month-old steers given long-term daily exercise." **Meat Sci.** 71: 219-229.

Dunne, P.G., O'Mara, F.P., Monahan, F.J. and Moloney, A.P 2006. "Changes in colour characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and M. *longissimus dorsi* of heifers fed grass, grass silage or concentrate-based diets." **Meat Sci.** 74 : 231-241.

French, P. O'Riordan, E.G. Monahan, F.J. Caffrey, P.J. Mooney, M.T. Troy, D.J. and Moloney, A.P. 2001. "The Eating Quality of Meat of Sterrs Feed Grass and/or Concentrates." **J. Anim. Sci.** 79 : 379-386.

Gatellier, P., Mercier, Y., Juin, H. and Renerre, M. 2005. "Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from charolais cattle." **Meat Sci.** 69: 175-186.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Geesink, G.H., Kuchay, S., Chishti, A.H. and Koohmaraie, M. 2006. " μ – calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins " . **J. Anim. Sci.** 84: 2834 – 2840.

George-Evins, C.D., Unruh, J.A., Waylan, A.T. and Marsden, J.L. 2004. "Influence of quality classification, aging period, blade tenderization, and endpoint cooking temperature on cooking characteristics and tenderness of beef gluteus medius steaks." **J. Anim. Sci.** 82: 1863-1867.

Goñi, M.V., Beriain, M.J., Indurain, G. and Insausti, K. 2007. "Predicting longissimus dorsi texture characteristics in beef based on early post-mortem colour measurements." **Meat Sci.** 76: 38-45.

Gray, J.I., Gomaa, E.A. and Buckley, D.J. 1996. "Oxidative quality and shelf life of meat." **Meat Sci.** 43: 111-123.

Grigen Naón, J.J., Schor, A., Cossu, M.E., Cervini, M.L. and Colombatto, D. 2007. "Relationship between short term energy supplementation and meat quality of steers in Argentina." 95-96. In **Proceedings of 53rd international congress of meat science and technology**. Beijing: China Agricultural Universty.

Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S.M. 2005. " Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes ". **Meat Sci.** 71: 194 – 204.

Ilian, M.A., Bekhit, A.E. and Bickerstaffe, R. 2004. "The relationship between meat tenderization myofibril fragmentation and autolysis of calpain 3 during post-morterm ageing." **Meat Sci.** 66: 387-397.

Jaturasitha, S., Norkeaw, R., Vearasilp, T., Wicke, M. and Kreuzer, M. 2009. "Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened on Guinea grass (Panicum maxima) or Guinea grass-legume (Stylosanthes guianensis) pastures." **Meat Sci.** 81: 155-162.

Jaturasitha, S., Thirawong, P., Leangwunta, V. and Kreuzer, M. 2004. "Reducing toughness of beef from Bos indicus draught steers by injection of calcium chloride: Effect of concentration and time postmortem." **Meat Sci.** 68: 61-69.

Jay, J. M. 1996. **Modern Food Microbiology.** 5th Edition. Microbiology of modified atmosphere packaged meat. New York: Chapman & Hall.

Johnson, D.D., Huffman, R.D., Williams, S.E. and Hargrove, D.D. 1990. "Effects of percentage brahman and angus breeding age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics." **J. Anim. Sci.** 68: 1980-1986.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kearl, L.C. 1982. **Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries.** Logan Utah: International Feed-stuffs Institute, Utah State University.

Kerth, C.R., Braden, K.W., Cox, R., Kerth, L.K. and Rankins, J.D.L. 2007. "Carcass sensory fat color and consumer acceptance characteristics of angus-cross steers finished on ryegrass (lolium multiflorum) forage or on a high-concentrate diet." **Meat Sci.** 75: 324-331.

Koch, R.M., Crouse, J.D., Dikeman, M.E., Cundiff, L.V. and Gregory, K.E. 1988. "Effect of marbling on sensory Panel Tenderness in Bos taurus and Bos indicus Crosses." **J. Anim. Sci.** 66(Suppl.1): 305 (Abstr.).

Koohmaraie, M. 1996. "Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat." **Meat Sci.** 43: 193-201.

Koohmaraie, M. and Shackelford S.D. 1991. "Effect of calcium chloride infusion on the tenderness of lambs fed a beta-adrenergic agonist." **J. Anim. Sci.** 69: 2463-2471.

Lawrie, R. A. 2006. **Meat science.** 7th ed, Washington D.C.

Lawrence, T.E., Whatley, J.D., Montgomery, T.H., Perino L.J. and Dikeman, M.E. 2001. "Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle." **J. Anim. Sci.** 79: 2092 - 2096.

Ledward, D.E. 1992. "Color of law and cooked meat." In: The Chemistry of Muscle-Based Foods. Eds. Ledward, E.D., Johnson, D.E. an. Knight, M.K. **The Royal Society of Chemistry.** Cambridge: Cabi publishers.

