

วิธีการบ่มเนื้อแบบแห้งและแบบเปียกต่อคุณภาพเนื้อโคขุน
DRY AGING AND WET AGING ON QUALITY OF BEEF



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

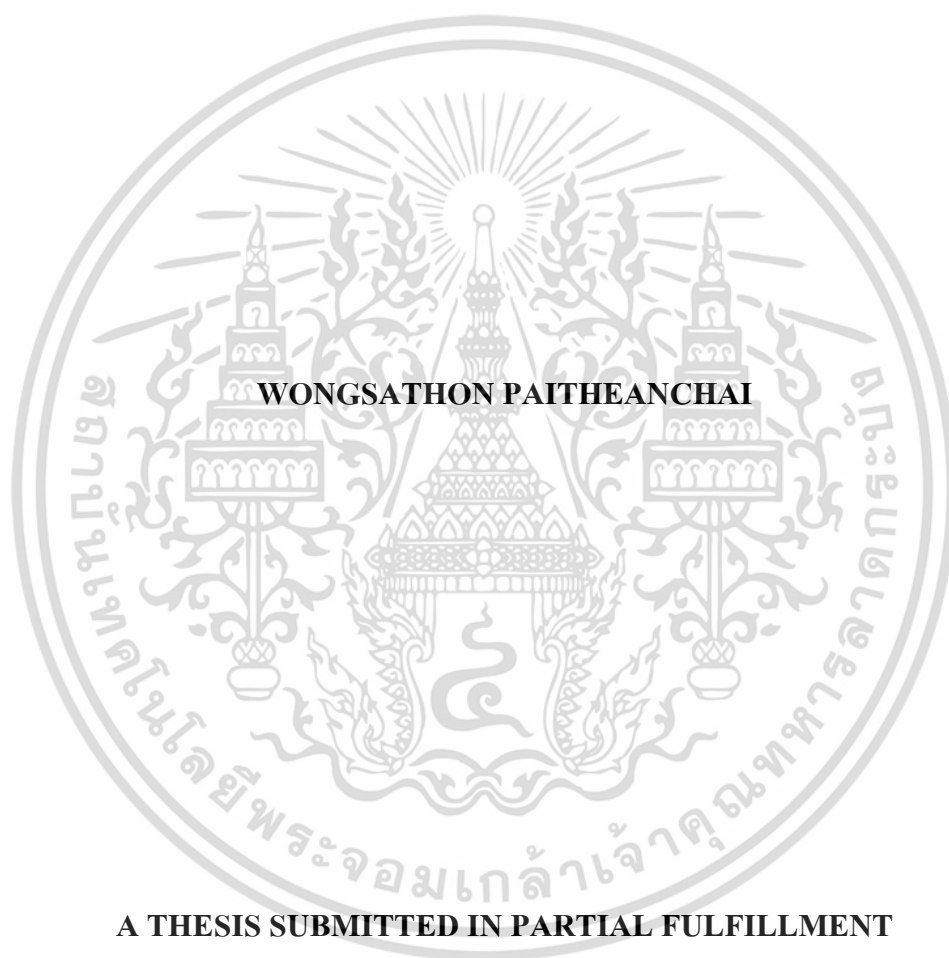
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2564

KMITL-2021-AG-M-031-337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRY AGING AND WET AGING ON QUALITY OF BEEF



WONGSATHON PAITHEANCHAI

**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**

2021

KMITL-2021-AG-M-031-337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	วิธีการบ่มเนื้อแบบแห้งและแบบเปียกต่อคุณภาพเนื้อโคขุน
นักศึกษา	นายวงศธร ไฟเทียนชัย
รหัสประจำตัว	62604026
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.คมเชา พิลาสสมบัติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ปิยะดา ทวีขศรี

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของเนื้อโคขุนที่บ่มด้วยวิธีต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคขุน 4 วิธี ได้แก่ 1) การบ่มแบบแห้ง (dry aging) 2) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) 3) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag) และ 4) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (wet aging in shrink bag) ทำการบ่มที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 - 80 และความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที โดยผลการศึกษาด้านกายภาพและเคมี พบว่า วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อ ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่ง และค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก โดยการบ่มแบบแห้งมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มมากที่สุด (ร้อยละ 18.56 ± 1.41) รองลงมาคือการบ่มในถุงแบบแห้ง (ร้อยละ 12.37 ± 1.96) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ (ร้อยละ 1.64 ± 0.19) และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (ร้อยละ 1.88 ± 0.01) ตามลำดับ ($p < 0.05$) ส่วนค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่ง พบว่าการบ่มแบบแห้งมีค่ามากที่สุด (ร้อยละ 22.51 ± 2.70) รองลงมาคือการบ่มในถุงแบบแห้ง (ร้อยละ 18.62 ± 1.15) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (ร้อยละ 11.52 ± 1.52) และมีค่ามากกว่าการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ (ร้อยละ 14.25 ± 0.38) ตามลำดับ ($p < 0.05$) การบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง (ร้อยละ 27.07 ± 0.99 และ 27.72 ± 0.55 ตามลำดับ) มีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกต่ำกว่าการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศและถุงสุญญากาศแบบหด (ร้อยละ 28.38 ± 2.31 และ 28.21 ± 0.19 ตามลำดับ) ($p < 0.05$) การศึกษาปริมาณเถ้าพบว่า เมื่อบ่มระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อปริมาณเถ้าของวิธีการบ่มแบบแห้งทั้ง 2 วิธี เพิ่มขึ้น แต่วิธีการบ่มแบบเปียกทั้ง 2 วิธีลดลง ($p < 0.05$)

จากการศึกษานี้พบว่า ค่าแรงตัดผ่านและค่าการออกซิเดชันของไขมันไม่แตกต่างกันในแต่ละวิธีการบ่ม ($p > 0.05$) แต่พบว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นถึง 4 สัปดาห์ส่งผลให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีค่าแรงตัดผ่านที่ลดลง โดยวิธีการบ่มแบบแห้ง วิธีการบ่มในถุงแบบแห้ง วิธีการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และวิธีการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 4.64 ± 0.64 , 4.67 ± 0.69 , 5.71 ± 0.03 และ 4.83 ± 0.78 kgf ตามลำดับ และค่าการออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นส่งผลต่อ ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และค่าความสดสี (chroma) มีค่าลดลง ค่าองศาสี (hue angle) มีค่าสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มมากขึ้น ปริมาณความชื้น และปริมาณวัตถุแห้ง โดยปริมาณความชื้นจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณวัตถุแห้ง โดยเมื่อปริมาณความชื้นลดลงตามระยะเวลาการบ่มมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณวัตถุแห้ง ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่าทุกวิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความสว่าง (L^*) ปริมาณโปรตีนหยาบ และปริมาณไขมันหยาบ ($p > 0.05$)

จากการสุ่มตัวอย่างบริเวณผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุนในระหว่างการบ่มระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิห้องไม่แตกต่างกันในแต่ละวิธีการบ่ม ซึ่งวิธีการบ่มมีผลต่อจำนวนเชื้อยีสต์รา โดยการบ่มแบบวิธีการบ่มแบบแห้ง และการบ่มในถุงแบบแห้งมีจำนวนยีสต์และรา (3.25 ± 1.05 และ 3.80 ± 1.38 log cfu/g ตามลำดับ) มากกว่าการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด (1.52 ± 1.34 และ 0.85 ± 0.91 log cfu/g ตามลำดับ) ($p < 0.05$) ในขณะที่การบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด (4.03 ± 0.01 และ 3.48 ± 0.89 log cfu/g ตามลำดับ) พบจำนวนเชื้อแบคทีเรียแลคติกมากกว่า การบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง (< 1 และ < 1 log cfu/g ตามลำดับ) ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามวิธีการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิห้อง และแบคทีเรียกรดแลคติก ที่ผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุนมีแนวโน้มมีจำนวนน้อยกว่าการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศในทุกระยะการบ่ม ในขณะเดียวกันจำนวนเชื้อ Coliform เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวน Coliform เริ่มต้นไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

การศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ภายหลังการตัดแต่งส่วนบริเวณผิวหนังของเนื้อสันนอกโคขุน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิห้องไม่แตกต่างกันในแต่ละวิธีการบ่ม แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นพบว่า จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์ รา และโคลิฟอร์ม มีค่าต่ำกว่าระดับที่ตรวจนับได้ อย่างไรก็ตามพบว่าการศึกษานี้ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. บนบริเวณผิวหนังระหว่างการบ่มและภายหลังการตัดแต่ง

Thesis	Dry Aging and Wet Aging on Quality of Beef
Student	Mr.Wongsathon Paitheanchai
Student ID.	62604026
Degree	Master of Science
Program	Animal Science
Year	2021
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Komkhae Pilasombut
Thesis Co-advisor	Asst. Prof. Dr. Piyada Tavitchasri

ABSTARCT

The objective of this research was to compare aging methods on physical, chemical, and microbiological qualities of fattening beef. The aging methods were; 1) dry aging 2) dry aging bag 3) wet aging in vacuum bags and 4) wet aging in shrink bag during 0, 2, and 4 weeks under the controlled conditions at 0 - 4 °C, 75 - 80 % relative humidity with 0.5 m/s velocities. The results showed aging methods and aging times influenced aging loss, trimming loss, and cooking loss. The highest aging loss percentage was found from dry aging method (18.56 ± 1.41 %), followed by dry aging bag (12.37 ± 1.96 %), wet aging in vacuum bag (1.64 ± 0.19 %), and wet aging in shrink bag method (1.88 ± 0.01 %), respectively ($p < 0.05$). The highest trimming loss percentage was found from dry aging method (22.51 ± 2.70 %). Whereas, the method of dry aging bag, wet aging in shrink bag, and wet aging in vacuum bag showed the decrease of trimming loss percentage (18.62 ± 1.15 %, 11.52 ± 1.52 %, and 14.25 ± 0.38 %), respectively ($p < 0.05$). Meanwhile, cooking loss percentage from both dry aging methods (27.07 ± 0.99 % and 27.72 ± 0.55 %, respectively) was lower than wet aging in vacuum bag and wet aging in shrink bag (28.38 ± 2.31 % and 28.21 ± 0.19 %, respectively) with longer aging time ($p < 0.05$).

From the result, shear force values and lipid oxidation were not different among all aging methods. At 4 weeks of aging time resulted in the decline of shear force values by dry aging, dry aging bag, wet aging in vacuum bags, and wet aging in shrink bag which were 4.64 ± 0.64 , 4.67 ± 0.69 , 5.71 ± 0.03 , and 4.83 ± 0.78 kgf, respectively and an increase of lipid oxidation ($p < 0.05$). In addition, aging methods with prolonged periods did not influence on pH values, lightness (L^*), crude fat content, and crude protein content ($p > 0.05$). It was also found that longer aging time increased redness (a^*), yellowness (b^*), and hue angle values but chroma values decreased ($p < 0.05$). Moreover, aging time had an inverse effect on moisture and dry matter content ($p < 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

According to a surface sampling of aging beef, the difference in total microbial count and psychotropic bacteria were not observed in different aging methods. However, aging methods influenced the number of yeast and mold. The number of yeast and mold found in dry aging method and dry aging bag (3.25 ± 1.05 and 3.80 ± 1.38 log cfu/g, respectively) higher than in wet aging in vacuum bag and wet aging in shrink bag (1.52 ± 1.34 and 0.85 ± 0.91 log cfu/g, respectively) ($p < 0.05$). On the contrary, the number of lactic acids bacteria was higher from wet aging in vacuum bag and wet aging in shrink bag (4.03 ± 0.01 and 3.48 ± 0.89 log cfu/g, respectively) than dry aging method and dry aging bag (< 1 and < 1 log cfu/g, respectively). Moreover, the total microbial count, psychotropic bacteria, and lactic acid bacteria of wet aging in shrink bags tend to be less than wet aging in vacuum bags throughout the aging period. At the same time, the number of coliforms was not different in all aging methods during aging periods ($p > 0.05$).

The figures of total plate count and psychotropic bacteria were not influenced by all aging methods after surface area trimming ($p > 0.05$). The comparison of microorganism total numbers during aging time showed an increase in total plate count and psychotropic bacteria ($p > 0.05$). Whereas, lactic acid bacteria, yeast, mold, and coliforms were lower than the detection limit. In addition, *E. coli*, *S. aureus* and *Salmonella* spp. were not found.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. คมแข พิลาสสมบัติ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง และ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ. ดร. ปิยะดา ทวีขศรี สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล รศ.ดร. สีนินาฏ พลโยราชม รศ.ดร. คำณวิทย์ ทิพย์มณี ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ผศ.สมักร รักแม่ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะในการทำทดลองและการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสุภาพรรณ ศฤงฆาร คุณจันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง คุณน้ำฝน ใจสุทธิ์ คุณจิตาภา ธนศุภานุเวช พี่เพื่อน น้องนักศึกษาปริญญาโท และน้องนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาสัตวศาสตร์ทุกคน และบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำวิจัย ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจที่ดีเสมอ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ทุกท่านที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วงศธร ไม้เทียนชัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	XI
สารบัญภาพ.....	XIII

บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 สถานที่ดำเนินงาน.....	3
1.4 ระยะเวลาการศึกษา.....	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ผลวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1.1 การผลิตเนื้อโค.....	4
2.1.2 เนื้อโค.....	6
2.1.3 คุณภาพด้านความนุ่ม.....	7
2.1.4 มาตรฐานเนื้อโค.....	11
2.1.5 การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อ.....	16
2.1.6 บรรจุภัณฑ์.....	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	24
3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี.....	24
3.2 วัสดุ-อุปกรณ์ และเครื่องมือ.....	24
3.3 ตัวอย่างเนื้อโค.....	25
3.4 การเตรียมตัวอย่างเนื้อโค.....	26
3.5 ตู้บ่มเนื้อ (Aging cabinet).....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย	29
---------------------------------	----

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ.....	29
1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	29
2) วัดค่าสี (CIE L*, a*, b*)	29
3) การวิเคราะห์ค่าความสดสี (chroma) และค่าองศาของสี (hue angle)	29
4) การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม (aging loss, %)	29
5) การสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่ง (trimming loss, %)	30
6) การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss, %)	30
7) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force)	30
3.6.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี	30
1) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	30
2) การออกซิเดชันของไขมันโดยวิธี Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)	31
3.6.3 วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านจุลินทรีย์.....	31
1) ยีสต์และรา.....	31
2) ตรวจวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)	31
3) Coliform และ <i>Escherichia coli</i>	32
4) <i>Staphylococcus aureus</i>	32
5) <i>Salmonella</i> spp.	33
6) จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria)	33
7) แบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria)	33
8) การจำแนกจุลินทรีย์	35
3.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	35

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	35
--	----

4.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ ไก่คอนมูน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพ ด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	35
--	----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้านกายภาพ	35
4.1.1.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม (aging loss; %) ของเนื้อสันนอกโค	35
4.1.1.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่ง (trimming loss; %) ของเนื้อสันนอกโค	37
4.1.1.3 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้อสุก (cooking loss; %) ของเนื้อสันนอกโค	38
4.1.1.4 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสันนอกโค	39
4.1.1.5 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าแรงกดผ่านเนื้อ (kgf) ของเนื้อสันนอกโค	40
4.1.1.6 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อสันนอกโค	42
4.1.1.7 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าสีแดง (a*) ของเนื้อสันนอกโค	43
4.1.1.8 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อสันนอกโค	44
4.1.1.9 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสดใส (chroma) ของเนื้อสันนอกโค	45
4.1.1.10 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าองศาสี (hue angle) ของเนื้อสันนอกโค	46
4.1.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้านเคมี	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2.1	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าการออกซิเดชันของไขมัน (TBARS; mg MDA/kg sample) ของเนื้อสันนอกโค.....	47
4.1.2.2	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละองค์ประกอบทางเคมี (Proximate; %) ของเนื้อสันนอกโค.....	48
4.1.3	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์.....	53
4.1.3.1	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค	53
4.1.3.2	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค.....	54
4.1.3.3	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค.....	55
4.1.3.4	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค.....	57
4.1.3.5	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนโคลิฟอร์ม (coliform; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค	58
4.1.3.6	ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนเชื้อ <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> และ <i>Salmonella</i> spp. ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค.....	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.3.7 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค	60
4.1.3.8 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค	61
4.1.3.9 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria; log cfu/g), ยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/g), โคลิฟอร์ม (coliform; log cfu/g), <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> และ <i>Salmonella</i> spp. ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค.....	62
4.1.3.10 การจำแนกเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่บริเวณผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุน	64
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	66
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก.....	80
ภาคผนวก ก.....	81
ภาคผนวก ข.....	83
ภาคผนวก ค.....	85
ภาคผนวก ง.....	86
ภาคผนวก จ.....	90
ประวัติผู้เขียน	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อแตกต่างระหว่างเนื้อโคที่บ่มด้วยวิธีการบ่มแบบแห้งและการบ่มเปียก.....	18
3.1 แผนการดำเนินงานในการทดลอง	28
4.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการบ่ม (aging loss; %) ของเนื้อสันนอกโค	36
4.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักหลังจากการตัดแต่ง (trimming loss; %) ของเนื้อสันนอกโค	38
4.3 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการ สูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss; %) ของเนื้อสันนอกโค.....	39
4.4 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความเป็น กรด-ด่างของเนื้อสันนอกโค	40
4.5 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kgf) ของเนื้อสันนอกโค	42
4.6 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อสันนอกโค.....	43
4.7 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าสีแดง (a*) ของ เนื้อสันนอกโค	44
4.8 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อสันนอกโค.....	45
4.9 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสดใส (chroma) ของเนื้อสันนอกโค	46
4.10 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าองศาสี (hue angle) ของเนื้อสันนอกโค.....	47
4.11 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าการออกซิเดชัน ของไขมัน (TBARS; mg MDA/kg sample) ของเนื้อสันนอกโค.....	48
4.12 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละ องค์ประกอบทางเคมี (Proximate; %) ของเนื้อสันนอกโค.....	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค	54
4.14 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค	55
4.15 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค.....	56
4.16 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค.....	58
4.17 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนโคลิฟอร์ม (coliform; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค.....	59
4.18 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของผิวหน้าภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค	61
4.19 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของผิวหน้าภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค.....	62
ตารางผนวกที่	
ค 1 การศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อ โคนมขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (N) ของเนื้อสันนอกโค.....	85

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การตัดแต่งชิ้นส่วนหลัก (primal cuts) และชิ้นส่วนรอง (rough cuts)	11
2.2 ระดับความนุ่มของเนื้อโคที่ได้จากการตัดแต่งซาก	12
2.3 แผนภูมิมาตรฐานคุณภาพซากของเนื้อโค	15
2.4 ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (marbling score)	15
3.1 รูปแบบการสุ่มชิ้นส่วนโคนมที่ผ่านการบ่มเพื่อการศึกษาตามระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์	26

ภาพผนวกที่

ก 1 กราฟเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (แกน x) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร (แกน y).....	82
จ 1 ตัวอย่างเนื้อโคส่วนสันกลางติดกระดูก (rib set)	88
จ 2 การตัดแบ่งเพื่อเตรียมตัวอย่างเนื้อโค	88
จ 3 การแบ่งชิ้นส่วนเพื่อเตรียมตัวอย่างเนื้อโคซี่กซ้ายและซี่ขวา	89
จ 4 การบ่มแบบแห้ง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4	89
จ 5 การบ่มในถุงแบบแห้ง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4	90
จ 6 การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4	90
จ 7 การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4	91
จ 8 ตู้บ่ม	91
จ 9 การจัดวางเนื้อภายในตู้บ่มเนื้อ	92

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ความต้องการบริโภคเนื้อโคในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สวนทางกับจำนวนโคเนื้อที่มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามแนวโน้มของความต้องการบริโภคเนื้อโคในอนาคตยังมีความต้องการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความต้องการบริโภคเนื้อโคขุนคุณภาพทั้งในประเทศ และประเทศในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC) จะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณประชากรที่มีรายได้สูงขึ้นตามการพัฒนาของเศรษฐกิจ ตลาดเนื้อโคในประเทศแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ตลาดระดับสูง คือ ผู้ที่ซื้อเนื้อซึ่งเน้นความนุ่มของเนื้อเป็นสำคัญจะเป็นเนื้อโคที่มีคุณภาพ เนื้อในระดับนี้จะนำไปใช้ปรุงอาหารประเภทสเต็กในโรงแรม ภัตตาคาร ซูเปอร์มาร์เก็ตชั้นนำ และครัวเรือนของผู้มีรายได้ค่อนข้างสูง 2) ตลาดระดับกลาง คือ ผู้ที่ซื้อเนื้อจากตลาดสดขนาดใหญ่ เช่น ตลาดองค์การเพื่อเกษตรกร (อตก.) จนถึงห้างสรรพสินค้า (supermarket หรือ modern trade) โดยเนื้อโคส่วนใหญ่เป็นโคที่โตแล้วนำมาขุนต่อ ทำให้เนื้อระดับนี้เหมาะที่จะนำไปประกอบอาหารไทยและฝรั่ง และ 3) ตลาดระดับล่าง คือ ผู้ที่ซื้อเนื้อจากเชิงเนื้อในตลาดสดทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นเนื้อที่มาจากโคพื้นเมือง โคอายุมากที่ไม่ผ่านกระบวนการบ่มหรือแช่เย็น (สรรพชญ อังกิตตระกุล และคณะ. 2556; สุริยะ สะวานนท์ และคณะ. 2560; กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559)