Limsupavanich, R., Thumdee, A., Pilasombat, K. and Sethakul, J. 2008. "Display quality of *longissimus* steaks from natural grass grazed native thai and pineapple byproducts-fed brahman cross-bred cattle." in **Proceedings of the 13th Animal Science Congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies.** Hanoi : Animal Husbandry Association of Vietnam.

Luckett, R.L., Bidner, T.D., Icaza, E.A. and Turner, J.W. 1975. "Tenderness studies in straghtbred and crossbred steers." **J. Anim. Sci.** 53 : 468-475.

Maddock, K. R., Huff-Lonergan, E., Rowe, L. J. and Lonergan, S. M. 2005. "Effect of pH and ionic strength on μ and m-calpain inhibition by calpastatin." 83. : 1370-1376.

Mckeit, F.K., Savell, J.W., Smith, G.C., Dutson, T.R. and Carpenter, Z.L. 1985. "Tenderness of major muscle three breed type of cattle at different time on feed." **Meat Sci.** 13: 151-166.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moloney, A.P., Keane, M.G., Dunne, P.G., Mooney, M.T. and Troy, D.J. 2008. "Effect of concentrate feeding pattern in a grass silage/concentrate beef finishing system on performance selected carcass and meat quality characteristics". **Meat Sci.** 79: 355-364.

Nishimura, T., Lin, A., Hattori, A. and Taknhashi, K. 1998. "Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem aging of beef." **J. Anim. Sci.** 76: 528-532.

Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N.D., Wood, J.D., Nute, G. R. and Richardson, R.I. 2005. "Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds." **Livest. Prod. Sci.** 94: 137-147.

O'Connor, S.F., Tatum, J.D., Wulf, D.M., Green, R.D. and Smith, G.C. 1997. "Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle." **J. Anim. Sci.** 75: 1822-1830.

O'Halloran, G.R., Troy, D.J. and Buckley, D.J. 1997. "The relationship between early postmortem pH and the tenderization of beef muscles." **Meat Sci.** 45: 239-251.

O'Keeffe, M. and Hood, D.E. 1982. "Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differeing colour stability." Meat Sci 7: 209-228.

O'Neill, L.M., Galvin, K., Morrissey, P.A. and Buckley, D.J. 1998. "Inhibition of lipid oxidation in chicken by carnosine and dietary α-tocopherol supplementation and its determination by derivative spectrophotometry." **Meat Sci.** 50: 479-488.

Ozawa, S., Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Matsumoto, S., Itoh, N., Itagaki, K., Kohno, Y. and Dohgo, T. 2000. "The characteristics of muscle fiber types of *longissimus thoracis* muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers." **Meat Sci.** 54: 65-70.

Page, J.K., Wulf D.M. and Schwotzer T.R. 2001. "A survey of beef muscle color and pH." **J. Anim. Sci.** 79: 678-687.

Pearson, A.M. and Young, R.B. 1989. **Muscle and meat biochemistry**. San Diego: Academic Press.

Pierson, C.J. and Fox, J.D. 1976. "Effect of postmortem aging time and temperature on pH, tenderness and soluble collagen ractions in bovine *Longissimus* muscle. " **J. Anim. Sci.** 43: 1206-1210.

Platter, W.J., Tatum, J.D., Belk, K.E., Koontz, S.R., Chapman, P.L. and Smith, G.C. 2005. "Effects of marbling and shear force on consumers' willingness to pay for beef strip loin steaks." **J. Anim. Sci.** 83: 890-899.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Priolo, A., Micol, D. and Agabriel, J. 2001. "Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review." **Animal Research.** 50: 185-200.

Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S. and Dransfield, E. 2002. "Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality." **Meat Sci.** 62: 179-185.

Riley, D.G., Johnson, D.D., Chase, J.C.C., West, R.L., Coleman, S.W., Olson, T.A. and Hammond, A.C. 2005. "Factors influencing tenderness in steaks from brahman cattle." **Meat Sci.** 70: 347-356.

Sami, A.S., Augustini, C. and Schwarz, F.J. 2004. "Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls." **Meat Sci.** 67: 195-201.

Sethakul, J., Opatpatanakit, Y., Sivapirunthep, P. and Intrapornudom, P. 2008. "Beef quality under production systems in Thailand: preliminary remarks." In Asian-Australasian association of animal production societies. in **Proceedings of the 13th animal science congress of the Asian-Australasian association of animal production societies**. Hanoi: Animal husbandry association of Vietnam.

Shackelford, S.D., Wheeler, T.L. and Koohmaraie, M. 1997. "Tenderness classification of beef: I. Evaluation of beef longissimus shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness." **J. Anim. Sci.** 75: 2417-2422.

Smith, G.C., Duston T.R., Hostetler R.L. and Carpenter Z.I. 1976. "Fatness rate chilling and tenderness of lamb." **J. Food. Sci.** 41: 748-756.