ปัจจุบันตลาดในประเทศมีความต้องการเนื้อโคขุนคุณภาพสูงมากขึ้น ซึ่งเนื้อโคในประเทศจะได้อาจการผลิตเนื้อโคภายในประเทศและการนำเข้าเนื้อโคจากต่างประเทศ ในขณะที่ปริมาณโคเนื้อขุนในประเทศมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากมีการส่งออกโคมีชีวิตไปยังประเทศเพื่อนบ้าน และนอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณการนำเข้าเนื้อโคและผลิตภัณฑ์ของไทยเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน โดยส่วนใหญ่เป็นการนำเข้าเนื้อโคจากประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ส่วนผลิตภัณฑ์นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่า การผลิตโคขุนคุณภาพสูงในประเทศลดลง จึงได้มีการนำเข้าโคขุนมาขุนทดแทน พบว่าในกระบวนการต้นน้ำในการผลิตโคขุนจะมีโคนมเพศผู้และมีโคนมเพศเมียปลดระวาง ซึ่งจะไม่สามารถผลิตน้ำนมและทำให้มีราคาถูก ด้วยเหตุนี้โคนมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถเพิ่มปริมาณเนื้อโคขุนเข้าสู่ตลาดได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามผลกระทบอีกด้านคือการที่มาตรการปกป้องพิเศษ (Special Safeguards Measures) ภายใต้ความตกลงการค้าเสรีไทย-ออสเตรเลีย (Thailand-Australia Free Trade Agreement : TAFTA) ได้สิ้นสุดมาตรการในวันที่ 31 ธันวาคม 2563 (ภาษีสินค้านำเข้าเป็นร้อยละ 0 ในปี 2562) ในส่วนของประเภทสินค้าเนื้อวัวและเครื่องใน นับว่าเป็นคู่แข่งสำคัญของเกษตรกรไทย ที่ทำให้เนื้อโคนำเข้ามีราคาถูก เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าการผลิตในประเทศ ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องหาแนวทางพัฒนาเนื้อโคให้เกิดการแข่งขันด้านการตลาด มีการศึกษาเบื้องต้นของความต้องการของผู้บริโภค ที่เน้นความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และมีระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2551) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ามีการนำโคนมขุนทดแทน แต่พบว่าโคนมขุนมีไขมันแทรกน้อยกว่าโคนมคุณภาพสูง ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของตลาดในประเทศที่ต้องการเนื้อโคที่มีความนุ่ม จึงได้มีการพัฒนาเนื้อโคที่มีไขมันแทรกน้อยให้มีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ใช้ในการปรับปรุงความนุ่มหลายวิธี (นินนาท ชินประห์สุ. 2562) โดยการบ่มเนื้อเป็นวิธีที่ใช้กันมายาวนานและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค แต่ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาในเชิงลึกด้านคุณภาพที่ทำการเปรียบเทียบวิธีการบ่มที่แตกต่างกันทั้งวิธีการบ่มแบบแห้งและแบบเปียก ซึ่งการบ่มเนื้อคือการปรับปรุงคุณภาพเนื้อมีผลให้มีความนุ่ม (tender) และกลิ่นรส (flavor) ที่น่ารับประทานมากขึ้น วิธีการในชุดแรกนั้นการบ่มแบบแห้ง (dry aging) การนำชิ้นส่วนเนื้อสัตว์ที่ผ่านการชำแหละแล้วมาแขวนหรือห้อยไว้ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 1 - 5 องศาเซลเซียส ความชื้นประมาณช่วงร้อยละ 70 - 80 ภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้เวลาประมาณ 30 - 45 วัน ทำให้เนื้อที่เหนียวมีความนุ่มมากขึ้น แต่วิธีการบ่มแบบแห้งทำให้ การสูญเสียเนื้อที่ต้องถูกตัดแต่งทิ้งมาก จึงได้มีการพัฒนาการบ่มคือการบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) นอกจากนี้ยังมีการบ่มอีกวิธีคือ การบ่มเปียก (wet aging) คือการใช้ถุงสุญญากาศในการเก็บรักษา ซึ่งการบ่มวิธีนี้จะช่วยการป้องกันการสูญเสียความชื้นออกจากชิ้นเนื้อ รักษาความน้ำของเนื้อสัตว์ได้นาน และยังมีความนุ่มที่มากขึ้นเช่นกัน ทั้งยังสามารถลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ผู้บริโภคมีความต้องการเนื้อที่ผ่านกระบวนการบ่มเปียกน้อยกว่าการบ่มแห้ง เนื่องจากการบ่มแบบเปียกจะทำให้ได้กลิ่นรสที่น้อยกว่าการบ่มแบบแห้ง การบ่มเปียกจะทำการบรรจุในถุงแบบสุญญากาศ จะมีการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ เช่น แบคทีเรียแลคติก สร้างกรดส่งผลให้เกิดกลิ่นเปรี้ยว ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์บริโภคได้ไม่นาน ปัจจุบันความต้องการสเต็กเนื้อในประเทศไทยได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว และเนื้อโคที่ผ่านการบ่มเนื้อได้รับความนิยมมากขึ้น จึงเป็นที่ต้องการของตลาดและมีราคาสูง เพื่อเป็นการลดการนำเข้าเนื้อโคจากต่างประเทศ และเพิ่มช่องทางการตลาดของเนื้อโคภายในประเทศให้มีศักยภาพในการแข่งขันเพิ่มมูลค่าเนื้อโค การเพิ่มมูลค่าเนื้อโคขุนซึ่งมีคุณภาพต่ำมีปริมาณไขมันแทรกน้อยให้มีราคาสูงขึ้นและให้ตรงความต้องการของตลาดจะเป็นการช่วยเหลือเกษตรกร การเพิ่มมูลค่าเนื้อโคสามารถทำได้โดยวิธีการบ่ม ซึ่งเป็นการเพิ่มความนุ่มของเนื้อที่คุณภาพต่ำและมีไขมันแทรกน้อย (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล 2539; Ouali and Talmant. 1990; Cifuni *et al.* 2004; Kim *et al.* 2017)

ดังนั้น การศึกษานี้จึงเปรียบเทียบการบ่มเนื้อ วิธีต่าง ๆ ได้แก่ การบ่มแบบแห้ง (dry aging) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag) และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (wet aging in shrink bag) ที่มีผลต่อคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของเนื้อโคขุนที่บ่มด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ 1) การบ่มแบบแห้ง (dry aging) 2) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) 3) การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag) และ 4) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (wet aging in shrink bag)

1.3 สถานที่ดำเนินงาน

1.3.1 ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.2 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.3 ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ระยะเวลาการทดลอง

ใช้ระยะเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 2 ปี ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงสิ้นการศึกษา กรกฎาคม พ.ศ. 2564

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สร้างคุณค่าและมูลค่าเพิ่มให้แก่เนื้อโคที่มีไขมันแทรกและความนุ่มน้อย ให้มีความนุ่มมากขึ้น
- 2) สร้างองค์ความรู้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง ด้านเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ผู้ประกอบการ เจ้าหน้าที่ส่งเสริม และนักวิชาการ
- 3) ทราบความแตกต่างของวิธีการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการบ่มเนื้อได้อย่างเหมาะสม
- 4) สามารถนำองค์ความรู้เผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจซึ่งสามารถนำไปต่อยอดได้เชิงพาณิชย์ เพื่อที่จะสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมตามบริบท

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การผลิตเนื้อโค

2.1.1.1 การผลิตโคเนื้อ

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2559) รายงานว่าการเลี้ยงโคเนื้อของประเทศไทยในปัจจุบันได้ขยายตัวไปมาก แต่อย่างไรก็ตามจากความสามารถในการผลิตภายในประเทศ ปริมาณเนื้อโคก็ยังมีไม่เพียงพอกับความต้องการต่อการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากร ตลอดจนการขยายตัวและความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ต่างมีส่วนผลักดันให้ความต้องการอาหารเพื่อการบริโภคภายในประเทศมีสูงขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพ ด้วยเหตุนี้เองจึงเป็นแรงจูงใจและผลักดันให้มีการพัฒนาอาชีพการเลี้ยงโคเนื้อให้มีมาตรฐานสูงขึ้น จากระบบการเลี้ยงที่เป็นอาชีพเสริม หรือแบบรายย่อยซึ่งมีการลงทุนต่ำมาสู่ระบบการเลี้ยงที่อาศัยวิชาการและมีการลงทุนมากขึ้น แต่จากจำนวนโคเนื้อทั้งหมดภายในประเทศพบว่า กว่าร้อยละ 90 ยังคงอยู่ในมือของเกษตรกรรายย่อย การพัฒนาวิธีการเลี้ยงไปสู่ระบบฟาร์มขนาดใหญ่ทำได้ยากเพราะต้องลงทุนสูงมาก โดยเฉพาะปัญหาในเรื่องที่ดินมีราคาแพง การเพิ่มผลผลิตของเนื้อโคให้เพียงพอสำหรับการบริโภคในอนาคต จะต้องเร่งเร่งหรือเน้นหนักไปที่เกษตรกรรายย่อยเป็นหลัก ซึ่งการเลี้ยงโคขุน หมายถึง การเลี้ยงโคให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยได้รับอาหารที่มีคุณภาพคืออย่างเต็มที่ ในช่วงระยะหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะให้โคกินอาหารหยาบ (หญ้าหรือฟาง) แล้วยังต้องมีการให้อาหารข้นเพิ่มเติมอีกด้วย ทำให้โคเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้โคขุนในความหมายที่สากลยอมรับหมายถึงโคที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงเกินความต้องการของร่างกายเป็นเวลานาน เพื่อให้มีการสะสมไขมันภายในมัดกล้ามเนื้อและเป็นโคที่มีอายุไม่เกิน 3 ปี เนื่องจากโคที่อายุมากกว่า 3 ปี จะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) มาก จะส่งผลให้เนื้อเหนียว ไม่นุ่มอย่างที่ต้องการ

2.1.1.2 สถานการณ์การปรับปรุงการเลี้ยงต้นน้ำเพื่อทดแทนและเพิ่มมูลค่า

สรรพชญ อังกิตตระกูล และคณะ (2556) รายงานว่าในปัจจุบันสถานการณ์โคต้นน้ำของโคเนื้อที่จะใช้เป็นโคพันธุ์และนำมาขุนเพื่อส่งตลาดมีจำนวนลดลงและขาดแคลนเพราะมีการแย่งซื้อโคภายในประเทศโดยพ่อค้าชาวต่างชาติ ทั้งจากจีน เวียดนาม และมาเลเซีย ส่งผลให้โคเนื้อที่มีชีวิตและเนื้อโคมีราคาแพงขึ้น ขณะเดียวกันแนวโน้มการบริโภคเนื้อโคของคนไทยก็เพิ่มมากขึ้น ประเทศไทยมีการผลิตโคนมต้นน้ำซึ่งในกระบวนการผลิตมีลูกโคนมเพศผู้ไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกร จึงขายขณะที่ยังน้อยเพื่อไม่ให้เป็นการเกะกะในการเลี้ยงดู ในปี 2558 โคนมเพศผู้มีชีวิต 15,960 ตัว ในปีเดียวกันลูกโคนมเพศผู้มีจำนวน 92,846 ตัว หากว่าเกษตรกรนำลูกโคนมเพศผู้มาขุนเพื่อผลิตเนื้อโคคุณภาพเป็นอีกทางเลือกในการเพิ่มผลผลิตเนื้อโค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 การเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตเนื้อ

สุริยะ สะวานนท์ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาการผลิตเนื้อจากโคนม (dairy beef production) โดยเป็นการนำเอาผลพลอยได้ของการทำฟาร์มโคนมที่มีลูกโคเพศผู้ในฟาร์มหรือแม่โคที่มีลักษณะของการให้น้ำนมต่ำซึ่งผู้เลี้ยงก็มักจะคัดออกการเลี้ยงโคนมเพื่อการผลิตเนื้อ ซึ่งผู้เลี้ยงต้องมีพื้นที่ในการปลูกหญ้ามากพอที่จะใช้เลี้ยงได้โดยทั่วไปรูปแบบการเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตเนื้อมี 2 รูปแบบ คือ

1) การเลี้ยงขุนด้วยอาหารข้น (high energy ration) การเลี้ยงแบบนี้โคจะได้น้ำหนักเร็ว ส่วนมากจะเป็นการเลี้ยงในโรงเรือนและให้อาหารเต็มที่ใช้เวลาในการเลี้ยงสั้นมักเลี้ยงในโคที่มีน้ำหนัก ระหว่าง 200 - 400 กิโลกรัม และน้ำหนักที่ส่งตลาดคือ 500 - 600 กิโลกรัม

2) การเลี้ยงขุนในแปลงหญ้า (high roughage ration) การเลี้ยงแบบนี้โคจะเจริญเติบโตช้า โดยเลี้ยงปล่อยบนแปลงหญ้าหรือกินอาหารหยาบเป็นหลักจนกว่าจะได้น้ำหนักตามเกณฑ์น้ำหนักที่ส่งตลาด ประมาณ 450 - 550 กิโลกรัม

จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตเนื้อส่วนใหญ่จะเป็นโคเพศผู้ที่นำมาเลี้ยงขุนด้วยอาหารข้น หรืออาหารหยาบจนได้น้ำหนักส่งตลาดโดยใช้หลักเดียวกับการเลี้ยงโคเนื้อ แต่การเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตเนื้ออาจครอบคลุมถึงการนำแม่โคนมคัดทิ้งหรือโคสาวหรือลูกโคนมเพศเมียคัดทิ้งมาใช้ในการขุนเพื่อการผลิตเนื้อ ซึ่ง วิโรจน์ ภัทรจินดา (2546) รายงานว่าการเลี้ยงโคนมสามารถพัฒนาให้เป็นเนื้อโคขุนคุณภาพได้เมื่อมีการจัดการและให้อาหารที่ดี เช่นเดียวกับการเลี้ยงโคเนื้อขุน โดยการศึกษาของ Siemens (1996) รายงานว่าเนื่องจากโคนมเป็นโคสายพันธุ์เมืองหนาวเช่นเดียวกับโคเนื้อที่นำมาเลี้ยงขุนจึงสามารถขุนให้ได้เนื้อโคที่มีคุณภาพได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2553) ที่รายงานการศึกษานำแม่โคนมคัดทิ้งที่มีปัญหาในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านระบบสืบพันธุ์ทำให้ผสมติดยากผลผลิตน้ำนมต่ำและป่วยเป็นโรคเต้านมอักเสบนำมาขุนด้วยอาหารข้นหรืออาหารพลังงานสูงเพื่อสร้างกล้ามเนื้อใช้ระยะเวลา 8 เดือน ช่วยเพิ่มมูลค่าการจำหน่ายเนื้อ โคนมได้ถึงร้อยละ 45 ของต้นทุนทั้งหมด ซึ่ง Woerner (2009) ได้มีการรายงานว่าเนื้อโคนมมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับเนื้อโคขุนจากโคเนื้อลูกผสมชาร์โรเลส์ เมื่อโคนมผ่านกระบวนการฆ่าแล้วจะถูกป้อนเข้าสู่ตลาดในลักษณะเนื้อโคนมโดยมีผลผลิตเป็นเนื้อโคที่จำหน่ายในร้านอาหารฟาสต์ฟู้ด หรือจำหน่ายในตลาดสดทั่วไป ส่วนชิ้นเนื้อที่มีมูลค่าสูง เช่น เนื้อสันใน เนื้อริบอาย เนื้อสันนอก และเนื้อสะโพกจะจำหน่ายในรูปแบบเนื้อสเต็กและเนื้ออบในร้านอาหารและโรงแรม

2.1.1.4 พันธุ์โคนมที่นำมาเลี้ยงเพื่อทดแทนโคเนื้อในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการเลี้ยงโคนมโดยมีการพิจารณาการเลือกจากคุณสมบัติที่มีความทนทาน เนื่องจากประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศร้อนและมีแมลงมาก ความทนทานต่ออากาศร้อนและแมลงนี้เป็นคุณสมบัติที่สำคัญต่อการเลี้ยงในประเทศไทยในด้านการให้ผลผลิตโคแต่ละพันธุ์ให้นมได้เฉลี่ยไม่เท่ากัน โคพันธุ์โฮลสไตน์จะให้นมมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ และในส่วนการให้ผลผลิตที่เป็นเนื้อสัตว์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเลี้ยงจะนิยมใช้ตัวผู้จากฝูงโคนมมาเลี้ยงเป็นโคเนื้อ ถ้าเลือกพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่และให้น้ำนมมาก และมีคุณสมบัติทางการให้นมดีด้วยก็จะให้ประโยชน์เต็มที่ทั้งโคตัวเมียและตัวผู้ เช่น พันธุ์โฮลสไตน์ พันธุ์โคนมที่เลี้ยงในประเทศไทย ได้แก่ 1) พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian) 2) พันธุ์ฟรีเซียน (Thai fresian) 3) พันธุ์ที่เอมแซด (Thai Milking Zebu) และ 4) พันธุ์ซาฮิวาล (Sahiwal) (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคนม กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2553; สุริยะ สะวานนท์ และคณะ. 2560)

2.1.2 เนื้อโค

2.1.2.1 คุณภาพเนื้อ

จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา (2528) ได้วัดจำแนกคุณลักษณะที่สำคัญของคุณภาพเนื้อแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 1) คุณภาพด้านโภชนาการและสุขภาพ (nutritional and health value) เนื้อโคเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนและพลังงาน มีกรดอะมิโนจำเป็น กรดไขมันจำเป็นและแร่ธาตุจำเป็น ได้แก่ ธาตุเหล็ก ซิลิเนียม สังกะสี นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยวิตามิน B และ E
- 2) คุณภาพด้านการบริโภคหรือด้านที่ใช้ประสาทสัมผัสเป็นตัวตัดสิน (eating value หรือ sensory value) ได้แก่ คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับรสชาติ สี กลิ่น ความนุ่ม ลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งด้านคุณภาพของความนุ่มนั้นผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุด
- 3) คุณภาพด้านความปลอดภัยจากสารตกค้าง (hygienic value) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับความปลอดภัยของอาหาร (food safety) ได้แก่ ความปลอดภัยจากสารเคมีตกค้าง สิ่งปนเปื้อนในเนื้อ และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค
- 4) คุณภาพด้านการนำเนื้อไปแปรรูป (technological value) ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อ ร้อยละการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) และการสูญเสียระหว่างการปรุงสุก (cooking loss)
- 5) คุณภาพด้านมนุษยธรรมและจิตใจ (ethical value) ได้แก่ เนื้อโคที่เลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี ไม่ใช้ฮอร์โมน หรือการตอนเพื่อเร่งการเจริญเติบโต สอดคล้องกับการเลี้ยงโคพื้นเมืองตามธรรมชาติ

2.1.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสัตว์

คุณภาพซากของสัตว์มีปัจจัยที่เป็นตัวบ่งบอกว่าดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ซึ่ง ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) อธิบายไว้ดังนี้

- 1) ตัวของสัตว์ หมายถึง สภาพทั่ว ๆ ไปของสัตว์ที่ก่อนนำมาฆ่าเพื่อใช้เป็นอาหาร สามารถจำแนกได้ดังนี้

- ชนิด สัตว์ต่างชนิดกันจะมีลักษณะความแตกต่างปริมาณ และความแข็งแรงของเนื้อ

เชื้อเกี่ยวพัน ปริมาณ และชนิดของไขมันที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พันธุ์ สัตว์ชนิดเดียวกัน แต่ต่างพันธุ์กัน จะมีความแตกต่างด้านคุณภาพซาก เช่น โคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์ จะให้คุณภาพซากสูงกว่าโคนมพันธุ์โฮลส์ไคน์ฟรีเซียน

- เพศ สัตว์เพศผู้และเพศเมียจะมีฮอร์โมนบางชนิดต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพซาก เช่น ฮอร์โมนเพศเมียช่วยกระตุ้นให้เกิดความอยากทางอาหาร ทำให้มีการเพิ่มน้ำหนักเร็ว ส่วนฮอร์โมนเพศผู้จะช่วยให้ร่างกายสะสมเนื้อแดง (โปรตีน) สูง และมีปริมาณไขมันแทรกภายใน และระหว่างมัดกล้ามเนื้อต่ำกว่าเพศเมีย แต่ถ้าได้รับการตอนมาจะมีปริมาณไขมันแทรกสูงขึ้น

- อายุ สัตว์ที่มีอายุมากพันธุ์เจริญวัยไปแล้ว จะมีคุณภาพซากต่ำกว่าสัตว์ที่มีอายุกำลังเข้าเจริญวัย ทำให้คุณภาพของเนื้อจะดีกว่าด้วย

- ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อบริเวณต่าง ๆ ในตัวสัตว์จะมีคุณภาพแตกต่างกันไป กล้ามเนื้อบางมัดจะมีลักษณะเส้นใยกล้ามเนื้อละเอียด มีปริมาณไขมันแทรกมาก และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำ

- อาหาร การให้อาหารสัตว์ต้องสัมพันธ์กับระยะเวลาการเจริญเติบโตของสัตว์ การให้อาหารแต่ละระยะต้องให้ตามความต้องการโปรตีนและพลังงาน จึงจะทำให้สัตว์มีอัตราแลกเนื้อดี มีไขมันแทรกเพิ่มขึ้น

- การออกกำลังกาย ทำให้สัตว์ใช้แรงงานหรือมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ส่งผลให้มีการใช้ไขมันที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อเพื่อใช้เป็นพลังงาน และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ประกอบในกล้ามเนื้อนั้นก็เพิ่มความแข็งแรงขึ้น ส่งผลให้มีความเหนียวทำให้คุณภาพซากลดลง

2) ส่วนประกอบของซากที่บริโภคได้ ซึ่งคำนึงมากโดยเฉพาะเนื้อแดง ซึ่งซากสามารถให้ชิ้นส่วนที่มีปริมาณเนื้อสูง ได้แก่ ส่วนของขาสะโพก สันหลัง สันอก และไหล่ เป็นต้น ซากที่ส่วนประกอบเหล่านี้สูงจัดเป็นซากที่มีคุณภาพสูงด้วย

3) ความน่ารับประทาน การยอมรับของผู้บริโภคต่อเนื้อสัตว์นั้น ๆ โดยจะพิจารณาจากลักษณะภายนอกซาก เช่น สีสันตรงกับชนิดสัตว์นั้น ๆ ลักษณะรูปทรงของกล้ามเนื้อว่าคงรูปดี ไม่และผิวหนังตัดของเนื้อแห้ง และไม่เยิ้ม

4) ความรู้สึกจากผู้บริโภค ซึ่งความรู้สึกนี้จะเกิดขึ้นหลังจากได้รับประทาน โดยพิจารณาจากความนุ่มของเนื้อสัตว์ รสชาติ กลิ่น ความชุ่ม และความพอใจของผู้บริโภคต่อนั้น

2.1.3 คุณภาพด้านความนุ่ม

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) รายงานว่าคุณลักษณะที่สำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคเนื้อโคคือคุณลักษณะทางการบริโภค (eating value) ได้แก่ สี (colour) กลิ่น (odour) รสชาติ (flavor) ความฉ่ำน้ำ (juiciness) และที่สำคัญที่สุดคือความนุ่มของเนื้อ (tenderness) ซึ่งจัดว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งที่ผู้บริโภคได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมากในการตัดสินใจเพื่อเลือกซื้อเนื้อโคที่มีคุณภาพ ซึ่ง Cifuni *et al.* (2004) ได้รายงานว่ายังมีวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถปรับปรุงความเอนกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นุ่มของเนื้อโคภายหลังสัตว์ตายได้อีก เช่น การบ่มเนื้อ (aging) และการใช้สารละลาย CaCl_2 ในการปรับปรุงความนุ่มของเนื้อ

2.1.3.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความนุ่มเนื้อโคก่อนการฆ่า

การจัดการก่อนการฆ่าก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อเนื้อสัตว์โดยเกิดจากสภาวะเครียดของสัตว์ เช่น การปฏิบัติจากมนุษย์ที่ไม่ดี เช่น การทารุณกรรมสัตว์ การใช้อุปกรณ์ตีสัตว์เพื่อที่ต้องการจะให้สัตว์เดิน เป็นต้น การขนส่งสัตว์ที่ไม่เหมาะสม อาทิการขนส่งสัตว์ในเวลาที่ไม่เหมาะสม ความแออัดบนรถขนส่งสัตว์ เป็นต้น รวมทั้งการปรับสภาวะแวดล้อมใหม่ของสัตว์เมื่อมาถึงโรงฆ่าสัตว์ เช่น การอดอาหารก่อนการฆ่าสัตว์ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปัญหาทางสวัสดิภาพสัตว์ (Animal welfare) ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพเนื้อสัตว์ได้ (Gajana, 2011)

2.1.3.2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความนุ่ม เนื้อโคหลังจากการฆ่า

หลังจากโคมีชีวิตถูกฆ่าโดยกระบวนการฆ่าแล้วจะมีปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีปฏิกิริยาทางเคมีและสภาวะทางสรีรวิทยาต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องโดยการเปลี่ยนแปลง (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529; ประรณนา พฤกษ์ศรี, 2533) ได้แก่

1) ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อโดยปกติเนื้อจะมี pH อยู่ที่ ประมาณ 6.8 - 7.0 แต่เมื่อสัตว์ตายเนื้อจะมีค่า pH ที่เปลี่ยนไปซึ่งขึ้นอยู่กับค่าต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณไกลโคเจน (glycogen) เริ่มต้นขณะที่สัตว์กำลังจะตายโดยส่วนมากจะถูกเก็บไว้เป็นพลังงานเมื่อจำเป็นซึ่งปกติจะเก็บไว้ที่ตับเมื่อระดับพลังงานหรือน้ำตาลต่ำลงไกลโคเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสโดยฮอร์โมนกลูคากอน (glucagon hormone) ซึ่งกลูโคสจะเข้าสู่กระบวนการหายใจและเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อใช้ในการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อในที่สุด แต่เมื่อสัตว์มีอาการเครียดไกลโคเจนจะถูกนำมาใช้เพื่อรักษาสมดุลของสภาพร่างกาย (homeostasis) ทำให้เกิดการยืดหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วทำให้เกิดกรดแลคติก (lactic acid) จากปรากฏการณ์ไกลโคไลซิส (glycolysis) ในกล้ามเนื้อมากส่งผลให้ pH จะลดลงต่ำอย่างผิดปกติเพราะฉะนั้นก่อนการฆ่าสัตว์ควรจะมีการจัดการที่ดีไม่ให้สัตว์เกิดความเครียด เมื่อฆ่าสัตว์จะทำให้ค่า pH อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมหลัง การฆ่า 24 ชั่วโมงคือ 5.6 - 5.8 ปริมาณไกลโคเจนที่เหลืออยู่จะทำงานต่อไปและจะส่งผลให้เกิด กรดแลคติกเหลืออยู่ภายในเนื้อสัตว์ซึ่งจะส่งผลต่อค่าของ pH

2) ความคงทนต่อสภาพความเครียดสัตว์ที่เครียดง่ายจะทำให้เกิดกระบวนการไกลโคไลซิสในเนื้อสัตว์ในกล้ามเนื้อสูงส่งผลให้เนื้อมีลักษณะเป็น Pale Soft Exudative หรือ PSE เป็นลักษณะของเนื้อสัตว์ที่ไม่ต้องการ โดยลักษณะคือ มีสีซีด (pale) เนื้อนิ่ม (soft) มีน้ำซึม (exudative) เกิดกับสัตว์ที่ได้รับการเลี้ยงดูปกติ มีระดับไกลโคเจนในกล้ามเนื้อปกติ แต่สัตว์ที่มีความเครียดระยะสั้นๆ ก่อนถูกฆ่า แต่ถ้าสัตว์ที่เครียดยากจะทำให้เกิดการไกลโคไลซิสในกล้ามเนื้อได้น้อยส่งผลให้เนื้อมีแนวโน้มที่จะเป็น Dark Firm Dry หรือ DFD โดยลักษณะคือ มีสีเข้ม (dark) เนื้อแน่น (firm) เหนียวผิดปกติ และผิวหน้าแห้ง ไม่ชุ่มชื้น (dry) มีสาเหตุมาจากกล้ามเนื้อสัตว์ขณะที่มีปริมาณไกลโคเจนเริ่มต้นในกล้ามเนื้อน้อย เนื่องจากการเลี้ยงดูที่ไม่ดี สัตว์มีสภาวะเครียด ออกกำลังกาย ขาดอาหาร บาดเจ็บ เมื่อสัตว์ตายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า pH ของเนื้อสัตว์จึงสูงผิดปกติ เพราะเกิดกรดแลคติกจากการสลายตัวของไกลโคเจนปริมาณน้อย รสชาติไม่ดี เนื้อสัมผัสแข็งเหนียว ไม่ยืดหยุ่น นอกจากนี้เนื้อสัตว์ลักษณะ DFD ยังเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย เพราะค่า pH สูง ไม่มีกรดแลคติกซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

3) ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่เคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่มากจะมีปริมาณไมโอโกลบิน (myoglobin) ในเซลล์เนื้ออยู่มาก จึงทำให้มีออกซิเจนเหลืออยู่ในกล้ามเนื้อในปริมาณมาก หลังจากสัตว์ตายจะส่งผลให้ค่า pH ของเนื้อลดลงต่ำกว่ากล้ามเนื้อบริเวณที่มีออกซิเจนอยู่น้อย เช่น สันหลัง สะโพก หรือพื้นที่ท้อง

4) อัตราการทำให้ซากมีอุณหภูมิลดลงหลังจากการฆ่าต้องนำซากเข้าแช่แข็งโดยเร็ว โดยให้เนื้อมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ภายใน 12 ชั่วโมง เพื่อทำให้กระบวนการ เกิดไกลโคไลซิส เป็นไปอย่างปกติ

5) การแข็งและเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) โดยปกติภายหลังการตายของสัตว์ กล้ามเนื้อจะเกิดการแข็งและเกร็งตัวขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อจะหดสั้นเข้า ทำให้กล้ามเนื้อสูญเสียความยืดหยุ่น และความโปร่งแสง เนื้อจะขุ่นมัว เนื่องจากไม่มีการหักเหของแสง ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นและกินเวลาประมาณ 24 ชั่วโมงในซากโค ซึ่งเกิดจากหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของกล้ามเนื้อที่เรียกว่าซาร์โคเมอร์ (sarcomere) เกิดการหดยึดหรือหดตัว ซึ่งการเคลื่อนที่มีความสำคัญต่อความเหนียวของเนื้อสัตว์

6) เอนไซม์ (enzyme) โดยการย่อยสลายตัวเองของกล้ามเนื้อจากเอนไซม์ (autolysis) เมื่อสัตว์ตายเอนไซม์ในเนื้อสัตว์บางประเภทยังคงมีประสิทธิภาพอยู่ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับเนื้อสัตว์จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ดังนี้ 1) เอนไซม์ที่ย่อยสลายไขมัน (lipase) ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการเหม็นหืนของสัตว์ที่มีไขมันสูง เนื่องจากรดไขมันอิสระที่ได้จากการย่อยสลายไขมัน และ 2) เอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) ได้แก่ คาเทปซิน (cathepsin) และ คาลเพน (calpain) ซึ่งจะออกมาย่อยสลายโปรตีน เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) และทำให้โปรตีนแตกตัวเป็นเปปไทด์ (peptide) โปรตีนแอคติน และไมโอซินสลายตัวออกจากกันทำให้เนื้อนุ่มมากขึ้น

การศึกษาของ Bowker *et al.* (2008) รายงานว่าความนุ่มของเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการทั้งปัจจัยก่อนสัตว์ตายได้แก่ ชนิด พันธุ์ เพศ อายุสัตว์ ชนิดของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อ และระดับการสะสมไขมัน รวมไปถึงการใช้สารเร่งการเจริญเติบโต และปัจจัยหลังสัตว์ตาย ได้แก่ อัตราการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซิส ปริมาณและความสามารถในการละลายของคอลลาเจน สภาพของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการเกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) และการนิกขาดของเส้นใยย่อยในกล้ามเนื้อ (myofibrillar protein) โดยปัจจัยต่าง ๆ ภายหลังสัตว์ตายนี้จะเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยเนื้อทั้งสิ้น นอกจากนี้ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อโดยตรงแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pearson and Young (1989) ที่รายงานว่าโปรตีนในกล้ามเนื้อมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยโปรตีนที่พบในกล้ามเนื้อนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ กลุ่มโปรตีนซาร์โคพลาสมิก (sarcoplasmic protein) กลุ่มไมโอไฟบริลล่าโปรตีน (myofibrillar protein) หรือ โปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ และกลุ่มโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue protein) ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือขนาดของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อต่าง ๆ จะมีผลทำให้คุณภาพเนื้อด้านคุณค่าการบริโภคของเนื้อนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วยซึ่งสอดคล้องกับ Jooste (2000) รายงานว่าโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มไมโอไฟบริลล่าโปรตีนซึ่งเป็นกลุ่มโปรตีนที่มีบทบาทสำคัญที่สุด เนื่องจากมีปริมาณอยู่ถึงร้อยละ 60 ของโปรตีนที่พบในกล้ามเนื้อทั้งหมด และ Uytterhaegen *et al.* (1994) รายงานผลจากการย่อยสลายของโปรตีนบางชนิดที่อยู่ในกลุ่มไมโอไฟบริลล่าโปรตีนจะมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Koochmaraie (1992) ที่รายงานว่าผลของการย่อยสลายโปรตีนกลุ่ม ไมโอไฟบริลล่าโปรตีนในเนื้อสัตว์ภายหลังสัตว์ตายนั้นจะมีสิ่งที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้ 1) เกิดการทำลายของเส้นใย myofibril ที่บริเวณ z - disk 2) เกิดการย่อยสลายของ desmin, titin และ nebulin ซึ่งนำไปสู่การแตกตัวของเส้นใยไมโอไฟบริล (myofibril) และเกิดการทำลายโครงสร้าง transverse crosslinkage ของ myofibril มีผลให้แรงดึงของเส้นใยกล้ามเนื้อหมดลง และทำให้เนื้อเกิดความนุ่มขึ้น 3) ทำให้เกิดการย่อยสลายของโปรตีน troponin - T ในขณะเดียวกัน พบว่ามีการปรากฏของพอลิเปปไทด์ (polypeptides) ที่มีขนาด 30 กิโลดาลตัน (kDa) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อที่เพิ่มขึ้น และ 4) ปรากฏ polypeptides ที่มีขนาด 95 kDa และ 27 kDa ขึ้น ซึ่งคาดว่าเป็นผลผลิตที่ได้จากการสลายตัวของโปรตีนที่มีขนาดใหญ่ และมีรายงานว่าปรากฏของ polypeptides ทั้ง 2 ชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับความนุ่มที่เพิ่มขึ้น

ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงกลุ่มโปรตีนยังเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ที่สำคัญในกล้ามเนื้อ เช่น calpain และ calpastatin โคที่มีเลือดอินเดียสูงจะมีความเหนียวมาก เนื่องจากมีระดับเอนไซม์ calpastatin สูง Wheeler *et al.* (1990) และ Marais *et al.* (2007) ได้ศึกษาการทำงานของเอนไซม์ calpain ที่มีผลต่อการย่อยสลายของโปรตีน titin, nebulin, desmin และการปรากฏของ polypeptide ขนาด 30 kDa ในโคเนื้อลูกผสมจากประเทศแอฟริกาใต้ จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ โคเนื้อลูกผสมบราห์มัน โคเนื้อลูกผสมงูนิ (Nguni) และโคเนื้อลูกผสมซิมเมนทอล โดยพบว่าการย่อยสลายของโปรตีน titin และ desmin ในโคลูกผสมงูนิมีปริมาณการย่อยสลายได้ต่ำกว่าในโคลูกผสมซิมเมนทอล ส่วนในโคลูกผสมบราห์มันนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับทั้ง 2 พันธุ์ การย่อยสลายโปรตีน nebulin และการปรากฏของ polypeptide 30 kDa ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 สายพันธุ์ โดย troponin T (TnT) จัดเป็นเส้นใยโปรตีนชนิด myofibrillar protein ซึ่งถูกทำลายในระหว่างกระบวนการบ่มเนื้อและจะทำให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้รสชาติของเนื้อดีขึ้นด้วย Ho *et al.* (1997) รายงานว่าผลจากการย่อยสลายของโปรตีนในกลุ่ม myofibrillar protein มักพบการปรากฏของ polypeptides ขนาด 30 kDa หรือ troponin T product ซึ่ง Steen *et al.* (1997) รายงานว่าการย่อยสลายของ troponin - T และการปรากฏขึ้นของ polypeptides ขนาด 30 kDa ในเวลาเดียวกันนั้น เป็นตัวบ่งชี้ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดกระบวนการย่อยสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อสัตว์ที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเอนไซม์ calpain ได้เป็นอย่างดี

2.1.4 มาตรฐานเนื้อโค

2.1.4.1 การแบ่งเกรดซาก

การแบ่งเกรดซากมีวัตถุประสงค์เพื่อนำชิ้นเนื้อไปใช้ตามความเหมาะสมของคุณลักษณะของกล้ามเนื้อที่เป็นองค์ประกอบของแต่ละชิ้นเนื้อ ซึ่งคุณภาพเนื้อที่ได้ในแต่ละชิ้นส่วนจะมีคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้จะมีประโยชน์ที่แตกต่างกันทำให้ราคาในแต่ละชิ้นส่วนก็มีราคาที่แตกต่างกันไปซึ่งการตัดแต่งชิ้นส่วนหลักจะประกอบไปด้วย สะโพก (round) สันนอก (shortloin) สันนอกส่วนนอก (rib หรือ rib set) และส่วนไหล่ตอนบน (chuck) และชิ้นส่วนรองได้แก่ ส่วนพื้นท้อง (flank) ส่วนพื้นนอก (plate) ส่วนขาหลัง (shank) และเนื้อรื่องให้ (brisket) (ภาพที่ 2.1)



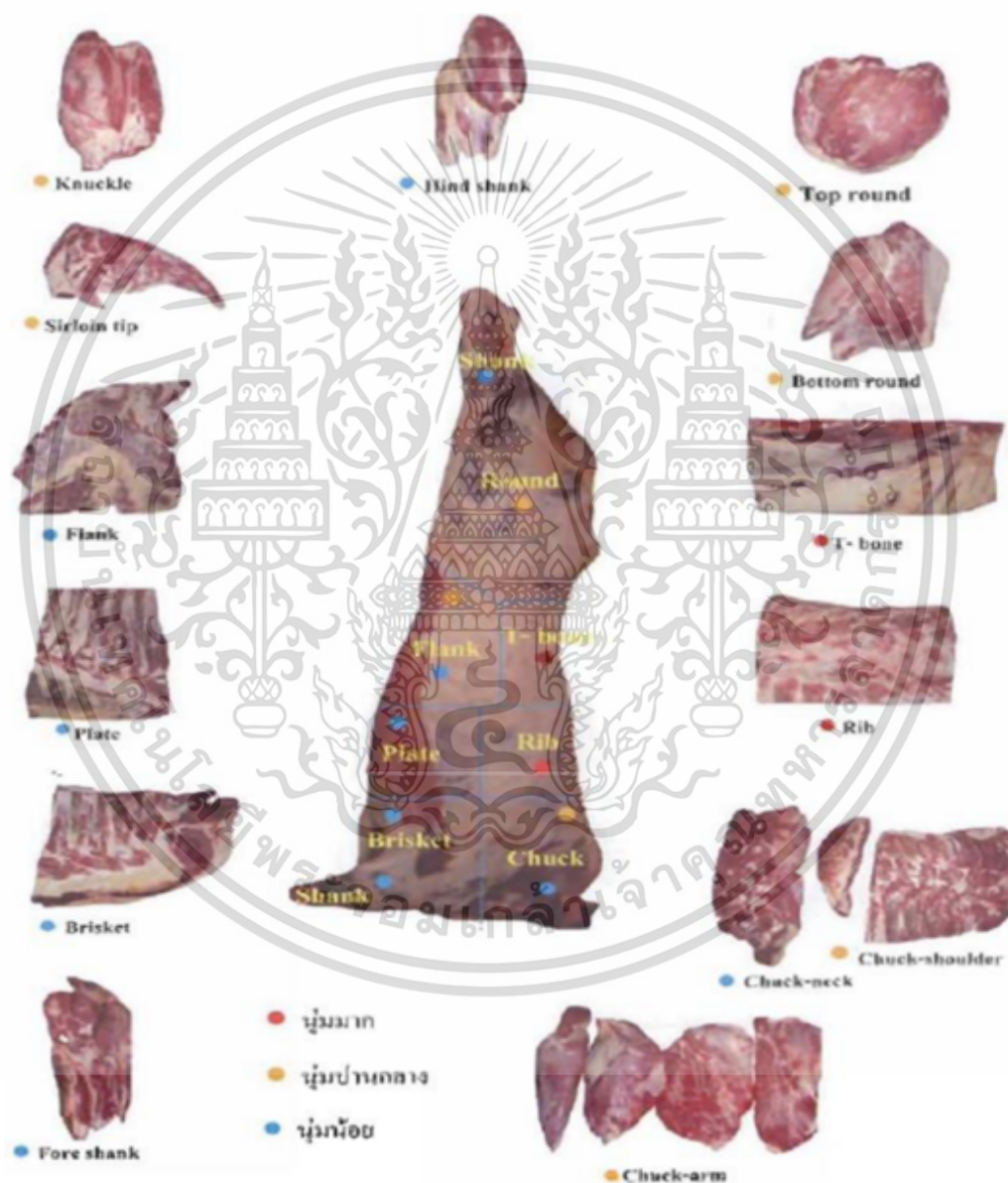
ภาพที่ 2.1 การตัดแต่งชิ้นส่วนหลัก (primal cuts) และชิ้นส่วนรอง (rough cuts)

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในแต่ละชิ้นส่วนของเนื้อโคก็มีความนุ่มแตกต่างกันไปโดยแบ่ง ได้ 3 ระดับดังนี้ 1) นุ่มมาก ได้แก่ t - bone และ สันนอกส่วนนอก (rib หรือ rib set) 2) นุ่มปานกลาง ได้แก่ สะโพก (round) พื้นท้อง (flank) และ ส่วนไหล่ (chuck - shoulder) และ 3) นุ่มน้อย ได้แก่ พื้นท้อง (flank) พื้นอก (plate) เสือร้องไห้ (brisket) ต้นขาหน้า (fore shank) และต้นขาหลัง (hind shank) (ภาพที่ 2.2) (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548)



ภาพที่ 2.2 ระดับความนุ่มของเนื้อโคที่ได้จากการตัดแต่งซาก

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 การแบ่งเกรดคุณภาพซากเนื้อโคโดยใช้เกณฑ์ไขมันแทรก

ไขมันแทรก (Intramuscular fat) เป็นปัจจัยหนึ่งที่น่ามาเป็นตัววัดคุณภาพซาก โดยเนื้อที่มีคุณภาพดีจะมีไขมันแทรกกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะกระจายอยู่ในบริเวณชั้นเนื้อเยื่อ เกี่ยวพันชั้นใน (Perimysium) ที่ห่อหุ้มมัดกล้ามเนื้อในแต่ละมัด โดยพบว่าถ้าสัตว์มีการเคลื่อนที่น้อย หรือสัตว์ที่มีกิจกรรมในการดำรงชีวิตประจำวันน้อยจะพบการสะสมของไขมันแทรกได้มากกว่าสัตว์ที่มีกิจกรรมมาก อีกทั้งสัตว์ที่มีอายุมากขึ้นจะสามารถสะสมไขมันแทรกได้มากยิ่งขึ้น ไขมันแทรกเป็น ปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคจะทำการตัดสินใจซื้อ โดยมีการวิจัยพบว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกสูงผู้บริโภคจาก หลากหลายประเทศจะยอมรับเนื้อสัมผัสได้ดีกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกน้อย รวมทั้งเนื้อที่มี ไขมันแทรกสูงจะทำให้มีราคาสูงขึ้น เนื่องจากระดับของไขมันเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้เนื้อสัมผัสนุ่มไม่หยาบกระด้าง (Okumura *et al.* 2007; Corbin *et al.* 2015; Liang. 2016)

ประเทศไทยได้อำนาจการเกรดซากโคตามประกาศมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2547) ได้ลำดับมาตรฐานคุณภาพซากของเนื้อโคไว้ทั้งหมด 5 ระดับด้วยกันได้แก่ ชั้นดีเลิศ (prime) ชั้นดีมาก (choice) ชั้นดี (select) ชั้นปานกลาง (commercial) และ ชั้นพอใช้ (utility) (ภาพที่ 2.3) โดยได้ลำดับคะแนน 5 - 1 ตามลำดับ (ภาพที่ 2.4) ในส่วนมาตรฐานตามกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา จะแบ่ง ตามปริมาณของ ไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ (degree of marbling) และอายุของ โค (maturity) ได้เป็น 7 ระดับ อายุของซาก (carcass maturity) อายุของซากสัตว์เกี่ยวข้องกับขนาดและความเหนียว และสีของเนื้อสัตว์ เส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibril) ที่ได้จากสัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีขนาดเล็ก เมื่อตัดตามขวาง กล้ามเนื้อจะมีลักษณะเรียบละเอียด และมองเห็นเส้นใย กล้ามเนื้อไม่ชัดเจน เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นมัดกล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ลักษณะเนื้อหยาบ เห็นเป็นเส้นใย ชัดเจน และสัตว์อายุมากจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากขึ้น ส่งผลให้ความเหนียวกว่าเนื้อสัตว์ที่อายุน้อยในวัยหนุ่มสาวกระดูกของสัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีส่วนของกระดูกอ่อนมากหากสัตว์อายุมากขึ้น กระดูกอ่อนจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นกระดูกแข็งแทนส่วนของเนื้อสัตว์เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีสีแดงเข้มขึ้นเนื่องจากมีปริมาณเม็ดสีไมโอโกลบิน (myoglobin) ในกล้ามเนื้อมากขึ้น โดยกลุ่ม A อายุเฉลี่ย 9 - 30 เดือน กลุ่ม B อายุเฉลี่ย 30 - 42 เดือน กลุ่ม C อายุเฉลี่ย 42 - 72 เดือน กลุ่ม D อายุเฉลี่ย 72 - 96 เดือน และกลุ่ม E มากกว่า 96 เดือน โดยสามารถแบ่งเกณฑ์ต่าง ๆ (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547; United States Department of Agriculture. 2017) ได้แก่

1) ชั้นดีเยี่ยม (USDA prime) เป็นชั้นที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด และมีความอร่อยมาก เป็นชั้นส่วนที่ได้จากโคที่ยังอายุน้อย ได้รับการเลี้ยงดูดี ทำให้ได้เนื้อที่มีคุณภาพดีเยี่ยม ซึ่งเนื้อจะมีส่วนไขมันแทรก (marbling) อยู่ทั่วไปจึงทำให้เนื้อมีความนุ่ม มีความชุ่มฉ่ำและรสชาติดี ส่วนขาหลัง คอ และไหล่ก็มีลักษณะดี ระดับไขมัน แทรกอยู่ระหว่าง 4 ถึง 5 ไขมันมีสีขาว เส้นเนื้อค่อนข้างละเอียดและมีสีแดงสด (bright red)

2) ชั้นดี (USDA choice) เป็นเนื้อจากโคที่มีอายุระหว่าง 9 - 42 เดือน จัดอยู่ในกลุ่ม A หรือ B เป็นเนื้อที่มีคุณภาพสูง แต่มีปริมาณไขมันแทรกกล้ำเนื้อปานกลาง แต่น้อยกว่าเนื้อชั้นดีเยี่ยม เนื้อส่วนใหญ่มีอยู่ในเกรดนี้ ใช้ทำเนื้ออบ และสเต็ก โดยเฉพาะจาก ส่วนเนื้อสัน ซี่โครง ส่วนขาหลัง เนื้อส่วนคอและไหล่มักนำไปตุ๋น และอบ ระดับไขมันแทรกระหว่าง 2.52 ถึง 4.5 ไขมันมีสีขาวหรือสีครีม เส้นเนื้อค่อนข้างละเอียดและสีแดง (red)

3) ชั้นกลาง (USDA select) เป็นเนื้อจากโคที่มีอายุระหว่าง 9 - 30 เดือน จัดอยู่ในกลุ่ม A ไขมันแทรกกล้ำเนื้อน้อย มีเนื้อแดงมาก แต่ไม่เหนียวเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ชอบเนื้อที่มีไขมันน้อย เดือน ระดับไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 1 ถึง 5 ไขมันสีครีมหรือสีเหลืองอ่อน เส้นเนื้อหยาบเล็กน้อย และมีสีแดงเข้ม (slightly dark red)