Uriyapongson, S., Potchanapa, R., Sankaew, A., Tatong, T., Toburan, W. and Uriyapongson, J. 2005 "Comparative study on composition of meat, eating quality and appearance of loin from 4 Native Thai cattle." T70. In Rowlinson, P., Wachirapakorn, C., Pakdee, P., and Wanapat, M. in **Proceedings of AHAT/BSAS International Conference.** Khon Kaen : Khon Kaen University.

Vestergaard, M., Oksbjerg N. and Henckel P. 2000. "Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls." **Meat Sci.** 54: 177-185.

Wang, M.-Y. and Liehr, J.G. 1995. "Induction by estrogens of lipid peroxidation and lipid peroxidederived malonaldehyde-DNA adducts in male Syrian hamsters: role of lipid peroxidation in estrogen-induced kidney carcinogenesis." **Carcinogenesis.** 16: 1941-1945.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warren, H.E., Scollan, N.D., Nute, G.R., Hughes, S.I., Wood, J.D. and Richardson, R.I. 2008. "Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour". **Meat Sci.** 78: 270-278.

Warriss, P.D. 2000. **Meat science : An introductory text.** United Kingdom : School of Veterinary Science University of Bristol.

Warriss, P.D. and Brown, S.N. 1987. "The relationships between initial pH, reflectance and exudation on pig muscle." **Meat Sci.** 20:65–74.

Wheeler, T.L., Savell, J.W., Cross, H.R., Lunt, D.K. and Smith, S.B. 1990. "Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from brahman and hereford cattle". **J. Anim. Sci.** 68: 4206-4220.

Wulf, D.M., O'Connor, S.F., Tatum, J.D. and Smith, G.C. 1997. "Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness." **J. Anim. Sci.** 75: 684-692.

Wulf, D.M. and Wise, J.W. 1999. "Measuring muscle color on beef carcasses using the L*a*b* color space." **J. Anim. Sci.** 77: 2418-2427.

Zhu, L. G. and Brewer, M. S. 1998. "Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions." **J. Food. Sci.** 63: 763-767.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารละลายสำหรับการสกัด malonaldehyde ในกล้ามเนื้อ

สารเคมีที่ใช้

(1) 1,1,3,3-Tetraethoxypropane (TEP; Sigma-aldrich, USA)

(2) 0.069 M 2-Thiobarbituric acid (TBA; Sigma-aldrich, USA)

(3) 0.2% Butylated hydroxytoluene (BHT; Fluka Biochemika, USA)

(4) Dipotassium hydrogen orthophosphate (K_2HPO_4 ; Ajax Finechem, Australia)

(5) Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4 ;Ajax Finechem, Australia)

(6) Acetic 98% (J.T. Baker Baked analyzed®, Thailand)

(7) 4 N Hydrochloric acid (HCl)

(8) Ethanol (Merck, Germany)

(9) anti-foaming agent: n-octanol

การเตรียมสาร

(1) 1,1,3,3-Tetraethoxypropane ; Stock MDA (1 ลิตร)

- 1,1,3,3-Tetraethoxypropane 24.74 ไมโครลิตร
- HCl
- Distilled water

ผสม 1,1,3,3-Tetraethoxypropane 24.74 ไมโครลิตร ลงใน Distilled water 900 มิลลิลิตร เติม HCl 5-6 หยด ปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ได้ 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา (4 องศาเซลเซียส)

(2) 0.069 M 2-Thiobarbituric acid (1 ลิตร)

- 2-Thiobarbituric acid 10.00 กรัม
- HCl 20.0 มิลลิลิตร
- 90% Acetic acid

ละลาย 2-Thiobarbituric acid 10.00 กรัม ลงใน 90% acetic acid ผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic และให้ความร้อน จากนั้นเติม conc. HCl 20.0 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วย 90% acetic acid ให้ครบ 1 ลิตร เก็บในไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) 0.2% Butylated hydroxytoluene (100 มิลลิลิตร)

- Butylated hydroxytoluene 0.2 กรัม
- Ethanol

ละลาย Butylated hydroxytoluene 0.2 กรัม ใน Ethanol 70 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วย Ethanol ให้ครบ 100 มิลลิลิตร

(4) 50 mM potassium phosphate ; potassium phosphate buffer (1 ลิตร)

- Dipotassium hydrogen orthophosphate (K_2HPO_4) 7.05 กรัม
- Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4) 1.30 กรัม
- Distilled water

ละลาย K_2HPO_4 7.05 กรัม และ KH_2PO_4 1.30 กรัม ลงใน Distilled water 900 มิลลิลิตร จากนั้นปรับ pH ให้ได้ 7.4 ด้วย 1 M KH_2PO_4 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วย Distilled water เก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

(5) 1 M Potassium dihydrogen orthophosphate (100 มิลลิลิตร)

- Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4) 1.30 กรัม
- Distilled water

ละลาย KH_2PO_4 13.609 กรัม ใน Distilled water 70 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วย Distilled water เก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

(6) 4 N Hydrochloric acid (250 มิลลิลิตร)

- HCl 82.81 มิลลิลิตร
- Distilled water

เท Distilled water ลงในบีกเกอร์ 150 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติม HCl 82.81 มิลลิลิตร ลงไปแล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 250 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

2. การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ malonaldehyde ในกล้ามเนื้อ

2.1 วิธีการสกัด malonaldehyde ในกล้ามเนื้อ

การศึกษาการออกซิเดชั่นของเนื้อโคตามระยะเวลาการจำลองการวางจำหน่ายที่ต้องการศึกษา คือ วันที่ 0 และ 7 (display วันที่ 0 และ 7) ด้วยเทคนิค TBARS ขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

(1) นำเนื้อตัวอย่างที่ผ่านการจำลองการวางจำหน่ายในวันที่ 0 และ 7 วัน บดให้บดละเอียด แล้วชั่งตัวอย่างละ 10.0 กรัม ใส่บีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) นำเนื้อที่บดแล้วมาปั่นอีกครั้งด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 13,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที ร่วมกับ 50 mM potassium phosphate 9 มิลลิลิตร BHT 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน

(3) นำ stock MDA มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร มาเป็นตัวเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน (standard curve) และในการทดสอบต้องทำ blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เติม buffer แล้วนำไปกลั่นเช่นเดียวกับตัวอย่าง

(4) เติม 4 N HCl 1.25 มิลลิลิตร

(5) เติม anti-foaming agent ประมาณ 5-6 หยด

(6) นำหลอดย่อยโปรตีนต่อเข้ากับชุดเครื่องกลั่น จากนั้นกลั่นจนได้ของเหลวใน flask ประมาณ 50 มิลลิลิตร และปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์

(7) นำสารละลายที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วเติม 0.069 M TBA 5 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

(8) นำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 55 นาที เขย่าทุกๆ 5 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์

(9) เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว นำไปทำให้เย็นทันทีโดยแช่ในน้ำแข็ง แล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร

(10) คำนวณค่า TBA value

2.2 วิธีการวิเคราะห์ความเข้มข้นของ malonaldehyde (MDA)

ทำกราฟมาตรฐานของสารละลาย MDA ในเนื้อโดยนำ stock MDA มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร จากนั้นนำสารละลาย stock MDA ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณสมการถดถอย $y = ax + b$ โดยค่า y เป็นค่าการดูดกลืนแสง และค่า x เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลาย stock MDA แล้วนำไปคำนวณค่า TBA value จากสูตร

$$\text{TBA value (mg MDA / kg meat)} = \frac{(X \times 10 \times 72)}{Wt \times 1000}$$

เมื่อ 72 = น้ำหนักโมเลกุลของ MDA

X = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

10 = dilution (สารละลาย MDA ที่สกัดได้ 50 มิลลิลิตร แต่นำมาใช้เพียง 5 มิลลิลิตร)

Wt = น้ำหนักตัวอย่างเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ข ที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า pH ของเนื้อ

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	0.72310	0.10330	2.54	0.034
Error	32	1.30390	0.04075		
Corrected Total	39	2.02700			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	0.272027	0.272027	6.68	0.0145
Ageing	3	0.411643	0.137214	3.37	0.0305
Feed*Ageing	3	0.045703	0.015234	0.37	0.7724

R-Square = 0.356733 Coeff Var = 3.607677 Root MSE = 0.201859 pH Mean = 5.59525

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

ตารางภาคผนวก ข ที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า L* ของเนื้อ

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	297.580915	42.51156	3.89	0.0036
Error	32	349.374475	10.91795		
Corrected Total	39	646.95539			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	261.2715338	261.2715	23.93	<.0001
Ageing	3	35.4156213	11.80521	1.08	0.3710
Feed*Ageing	3	2.1611112	0.72037	0.07	0.9775

R-Square = 0.459971 Coeff Var = 9.570689 Root MSE = 3.304232 L Mean = 34.5245

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข ที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า a* ของเนื้อ

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	75.0710442	10.7244349	2.14	0.0674
Error	32	160.3197333	5.0099917		
Corrected Total	39	235.3907775			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	0.64688167	0.64688167	0.13	0.7217
Ageing	3	71.340035	23.78001167	4.75	0.0075
Feed*Ageing	3	3.285475	1.09515833	0.22	0.8828

R-Square = 0.318921 Coeff Var = 12.87249 Root MSE = 2.238301 a Mean = 17.38825

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

ตารางภาคผนวก ข ที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า b* ของเนื้อ

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	72.3809517	10.340136	3.11	0.0128
Error	32	106.3715583	3.3241112		
Corrected Total	39	178.75251			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	8.29932042	8.29932042	2.50	0.1239
Ageing	3	60.04097125	20.01365708	6.02	0.0023
Feed*Ageing	3	2.40402125	0.80134042	0.24	0.8670