4) ชั้นทั่วไป (USDA standard) เป็นเนื้อที่มีไขมันแทรกกล้ำเนื้อค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่เป็นเนื้อแดง มีความนุ่มพอควร รสชาติค่อนข้างอ่อน ไม่มีลักษณะชุ่มน้ำ เนื้อเกรดนี้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคที่ชอบแต่เนื้อแดง แต่เนื้อเกรดนี้มีขายในท้องตลาดไม่มากนัก

5) ชั้นตลาด (USDA commercial) มาจากโคที่มีอายุเกิน 42 เดือน ขึ้นไปจัดอยู่ในกลุ่ม C มีเนื้อสัมผัสเหนียว แต่ถ้ามีการหุงต้มที่ถูกริธีอาจจะได้อาหารที่พอใช้ได้ การหุงต้มเนื้อชั้นนี้ต้องใช้วิธีการแปรูปที่ใช้ความร้อนขึ้นเป็นเวลานานมาก มักไม่ค่อยพบเนื้อชั้นนี้ในท้องตลาดมากนัก มีระดับไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ไขมันมีสีเหลืองอ่อน เส้นเนื้อหยาบและมีสีแดงคล้ำเล็กน้อย (moderately dark red)

6) ชั้นพื้นบ้าน (USDA utility) ส่วนใหญ่มีได้จากโคที่มีอายุมาก มีไขมันน้อย มีไขมันแทรกกล้ำเนื้อน้อยมาก ระดับไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 ไขมันมีสีเหลืองอ่อน เส้นเนื้อหยาบและมีสีแดงคล้ำ (dark red) มักใช้ทำสตูว์ หรือเนื้ออบ การแปรูปที่ใช้ความร้อนขึ้นเป็นเวลานานมาก

7) ชั้นคุณภาพต่ำ (USDA cutter) จัดเป็นเนื้อที่คุณภาพต่ำมาก เนื่องจากเนื้อไม่มีไขมันแทรกกล้ำเนื้อ ที่บริเวณผิวหนังตัดกล้ำเนื้อสันนอก ซึ่งตัดระหว่างซี่โครงที่ 12 และซี่โครงที่ 13 และมีน้ำเยิ้ม มีสีแดงคล้ำกว่าปกติ ไม่นำมาจำหน่ายสดแต่จะใช้แปรูปเป็นผลิตภัณฑ์

ระดับไขมันแทรก Marbling Score**	อายุ (เดือน)				
	18-30	>30-42		>42-56	>56-70
		>30-36	>36-42		
5	ชั้นดีเลิศ PRIME			ชั้นปานกลาง COMMERCIAL	
4	ชั้นดีมาก CHOICE				
3				ชั้นพอใช้ UTILITY	
2	ชั้นดี SELECT				
1					

ภาพที่ 2.3 แผนภูมิมาตรฐานคุณภาพซากของเนื้อโค
ที่มา : มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547)



ระดับไขมันแทรกที่ 5 (มาก)

ระดับไขมันแทรกที่ 4 (ปานกลาง)

ระดับไขมันแทรกที่ 3 (น้อย)

ระดับไขมันแทรกที่ 2 (น้อยมาก)

ระดับไขมันแทรกที่ 1 (ไม่มีเลย)

ภาพที่ 2.4 ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Marbling Score)

ที่มา : มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 ข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนเนื้อโคต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547) ได้แก่

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5×10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม วิธีการทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.23c หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

2) โคลิฟอร์ม (Coliform organism) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 1×10^2 วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.24 หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

3) ซาลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม วิธีการทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 967.26 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

4) สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 1×10^2 วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 975.55 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

2.1.5 การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อ

2.1.5.1 การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อโคด้วยวิธีการบ่ม (Aging)

การบ่มเนื้อสัตว์เป็นกระบวนการที่ทำให้ความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้น ทำได้โดยการเก็บเนื้อสัตว์หลังการฆ่าในห้องเย็นที่อุณหภูมิ ประมาณ 1 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 - 4 สัปดาห์ ก่อนการบริโภค เพื่อเพิ่มความนุ่มของเนื้อสัตว์ (meat tenderness) โดยเอนไซม์โปรตีเอส (protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อยเส้นใยโปรตีนกล้ามเนื้อ (myofibril) และโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน มีผลให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา การบ่มเนื้อเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโดยเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเมตาบอลิซึมในเนื้อหลังจากการฆ่า โรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานนั้นหลังการฆ่าจะนำซากโคเข้าห้องเย็นที่ 3 องศาเซลเซียส ทันทีและยังคงอุณหภูมิขนาดนี้ไปจนครบ 24 ชั่วโมง เพื่อให้กระบวนการเกร็งตัว (rigor mortis) เกิดขึ้นตามขั้นตอน (จุฬารัตน์ เศรษฐกุล. 2539; Ouali and Talmant. 1990; Cifuni *et al.* 2004; Hannula and Puolanne. 2004; Kim *et al.* 2017)

Monsón *et al.* (2005) รายงานว่าการบ่มเนื้อเป็นระยะเวลามากกว่า 7 วัน ขึ้นไปจะช่วยลดอิทธิพลของสายพันธุ์โคต่อความนุ่มเนื้อได้ สอดคล้องกับ Marino *et al.* (2013) ศึกษาการบ่มเนื้อโคที่ระยะ 1, 7, 14 และ 21 วัน พบว่าระยะการบ่มเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำลง อีกทั้งทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อแตกตัวได้มากขึ้น ซึ่งระยะเวลาของการบ่มเนื้อที่ยาวนานขึ้น โดยจะทำให้สภาพแวดล้อมภายในเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี คือทำให้ actomyosin ถูกตัดขาด ณ บริเวณ Z-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line ทำให้ความตึงตัวลดลงและเป็นเหตุให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อีกกิจกรรมที่พบขณะบ่มซาก คือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเนื้อ โดยสารย่อย cathepsins ออกมานอกเซลล์ แล้วเข้าไปย่อยโปรตีนบริเวณ Z-line ดังกล่าว จึงทำให้ sarcomere มีความยาวขึ้นและเนื้อมีความนุ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วระดับ pH และอุณหภูมิในเนื้อจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของเอนไซม์ cathepsins และตัวที่ทำหน้าที่ยับยั้ง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความนุ่มของเนื้อ

Dransfield (1994) รายงานว่าโคขุนที่มีเลือดโคเขตร้อนจะใช้เวลาในการบ่มเนื้อมานานกว่าขุนเลือดยุโรป นอกจากนี้การนำเนื้อไปแช่แข็งทันทีโดยไม่ผ่านการบ่มจะทำให้เนื้อเกิดความเหนียวมากขึ้น สอดคล้องกับ จูฮาร์ตัน เศรษฐกุล และ ฉายฉิน โอภาสพัฒนกิจ (2548) ได้มีการรายงานว่าการลดอุณหภูมิในเนื้ออย่างรวดเร็วภายหลังกระบวนการฆ่าสิ้นสุดอาจทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้นเนื่องจากเกิดสภาวะการหดตัวเนื่องจากความเย็น (cold shortening) ซึ่งปรากฏการณ์นี้อาจเกิดขึ้นได้ในกรณีที่นำซากโคเข้าห้องเย็นที่อุณหภูมิต่ำ และถ้าอุณหภูมิในเนื้อลดลงต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสอย่างรวดเร็วภายใน 10 ชั่วโมง โอกาสเกิดสภาวะดังกล่าวจะมีสูงมาก และซากโคที่มีไขมันหุ้มซากบางโอกาสเกิด cold shortening จะสูงกว่าซากโคที่มีไขมันหุ้มซากหนา ซึ่งการบ่มสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทได้แก่

1) การบ่มแบบแห้ง (dry aging)

การบ่มแบบแห้ง หรือ dry aging เป็นวิธีการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมที่มีการบ่มโคทั้งซากหรือบ่มชิ้นส่วนขนาดใหญ่ที่ไม่มีการบรรจุถุง ภายใต้การควบคุมสภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (humidity) และความเร็วลม (air flow/velocity) ตามระยะเวลาที่กำหนดประมาณ 2 - 4 สัปดาห์ระหว่างการบ่ม เอนไซม์โปรตีเอส (protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อยเส้นใยโปรตีนกล้ามเนื้อ (myofibril) และโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน มีผลให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษาการบ่มแบบนี้ทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นจากบริเวณผิวหนังจะทำให้เกิดเปลือกแข็งรอบซากสัตว์ซึ่งต้องตัดแต่งออกทิ้งไปทำให้สูญเสียน้ำหนักมาก (Kim *et al.* 2017)

การบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมเป็นวิธีการเก็บรักษาเนื้อโค และสามารถทำให้เนื้อโคมีความนุ่ม ซึ่งวิธีนี้ได้นำมาใช้นับร้อยปีที่ผ่านมา จากข้อจำกัดของการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมจึงได้มีการพัฒนาการบ่มเนื้อแบบบรรจุถุงสุญญากาศ หรือเรียกว่า การบ่มเปียก (wet aging) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง และการบริหารจัดการ อย่างไรก็ตามพบว่า ผู้บริโภคมีความนิยมบริโภคเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้บริโภคในแถบเอเชีย ประเทศเกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวันฮ่องกง และ สิงคโปร์ (Dashdorj *et al.* 2016) โดยเมื่อนำมาปรุงอาหารเนื้อสัตว์ที่ผ่านการบ่มแบบแห้งจะมีกลิ่นรสเฉพาะตัวเนื้อที่ได้จากการบ่มด้วยวิธีนี้จะมียูเรียและรสชาติที่ดี แต่เป็นวิธีที่มีข้อเสียค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานานกว่าการบ่มเปียก (wet aging) ซึ่งต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องบ่มเนื้อสัตว์ทำให้เป็นข้อจำกัดในการบ่มแบบแห้ง อีกทั้งใช้พื้นที่ห้องเย็นมาก อัตราการสูญเสียน้ำหนักค่อนข้างสูง

เพราะผิวหนังเนื้อค่อนข้างแข็ง ทำให้ต้องตัดแต่งเนื้อบริเวณดังกล่าวออกไป แต่มีข้อดีคือการที่ผิวหนังของเนื้อค่อนข้างแข็งจึงทำให้ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมโดยการใช้ถุงพลาสติก (dry aging bag) ซึ่งเป็นถุงที่มีลักษณะยอมให้น้ำและอากาศสามารถแพร่ผ่านได้สูงเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักที่ต้องตัดแต่งออกไปและช่วยลดการใช้พื้นที่ลงได้ (Li *et al.* 2013; Kim *et al.* 2017) สภาวะในการบ่มเนื้อโคด้วยรูปแบบดั้งเดิม สามารถทำได้หลายสภาวะแตกต่างกันไป เช่น 1) การบ่มที่อุณหภูมิ 2.5 หรือ 2.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 เป็นระยะเวลา 21 วัน (Ahmström *et al.* 2006) 2) การบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 98 (Smith *et al.* 2008) 3) การบ่มที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 76 ความเร็วลม 0.2 เมตรต่อวินาที 4) การบ่มที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 73 ความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที 5) การบ่มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 49 ความเร็วลม 0.2 เมตรต่อวินาที 6) การบ่มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 ความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที (Kim *et al.* 2016) และ 7) การบ่มที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 78 ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที (Kim *et al.* 2017)

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมมักมีกลิ่นรสที่ดีและมีความเฉพาะตัวและมีความนุ่ม เป็นที่ต้องการของร้านอาหารขนาดใหญ่และโรงแรม เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อโคที่บ่มโดยวิธีดั้งเดิมและวิธีที่บ่มในถุงสุญญากาศ (wet aging) โดยพบว่าผู้บริโภคมีความชื่นชอบเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมมากกว่าโดยข้อเปรียบเทียบระหว่างการบ่มแบบแห้งและวิธีที่บ่มเนื้อในถุงสุญญากาศมีข้อแตกต่าง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อแตกต่างระหว่างเนื้อโคที่บ่มด้วยวิธีการบ่มแบบแห้งและการบ่มเปียก

ปัจจัยที่ศึกษา	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มเปียก
1. กลิ่นรส	มากกว่า	น้อยกว่า
2. ความนุ่ม	มากกว่า	น้อยกว่า
3. น้ำหนักสูญเสียภายหลังการตัดแต่ง	มากกว่า	น้อยกว่า
4. พื้นที่ใช้เก็บระหว่างการบ่ม	มากกว่า	น้อยกว่า

ที่มา : ดัดแปลงจาก Savell *et al.* (2008)

2) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag)

เป็นเทคโนโลยีถุงแบบใหม่ที่มีอัตราการส่งผ่านไอน้ำสูงทำให้ลดการหดตัวของเนื้อสัตว์ที่ทำการบ่ม การใช้ถุงเหล่านี้เพื่อที่จะให้การบ่มแบบแห้งจะยังคงให้กลิ่นรสและความนุ่มที่ต้องการ ซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตและลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และลดการสูญเสีย การพัฒนาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีของถุงนี้เกิดขึ้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกาภายใต้ชื่อของ UMAi Dry (UMAI Dry ; Wayzata, MN) การบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมโดยการใช้อุณหภูมิพลาสติก ซึ่งเป็นถุงที่มีลักษณะยอมให้น้ำและอากาศสามารถแพร่ผ่านได้สูงเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักที่ต้องตัดแต่งออกไปและช่วยลดการใช้พื้นที่ลงได้ (Li *et al.* 2013; Kim *et al.* 2017) มีการรายงานจาก De Geer *et al.* (2009) ว่าการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกในถุงบ่มแบบดั้งเดิมไม่แตกต่างจากการบ่มแบบแห้ง การสูญเสียน้ำหนักการบ่มในถุงบ่มแบบดั้งเดิมต่ำกว่าร้อยละ 2 เนื่องจากการตัดแต่งพื้นที่ผิวภายนอกลดลง สอดคล้องกับการรายงานของ Li *et al.* (2013) รายงานว่าการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมโดยการใช้อุณหภูมิพลาสติก ซึ่งเป็นถุงที่มีลักษณะยอมให้น้ำและอากาศสามารถแพร่ผ่านได้สูงเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนัก และรายงานการสูญเสียของน้ำหนักน้อยกว่าการบ่มแบบแห้ง โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสหรือคุณภาพอื่น ๆ

3) การบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag)

การบ่มในถุงสุญญากาศเกิดขึ้นภายในถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิในตู้เย็นและเป็นวิธีการบ่มที่พบบ่อยที่สุด การบ่มในถุงสุญญากาศช่วยให้เนื้อสัตว์เพิ่มความนุ่มโดยไม่ต้องสูญเสียน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงสุญญากาศยังส่งผลให้เวลาในการบ่มสั้นลงและต้นทุนที่ลดลงสำหรับผู้บริโภค การบ่มในถุงสุญญากาศจะทำได้โดยการบรรจุเนื้อสัตว์หรือซากสัตว์ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ (vacuum packaging) หรือในกล่องที่ใช้เพื่อการขนส่ง หรือจัดจำหน่ายโดยควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา เพื่อให้เกิดการบ่มภายในบรรจุภัณฑ์ มีข้อดีคือการบ่มวิธีนี้จะช่วยการป้องกันการสูญเสียความชื้นออกจากชิ้นเนื้อซึ่งสามารถรักษาน้ำหนักไว้ได้ รักษาความฉ่ำของเนื้อ ทำให้เนื้อนุ่มเพิ่มขึ้น และลดการปนเปื้อนทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้นแต่เมื่อมีระยะการบ่มมากขึ้นจะมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้อากาศเป็นกลุ่มของแบคทีเรียกรดแลคติก ซึ่งจะสร้างกรดแลคติกทำให้เกิดลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ประสงค์และกลิ่นเปรี้ยวจึงเป็นข้อจำกัดของการบ่มด้วยวิธีนี้ (Smith *et al.* 2008) มีการรายงานของ Jirajaroenrat *et al.* (2007) ว่าได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบของการสลายตัวของโปรตีนจากเนื้อสันนอกของโคเนื้อกำแพงแสน โดยการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 2 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14, 17 และ 21 วัน จากนั้นทำการแยกโปรตีนตามน้ำหนักโมเลกุลด้วยกระแสไฟฟ้า (SDS-PAGE) พบว่าแถบโปรตีนที่มีขนาด 37 - 39 kDa มีความเข้มข้นลดลงในขณะที่แถบโปรตีนขนาด 30 kDa ปรากฏความเข้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อเพิ่มขึ้นและมีความสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ลดลง

2.1.5.2 การบ่มแบบแห้งร่วมกับการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ (Stepwise aging)

เนื้อโคโดยปกติจะทำการบ่มแบบแห้ง ระยะเวลา 21 ถึง 28 วันที่อุณหภูมิ 0 - 2 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 - 85 โดยมีการหมุนเวียนของอากาศความเร็วลมอยู่ที่ 0.5 - 2.5 เมตร / วินาที โดยวิธีการบ่มแบบแห้งนี้ ช่วยเพิ่มความนุ่มและกลิ่นรสของเนื้อโค ในส่วนของการบ่มแบบเปียกจะมีสมาธิร่วมกันในด้านของคุณภาพ และสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มแบบแห้ง อย่างไรก็ตามการรวมกระบวนการบ่มทั้ง 2 วิธี โดยทำการบ่มแบบแห้งเป็นระยะเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการบ่มแบบในถุงสุญญากาศเป็นระยะเวลา 7 วัน ซึ่งเป็นกระบวนการแยกเป็นขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าและสามารถพัฒนาปรับปรุงเนื้อโคเมื่อเทียบกับการใช้วิธีการบ่มแบบใดแบบหนึ่ง ทั้งยังลดการสูญเสียน้ำหนักจากการบ่มแบบแห้ง แต่ยังคงมีกลิ่นรสและความนุ่มซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (Kim *et al.* 2017; Zhang *et al.* 2018; Shi *et al.* 2020)

2.1.5.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการบ่มเนื้อ

1) ระยะเวลา

การบ่มของผลิตภัณฑ์ในแต่ละวันจะมีแตกต่างกันอย่างมากในทางทฤษฎีและในทางปฏิบัติ Smith (2007) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการบ่มแบบแห้งกับการบ่มในถุงสุญญากาศ และเปรียบเทียบระยะเวลา 14, 21, 28 และ 35 วัน รายงานว่าไม่พบความแตกต่างของ และกลิ่นรส เมื่อมีระยะเวลาการบ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อวัดค่าแรงเฉือน (Warner - Bratzler shear force) มีการเปรียบเทียบระหว่าง 14, 21, 28 และ 35 วัน พบว่าค่าแรงเฉือนมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยการลดแรงเฉือนลงร้อยละ 17 จากวันที่ 14 ถึงวันที่ 35 แสดงให้เห็นว่าอย่างน้อยยังมีการเพิ่มความนุ่มตามวัตถุประสงค์การปรับปรุงความนุ่มยังคงเกิดขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Campbell *et al.* (2001) ว่าเมื่อเทียบกับการบ่มแบบแห้งในช่วงระยะเวลา 7, 14 และ 21 วัน พบว่า กลิ่นรส ความนุ่มเมื่อวัดค่าแรงเฉือน (Warner-Bratzler shear force) สำหรับบ่มแบบดั้งเดิมลดลง แต่ส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างสำหรับการเพิ่มระยะเวลาการบ่มที่มากกว่า 14 วันไปแล้ว การประเมินจากประสิทธิภาพของการปรับปรุงคุณภาพ

2) อุณหภูมิ

การเก็บรักษาเป็นสิ่งสำคัญหากอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งสำหรับเนื้อสัตว์ (- 2 ถึง - 3 องศาเซลเซียส) กระบวนการของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการบ่มจะหยุดลง และถ้าหากอุณหภูมิของการเก็บรักษาสูงขึ้นกระบวนการของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการบ่มทำงานได้ค่อนข้างดี แต่กระบวนการย่อยสลายทางจุลินทรีย์จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาของกลิ่นไม่พึงประสงค์และรสชาติที่ไม่เหมาะสม

นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้นอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เหมาะสมสำหรับการบ่มแบบแห้งเป็นสิ่งสำคัญมาก ไม่มีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อคุณภาพความน่ารับประทานและการเสื่อมของเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิม ส่วนใหญ่แล้วการบ่มแบบแห้งมีรายงานว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาอยู่ที่ประมาณ 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส Campbell *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาการบ่มแบบแห้งที่ 2 องศาเซลเซียส Ahnström *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาการบ่มแบบแห้งของเนื้อโคส่วนสันนอกที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส และ 2.6 องศาเซลเซียส Parrish *et al.* (1991) ได้ทำการศึกษาในการบ่มแบบแห้งที่อุณหภูมิ 0 - 1 องศาเซลเซียส และ Warren and Kastner (1992) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ห้องบ่มแบบดั้งเดิมที่อุณหภูมิ 3.1 ถึง 3.6 องศาเซลเซียส อาจเป็นไปได้ว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาของการบ่มแบบแห้ง

ไม่จำเป็นต้องแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อื่นใดที่มีการควบคุมคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผ่านการเก็บในตู้เย็นที่เหมาะสมนั้นเป็นสิ่งสำคัญ

3) ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์มีความสำคัญเพราะถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงทำให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียสามารถเจริญและส่งผลให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์และรสชาติที่ผิดปกติ มีการศึกษาที่มีรายงานเกี่ยวกับความชื้นสัมพัทธ์ของ Campbell *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมที่ควบคุมสถานะที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75, Parrish *et al.* (1991) ในการศึกษาที่มีการรายงานว่าในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึงร้อยละ 85 และ Warren and Kastner (1992) เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้บ่มเนื้อที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 78 ± 3 Smith (2007) เก็บผลิตภัณฑ์ที่บ่มแบบดั้งเดิมแล้วไว้ในตู้ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 83 ± 11 และ Ahnström *et al.* (2006) ใช้เครื่องทำความเย็นที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87 ± 2.6 แต่ก็ไม่มีการศึกษาที่รายงานเปรียบเทียบผลกระทบของระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันในการบ่มแบบแห้ง ซึ่งทุก ๆ การศึกษารายงานว่ามีการรายงานปริมาณความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ประมาณร้อยละ 75 - 85

4) ความเร็วลม

การควบคุมความเร็วลมของอากาศภายในตู้ให้มีความเหมาะสมกับการบ่มเนื้อโค โดยภายในของตู้บ่มต้องมีการใช้ร่วมกับ ชั้นวางหลอด, ชั้นวางปรุ, ตะขอกที่แขวนซาก สำหรับการบ่มแบบแห้ง เพื่อให้ทุกพื้นผิวสัมผัสกับอากาศ อุณหภูมิที่ 0 - 4 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเน่าเสีย และ ต้องให้มีการเคลื่อนที่ของอากาศรอบ ๆ ผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในกระบวนการบ่มได้สมบูรณ์โดย Warren and Kastner (1992) ได้ทำการศึกษการบ่มเนื้อโคแบบดั้งเดิมที่ความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที อากาศถูกหมุนเวียนทุก 30 นาที โดยผ่านแสงอัลตราไวโอเลตก่อนที่จะกลับเข้าสู่ตู้เพื่อลดการเจริญของจุลินทรีย์ Kim *et al.* (2016) การบ่มที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 76 ความเร็วลม 0.2 เมตรต่อวินาที การบ่มที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 73 ความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที การบ่มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 49 ความเร็วลม 0.2 เมตรต่อวินาที การบ่มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 ความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที และ Kim *et al.* (2017) การบ่มที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 78 ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที

2.1.6 บรรจุภัณฑ์

2.1.6.1 ฟิล์มพลาสติก (plastic film)

ฟิล์มพลาสติก (plastic film) คือวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร เพื่อรักษาคุณภาพของอาหารและเพื่อความสวยงามของผลิตภัณฑ์ สามารถจำแนกตามวัตถุดิบที่ใช้และ

วัตถุประสงค์ในการใช้งาน (งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2554; งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2557; ระพีพรรณ สายแวว. 2563; Hernandez *et al.* 2000) ได้แก่

1) พลาสติกเดี่ยว (single plastic film) มักใช้ทำถุงทั่วไป โดยมีราคาไม่สูงมาก เช่น ถุง LDPE หรือถุงเย็น และถุง PP หรือถุงร้อน นอกจากนี้ยังนิยมทำเป็นถุงชั้นใน ในกล่องกระดาษแข็ง บรรจุอาหารสำเร็จรูปเพื่อการขายปลีก

2) พลาสติกประกบ (laminated plastic film) หมายถึง แผ่นพลาสติกที่ผ่านกระบวนการนำพลาสติกหลาย ๆ ชั้นมาเคลือบติดเข้าด้วยกันเป็นฟิล์มแผ่นเดียว หรือการเคลือบพลาสติกเข้ากับวัสดุอื่น ๆ เช่น กระดาษหรือฟอยล์โลหะ โดยทำการยึดติดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยการใช้ความร้อนหรือใช้กาว (adhesive) วัตถุประสงค์ของการผลิตฟิล์มลามิเนตก็เพื่อต้องการบรรจุภัณฑ์หรือถุงที่นำคุณสมบัติเด่นของฟิล์มแต่ละประเภทมาประกอบกัน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการบรรจุเพื่อความเหมาะสมแก่ผลิตภัณฑ์ เช่น คุณสมบัติทนความร้อน ป้องกันการกักความร้อนจากสารเคมี ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ การหดตัวเมื่อโดนความร้อน การป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์

3) พลาสติกรีดร่วม (coextruded plastic film) เป็นฟิล์มหลายชั้นซึ่งประกอบด้วยพลาสติกชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน โดยการประกบใช้วิธีรีดร่วมให้ติดกัน

2.1.6.2 ประเภทของฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์

ฟิล์มพลาสติกที่นิยมใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ (งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2554) ได้แก่

1) ฟิล์ม Polyethylene หรือ PE ส่วนใหญ่นิยมใช้ฟิล์ม LDPE และฟิล์ม LLDPE ในชั้นในสุดที่สัมผัสกับอาหารโดยตรง โดยฟิล์ม PE ให้คุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี ทนความร้อนได้ สามารถใช้กับกระบวนการปิดผนึกด้วยความร้อนได้ (heat sealing) และยังสามารถต้านทานต่อการกักความร้อนจากสารเคมีและการกักความร้อนจากกรดบางประเภทได้

2) ฟิล์ม Polypropylene หรือ PP นิยมใช้ในกระบวนการลามิเนต คือ ฟิล์ม CPP (Cast polypropylene film) และ ฟิล์ม BOPP (Biaxially oriented polypropylene film) ซึ่งฟิล์มทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติโดดเด่นมากทั้งในด้านความใส ผิวมันวาว เหนียว ทนต่อแรงดึง กันน้ำได้ดี ฟิล์ม CPP และ BOPP มักถูกใช้ควบคู่กันโดย CPP จะทำหน้าที่เป็นชั้นเคลือบ เพื่อให้อาหารหรือสินค้าที่บรรจุปลอดภัยจากผลกระทบของสีที่พิมพ์ลงบน BOPP ฟิล์ม

3) ฟิล์ม Polyester หรือ PET ที่นิยมนำมาใช้ในการลามิเนตคือฟิล์ม BOPET (Biaxially oriented polyethylene terephthalate) มีคุณสมบัติผิวที่เงางาม เรียบ มีความใส ทนทานต่อการฉีกขาด หรือการ กัดกร่อนแตก รักษารูปทรงได้ดีในอุณหภูมิระดับต่าง ๆ ทนความร้อนสูง สามารถใช้กับไมโครเวฟได้ ทนทานต่อความชื้น ทนสารเคมีและตัวทำละลายได้หลากหลายประเภท สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซต่าง ๆ ได้ดี และมีคุณสมบัติในการถนอมและรักษากลิ่นของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ฟิล์ม Nylon, Polyamide หรือ PA ที่นิยมนำมาใช้ในการลามิเนตก็คือ ฟิล์ม BOPA (Biaxially oriented polyamide film) มีคุณสมบัติที่ดีในการต้านทานการรั่วซึม ทนต่ออุณหภูมิร้อน - เย็น มีความเหนียวเป็นพิเศษ BOPA จึงสามารถนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ สำหรับบรรจุอาหารได้

5) ฟิล์ม Metalized เป็นฟิล์มพลาสติกที่ผ่านกระบวนการฉาบด้วยโลหะอลูมิเนียม (aluminum) ทำให้ซองบรรจุภัณฑ์ มีสีมันแวววาว กันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี ช่วยยืดอายุของสินค้าภายในได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มชนิดธรรมดา ฉะนั้นฟิล์ม Metalized จึงเหมาะกับการนำไปใช้งาน ในด้านบรรจุภัณฑ์เป็นอย่างมาก โดยฟิล์ม metalized ที่นิยมใช้ในการลามิเนต M-CPP (Metalized cast polypropylene film) M-PET (Metalized polyester film) เป็นต้น



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

- 3.1.1 Agar (Merck, Germany)
- 3.1.2 Plate count agar (Merck, Germany)
- 3.1.3 Tryptic soy broth (Merck, Germany)
- 3.1.4 Xylose lysine deoxycholate (XLD) agar (Merck, Germany)
- 3.1.5 Thiobarbituric acid (TBA) (Sigma, Germany)
- 3.1.6 1,1,3,3 - Tetraethoxypropane (Sigma, Germany)
- 3.1.7 Chromocult Agar (Merck, Germany)
- 3.1.8 Sodium chloride (NaCl) (Merck, Germany)
- 3.1.9 Potassium hydroxide (KOH) (Merck, Germany)
- 3.1.10 Sodium hydroxide (NaOH) (Merck, Germany)
- 3.1.11 Alcohol (Scharlau Chemie S. A., Spain)
- 3.1.12 Baird-parker agar (Merck, Germany)
- 3.1.13 DEV Tryptophan broth (Merck, Germany)
- 3.1.14 Malt extract (Merck, Germany)
- 3.1.15 Lysine-Indole-Motility (LIM) medium (Merck, Germany)
- 3.1.16 Tetrathionate broth (TTB) (Merck, Germany)
- 3.1.17 Salmonella-Shigella (SS) agar (Merck, Germany)
- 3.1.18 Triple sugar iron (TSI) agar (Merck, Germany)
- 3.1.19 MRS Broth (de MAN, ROGOSA and SHARPE) (Merck, Germany)
- 3.1.20 Lactic acid 80% (PURAC 80%Biochem, Gorinchem, The Netherlands)
- 3.1.21 CaCO_3 (Scharlau Chemie S.A., Spain)
- 3.1.22 Kovac Solution (Merck, Germany)
- 3.1.23 Selenite cystine broth (Merck, Germany)

3.2 วัสดุ-อุปกรณ์ และเครื่องมือ

- 3.2.1 ตู้บ่มรื้อน (Binder, Mosel FD 115, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

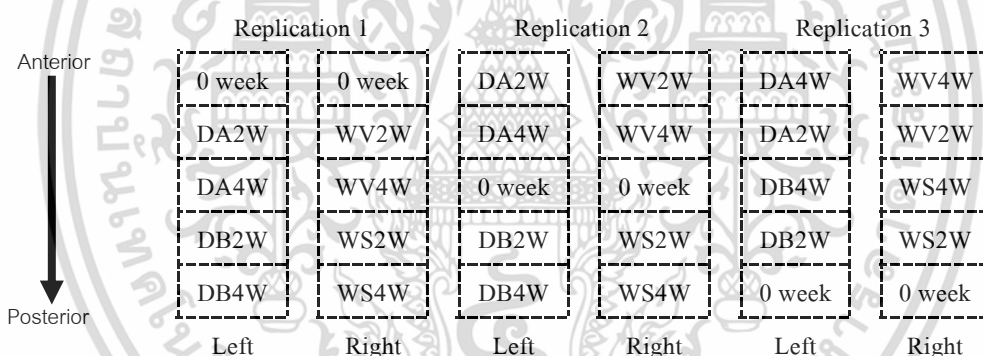
- 3.2.2 เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Tanita model 1144, Japan)
- 3.2.3 เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Sartorius, Basic, Germany)
- 3.2.4 ตู้เป่าเชื้อแบบ Laminar Flow (Dwyer model merk II, USA)
- 3.2.5 ตู้บ่มเพาะจุลินทรีย์ (WTB Binder model BD, Germany)
- 3.2.6 ตู้อบเครื่องแก้ว (Mettmert model CM500, Germany)
- 3.2.7 หม้อนึ่งความดันสำหรับฆ่าเชื้อ (Hirayama model HVE 50, Japan)
- 3.2.8 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath, Mettmert, Germany)
- 3.2.9 เครื่องผสมสารละลายในหลอดทดลอง (Vortex Mixer KMC-1300V, Korea)
- 3.2.10 ไมโครเวฟ (Toshiba model ER-G8C, Thailand)
- 3.2.11 เครื่องวัดสี (HunterLab MiniScan EZ 4000L Spectrophotometer, USA)
- 3.2.12 เครื่องวัดค่ากรด-ด่าง (Mettler Toledo model SG-2, Switzerland)
- 3.2.13 ไมโครปิเปต ขนาด 100, 200 และ 1000 ไมโครลิตร (Finnpipette F3, USA)
- 3.2.14 เครื่อง Homogenizer (Ultra tarrax, Germany)
- 3.2.15 เครื่องกลั่น โปรตีน (Gerhardt model Vapodest 30, Germany)
- 3.2.16 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-1601, Shimadzu Corporation, Japan)
- 3.2.17 เครื่องตีปั่นไฟฟ้า (Stomacher Bag Mixer 400 model VW, France)
- 3.2.18 เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Vacuum Package, Ramoon, Germany)
- 3.2.19 ถุงบรรจุสุญญากาศชนิด Laminated (EVOH /Nylon/PE)
- 3.2.20 Dry aging bag (UMAi Dry aging bag®, Wayzata, MN)
- 3.2.21 ตู้แช่เย็น (Sanden intercool model YR-1500SRT, Thailand)

3.3 ตัวอย่างเนื้อโค

ใช้กล้ามเนื้อสันนอกส่วนหน้า (*Longissimus thoracis*) หรือ สันกลางติดกระดูก (Rib Set) ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 6 – 12 จากซากทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของโคขุนลูกผสม โฮลส์ไตน์ฟรีเซียน x แองกัส เพศเมีย จำนวน 3 ตัว อายุประมาณ 5 ปี ระดับไขมันแทรก 2 น้ำหนักซากซีกละประมาณ 16 กิโลกรัม ความยาวประมาณ 75 เซนติเมตร ภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน (KU-Beef) น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า 600 - 750 กิโลกรัม เลี้ยงโดยสมาชิกสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน (KU-Beef) ฆ่าที่โรงฆ่าสัตว์ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

3.4 การเตรียมตัวอย่างเนื้อโค

ภายหลังกระบวนการฆ่าสิ้นสุดทำการบ่มซากเป็นระยะเวลา 7 วัน แยกชิ้นส่วนกล้ามเนื้อบริเวณสันนอก โดยยังมีกระดูกและไขมันหุ้มเนื้อสันนอกติดอยู่ ทั้ง 2 ซีก จากนั้นนำส่งชิ้นส่วนบรรจุในถุงปิดสนิทลงในถังโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิ ในระหว่างการขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ จากนั้นทำการแบ่งกล้ามเนื้อสันนอกที่ติดกระดูก โดยตัดแบ่งชิ้นส่วนแต่ละซีกด้วยเครื่องเลื่อยสายพานเป็น 5 ชั้น แต่ละชั้นมีความหนาประมาณ 15 เซนติเมตร และน้ำหนักประมาณ 2.5 - 3 กิโลกรัม ซีกซ้าย 1) ไม่ได้รับการบ่ม ช่วงการการทดลองที่ 0 สัปดาห์ 2) การบ่มแบบแห้ง (dry aging) ช่วงการการทดลองที่ 2 และ 4 สัปดาห์ และ 3) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) ช่วงการการทดลองที่ 2 และ 4 สัปดาห์ ซีกขวา 1) ไม่ได้รับการบ่ม ช่วงการการทดลองที่ 0 สัปดาห์ 2) การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag) ช่วงการการทดลองที่ 2 และ 4 สัปดาห์ และ 3) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (wet aging in shrink bag) ช่วงการการทดลองที่ 2 และ 4 สัปดาห์ เพื่อการเก็บตัวอย่างในแต่ละวิธีการบ่ม และระยะเวลาการบ่ม ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 รูปแบบการสุ่มชิ้นส่วนโคนมที่ผ่านการบ่มเพื่อการศึกษาตามระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์
หมายเหตุ 0 week คือ ไม่ได้รับการบ่ม

DA2W คือ การบ่มแบบแห้ง ช่วงการการทดลองที่ 2 สัปดาห์

DA4W คือ การบ่มแบบแห้ง ช่วงการการทดลองที่ 4 สัปดาห์

DB2W คือ การบ่มในถุงแบบแห้ง ช่วงการการทดลองที่ 2 สัปดาห์

DB4W คือ การบ่มในถุงแบบแห้ง ช่วงการการทดลองที่ 4 สัปดาห์

WV2W คือ การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ ช่วงการการทดลองที่ 2 สัปดาห์

WV4W คือ การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ ช่วงการการทดลองที่ 4 สัปดาห์

WS2W คือ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด ช่วงการการทดลองที่ 2 สัปดาห์

WS4W คือ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด ช่วงการการทดลองที่ 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 วิธีการบ่ม

1) การบ่มแบบแห้ง (dry aging)

นำชิ้นส่วนสันนอกติดกระดูกวางในตู้บ่มที่ควบคุมสภาพแวดล้อมในตู้โดยควบคุมสภาวะอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงร้อยละ 75 - 80

2) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag)

ชิ้นส่วนสันนอกแกะกระดูกออกทำการบรรจุถุงบ่มเนื้อที่มีคุณสมบัติที่ก๊าซออกซิเจนและไอน้ำสามารถผ่านได้ UMAi Dry® Short Loin (Large) ขนาด 40×70 เซนติเมตร อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ 8000 g/15 $\mu\text{m}^2/24\text{ h}$ ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ; อัตราการซึมผ่านออกซิเจน 2.3 mL/m²/d ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 (UMAI Dry ; Wayzata, MN) จากนั้นทำการบ่มในตู้บ่มที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงร้อยละ 75 - 80

3) การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag)

ชิ้นส่วนสันนอกแกะกระดูกออกทำการบรรจุแบบสุญญากาศในถุงลามิเนตชนิด EVOH /Nylon/PE อัตราการซึมผ่านออกซิเจน 3.3 cc/m²/24 h ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ 0.4 g/m²/24 h ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 จากนั้นทำการบ่มในตู้บ่มที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงร้อยละ 75 - 80

4) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (wet aging in shrink bag)

ชิ้นส่วนสันนอกแกะกระดูกออกทำการบรรจุแบบสุญญากาศในถุงลามิเนตชนิด EVOH/Nylon/PE อัตราการซึมผ่านออกซิเจน 3.3 O₂ cc/m²/24 h ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ 0.4 g/m²/24 h ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 จากนั้นจุ่มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ให้ถุงหดรัดชิ้นส่วนสันนอก จากนั้น ทำการบ่มในตู้บ่มที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงร้อยละ 75 - 80

3.3 ตู้บ่มเนื้อ (aging cabinet)

ได้รับการพัฒนาจาก ผศ.สมักร รักแม่ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยดัดแปลงจากตู้แช่เย็น (Sanden intercool model YR-1500SRT, Thailand) ควบคุมสภาวะอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงร้อยละ 75 - 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองเรื่อง ผลของวิธีการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโคขุน มีแผนการดำเนินงานในการทดลองดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานในการทดลอง

แผนการดำเนินงาน	กิจกรรม
ผลของวิธีการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโคขุน โดยเปรียบเทียบวิธีการบ่ม 4 วิธี ได้แก่ 1) การบ่มแบบแห้ง (dry aging) 2) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) 3) การบ่มในถุงสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag) และ 4) การบ่มในถุงสุญญากาศชนิดหดได้ (wet aging in shrink bag) การศึกษาคุณสมบัติของเนื้อทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ปัจจัยที่กำหนดในตู้บ่ม ได้แก่ - อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส - ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงร้อยละ 75 - 80 - ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที - ระยะเวลาการบ่ม 0, 2 และ 4 สัปดาห์	ศึกษาคุณสมบัติของชิ้นเนื้อทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ดังนี้ - วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ ได้แก่ - ค่าความเป็นกรด-ด่าง - ค่าสี - ค่าความสดใส และค่าองศาของสี - ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่ง - ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก - ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ - วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี ได้แก่ - การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี - การออกซิเดชันของไขมัน ด้วยวิธี Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) - วิเคราะห์คุณสมบัติด้านจุลินทรีย์ (ผิวหนังระหว่างการบ่มและภายหลังการตัดแต่ง) ได้แก่ - ยีสต์และรา - จุลินทรีย์ทั้งหมด - <i>Coliform</i> และ <i>Escherichia coli</i> - <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Salmonella</i> spp. - จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotropic bacteria) - จำแนกเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่บริเวณผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุน ระหว่างการบ่มที่ 0 และ 4 สัปดาห์ ด้วยวิธี Matrix-Assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในวงจำกัด ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.6.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อโค ตามวิธีการดัดแปลงจาก AOAC (2005) โดยใช้หัวโพรบที่มลงบนเนื้อโคโดยตรงด้วยเครื่องวัดค่า pH (Mettler Toledo model SG-2, Switzerland) ทำการวัดค่า 3 ครั้ง ในแต่ละตำแหน่งของชิ้นเนื้อ และบันทึกผล 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตัวอย่าง

2) วัดค่าสี (CIE L*, a*, b*)

ชิ้นส่วนเนื้อสันนอกโคขุนทำการตัดแต่งผิวหน้าออกเพื่อให้เนื้อได้สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศใช้เวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์วัดค่าสีด้วยระบบ CIE (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดสี HunterLab Mini Scan EZ 4500S (Hunter Lab Inc, Reston, VA, USA) ซึ่งแต่ละตัวอย่างทดลองจะทำการวัดค่า 3 จุด และแสดงผลเป็นค่า L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness) ทำการวัดค่า 3 ครั้ง ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน และบันทึกผล 3 ซ้ำ

3) การวิเคราะห์ค่าความสดสี (chroma) และค่าองศาของสี (hue angle)

ชิ้นส่วนเนื้อสันนอกโคขุนทำการตัดแต่งผิวหน้าออกเพื่อให้เนื้อได้สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศใช้เวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าความสดสี (chroma) และค่าองศาของสี (hue angle) ตามวิธีการคำนวณจาก Saricoban *et al.* (2010) โดยนำค่า L* (lightness), a* (redness) และ b* (yellowness) ที่ทำการวัดด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter mini scan EZ 4500S (Hunter Lab Inc, Reston, VA, USA) นำมาใช้สำหรับคำนวณหาค่าความสดสี (chroma) (1) และ ค่าองศาของสี (hue angle) (2) จากสูตร ดังนี้

$$\text{chroma} = (a^*/b^*)^2 \quad (1)$$

$$\text{hue angle} = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad (2)$$

4) การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม (aging loss, %)

การสูญเสียน้ำหนักระหว่างกระบวนการบ่มเนื้อโดยจะคำนวณเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ทำโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อก่อนเก็บรักษาเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (A) และชั่งน้ำหนักสุดท้ายของเนื้อหลังการบ่ม (B) ทำการบันทึกผล 3 ซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มตามวิธีการของ Stolowski *et al.* (2006) โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

5) การสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่ง (trimming loss, %)

ทำการตัดแต่งผิวหนังนอกที่มีลักษณะแข็งโดยรอบขึ้นเพื่อความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นค่าการสูญเสียน้ำหนักจากการตัดแต่งภายหลังกระบวนการบ่มเนื้อจะคำนวณเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ทำโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อก่อนการตัดแต่งเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (A) และชั่งน้ำหนักสุดท้ายของเนื้อหลังการตัดแต่ง (B) ทำการบันทึกผล 3 ซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการตัดแต่งภายหลังกระบวนการบ่มเนื้อตามวิธีการของ Oreskovich *et al.* (1988) ได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่ง (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

6) การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss, %)

การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกของเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มเนื้อจะคำนวณเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ทำโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อก่อนการทำให้สุกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (A) และชั่งน้ำหนักสุดท้ายของเนื้อหลังการทำให้สุก (B) ทำการบันทึกผล 3 ซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกตามวิธีการของ Cummings *et al.* (1999) โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

7) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force)

วิเคราะห์การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อโคด้วยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force) โดยใช้หัววัด Warner-Bratzler shear ตัดตัวอย่างเนื้อที่หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร กว้าง 1 เซนติเมตร โดยตัดตามลายเส้นใยกล้ามเนื้อ ตัวอย่างละ 10 ซ้ำ จากนั้นนำชิ้นเนื้อไปวัดแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อด้วยเครื่องมือวัดค่าแรงตัดผ่านด้วยเครื่อง Instron (model 3344, USA) โดยวางชิ้นเนื้อให้อยู่ในแนวขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ การวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อทำตามวิธีของ Van Moeseke and De smet. (1999) โดยกำหนดหน่วยเป็น kgf

3.6.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี

1) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

- ความชื้น (Moisture) โดยวิธี AOAC (2016) 945.39
- เถ้า (Ash) โดยวิธี AOAC (2012) 942.05
- โปรตีน (Protein) โดยวิธี Inhouse Method : TI-C00-016 based on ISO 5983 - 2 : 2005
- ไขมัน (Fat) โดยวิธี Inhouse Method : TI-C00-015 based on AOAC (2012) 920.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การออกซิเดชันของไขมันโดยวิธี Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)

วิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Cooper *et al.* (2017) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ใน centrifuge tube (50 มิลลิลิตร) เติมน้ำกลั่น 18 มิลลิลิตร และ BHT 0.1% 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้น homogenized 1 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างใส่หลอดย่อย เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และ HCL 5N 1 มิลลิลิตร กลั่นจนได้สารละลายส่วนใส นำสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร เติมด้วยสารละลาย TBARS ความเข้มข้นร้อยละ 0.0375 (w/v) TBA ความเข้มข้นร้อยละ 15 (w/v) TCA และ 0.25 M HCl 5 มิลลิลิตร นำสารละลายส่วนใสไปบ่ม 18 - 24 ชั่วโมง จากนั้นวิเคราะห์ด้วย double beam UV-VIS spectrophotometer 532 nM (UV-1601, Shimadzu Corporation, Japan) TBARS คำนวณการหา standard curve produced จาก 1, 1, 3, 3-Tetraethoxypropane (0 - 10 ppm malondialdehyde, MDA)

3.6.3 วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านจุลินทรีย์

1) ยีสต์ และรา

ตรวจวิเคราะห์ยีสต์และราโดยวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2006) โดยนำตัวอย่างเนื้อโคจำนวน 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในสารละลายเกลียวโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 60 วินาที จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Malt agar ที่เติมกรดแลคติกความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ จนค่า pH ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีค่า 3.5 ปริมาตรจานละ 15 - 20 มิลลิลิตร โดยวิธี pour plate ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 5 วัน จากนั้นนับจำนวนยีสต์และรา รายงานผลจำนวนยีสต์และรา เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 - 300 โคโลนีหน่วยเป็น log cfu/g

2) ตรวจวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

ตรวจวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2006) โดยนำตัวอย่างเนื้อโคจำนวน 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในสารละลายเกลียวโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 60 วินาที จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้ออาหาร Plate Count Agar ปริมาตรจานละ 15 - 20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็ง แล้วจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งหมด รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 - 300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงงานให้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Coliform และ *Escherichia coli*

ตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Coliform และ *E. coli* โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Chromocult agar โดยวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2006) โดยนำตัวอย่างเนื้อโคจำนวน 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 60 วินาที จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร และถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Chromocult agar ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนั้น spread plate ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โคโลนีที่มีสีชมพูแสดงว่าเป็น Coliform Bacteria ส่วนโคโลนีสีม่วงน้ำเงินแสดงว่าเป็นเชื้อ *E. coli* รายงานผลจำนวน Total Coliform Bacteria เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 - 300 โคโลนีหน่วยเป็น log cfu/g จากนั้นทดสอบเพื่อยืนยันว่าเป็นเชื้อ *E. coli* โดยทำการสุ่มโคโลนีสีม่วงน้ำเงิน เชียลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptophan Broth บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติมสารละลาย Kovac จำนวน 0.2 - 0.3 มิลลิลิตร ถ้าให้ผล + จะปรากฏสีแดงที่ส่วนบนของ Tryptophan Broth

4) *Staphylococcus aureus*

ตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus* ตามวิธีการของ BAM (2016) โดยนำตัวอย่างเนื้อโคจำนวน 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 60 วินาที จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Baird-Parker ที่เติม Potassium tellurite 1 เปอร์เซ็นต์ และไข่แดง ปริมาตรจานละ 15 - 20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนั้น spread plate ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนเชื้อ *S. aureus* รายงานผลจำนวนเชื้อ *S. aureus* เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 - 300 โคโลนีหน่วยเป็น log cfu/g การทดสอบการสร้างเอนไซม์ของ *S. aureus* โดย subculture เชื้อลงใน Brain heart infusion broth (BHI broth) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วหลอดละ 0.30 มิลลิลิตร เชียโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *S. aureus* เพาะเชื้อในหลอดที่มี BHI broth และหลอดอาหาร TSA slant (สำหรับการทดสอบซ้ำ) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง ดู coagulase plasma ปริมาตร 0.30 มิลลิลิตร ลงในหลอดเพาะเชื้อที่มี BHI broth บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 - 6 ชั่วโมง อ่านผลโดยดู

การแข็งตัวของ plasma อันเนื่องมาจากเอนไซม์ Coagulase (coagulase positive) ที่เชื้อ *S.aureus* สร้างขึ้นซึ่งอาจจะมีลักษณะต่าง ๆ กันสำหรับเชื้อที่ให้ Coagulase ไม่เท่ากัน

5) *Salmonella* spp.

ตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างเนื้อโคตามวิธีการของ BAM (2007) โดยสุ่มตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่อาหาร Tryptic Soy Broth (TSB) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Tetrathionate Broth (TTB) + Iodine solution และ Selenite Cystrine Broth (SCB) นำหลอดเพาะเลี้ยงเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อลงในอาหาร Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar และ Salmonella-Shigella (SS) agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีสีน้ำตาลเงินเขียว และตรงกลางมีสีดำ กลม นูน ผิวเรียบเป็นมัน อาจพบจุดหรือไม่พบจุดตรงกลาง นำโคโลนีไปทำการทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีโดยใช้เข็มเจาะโคโลนีที่ส่งสัยไปเพาะในอาหาร Triple sugar Iron (TSI) Agar slant และ Lysine-Indole-Motility (LIM) medium บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดูผลปฏิกิริยาทางชีวเคมีในหลอด TSI agar slant และ LIM medium

6) จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria)

ตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ psychrotrophic bacteria โดยวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2006) โดยสุ่มตัวอย่างเนื้อโค 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในสารละลายเกลือไฮเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 60 วินาที จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหาร plate count agar ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนั้น spread ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ จากนั้นนำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 - 10 วัน นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 - 300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

7) แบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria)

ตรวจวิเคราะห์หา แบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria) โดยวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2006) โดยนำตัวอย่างเนื้อโคจำนวน 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในสารละลายเกลือไฮเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปตีด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 60 วินาที จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นจำเป็นต้องใช้เอกสารนี้ในการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเชื้อจาก 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร de MAN, Rogosa and Sharpe (MRS) ที่เติม CaCO_3 ปริมาตรงานละ 15 - 20 มิลลิลิตร โดยวิธี pour plate ที่ระดับความเชื้อจากละ 2 ซ้ำ นำไปบ่มแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนโคโลนีที่มีบริเวณใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนีและรายงานผลจำนวนเฉพาะงานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 - 300 โคโลนีหน่วยเป็น log cfu/g

8) การจำแนกจุลินทรีย์

ด้วยวิธี Matrix-assisted laser desorption/ ionization time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) สุ่มเลือกโคโลนีด้วยวิธี streaked ลงอาหาร Nutrient agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง 3 ครั้ง เพื่อให้ได้โคโลนีเดี่ยวที่มีความบริสุทธิ์ จากนั้น ส่งตรวจวิเคราะห์ที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ด้วยเครื่อง Vitek-2 compact (bioMérieux, FRANCE)

3.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block Design วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาคูณภาพด้านเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ของเนื้อโคขุนเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน 4 วิธี ได้แก่ 1) การบ่มแบบแห้ง (dry aging) 2) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) 3) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag) และ 4) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (wet aging in shrink bag) ทำการบ่มที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงร้อยละ 75 - 80 และ ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที จากนั้นศึกษาคูณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ผลการศึกษาดังแสดงต่อไปนี้

4.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

4.1.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้านกายภาพ

4.1.1.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม (aging loss; %) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม จากการศึกษาพบว่า การบ่มแบบแห้งมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มโดยวิธีอื่น ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าร้อยละ 11.66 ± 2.96 ในสัปดาห์ที่ 2 และร้อยละ 18.56 ± 1.41 ในสัปดาห์ที่ 4 ตามลำดับ รองลงมาคือการบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม 9.87 ± 0.94 , 1.22 ± 0.29 และ 1.52 ± 0.10 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่า 12.37 ± 1.96 , 1.64 ± 0.19 และ 1.88 ± 0.01 ตามลำดับ โดยพบว่า การบ่มในถุงแบบแห้งมีค่าสูงกว่า การบ่มแบบเปียกทั้ง 2 วิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่การบ่มเปียกทั้ง 2 วิธี ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นถึง 4 สัปดาห์ ทุกวิธีการบ่มมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากการศึกษาของ Ahnström *et al.* (2006); DeGreer *et al.* (2009) และ Li *et al.* (2014) รายงานว่าในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีถุงรูปแบบใหม่ที่มีอัตราการถ่ายเทไอน้ำสูง โดยจำหน่ายในสหรัฐอเมริกาภายใต้ชื่อ UMAI dry bag steak (UMAI Dry ; Wayzata, MN) การบ่มในถุงแบบแห้งนี้จะให้รสชาติเท่ากับการบ่มแบบแห้ง โดยวัสดุที่ผลิตถุงนี้เป็นพลาสติกทำหน้าที่ยกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ และได้รับการออกแบบมาเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และเพื่อเพิ่มผลผลิต แต่ส่งผลให้เกิดความนุ่มและลักษณะทางประสาทสัมผัสอื่น ๆ เช่นเดียวกับเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มแบบแห้ง

นอกจากนี้มีการศึกษาของ Parrish *et al.* (1991); Ahnström *et al.* (2006); Smith *et al.* (2008); DeGreer *et al.* (2009); AMPC and MLA (2010); Perry (2012); PrimeSafe (2017) รายงานว่า ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม หากความชื้นต่ำจะสามารถจำกัดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย แต่จะส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักจากการระเหยมาก และเร็ว แนะนำให้ใช้ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 61 ถึง 85 ซึ่งมีการศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันในเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมที่ประมาณร้อยละ 80 เมื่อระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มมากขึ้น พบว่าเนื้อโคมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มมากขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ มยุรินทร์ รักทอง และคณะ (2553) ที่ทำการศึกษาระยะเวลาการบ่มเนื้อโค โดยรายงานว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มที่เพิ่มมากขึ้น และการศึกษาของ Shi *et al.* (2020) พบว่า ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่มของเนื้อสันนอกส่วนหน้าในถุงสุญญากาศมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า เนื่องจากถุงสุญญากาศมีอัตราการซึมผ่านออกซิเจน และไอน้ำต่ำทำให้ยังรักษาน้ำไว้ภายในได้ ซึ่งส่งผลให้สูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากน้ำหนักเริ่มต้น

ตารางที่ 4.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม (aging loss; %) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
2	11.66±2.96 ^{a,B}	9.87±0.94 ^{b,B}	1.22±0.29 ^{c,B}	1.52±0.10 ^{c,B}
4	18.56±1.41 ^{a,A}	12.37±1.96 ^{b,A}	1.64±0.19 ^{c,A}	1.88±0.01 ^{c,A}

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่ง (trimming loss; %) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่งจากการศึกษาพบว่า การบ่มแบบแห้งมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่งสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มโดยวิธีอื่น ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าร้อยละ 19.66 ± 1.48 ในสัปดาห์ที่ 2 และร้อยละ 22.51 ± 2.70 ในสัปดาห์ที่ 4 ตามลำดับ รองลงมาคือการบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบห่อ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่ง 15.83 ± 2.09 , 12.88 ± 0.88 และ 9.99 ± 1.67 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่า 18.62 ± 1.15 , 14.25 ± 0.38 และ 11.52 ± 1.52 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาการนํานขึ้นถึง 4 สัปดาห์ ทุกวิธีการบ่มมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่งเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 สอดคล้องกับการรายงานของ Ahnström *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์แอ่งก้นแบบดั้งเดิมและในถุงแบบดั้งเดิม ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่า การสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่งของการบ่มแบบแห้งในถุงมีค่าน้อยกว่าการบ่มแบบแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ De Greer *et al.* (2009) ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่งเพิ่มมากขึ้น โดยที่ระยะเวลา 7 และ 21 วัน จะเกิดเปลือกแข็งที่พื้นผิวภายนอกคล้ายกับเนื้อเจอร์กี้ ที่จะต้องทำการตัดแต่งออกเพื่อให้คงเหลือส่วนที่มีความนุ่มและมีกลิ่นรสที่ดีของการบ่ม ส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่งเพิ่มมากขึ้น และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Smith *et al.* (2008) พบว่า การบ่มแบบแห้ง 4 ช่วงระยะเวลา 14, 21, 28 และ 35 วัน มีปริมาณผลผลิตน้อยกว่าการบ่มแบบเปียกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยระยะเวลา วันที่ 28 และ 35 เนื้อส่วนริบอายที่ได้รับการบ่มแบบแห้งมีผลผลิตร้อยละ 63.5 และ 61.7 แต่มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่งสูงขึ้นโดยมีค่าร้อยละ 24.2 และ 22.8 ซึ่งคาดว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่งสูงขึ้น

Garlough and Campbell (2012) รายงานว่าการบ่มแบบแห้งเป็นขั้นตอนที่มีค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากผลผลิตที่ลดลง การสูญเสียน้ำหนักที่มากขึ้นจากการตัดแต่งและที่ใช้เวลานานเมื่อเทียบกับการบ่มแบบเปียก ซึ่ง Shi *et al.* (2020) รายงานว่าการบ่มแบบแห้งและบ่มในถุงแบบดั้งเดิม มีการสูญเสียความชื้นจึงทำให้พื้นผิวหน้ามีความแห้งและแข็ง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการจึงต้องทำการตัดแต่งออกจากการที่บ่มในถุงสุญญากาศแบบห่อ ต้องผ่านความร้อนทำให้ผิวหน้าที่ผ่านความร้อนเกิดลักษณะซิด ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการเป็นผลมาจากเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพตามธรรมชาติของโปรตีนแบบผันกลับไม่ได้ จึงต้องทำการตัดแต่งพื้นผิวหน้าออก

ตารางที่ 4.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละ การสูญเสียน้ำหนักหลังจากการตัดแต่ง (trimming loss; %) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
2	19.66±1.48 ^{a,B}	15.83±2.09 ^{b,B}	9.99±1.67 ^{d,B}	12.88±0.88 ^{c,B}
4	22.51±2.70 ^{a,A}	18.62±1.15 ^{b,A}	11.52±1.52 ^{d,A}	14.25±0.38 ^{c,A}

^{a-d} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.3 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss; %) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่ม และระยะเวลาการบ่มมีผลต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก การบ่มแบบแห้งทั้ง 2 วิธี มีค่าต่ำกว่าการบ่มแบบเปียกทั้ง 2 วิธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ระหว่าง การบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง โดย ในสัปดาห์ที่ 0 มีค่า 28.80±2.82 และ 28.80±2.82 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่า 28.05±0.85 และ 28.60±0.30 ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 4 มีค่า 27.07±0.99 และ 27.72±0.55 ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ระหว่าง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด โดย ในสัปดาห์ที่ 0 มีค่า 30.13±3.47 และ 30.13±3.47 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่า 30.62±0.38 และ 30.40±0.63 ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 4 มีค่า 28.38±2.31 และ 28.21±0.19 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกลดลง โดยสัปดาห์ที่ 0 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 4 ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งจากการศึกษาของ Ahnström *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์เองกัสแบบดั้งเดิมและในถุงแบบดั้งเดิม ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่า ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ระหว่างการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) และจากการศึกษาของ Paneal *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาผลของวิธีการบ่มแบบเปียก ระยะเวลาการบ่ม และความหนาของชิ้นเนื้อ ที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อโค พบว่า

วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก แต่เนื้อโคที่มีความหนามากกว่ามีแนวโน้มทำให้ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกสูงขึ้น

จากการศึกษาของ Boakye and Mittal. (1993) รายงานว่า กระบวนการบ่มเนื้ออาจมีผลต่อค่ากรด-ด่างที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ และจากการศึกษาของ Qiao *et al.* (2001) รายงานว่าค่ากรด-ด่างของเนื้อสัตว์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการอุ้มน้ำ เนื่องจากค่ากรด-ด่างที่สูงจะส่งผลให้มีการจับตัวของน้ำในเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำอิสระของเนื้อสัตว์ที่ลดลง เมื่อมีปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อมากขึ้นจะส่งผลต่อค่าแรงเฉือนที่ลดลง ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามขัดแย้งกับการศึกษาของ De Geer *et al.* (2009) ที่พบว่าเนื้อสันนอกส่วนหน้ามีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะตามเวลาการบ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss; %) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด
0	28.80±2.82 ^{b,A}	28.80±2.82 ^{b,A}	30.13±3.47 ^{a,A}	30.13±3.47 ^{a,A}
2	28.05±0.85 ^{b,A}	28.60±0.30 ^{b,A}	30.62±0.38 ^{a,A}	30.40±0.63 ^{a,A}
4	27.07±0.99 ^{b,B}	27.72±0.55 ^{b,B}	28.38±2.31 ^{a,B}	28.21±0.19 ^{a,B}

^{a-b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.4 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ในทุกระยะของการบ่ม ($p > 0.05$) โดยระยะการบ่มที่ 0 สัปดาห์ การบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด มีค่า 5.68±0.05, 5.68±0.05, 5.70±0.06 และ 5.70±0.06 ตามลำดับ ระยะการบ่มที่ 2 สัปดาห์ มีค่า 5.93±0.17, 5.77±0.13, 5.70±0.11 และ 5.71±0.05 ตามลำดับ และระยะการบ่มที่ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.69±0.10, 5.73±0.06, 5.71±0.03 และ 5.66±0.09 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 จากการรายงานของ ชัยณรงค์ คันทพนิต (2529) ว่าค่ากรด-ด่างจะลดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสุทธระหว่าง 5.3 - 5.7 ภายหลังสัตว์ตาย 24 ชั่วโมง ซึ่ง ค่า pH ที่เหมาะสมในเนื้อสัตว์จะส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์ cathepsins และตัวที่ทำหน้าที่ยับยั้ง ซึ่งจะส่งผลต่อความนุ่มของเนื้อ และ Ahnström *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์เองกัสแบบดั้งเดิม และในถุงแบบดั้งเดิม ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่า ค่ากรด-ด่างระหว่างการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) Aksu *et al.* (2005) รายงานว่าค่ากรด-ด่างมีผลจากสารประกอบไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการโปรตีนโอไลซิส จากการศึกษาของ Boakye and Mittal. (1993) รายงานว่า กระบวนการบ่มเนื้ออาจมีผลต่อค่ากรด-ด่างและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อโค จากการศึกษาของ Qiao *et al.* (2001) รายงานว่าค่ากรด-ด่างของเนื้อสัตว์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการอุ้มน้ำ เนื่องจากค่ากรด-ด่างที่สูงจะส่งผลให้มีการจับตัวของน้ำในเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำอิสระของเนื้อสัตว์ที่ลดลง เมื่อมีปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อมากจะส่งผลต่อค่าแรงเหวี่ยงที่ลดลง ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.4 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	5.68±0.05 ^{a,A}	5.68±0.05 ^{a,A}	5.70±0.06 ^{a,A}	5.70±0.06 ^{a,A}
2	5.93±0.17 ^{a,A}	5.77±0.13 ^{a,A}	5.70±0.11 ^{a,A}	5.71±0.05 ^{a,A}
4	5.69±0.10 ^{a,A}	5.73±0.06 ^{a,A}	5.71±0.03 ^{a,A}	5.66±0.09 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^A ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.5 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kgf) ของเนื้อสันนอกโค

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการบ่มที่แตกต่างกัน 4 วิธี ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อสันนอกโคขุน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่พบว่าระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยวิธีการบ่มแบบแห้งในสัปดาห์ที่ 0, 2 และ 4 มีค่า 5.70±0.33, 5.23±0.45 และ 4.64±0.64 kgf ตามลำดับ วิธีการบ่มในถุงแบบแห้งในสัปดาห์ที่ 0, 2 และ 4 มีค่า 5.70±0.33, 5.18±0.55 และ 4.67±0.69 kgf ตามลำดับ วิธีการบ่มเปียกในถุงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญญากาศในสัปดาห์ที่ 0, 2 และ 4 มีค่า 5.70 ± 0.06 , 5.70 ± 0.11 และ 5.71 ± 0.03 kgf ตามลำดับ และวิธีการบ่มเปียกในถุงสูญญากาศแบบหัดในสัปดาห์ที่ 0, 2 และ 4 มีค่า 6.39 ± 0.60 , 5.54 ± 0.5 และ 4.83 ± 0.78 kgf ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งสอดคล้องกับ Marino *et al.* (2013) ได้ศึกษาการบ่มเนื้อโคที่ระยะ 1, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ระยะการบ่มเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำลง ($p < 0.05$) อีกทั้งทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อแตกตัวได้มากขึ้น ($p < 0.05$) ซึ่งระยะเวลาของการบ่มเนื้อที่ยาวนานขึ้น โดยจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี คือทำให้ actomyosin ถูกตัดขาด ณ บริเวณ Z - line ทำให้ความตึงตัวลดลง และเป็นเหตุให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ พบว่า ขณะบ่มซาก คือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเนื้อสัตว์โดยเอนไซม์ cathepsins เกิดการหลั่งออกมานอกเซลล์ แล้วเข้าไปย่อยโปรตีนบริเวณ Z - line ดังกล่าว จึงทำให้ sarcomere มีความยาวขึ้นและเนื้อมีความนุ่มขึ้น

จากการศึกษาของ Kim *et al.* (2017) และ Ho *et al.* (1997) รายงานว่าเนื้อสัตว์ถูกทำให้นุ่มโดยเอนไซม์โปรติโอไลติก ซึ่งจะย่อยสลายไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน ทำให้เนื้อโคมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น และมีการศึกษาของ Ahnström *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์แอ่งก้นแบบดั้งเดิม และในถุงแบบดั้งเดิม ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่า ค่าแรงตัดผ่านไม่มีความแตกต่างระหว่างการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และจากการศึกษาของ Kim *et al.* (2019) ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบ ผลของวิธีการบ่มแบบแห้งและการบ่มแบบเปียกที่มีต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของเนื้อสันนอกโค พบว่าวิธีการบ่มแบบแห้งและการบ่มแบบเปียกมีผลให้ค่าแรงตัดผ่านลดลง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) Qiao *et al.* (2001) รายงานว่าค่ากรด-ด่างของเนื้อสัตว์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการอุ้มน้ำ เนื่องจากค่ากรด-ด่างที่สูงจะส่งผลให้มีการจับตัวของน้ำในเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำอิสระของเนื้อสัตว์ที่ลดลง เมื่อมีปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อมากจะส่งผลต่อค่าแรงเหวี่ยงที่ลดลง ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kgf) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	5.70±0.33 ^{a,A}	5.70±0.33 ^{a,A}	6.39±0.60 ^{a,A}	6.39±0.60 ^{a,A}
2	5.23±0.45 ^{a,B}	5.18±0.55 ^{a,B}	5.57±0.66 ^{a,B}	5.54±0.51 ^{a,B}
4	4.64±0.64 ^{a,C}	4.67±0.69 ^{a,C}	4.93±0.60 ^{a,C}	4.83±0.78 ^{a,C}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{A-C} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.6 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ในทุกระยะของการบ่ม ($p>0.05$) โดยระยะเวลาที่ 0 สัปดาห์ การบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 30.02 ± 0.65 , 30.02 ± 0.65 , 31.38 ± 1.19 และ 31.38 ± 1.19 ตามลำดับ ระยะเวลาที่ 2 สัปดาห์ มีค่า 30.82 ± 1.84 , 30.59 ± 0.89 , 31.96 ± 2.22 และ 31.73 ± 1.57 ตามลำดับ และระยะเวลาที่ 4 สัปดาห์ มีค่า 32.00 ± 4.99 , 32.19 ± 2.37 , 33.09 ± 4.29 และ 34.02 ± 2.78 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ซึ่งมีการรายงานจากการศึกษาของ Cho *et al.* (2017) ที่ทำการทดลองโดยนำกล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* มาบ่มในถุงสุญญากาศที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน พบว่า มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 46.77, 48.25 และ 47.22 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สอดคล้องกับ Maurice *et al.* (2018) ที่ทดลองการบ่มในถุงสุญญากาศที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L*, a* และ b* ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เป็นไปในแนวทางเดียวกับการศึกษาของ Cho *et al.* (2016) ที่ทำการศึกษการบ่มเนื้อโคที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L*, a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้นตามการบ่มที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.6 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด
0	30.02±0.65 ^{a,A}	30.02±0.65 ^{a,A}	31.38±1.19 ^{a,A}	31.38±1.19 ^{a,A}
2	30.82±1.84 ^{a,A}	30.59±0.89 ^{a,A}	31.96±2.22 ^{a,A}	31.73±1.57 ^{a,A}
4	32.00±4.99 ^{a,A}	32.19±2.37 ^{a,A}	33.09±4.29 ^{a,A}	34.02±2.78 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