R-Square = 0.404923 Coeff Var = 28.27347 Root MSE = 1.823215 b Mean = 6.4485

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า Drip loss ของเนื้อ

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	5	3.50458833	0.70091767	1.38	0.2675
Error	24	12.20709167	0.50862882		
Corrected Total	29	15.71168			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	0.01942722	0.01942722	0.04	0.8467
Ageing	2	3.35091444	1.67545722	3.29	0.0544
Feed*Ageing	2	0.00282111	0.00141056	0.00	0.9972

R-Square = 0.223056 Coeff Var = 42.50192 Root MSE = 0.713182 drip Mean = 1.678

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

ตารางภาคผนวก ข ที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า Cooking loss ของเนื้อ

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	86.0648433	12.2949776	1.59	0.1753
Error	32	248.0534667	7.7516708		
Corrected Total	39	334.11831			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	2.98820167	2.98820167	0.39	0.5391
Ageing	3	76.94767167	25.64922389	3.31	0.0324
Feed*Ageing	3	17.10815167	5.70271722	0.74	0.5385

R-Square = 0.257588 Coeff Var = 10.60176 Root MSE = 2.784182 cook Mean = 26.2615

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข ที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า WBSF ของเนื้อ

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	129.5042725	18.5006104	6.63	<.0001
Error	32	89.240325	2.7887602		
Corrected Total	39	218.7445975			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	3.1213204	3.1213204	1.12	0.298
Ageing	3	119.4551246	39.8183749	14.28	<.0001
Feed*Ageing	3	0.8991046	0.2997015	0.11	0.9551

R-Square = 0.592034 Coeff Var = 18.00057 Root MSE = 1.669958 WBSF Mean = 9.27725

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

ตารางภาคผนวก ข ที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า pH ของเนื้อในระหว่างการจำหน่าย

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	29	1.205981	0.04158556	1.21	0.2388
Error	112	3.853467	0.03440595		
Corrected Total	141	5.059448			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	0.156662	0.15666214	4.55	0.0350
Ageing	2	0.212788	0.10639377	3.09	0.0493
Feed*Ageing	2	0.020817	0.01040872	0.3	0.7396
Time	4	0.250166	0.06254155	1.82	0.1303
Feed*Time	4	0.05768	0.01441989	0.42	0.7946
Ageing*Time	8	0.437336	0.05466701	1.59	0.1360
Feed*Ageing*Time	8	0.098099	0.01226239	0.36	0.9411

R-Square = 0.238362 Coeff Var = 3.202509 Root MSE= 0.185488 pH Mean = 5.791972

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7 14 และ 21 วัน

Time = ระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายวันที่ 0 1 3 5 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข ที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติจากการศึกษาอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า purge ของเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่าย

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	23	74.93452	3.258022	9.05	<.0001
Error	84	30.22478	0.359819		
Corrected Total	107	105.1593			
Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	2.126379	2.126379	5.91	0.0172
Ageing	2	2.349569	1.174784	3.26	0.0431
Feed*Ageing	2	0.209695	0.104847	0.29	0.7480
Time	3	62.49248	20.83083	57.89	<.0001
Feed*Time	3	0.63066	0.21022	0.58	0.6270
Ageing*Time	6	2.5761	0.42935	1.19	0.3179
Feed*Ageing*Time	6	0.061959	0.010327	0.03	0.9999
R-Square = 0.238362	Coeff Var = 45.78677	Root MSE=0.599849	purge Mean = 1.310093		

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7 14 และ 21 วัน

Time = ระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายวันที่ 1 3 5 และ 7

ตารางภาคผนวก ข ที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า TBARS ของเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่าย

Source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	11	0.008469	0.00077	3.38	0.0016
Error	48	0.010925	0.000228		
Corrected Total	59	0.019395			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข ที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติอิทธิพลของอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อค่า TBARS ของเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่าย (ต่อ)

Source	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
Feed	1	0.00001	0.00001	0.04	0.8349
Ageing	2	0.001722	0.000861	3.78	0.0298
Feed*Ageing	2	0.000366	0.000183	0.8	0.4534
Time	1	0.004943	0.004943	21.72	<.0001
Feed*Time	1	3.12E-05	3.12E-05	0.14	0.7128
Ageing*Time	2	0.00126	0.00063	2.77	0.0728
Feed*Ageing*Time	2	0.00056	0.00028	1.23	0.3011

R-Square = 0.436681 Coeff Var = 11.87157 Root MSE=0.015087 TBARS Mean = 0.127083

Feed หมายถึง ชนิดของอาหารหยาบมี 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

Ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7 14 และ 21 วัน

Time = ระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายวันที่ 0 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค
ประกอบผลการศึกษาคุณภาพเนื้อ

ตารางภาคผนวก ค ที่ 1 แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ (p-value) จากการวิเคราะห์อิทธิพลต่างๆ ต่อคุณภาพเนื้อที่ทำการศึกษา

effect	pH	L*	a*	b*	drip loss	cooking loss	WBSF
feed	0.0145	<0.0001	0.7217	0.1239	0.8467	0.5391	0.2980
ageing	0.0305	0.3710	0.0075	0.0023	0.0544	0.0324	<0.0001
feed*ageing	0.7724	0.9775	0.8828	0.8670	0.9972	0.5385	0.9551

feed = ชนิดอาหารหยาบที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ เปลือกสับปะรดหมัก และหญ้าแพงโกล่าแห้ง

ageing = ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 1 7 14 และ 21 วัน

ตารางภาคผนวก ค ที่ 2 ค่า pH ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ชนิดของอาหารหยาบ		ค่าเฉลี่ยแต่ละระยะเวลาการบ่ม	SEM
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=4)		
1	5.58	5.87	5.72^{x}	0.060
7	5.65	5.76	5.71^{x}	0.062
14	5.41	5.56	5.48^{y}	0.064
21	5.47	5.61	5.54^{xy}	0.081
ค่าเฉลี่ยของชนิดอาหารหยาบ	5.53^{b}	5.70^{a}		
SEM	0.043	0.056		

^{ab} = ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{xy} = ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค ที่ 3 ค่า L* ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ชนิดของอาหารหยาบ		ค่าเฉลี่ยแต่ละระยะเวลาการบ่ม	SEM
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=4)		
1	35.56	29.88	32.72	1.326
7	36.32	30.68	33.50	1.278
14	36.85	32.33	34.59	1.269
21	37.73	32.69	35.21	1.345
ค่าเฉลี่ยของชนิดอาหารหยาบ	36.61^{a}	31.39^{b}		
SEM	0.704	0.683		

^{ab} = ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

ตารางภาคผนวก ค ที่ 4 ค่า a* ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ชนิดของอาหารหยาบ		ค่าเฉลี่ยแต่ละระยะเวลาการบ่ม	SEM
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=4)		
1	15.59	14.99	15.29^{y}	0.515
7	17.33	16.66	17.00^{xy}	0.652
14	18.10	18.85	18.47^{x}	0.814
21	18.95	18.44	18.69^{x}	0.687
ค่าเฉลี่ยของชนิดอาหารหยาบ	17.49	17.23		
SEM	0.403	0.777		

^{xy} = ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค ที่ 5 ค่า b* ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ชนิดของอาหารหยาบ		ค่าเฉลี่ยแต่ละระยะเวลาการบ่ม	SEM
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=4)		
1	4.83	3.98	4.40^{y}	0.470
7	6.90	5.36	6.13^{x}	0.549
14	7.45	7.28	7.36^{x}	0.640
21	8.10	6.95	7.53^{x}	0.607
ค่าเฉลี่ยของชนิดอาหารหยาบ	6.82	5.89		
SEM	0.378	0.618		

^{xy} = ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

ตารางภาคผนวก ค ที่ 6 ค่า Drip loss ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 7 14 และ 21 วัน

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ชนิดของอาหารหยาบ		ค่าเฉลี่ยแต่ละระยะเวลาการบ่ม	SEM
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=4)		
7	1.19	1.25	1.22	0.189
14	1.78	1.81	1.80	0.213
21	2.00	2.07	2.03	0.234
ค่าเฉลี่ยของชนิดอาหารหยาบ	1.66	1.71		
SEM	0.114	0.298		

SEM = standard error of means

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค ที่ 7 ค่า Cooking loss ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ชนิดของอาหารหยาบ		ค่าเฉลี่ยแต่ละระยะเวลาการบ่ม	SEM
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=4)		
1	24.88	23.79	24.33^{y}	0.840
7	25.83	25.42	25.63^{xy}	0.661
14	26.81	28.52	27.66^{x}	0.928
21	26.64	28.66	27.65^{x}	0.987
ค่าเฉลี่ยของชนิดอาหารหยาบ	26.04	26.60		
SEM	0.604	0.735		

^{xy} = ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

ตารางภาคผนวก ค ที่ 8 ค่า WBSF ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกันที่ระยะเวลาการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน

ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ชนิดของอาหารหยาบ		ค่าเฉลี่ยแต่ละระยะเวลาการบ่ม	SEM
	เปลือกสับปะรดหมัก (n=6)	หญ้าแพงโกล่าแห้ง (n=4)		
1	11.25	11.85	11.55^{x}	0.629
7	10.36	10.58	10.47^{x}	0.598
14	7.70	8.75	8.23^{y}	0.378
21	6.89	7.30	7.09^{y}	0.374
ค่าเฉลี่ยของชนิดอาหารหยาบ	9.05	9.62		
SEM	0.516	0.536		