^A ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.7 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่า สีแดง (a*) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกระยะของการบ่มไม่มีผลต่อค่าสีแดง (a*) (p>0.05) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าสีแดง (a*) ลดลง (p<0.05) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 19.39±1.25, 17.21±2.59 และ 13.83±2.00 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 19.39±1.25, 17.85±2.97 และ 14.80±3.69 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 17.62±2.54, 17.94±2.64 และ 16.99±2.58 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 17.62±2.54, 15.55±2.08 และ 16.72±2.22 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 สอดคล้องกับการศึกษาของ Cho *et al.* (2017) ที่ทำการทดลองโดยนำเนื้อมาบ่มแบบดั้งเดิมที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน พบว่า กล้ามเนื้อส่วน *Longissimus dorsi* เมื่อระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0, 7 และ 14 ค่าสีแดง (a*) มีค่าเท่ากับ 24.32, 23.80 และ 21.33 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงแสดงว่าเนื้อเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียวกว่า แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) เป็นไปในแนวทางของการศึกษาของ Cho *et al.* (2016) ที่ทำการศึกษาการบ่มเนื้อโคที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L*, a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้นตามการบ่มที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (p>0.05) และการศึกษาของ Maurice *et al.* (2018) ที่ทดลองในระยะเวลาการบ่มที่ 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L*, a* และ b* ที่มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) อย่างไรก็ตาม Boakye and Mital (1996) อธิบายว่าค่า a* มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากรงควัตถุในเซลล์กล้ามเนื้อคือ ไมโอโกลบินที่ต้องใช้ออกซิเจนในการทำงาน เกิดการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาการบ่มเปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบินจึงทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าสีแดง (a*) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	19.39±1.25 ^{a,A}	19.39±1.25 ^{a,A}	17.62±2.54 ^{a,A}	17.62±2.54 ^{a,A}
2	17.21±2.59 ^{a,AB}	17.85±2.97 ^{a,AB}	17.94±2.64 ^{a,AB}	15.55±2.08 ^{a,AB}
4	13.83±2.00 ^{a,B}	14.80±3.69 ^{a,B}	16.99±2.58 ^{a,B}	16.72±2.22 ^{a,B}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.8 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกระยะของการบ่มไม่มีผลต่อค่าสีเหลือง (b*) (p>0.05) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้นที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ และลดลงที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ (p<0.05) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 15.81±0.84, 16.37±3.03 และ 14.62±4.22 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 15.81±0.84, 16.29±2.46 และ 14.80±2.15 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 15.12±1.13, 16.64±2.03 และ 15.30±3.49 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 15.12±1.13, 15.37±1.71 และ 14.50±1.57 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.8 สอดคล้องกับการศึกษาของ Cho *et al.* (2017) ที่ทำการทดลองโดยนำเนื้อมาบ่ม ที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน พบว่า เนื้อส่วน *Longissimus dorsi* เมื่อระยะเวลาการบ่มที่ 0, 7 และ 14 วัน ค่าสีเหลือง (b*) มีค่า 13.74, 13.61 และ 12.23 ลดลงตามลำดับ เป็นไปในแนวทางของการศึกษาของ Cho *et al.* (2016) ที่ทำการศึกษการบ่มเนื้อโคที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L*, a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้นตามการบ่มที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (p>0.05) และการศึกษาของ Maurice *et al.* (2018) ที่ทดลองระยะเวลาการบ่มที่ 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L*, a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 4.8 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	15.81±0.84 ^{a,AB}	15.81±0.84 ^{a,AB}	15.12±1.13 ^{a,AB}	15.12±1.13 ^{a,AB}
2	16.37±3.03 ^{a,A}	16.29±2.46 ^{a,A}	16.64±2.03 ^{a,A}	15.37±1.71 ^{a,A}
4	14.62±4.22 ^{a,B}	14.80±2.15 ^{a,B}	15.30±3.49 ^{a,B}	14.50±1.57 ^{a,B}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.9 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสดสี (chroma) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกระยะของการบ่มไม่มีผลต่อค่าความสดสี (chroma) ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความสดสี (chroma) ลดลง ($p<0.05$) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 25.03±1.34, 23.69±4.06 และ 18.61±2.78 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 25.03±1.34, 24.00±3.99 และ 21.74±0.73 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 23.24±2.67, 23.96±3.48 และ 22.88±4.24 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 23.24±2.67, 21.31±2.82 และ 22.14±2.72 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 AMSA. (2012) ค่าความสดสีเป็นค่าบ่งบอกสีของผลิตภัณฑ์ โดยค่าเข้าใกล้ 0 ผลิตภัณฑ์มีสีซีด (เทา) และค่าเข้าใกล้ 60 ผลิตภัณฑ์มีสีเข้ม (ภาคผนวก ง) เมื่อระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อค่าความสดสีที่ลดลงทำให้เนื้อโคมีสีเข้มขึ้น

ตารางที่ 4.9 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าความสดใส (chroma) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	25.03±1.34 ^{a,A}	25.03±1.34 ^{a,A}	23.24±2.67 ^{a,A}	23.24±2.67 ^{a,A}
2	23.69±4.06 ^{a,AB}	24.00±3.99 ^{a,AB}	23.96±3.48 ^{a,AB}	21.31±2.82 ^{a,AB}
4	18.61±2.78 ^{a,B}	21.74±0.73 ^{a,B}	22.88±4.24 ^{a,B}	22.14±2.72 ^{a,B}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.1.10 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าองศาสี (hue angle) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกะยะของการบ่ม ไม่มีผลต่อค่าองศาสี (hue angle) ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าองศาสี (hue angle) เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) โดยการบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 39.23±1.59, 43.92±3.67 และ 41.80±3.99 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 39.23±1.59, 42.41±2.46 และ 42.82±1.63 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 40.63±1.78, 41.34±0.47 และ 41.68±2.47 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 40.63±1.78, 42.99±0.83 และ 40.97±0.91 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.10 จากการศึกษา Pouzo *et al.* (2016) ได้ทำการศึกษาสีของเนื้อโคพันธุ์แองกัสที่เสริมด้วยเมล็ดข้าวโพดและเมล็ดแฟลกซ์ และทำการบ่มแบบเปียก พบว่าระยะเวลาการบ่มที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าสีแดงลดลง และพบแนวโน้มที่คล้ายกันกับการลดลงของค่าสีเหลือง ซึ่งค่าองศาของสีมีความสัมพันธ์กับค่าสีแดงและค่าสีเหลืองแบบผกผัน โดยเมื่อค่าสีแดงและสีเหลืองลดลงจะทำให้มีค่าองศาของสีเพิ่มขึ้น องศาของสี AMSA. (2012) เป็นค่าบ่งบอกเจดสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีค่า 0 - 360 โดยแต่ละองศามีค่าแตกต่างกัน (ภาคผนวก ง) ซึ่งวัตถุดิบที่วัดได้มีค่า 0 - 45 หมายถึง วัตถุดิบสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง

ตารางที่ 4.10 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าองศาสี (hue angle) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	39.23±1.59 ^{a,B}	39.23±1.59 ^{a,B}	40.63±1.78 ^{a,B}	40.63±1.78 ^{a,B}
2	43.92±3.67 ^{a,A}	42.41±2.46 ^{a,A}	41.34±0.47 ^{a,A}	42.99±0.83 ^{a,A}
4	41.80±3.99 ^{a,A}	42.82±1.63 ^{a,A}	41.68±2.47 ^{a,A}	40.97±0.91 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้านเคมี

4.1.2.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าการออกซิเดชันของไขมัน (TBARS; mg MDA/kg sample) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกะยะของการบ่มไม่มีผลต่อค่าการออกซิเดชันของไขมัน ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าการออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 0.28±0.10, 0.34±0.19 และ 0.73±0.73 mg MDA/kg sample ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 0.28±0.10, 0.51±0.45 และ 0.51±0.33 mg MDA/kg sample ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 0.24±0.08, 0.33±0.16 และ 0.47±0.28 mg MDA/kg sample ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 0.24±0.08, 0.34±0.13 และ 0.37±0.15 mg MDA/kg sample ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 สอดคล้องกับการรายงานของ ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) ว่าการออกซิเดชันของไขมัน เป็นผลมาจากการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนอากาศกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว จะมีความไวต่อการออกซิเดชันโดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากการศึกษา Nam *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษาผลของการบ่มแบบแห้งที่ระยะเวลาการบ่ม 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ต่อการออกซิเดชันของไขมัน พบว่า การเกิดออกซิเดชันของไขมัน ระยะเวลาที่ 2 สัปดาห์และ 3 สัปดาห์มีค่าออกซิเดชันของไขมัน สูงกว่าเนื้อวัวอายุ 1 สัปดาห์ จากการศึกษาของ Christie. (1978); Munekata *et al.* (2017); Fernandes *et al.* (2018) และ Alirezalu *et al.*

(2019) รายงานว่า สภาวะการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ หรือการมีแสง และออกซิเจน มีความเกี่ยวข้องอย่างมากในการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

ตารางที่ 4.11 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าการออกซิเดชันของไขมัน (TBARS; mg MDA/kg sample) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด
0	0.28±0.10 ^{a,B}	0.28±0.10 ^{a,B}	0.24±0.08 ^{a,B}	0.24±0.08 ^{a,B}
2	0.34±0.19 ^{a,AB}	0.51±0.45 ^{a,A}	0.33±0.16 ^{a,AB}	0.34±0.13 ^{a,AB}
4	0.73±0.73 ^{a,A}	0.51±0.33 ^{a,A}	0.47±0.28 ^{a,A}	0.37±0.15 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.2.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละองค์ประกอบทางเคมี (Proximate; %) ของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกะยะของการบ่มไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลง ($p<0.05$) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 61.19±0.33, 59.52±1.10 และ 57.80±1.79 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 61.19±0.33, 60.22±0.26 และ 58.82±2.53 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 62.25±0.37, 61.58±1.15 และ 60.31±0.53 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 62.25±0.37, 60.45±0.52 และ 59.52±1.55 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Li *et al.* (2013) ที่รายงานว่เนื้อโคที่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 0 และ 14 วัน มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าร้อยละของความชื้นของเนื้อโคที่ 0 และ 14 วัน มีค่าเท่ากับ 74.6 และ 74.4 ตามลำดับ และการศึกษาของ Shi *et al.* (2020) ที่ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการบ่มแบบเปียกต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมสายพันธุ์ Luxi พบว่า การบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าร้อยละความชื้นของเนื้อโค โดยเนื้อโคที่ผ่านการบ่มแบบเปียกเป็นระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน มีค่าร้อยละของความชื้นเท่ากับ 73.35, 73.92 และ 73.31 ตามลำดับ และการศึกษาของ Ahnström *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์เองกัส เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบดั้งเดิม และในถุงแบบดั้งเดิมที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่า วิธีการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้งไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น ($p>0.05$)

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกระยะของการบ่มไม่มีผลต่อปริมาณวัตถุแห้ง ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณวัตถุแห้งเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 38.81 ± 0.19 , 40.48 ± 0.92 และ 42.20 ± 1.79 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 38.81 ± 0.19 , 39.78 ± 0.17 และ 41.18 ± 2.53 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 34.75 ± 0.21 , 38.42 ± 0.53 และ 39.69 ± 0.53 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหดร ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 34.75 ± 0.21 , 39.55 ± 0.40 และ 40.48 ± 1.55 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 AhnstrÖm *et al.* (2006) รายงานว่าปริมาณร้อยละของวัตถุแห้งจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณร้อยละของความชื้น โดยเมื่อปริมาณความชื้นลดลงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณวัตถุแห้ง

วิธีการบ่ม และระยะเวลาการบ่มมีผลต่อปริมาณเถ้า ($p<0.05$) เมื่อบ่มระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้นมีผลต่อปริมาณเถ้าของวิธีการบ่มแบบแห้งทั้ง 2 วิธี เพิ่มขึ้น แต่วิธีการบ่มแบบเปียกทั้ง 2 วิธีลดลง ($p<0.05$) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 6.12 ± 0.05 , 5.26 ± 0.07 และ 5.73 ± 0.95 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 6.12 ± 0.00 , 6.48 ± 0.16 และ 6.85 ± 0.40 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 6.76 ± 0.04 , 6.28 ± 0.12 และ 6.11 ± 0.09 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหดร ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 6.76 ± 0.04 , 6.20 ± 0.40 และ 6.19 ± 0.29 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 สอดคล้องกับการศึกษาของ Wahrmund-Wyle *et al.* (2000) รายงานว่าเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมจะมีการสูญเสียความชื้นที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการบ่ม เมื่อปริมาณความชื้นลดลงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณเถ้า

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกระยะของการบ่มมีผลต่อปริมาณโปรตีนหยาบ ($p<0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนหยาบ ($p>0.05$) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 21.01 ± 0.16 , 21.26 ± 0.56 และ 21.49 ± 2.12 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหดร ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 20.04 ± 0.55 , 20.41 ± 2.14 และ 20.32 ± 1.62 ตามลำดับ มีปริมาณโปรตีนหยาบมากกว่าการบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 21.01 ± 0.16 , 21.22 ± 1.92 และ 22.93 ± 0.47 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 20.04 ± 0.55 , 19.89 ± 0.75 และ 20.17 ± 2.83 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kim *et al.* (2019) รายงานว่าการบ่มเนื้อโคเป็นระยะเวลา 28 วัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนหยาบในกล้ามเนื้อสันนอกโค จากผลการศึกษาของ Ripol *et al.* (2008) ที่ได้ทำการศึกษาร้อยละของเนื้อโคที่ทำการบ่มเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า มีค่าร้อยละของความชื้นเท่ากับ 75.47 ± 0.69 ร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไขมันเท่ากับ 1.07 ± 0.49 และร้อยละของโปรตีนเท่ากับ 21.67 ± 1.11 และจากการศึกษาของ Cho *et al.* (2016) ที่ได้ทำการศึกษาร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโคที่ทำการบ่มเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า เนื้อโคมีค่าร้อยละของความชื้นเท่ากับ 70.03 ± 0.42 ร้อยละของไขมันมีค่าเท่ากับ 6.16 ± 0.34 และร้อยละของโปรตีนมีค่าเท่ากับ 21.97 ± 0.30 อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโคอาจมีค่าแตกต่างกันไปในโคเนื้อแต่ละสายพันธุ์ โดยจากการรายงานของ Bogdanowicz *et al.* (2018) พบว่า โคเนื้อสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง Limousin x Holstein - Friesian มีค่าร้อยละของความชื้น โปรตีน และไขมัน 76.01, 21.64 และ 1.48 ตามลำดับ ส่วนโคเนื้อลูกผสม Hereford x Holstein-Friesian มีค่าร้อยละของความชื้น โปรตีน และไขมัน 75.76, 21.55 และ 1.79 ตามลำดับ ซึ่งมีการศึกษาของ Wahrmond-Wyle *et al.* (2000) รายงานว่าเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมจะมีการสูญเสียความชื้นที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการบ่มส่งผลให้ปริมาณโปรตีนมากขึ้น

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันในทุกะยะของการบ่ม ไม่มีผลต่อปริมาณไขมันหยาบ ($p > 0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณไขมันหยาบเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดย การบ่มแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 16.93 ± 1.87 , 16.17 ± 2.59 และ 19.31 ± 1.89 ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 16.93 ± 1.87 , 17.51 ± 3.41 และ 21.05 ± 4.34 ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 17.77 ± 0.56 , 19.98 ± 1.77 และ 20.20 ± 1.01 ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหดร ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าร้อยละ 17.77 ± 0.56 , 20.41 ± 2.14 และ 21.29 ± 0.34 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 จากการศึกษาของ Li *et al.* (2008) พบว่า ค่าร้อยละของไขมันของเนื้อโคที่ผ่านการบ่มแบบเปียกเป็นระยะเวลา 4, 11, 14 และ 21 วัน มีค่าน้อยกว่าค่าร้อยละของไขมันของเนื้อโคที่ผ่านการบ่มแบบแห้งเป็นระยะเวลา 28 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าร้อยละของไขมันนี้สัมพันธ์กับปริมาณของค่าร้อยละของความชื้นที่ลดลง อีกทั้งยังมีการรายงานของ Dikeman *et al.* (2013) พบว่าเนื้อโคที่ผ่านการบ่มแบบแห้งจะมีค่าร้อยละของไขมันมากกว่าเนื้อโคที่บ่มแบบเปียก เนื่องจากการบ่มแบบแห้งจะเกิดการสูญเสียน้ำออกจากเนื้อมากกว่า อัตราส่วนของค่าร้อยละของไขมันที่วัดได้จึงมีค่ามากกว่าค่าร้อยละของความชื้น และยังพบว่ากล้ามเนื้อในแต่ละส่วนที่ต่างกันก็มีองค์ประกอบทางเคมีต่างกัน โดยจากการศึกษาของ Kim *et al.* (2019) ที่ได้ทำการศึกษาร้อยละขององค์ประกอบทาง เคมี ของเนื้อสัน (Sirloin) และเนื้อสะโพก (rump) ที่ผ่านการบ่มแบบเปียกเป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่า ค่าร้อยละของความชื้น โปรตีน และไขมันของเนื้อสัน มีค่าเท่ากับ 65.84, 20.95 และ 11.29 ตามลำดับ ส่วนค่าร้อยละของความชื้น โปรตีน และไขมันของเนื้อสะโพกมีค่าเท่ากับ 70.98, 22.08 และ 5.08 ตามลำดับ นอกจากนี้วิธีการในการบ่มก็มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีเช่นกัน โดยพบว่าเนื้อโคที่ผ่านการบ่มแบบเปียกเป็นระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน มีค่าร้อยละของความชื้น เท่ากับ 73.35, 73.92 และ 73.31 ตามลำดับ ส่วนเนื้อโคที่ผ่านการบ่มแบบแห้งเป็นระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน จะมีค่าร้อยละของความชื้นเท่ากับ 73.98, 72.49 และ 72.90 ตามลำดับ และมีการศึกษาของ Shi *et al.* (2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละของความชื้นของเนื้อโคที่ผ่านการบ่มแบบเปียก และการบ่มแบบแห้ง พบว่า ค่าร้อยละของความชื้นของเนื้อโคที่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 9 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ค่าร้อยละของความชื้นของเนื้อโคที่ผ่านการบ่มที่ระยะเวลา 7 และ 14 วัน มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อค่าร้อยละ องค์ประกอบทางเคมี (Proximate; %) ของเนื้อสันนอกโค

ลักษณะ ที่ศึกษา	ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
		การบ่ม แบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
Moisture (%)	0	61.19±0.33 ^{b,A}	61.19±0.33 ^{b,A}	62.25±0.37 ^{a,A}	62.25±0.37 ^{a,A}
	2	59.52±1.10 ^{b,B}	60.22±0.26 ^{b,B}	61.58±1.15 ^{a,B}	60.45±0.52 ^{a,B}
	4	57.80±1.79 ^{b,C}	58.82±2.53 ^{b,C}	60.31±0.53 ^{a,C}	59.52±1.55 ^{a,C}
Dry matter (%)	0	38.81±0.19 ^{a,C}	38.81±0.19 ^{a,C}	34.75±0.21 ^{b,C}	34.75±0.21 ^{b,C}
	2	40.48±0.92 ^{a,B}	39.78±0.17 ^{a,B}	38.42±0.53 ^{b,B}	39.55±0.40 ^{b,B}
	4	42.20±1.79 ^{a,A}	41.18±2.53 ^{a,A}	39.69±0.53 ^{b,A}	40.48±1.55 ^{b,A}
Ash (%)	0	6.12±0.05 ^{a,B}	6.12±0.00 ^{a,B}	6.76±0.04 ^{b,A}	6.76±0.04 ^{b,A}
	2	5.26±0.07 ^{c,A}	6.48±0.16 ^{b,A}	6.28±0.12 ^{a,B}	6.20±0.40 ^{b,B}
	4	5.73±0.95 ^{c,A}	6.85±0.40 ^{b,A}	6.11±0.09 ^{a,B}	6.19±0.29 ^{b,B}
Protein (%)	0	21.01±0.16 ^{a,A}	21.01±0.16 ^{a,A}	20.04±0.55 ^{b,A}	20.04±0.55 ^{b,A}
	2	21.26±0.56 ^{ab,A}	21.22±1.92 ^{a,A}	19.89±0.75 ^{b,A}	20.41±2.14 ^{ab,A}
	4	21.49±2.12 ^{ab,A}	22.93±0.47 ^{a,A}	20.17±2.83 ^{b,A}	20.32±1.62 ^{ab,A}
Fat (%)	0	16.93±1.87 ^{b,B}	16.93±1.87 ^{b,B}	17.77±0.56 ^{a,B}	17.77±0.56 ^{a,B}
	2	16.17±2.59 ^{a,B}	17.51±3.41 ^{a,B}	19.98±1.77 ^{a,B}	20.41±2.14 ^{a,B}
	4	19.31±1.89 ^{a,A}	21.05±4.34 ^{a,A}	20.20±1.01 ^{a,A}	21.29±0.34 ^{a,A}

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

^{A-C} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันในแต่ละพารามิเตอร์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.3 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้าน จุลินทรีย์

4.1.3.1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

จากการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโค 4 วิธี ได้แก่ การบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด และระยะเวลาการบ่มที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ บริเวณผิวหน้าของเนื้อสันนอกโคพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบริเวณผิวหน้าของเนื้อโคที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในระยะการบ่มที่ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในการบ่มแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 3.19 ± 1.08 , 4.17 ± 0.14 และ 5.02 ± 0.50 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 3.19 ± 1.08 , 4.72 ± 1.39 และ 4.72 ± 0.55 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 3.50 ± 1.41 , 5.08 ± 0.58 และ 5.61 ± 0.74 log cfu/g ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 3.50 ± 1.41 , 4.54 ± 0.54 และ 4.83 ± 0.55 log cfu/g ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.13 การใช้ความร้อนในการบรรจุถุงสุญญากาศแบบหัดอาจทำให้จุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าบางส่วนถูกทำลาย