^{xy} = ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค ที่ 9 แสดงค่า pH ที่ได้จากการวัดที่ 45 นาที 3 6 และ 24 ชั่วโมง

		ระยะเวลา			
No	Feed	45 นาที	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
1	PA	6.85	6.6	6.05	5.47
2	PA	6.67	6.47	5.95	5.49
3	PA	6.42	6.39	5.72	5.58
4	PA	6.89	6.88	6.79	5.65
5	PA	6.82	6.76	6.01	5.70
6	PA	6.89	6.87	6.84	5.60
	ค่าเฉลี่ย	**6.76**	**6.66**	**6.23**	**5.58**
1	HA	6.86	6.59	6.02	5.74
2	HA	6.98	6.98	6.96	6.45
3	HA	6.86	6.75	6.57	5.87
4	HA	6.89	6.71	6.63	5.75
5	HA	6.82	6.78	6.69	6.42
6	HA	6.87	6.86	6.68	6.11
	ค่าเฉลี่ย	**6.88**	**6.78**	**6.59**	**6.06**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง
ประกอบผลการศึกษาการจำลองการจำหน่าย

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1 แสดงค่านัยสำคัญทางสถิติ (p-value) จากการวิเคราะห์ของอิทธิพลต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อในระหว่างการจำลองการจำหน่ายที่ทำการศึกษา

Effect	pH	purge	tbars	L*	a*	b*
feed	0.0350	0.0172	0.8349	0.2474	0.8605	0.6353
ageing	0.0493	0.0431	0.0298	0.2535	0.1030	0.1590
feed*ageing	0.7396	0.7480	0.4534	0.8050	0.4947	0.7220
time	0.1303	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
feed*time	0.7946	0.6270	0.7128	0.6878	0.1423	0.0894
ageing*time	0.1360	0.3179	0.0728	0.0006	0.2477	0.0811
feed *ageing*time	0.9411	0.9999	0.3011	0.4744	0.0728	0.1173

feed = อิทธิพลของสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน ได้แก่ เปลือกสับปะรดหมักและหญ้าแพงโกล่าแห้ง

ageing = อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มที่ 7 14 และ 21 วัน

time = อิทธิพลของระยะเวลาในการจำลองการจำหน่ายที่ 0 ถึง 7 วัน

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2 อิทธิพลของอาหารหยาบต่อคุณภาพเนื้อ (LSMeans)

คุณลักษณะ	NP	NH	p-value
pH	5.76[b]	5.83[a]	0.0350
L* (lightness)	37.34	33.94	0.2474
a* (redness)	17.25	17.41	0.8605
b* (yellowness)	7.71	7.33	0.6353
purge loss (%)	1.38[a]	1.09[b]	0.0172
TBARS (mg MDA/kg meat)	0.127	0.128	0.8349

[ab] = ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NP คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

NH คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้าหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

TBARS คือ 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3 อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ (LSMeans)

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการบ่ม (วัน)			p-value
	7	14	21	
pH	5.77[b]	5.85[a]	5.77[b]	0.0493
L* (lightness)	36.38	35.12	35.43	0.2535
a* (redness)	16.52	17.08	18.40	0.1030
b* (yellowness)	7.44	6.81	8.32	0.1590
purge loss (%)	1.03[b]	1.25[ab]	1.42[a]	0.0431
TBARS (mg MDA/kg meat)	0.121[b]	0.126[ab]	0.134[a]	0.0298

[ab] = ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

TBARS คือ 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ)

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4 อิทธิพลของระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อ (LSMeans)

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย (วัน)								p-value
	0	1	2	3	4	5	6	7	
pH	5.73	5.81	-	5.79	-	5.79	-	5.86	0.1303
L* (lightness)	37.42[a]	36.16[bc]	36.55[ab]	35.76[c]	35.70[c]	34.50[d]	34.50[d]	34.54[d]	<.0001
a* (redness)	15.00[f]	19.46[a]	18.20[bc]	18.40[b]	17.59[c]	17.19[cd]	16.66[de]	16.16[e]	<.0001
b* (yellowness)	5.57[f]	9.04[a]	8.52[bc]	8.57[b]	8.01[c]	7.50[d]	6.78[e]	6.18[f]	<.0001
purge loss (%)	-	0.24[d]	-	0.89[c]	-	1.46[b]	-	2.34[a]	<.0001
TBARS (mg MDA/kg meat)	0.118[b]	-	-	-	-	-	-	0.136[a]	<.0001

[abcdef] = ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

TBARS คือ 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ)

- คือ ไม่ได้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 5 อิทธิพลร่วมระหว่างอาหารและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ (LSMeans)

คุณลักษณะ	แหล่งอาหารหยาบ	ระยะเวลาการบ่ม (วัน)			p-value
		7	14	21	
pH	NP	5.73	5.81	5.75	0.7396
	NH	5.81	5.90	5.79	
L* (lightness)	NP	37.79	36.95	37.29	0.8050
	NH	34.96	33.28	33.57	
a* (redness)	NP	16.82	17.19	17.74	0.4947
	NH	16.21	16.97	19.07	
b* (yellowness)	NP	7.75	7.23	8.16	0.7220
	NH	7.12	6.40	8.47	
purge loss (%)	NP	1.13	1.38	1.62	0.7480
	NH	0.94	1.11	1.21	
TBARS (mg MDA/kg meat)	NP	0.122	0.128	0.130	0.4534
	NH	0.120	0.125	0.138	

NP คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

NH คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้าหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

TBARS คือ 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 6 อิทธิพลร่วมระหว่างอาหารและระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อ (LSMeans)

คุณลักษณะ	อาหาร	ระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย (วัน)								p-value
		0	1	2	3	4	5	6	7	
pH	NP	5.74	5.78	-	5.74	-	5.74	-	5.83	0.7946
	NH	5.73	5.84	-	5.85	-	5.84	-	5.90	
L* (lightness)	NP	39.06	37.78	39.94	37.39	37.20	36.53	36.38	36.49	0.6878
	NH	35.79	34.54	35.16	34.14	34.21	32.47	32.62	32.59	
a* (redness)	NP	14.97	19.04	18.30	18.17	17.45	16.79	16.61	16.65	0.1423
	NH	15.03	19.89	18.09	18.62	17.74	17.58	16.71	15.66	
b* (yellowness)	NP	5.74	9.11	8.79	8.72	8.00	7.65	6.77	6.93	0.0894
	NH	5.41	8.96	8.25	8.41	8.03	7.36	6.79	5.43	
purge loss (%)	NP	-	0.34	-	1.17	-	1.54	-	2.46	0.6270
	NH	-	0.15	-	0.60	-	1.38	-	2.22	
TBARS	NP	0.118	-	-	-	-	-	-	0.135	0.7128
	NH	0.118	-	-	-	-	-	-	0.138	

NP คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

NH คือ เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้าหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

TBARS คือ 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ ; mg MDA/kg meat)

- คือ ไม่ได้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 7 อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการบ่มและระยะเวลาการจำลองการจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อ (LSMeans)

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ระยะเวลาการจำลองการจำหน่าย (วัน)								p-value
		0	1	2	3	4	5	6	7	
pH	7	5.66	5.89	-	5.75	-	5.71	-	5.85	0.1360
	14	5.73	5.80	-	5.85	-	5.92	-	5.98	
	21	5.81	5.75	-	5.78	-	5.76	-	5.76	
L* (lightness)	7	38.03^{a}	35.86^{b-e}	37.89^{a}	36.51^{a-e}	38.03^{a}	35.26^{b-f}	34.68^{d-g}	34.75^{d-g}	0.0006
	14	37.54^{ab}	36.76^{a-c}	35.88^{a-e}	35.13^{d-g}	34.30^{e-g}	33.75^{fg}	33.64^{g}	33.94^{fg}	
	21	36.70^{a-d}	35.87^{a-e}	35.88^{a-e}	35.64^{b-f}	34.78^{d-g}	34.50^{e-g}	35.18^{c-f}	34.93^{d-g}	
a* (redness)	7	14.13	19.14	16.99	17.45	16.51	17.00	16.01	14.90	0.2477
	14	15.12	19.10	17.63	18.34	17.57	16.39	16.34	16.11	
	21	15.74	20.15	19.97	19.41	18.71	18.17	17.63	17.46	
b* (yellowness)	7	5.24	9.01	8.48	8.53	8.29	7.94	6.67	5.34	0.0811
	14	5.51	8.68	7.91	8.29	7.24	6.11	5.57	5.20	
	21	5.97	9.43	9.17	8.88	8.51	8.46	8.10	8.01	
purge loss (%)	7	-	0.21	-	0.73	-	1.40	-	1.79	0.3179
	14	-	0.19	-	0.96	-	1.42	-	2.42	
	21	-	0.32	-	0.98	-	1.57	-	2.81	
TBARS	7	0.117	-	-	-	-	-	-	0.125	0.0728
	14	0.118	-	-	-	-	-	-	0.135	
	21	0.119	-	-	-	-	-	-	0.150	

^{abcdefg} = ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

TBARS คือ 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (ค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ ; mg MDA/kg meat)

- คือ ไม่ได้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวมยุรินทร์ รักทอง
วัน เดือน ปีเกิด	6 กุมภาพันธ์ 2526
ที่อยู่	59/13 ถนนคณาศัย ตำบลคูหาสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง 93000
ประวัติการศึกษา	2548 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผลงานวิชาการ	ผลงานตีพิมพ์ "ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน." *ใน* **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1**. วันที่ 17-18 ธันวาคม พ.ศ. 2552. โรงแรมรามาการ์เดนส์ กรุงเทพฯ หน้า 85-90.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้