จากการศึกษา Ahnström *et al.* (2006) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์แอ็งกัสแบบดั้งเดิมและในถุงแบบดั้งเดิม (UBLINÒ Smoke, Tublin Dry; ZACROS USA, Wayzata, MN) ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่า 4.7 log cfu/cm² ซึ่งไม่มีความแตกต่างระหว่างการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากรายงานของ Kahraman and Umit (2019) ที่ทำการศึกษเปรียบเทียบวิธีการบ่มแบบแห้ง การบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด พบว่า แบบที่เรียวกรดแลคติก จุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ ของเนื้อโคที่ทำการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัดปริมาณสูงกว่าการบ่มแบบแห้ง เนื่องจากการบ่มแบบเปียกยังมีปริมาณน้ำที่อยู่ในถุงซึ่งจุลินทรีย์ยังสามารถนำไปใช้ได้ แต่ถุงสุญญากาศแบบหัดมีปริมาณจุลินทรีย์ที่เจริญน้อยกว่าเนื่องจากการผ่านความร้อนแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนเนื้อโคต้องเป็นไปตามเกณฑ์ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5×10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ตารางที่ 4.13 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด
0	3.19±1.08 ^{a,B}	3.19±1.08 ^{a,B}	3.50±1.41 ^{a,B}	3.50±1.41 ^{a,B}
2	4.17±0.14 ^{a,A}	4.72±1.39 ^{a,A}	5.08±0.58 ^{a,A}	4.54±0.54 ^{a,A}
4	5.02±0.50 ^{a,A}	4.72±0.55 ^{a,A}	5.61±0.74 ^{a,A}	4.83±0.55 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.3.2 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกบริเวณผิวหน้าของเนื้อโค ระยะเวลาที่ 0 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างของแบคทีเรียกรดแลคติกเริ่มต้นในทุกวิธีการบ่ม ($p>0.05$) โดยการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 1.49 ± 1.31 และ 1.49 ± 1.31 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง มีค่า 1.55 ± 1.34 และ 1.55 ± 1.34 log cfu/g ตามลำดับ แต่ในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 พบการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียกรดแลคติกในเนื้อโคที่บ่มแบบเปียกทั้ง 2 วิธี ซึ่งมีความมากกว่าการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยระยะเวลาที่ 2 สัปดาห์ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 3.04 ± 1.09 และ 2.81 ± 0.91 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกบนเนื้อโคที่บ่มทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง ซึ่งมีค่า 0.47 ± 0.81 และ 1.59 ± 1.43 log cfu/g ตามลำดับ ($p<0.05$) ในทำนองเดียวกันระยะเวลาการบ่มที่ 4 สัปดาห์ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 4.03 ± 0.01 และ 3.48 ± 0.89 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง มีค่า <1 และ <1 log cfu/g ตามลำดับ ($p<0.05$)

ระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นพบว่า แบคทีเรียกรดแลคติกมีค่ามากขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ($p<0.05$) บนเนื้อโคที่บ่มแบบเปียกทั้ง 2 วิธี ในทางตรงกันข้ามพบการลดลงของแบคทีเรียกรดแลคติกในสัปดาห์ที่ 4 ของเนื้อโคที่บ่มด้วยวิธีดั้งเดิมทั้ง 2 วิธี ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.14 การใช้ความ

ร้อนในการบรรจุถุงสุญญากาศแบบหัดอาจทำให้จุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าบางส่วนถูกทำลาย จากการ

เเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานของ Ahnström *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์แอ่งกัสแบบดั้งเดิม และในถุงแบบดั้งเดิม (UBLINò Smoke, Tublin Dry; ZACROS USA, Wayzata, MN) ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่า การบ่มในถุงแบบแห้ง มีจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกสูงกว่าการบ่มแบบแห้งทั้ง 2 ระยะเวลาการบ่ม โดยที่ระยะเวลา 7 วัน มีค่า 6.6 และ 4.6 log cfu/cm² และ ระยะเวลา 21 วัน มีค่า 3.3 และ 2.4 log cfu/cm² Ahnström and Johnson. (2006) และ Parrish and Olsen. (1991) รายงานว่าในสภาวะไร้ออกซิเจนของการบ่มแบบเปียก ส่งผลให้แบคทีเรียกรดแลคติกมีการเจริญมากขึ้น และยังมีการศึกษาของ Nana *et al.* (2021) ที่ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มแบบแห้ง เพื่อศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพ เมื่อเทียบกับเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มแบบเปียก พบว่ามีการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกในการบ่มแบบเปียกสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มแบบแห้ง

ตารางที่ 4.14 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด
0	1.55±1.34 ^{a,A}	1.55±1.34 ^{a,A}	1.49±1.31 ^{a,B}	1.49±1.31 ^{a,B}
2	0.47±0.81 ^{b,A}	1.59±1.43 ^{b,A}	3.04±1.09 ^{a,A}	2.81±0.91 ^{a,A}
4	<1 ^{b,B}	<1 ^{b,B}	4.03±0.01 ^{a,A}	3.48±0.89 ^{a,A}

^{a-b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

<1 = น้อยกว่า 1 log cfu/g (ต่ำกว่าระดับที่ตรวจนับได้)

4.1.3.3 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อจำนวนยีสต์และราบริเวณผิวหน้าของเนื้อโค ($p < 0.05$) ระยะเวลาที่ 0 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างของจำนวนยีสต์และราเริ่มต้นในทุกวิธีการบ่ม ($p > 0.05$) โดยการบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง มีค่า 2.42 ± 0.37 และ 2.42 ± 0.37 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 2.73 ± 0.67 และ 2.73 ± 0.67 log cfu/g ตามลำดับ แต่ในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 พบการเพิ่มขึ้นของจำนวนยีสต์และราในเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมทั้ง 2 วิธี ซึ่งมีค่ามากกว่าการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบหัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยระยะเวลาที่ 2 สัปดาห์ การบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง มีค่า 2.89 ± 0.55 และ 2.86 ± 1.56 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 1.55 ± 1.56 และ 1.03 ± 1.07 log cfu/g ตามลำดับ และระยะเวลาที่ 4 สัปดาห์ การบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้ง มีค่า 3.25 ± 1.05 และ 3.80 ± 1.38 log cfu/g ตามลำดับ วิธีการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศและการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด มีค่า 1.52 ± 1.34 และ 0.85 ± 0.91 log cfu/g ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 การใช้ความร้อนในการบรรจุถุงสุญญากาศแบบหัดอาจทำให้จุลินทรีย์บริเวณผิวหนังบางส่วนถูกทำลาย สอดคล้องกับ Ahnström *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์เองกัสแบบดั้งเดิมและในถุงแบบดั้งเดิม (UBLINò Smoke, Tublin Dry; ZACROS USA, Wayzata, MN) ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน พบว่าการบ่มในถุงแบบแห้ง มีจำนวนยีสต์น้อยกว่าการบ่มแบบแห้งทั้ง 2 ระยะเวลาการบ่ม โดยที่ระยะเวลา 7 วัน มีค่า 2.4 ถึง 4.2 log cfu/cm² และ ระยะเวลา 21 วัน มีค่า 4.2 และ 5.2 log cfu/cm² และมีจำนวนราน้อยกว่า 0.3 log cfu/cm² ยังมีการศึกษาของ Ryu *et al.* (2020) ทำการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของจุลินทรีย์ และเชื้อราในเนื้อโคที่บ่มแบบดั้งเดิมโดยใช้รูปแบบการศึกษาศาสตร์พันธุกรรมทั้งหมดที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่สนใจ พบว่าในกระบวนการบ่มแบบแห้งจะกระตุ้นให้มีการเจริญของราที่เป็นประโยชน์ เช่น *Thamnidium* sp. และ *D. hansenii* ซึ่งราที่พบทั่วไปได้ในการบ่มแบบแห้ง ในขณะที่ยีสต์และราที่อาจเป็นอันตรายอาจตรวจพบได้บางครั้ง เช่น *Candida* sp., *Cladosporium* sp., และ *Rhodotorula* sp.

ตารางที่ 4.15 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหนังของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด
0	$2.42 \pm 0.37^{b,A}$	$2.42 \pm 0.37^{b,A}$	$2.73 \pm 0.67^{a,A}$	$2.73 \pm 0.67^{a,A}$
2	$2.89 \pm 0.55^{a,A}$	$2.86 \pm 1.56^{a,A}$	$1.55 \pm 1.56^{b,B}$	$1.03 \pm 1.07^{b,B}$
4	$3.25 \pm 1.05^{a,A}$	$3.80 \pm 1.38^{a,A}$	$1.52 \pm 1.34^{b,B}$	$0.85 \pm 0.91^{b,B}$

^{a-b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.4 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

จากการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโค 4 วิธี ได้แก่ การบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด และระยะเวลาการบ่มที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ บริเวณผิวหน้าของเนื้อสันนอกโคพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบริเวณผิวหน้าของเนื้อโคที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในระยะการบ่มที่ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำในการบ่มแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.14 ± 0.08 , 5.85 ± 2.36 และ 7.97 ± 1.15 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.14 ± 0.08 , 7.09 ± 1.21 และ 7.53 ± 1.73 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.16 ± 0.13 , 6.94 ± 1.27 และ 7.43 ± 1.73 log cfu/g ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.16 ± 0.13 , 6.54 ± 0.73 และ 6.98 ± 1.02 log cfu/g ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.16 การใช้ความร้อนในการบรรจุถุงสุญญากาศแบบหัดอาจทำให้จุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าบางส่วนถูกทำลาย จากการรายงานของ Kahraman and Umit (2019) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบ่มแบบแห้ง การบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด พบว่า แบบที่เรียกรวดแลคติก จุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ ของเนื้อโคที่ทำการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ปริมาณสูงกว่าการบ่มแบบแห้ง เนื่องจากการบ่มแบบเปียกยังมีปริมาณน้ำที่อยู่ในถุงซึ่งจุลินทรีย์ยังสามารถนำไปใช้ได้ แต่ถุงสุญญากาศแบบหัดมีปริมาณจุลินทรีย์ที่เจริญน้อยกว่าเนื่องจากการผ่านความร้อนแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.16 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวน จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของ พื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	5.14±0.08 ^{a,B}	5.14±0.08 ^{a,B}	5.16±0.13 ^{a,B}	5.16±0.13 ^{a,B}
2	5.85±2.36 ^{a,A}	7.09±1.21 ^{a,A}	6.94±1.27 ^{a,A}	6.54±0.73 ^{a,A}
4	7.97±1.15 ^{a,A}	7.53±1.73 ^{a,A}	7.43±1.73 ^{a,A}	6.98±1.02 ^{a,A}

^{a-b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.3.5 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวน โคลิฟอร์ม (coliform; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อจำนวนโคลิฟอร์มบริเวณผิวหน้าของเนื้อโค ($p > 0.05$) โดยระยะเวลาที่ 0 สัปดาห์ วิธีการบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัดมีค่า 1.63±1.44, 1.63±1.44, 1.67±1.48 และ 1.67±1.48 log cfu/g ตามลำดับ ระยะเวลาที่ 2 สัปดาห์ มีค่า 1.50±1.43, 1.13±1.03, 1.72±1.60 และ 1.03±1.78 log cfu/g ตามลำดับ และระยะเวลาที่ 4 สัปดาห์ มีค่า 1.04±0.95, 0.43±0.74, 1.27±2.19 และ 1.20±2.08 log cfu/g ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.17 Tominaga (2019) รายงานว่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มมักตรวจพบในอาหาร เช่น เนื้อสัตว์ อาหารพร้อมรับประทาน และอาจปนเปื้อนมากับพืชผักต่าง ๆ หรืออยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่มีสุขลักษณะในการผลิต อัตราการเจริญของโคลิฟอร์มนั้นรวดเร็วในช่วงอุณหภูมิกว้าง ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำถึงปานกลาง เมื่อจำนวนของโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในอาหารเจริญในระดับหนึ่ง จะส่งผลให้รสชาติผิดปกติแล้วจำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มจะลดลง ซึ่งถือได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของอาหารที่บ่งบอกถึงความสะอาด จากการศึกษาของ University of Wisconsin Center for Meat Process Validation (2006) รายงานว่าโดยทั่วไปของเนื้อโคที่ยังไม่ได้รับการบ่มจะตรวจพบ *E. coli*, coliforms และ Enterobacteriaceae ที่มีค่าร้อยละ 69 (3.7 cfu/cm²), 84 (5.8 cfu/cm²) และ 93 (7.3 cfu/cm²) ซึ่งเมื่อได้รับการบ่มแบบแห้งเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่ามีค่าร้อยละ 8 (0.17 cfu/cm²), 17 (0.23 cfu/cm²) และ 37 (4.9 cfu/cm²) ตามลำดับ ดังนั้นการบ่มแบบแห้งมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม โดยจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อน

เนื้อโคต้องเป็นไปตามเกณฑ์ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547) โคลิฟอร์ม (Coliform organism) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 1×10^2

ตารางที่ 4.17 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวน โคลิฟอร์ม (coliform; log cfu/g) ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	1.63±1.44 ^{a,A}	1.63±1.44 ^{a,A}	1.67±1.48 ^{a,A}	1.67±1.48 ^{a,A}
2	1.50±1.43 ^{a,A}	1.13±1.03 ^{a,A}	1.72±1.60 ^{a,A}	1.03±1.78 ^{a,A}
4	1.04±0.95 ^{a,A}	0.43±0.74 ^{a,A}	1.27±2.19 ^{a,A}	1.20±2.08 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

^A ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.3.6 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวน เชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ส่วนของพื้นที่ผิวหน้าของเนื้อสันนอกโค

ผลการวิเคราะห์ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ซึ่งสอดคล้องกับ Demircioglu and Kayaardi (2013) ที่ทำการศึกษาผลของการบ่มแบบแห้งและการบ่มแบบเปียกต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในเนื้อโคที่บ่มระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน ผลการวิเคราะห์ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ใดๆก็ตามจากการศึกษาของ University of Wisconsin Center for Meat Process Validation (2006) รายงานว่าโดยทั่วไปของเนื้อโคที่ยังไม่ได้รับการบ่มตรวจพบ *E. coli*, coliforms และ Enterobacteriaceae ที่มีค่าร้อยละ 69 (3.7 cfu/cm²), 84 (5.8 cfu/cm²) และ 93 (7.3 cfu/cm²) ซึ่งเมื่อได้รับการบ่มแบบแห้งเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่ามีค่าร้อยละ 8 (0.17 cfu/cm²), 17 (0.23 cfu/cm²) และ 37 (4.9 cfu/cm²) ตามลำดับ ดังนั้นการบ่มแบบแห้งมีผลต่อการลดลงของเชื้อ *E. coli* ใดๆก็ตามจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนเนื้อโคต้องเป็นไปตามเกณฑ์ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547) *Staphylococcus aureus* กำหนดค่า most probable number (mpn) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 1×10^2 และ *Salmonella* spp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

4.1.3.7 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวน เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอก โค

จากการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโค 4 วิธี ได้แก่ การบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด และระยะเวลาการบ่ม ที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ บริเวณผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโคพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อ โคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบริเวณผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อโคที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในระยะการบ่มที่ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในการบ่มแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 1.03 ± 0.93 , 1.47 ± 1.28 และ 1.91 ± 1.66 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 1.03 ± 0.93 , 1.40 ± 1.22 และ 1.64 ± 1.42 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 0.99 ± 0.89 , 1.46 ± 1.27 และ 1.86 ± 1.70 log cfu/g ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 0.99 ± 0.89 , 1.39 ± 1.21 และ 2.04 ± 1.96 log cfu/g ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.21 เนื้อสัตว์ที่เปลี่ยนแปลงมาจากกล้ามเนื้อของสัตว์ที่สุขภาพดี เนื้อสัตว์ที่ได้จะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่เชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นมักเป็นผลมาจากการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า การตัดแต่ง และการเก็บรักษา (Nottingham, 1982; Sofos, 1994; Gill, 1998; Samelis, 2006) มีการรายงานของ Li *et al.* (2013) พบว่าในส่วนทางด้านในของเนื้อโคที่ได้รับการบ่มแบบแห้งมีจำนวนของแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าสูงกว่า และแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบการบ่มแบบเปียกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.18 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวน เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/g) ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุง แบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุง แบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	1.03±0.93 ^{a,A}	1.03±0.93 ^{a,A}	0.99±0.89 ^{a,A}	0.99±0.89 ^{a,A}
2	1.47±1.28 ^{a,A}	1.40±1.22 ^{a,A}	1.46±1.27 ^{a,A}	1.39±1.21 ^{a,A}
4	1.91±1.66 ^{a,A}	1.64±1.42 ^{a,A}	1.86±1.70 ^{a,A}	2.04±1.96 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^A ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.3.8 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค

จากการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโค 4 วิธี ได้แก่ การบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด และระยะเวลาการบ่มที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ บริเวณผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโคพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในทุกวิธีการบ่มเนื้อโคพบว่า ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบริเวณผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อโคที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในระยะการบ่มที่ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำในการบ่มแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.14 ± 0.08 , 5.85 ± 2.36 และ 7.97 ± 1.15 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มในถุงแบบแห้ง ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.14 ± 0.08 , 7.09 ± 1.21 และ 7.53 ± 1.73 log cfu/g ตามลำดับ การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.16 ± 0.13 , 6.94 ± 1.27 และ 7.43 ± 1.73 log cfu/g ตามลำดับ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า 5.16 ± 0.13 , 6.54 ± 0.73 และ 6.98 ± 1.02 log cfu/g ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.24 เนื้อสัตว์ที่เปลี่ยนแปลงมาจากกล้ามเนื้อของสัตว์ที่สุขภาพดี เนื้อสัตว์ที่ได้จะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่เชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นมักเป็นผลมาจากการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า การตัดแต่ง และการเก็บรักษา (Nottingham. 1982; Sofos. 1994; Gill. 1998; Samelis. 2006) มี

การศึกษาของ Blana and Nychas (2014) รายงานว่าการเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษา เป็นการสร้างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ การบ่มแบบแห้งจะสัมผัสอากาศที่หมุนเวียนตลอดเวลาอาจก่อให้เกิดโอกาสในการเจริญของ *Pseudomonas* ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของจุลินทรีย์ที่ทำให้เนิ่น่าเสีย

ตารางที่ 4.19 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria; log cfu/g) ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกในถุงแบบสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด
0	2.72±1.22 ^{a,B}	2.72±1.22 ^{a,B}	3.01±1.86 ^{a,B}	3.01±1.86 ^{a,B}
2	3.90±1.21 ^{a,AB}	3.73±1.13 ^{a,AB}	3.69±0.97 ^{a,AB}	3.63±1.14 ^{a,AB}
4	4.92±1.21 ^{a,A}	4.46±0.92 ^{a,A}	4.28±0.90 ^{a,A}	4.16±0.89 ^{a,A}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{A-B} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

4.1.3.9 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria; log cfu/g), ยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/g), โคลิฟอร์ม (coliform; log cfu/g), *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโค

วิธีการบ่มเนื้อโคที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์ รา โคลิฟอร์ม *E. coli* *S. aureus* และ *Salmonella* spp. โดยระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ วิธีการบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัดส่วนของผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโคในทุกระยะของการบ่ม ($p>0.05$) จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์และรา มีค่าต่ำกว่าระดับที่ตรวจนับได้ และตรวจไม่พบโคลิฟอร์ม *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. เนื้อสัตว์ที่เปลี่ยนแปลงมาจากกล้ามเนื้อของสัตว์ที่สุขภาพดี เนื้อสัตว์ที่ได้จะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่เชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นมักเป็นผลมาจากการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า การตัดแต่ง และการเก็บรักษา (Nottingham. 1982; Sofos. 1994; Gill. 1998; Samelis. 2006)

มีการรายงานว่าในส่วนofd้านในของเนื้อโคที่ได้รับการบ่มแบบแห้งมีแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบการบ่มแบบเปียกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีรายงานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Li *et al.* (2013) การบ่มในถุงแบบแห้งเปรียบเทียบกับแบบเปียกในถุงสุญญากาศ ซึ่งมีการรายงานอีกว่าในสภาวะไร้ออกซิเจนของการบ่มแบบเปียก ช่วยให้แบคทีเรียกรดแลคติกมีการเจริญมากขึ้น (Ahmström *et al.* 2006; Parrish *et al.* 1991) และยังมีการศึกษาของ Nana *et al.* (2021) ที่ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มแบบแห้ง เพื่อศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพ เมื่อเทียบกับเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มแบบเปียก พบว่ามีการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกในการบ่มแบบเปียกสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบแห้ง

การศึกษาของ University of Wisconsin Center for Meat Process Validation (2006) รายงานว่าโดยทั่วไปของเนื้อโคที่ยังไม่ได้รับการบ่มจะตรวจพบ *E. coli*, coliforms และ Enterobacteriaceae ที่มีค่าร้อยละ 69 (3.7 cfu/cm²), 84 (5.8 cfu/cm²) และ 93 (7.3 cfu/cm²) ซึ่งเมื่อได้รับการบ่มแบบแห้งเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่ามีค่าร้อยละ 8 (0.17 cfu/cm²), 17 (0.23 cfu/cm²) และ 37 (4.9 cfu/cm²) ตามลำดับ ดังนั้นการบ่มแบบแห้งมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม สอดคล้องกับการศึกษาของ Nana *et al.* (2021) ที่ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มแบบแห้ง เพื่อศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพ เมื่อเทียบกับเนื้อโคที่ผ่านกระบวนการบ่มแบบเปียก พบว่าโคลิฟอร์มยังถูกยับยั้งอย่างมีนัยสำคัญในส่วนด้านในของการบ่มแบบแห้งเมื่อเปรียบเทียบกับแบบเปียก โดยมีค่า 1.97 ± 0.97 และ 3.64 ± 0.00 log cfu/g ตามลำดับ โคลิฟอร์มเป็นตัวบ่งชี้ด้านสุขอนามัยในระหว่างการแปรรูปอาหาร แม้ว่าการบ่มแบบแห้งจะมีการสัมผัสกับอากาศในช่วงตลอดระยะเวลาการบ่ม เมื่อเปรียบเทียบกับแบบเปียก พบว่าการบ่มแบบแห้งจะช่วยลดการปนเปื้อนจากโคลิฟอร์มของส่วนด้านในของเนื้อโคได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tominaga (2019) รายงานว่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มมักตรวจพบในอาหาร เช่น เนื้อสัตว์ อาหารพร้อมรับประทาน และอาจปนเปื้อนมากับพืชผักต่างๆ หรืออยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่มีสุขลักษณะในการผลิต อัตราการเจริญของโคลิฟอร์มนั้นรวดเร็วในช่วงอุณหภูมิกว้างตั้งแต่อุณหภูมิต่ำถึงปานกลาง เมื่อจำนวนของโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในอาหารเจริญในระดับหนึ่งจะส่งผลให้เกิดรสชาติที่ผิดปกติ ซึ่งถือได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของอาหารที่บ่งบอกถึงความสะอาด โดยจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนเนื้อโคต้องเป็นไปตามเกณฑ์ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547) โคลิฟอร์ม (Coliform organism) กำหนดค่า most probable number (mpn) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 1×10^2 ซึ่งมีการรายงานของ Demircioglu and Kayaardi (2013) ที่ทำการศึกษาผลของการบ่มแบบแห้งและการบ่มแบบเปียกต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในเนื้อโคที่บ่มระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน ผลการวิเคราะห์ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ University of Wisconsin Center for Meat Process Validation (2006) รายงานว่าโดยทั่วไปของเนื้อโคที่ยังไม่ได้รับการบ่มตรวจพบ *E. coli*, coliforms และ Enterobacteriaceae ที่มีค่าร้อยละ 69 (3.7 cfu/cm²), 84 (5.8 cfu/cm²) และ 93 (7.3 cfu/cm²) ซึ่งเมื่อได้รับการบ่มแบบแห้งเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่ามีค่าร้อยละ 8 (0.17 cfu/cm²), 17 (0.23 cfu/cm²) และ 37 (4.9 cfu/cm²) ตามลำดับ ดังนั้นการบ่มแบบแห้งมีผลต่อการลดลงของเชื้อ *E. coli* อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนเนื้อโคต้องเป็นไปตามเกณฑ์ (สำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547) *Staphylococcus aureus* กำหนดค่า most probable number (mpn) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 1×10^2 และ *Salmonella* spp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

4.1.3.10 การจำแนกเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่บริเวณผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุน

จากการตรวจเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกระหว่างการบ่มที่ 0 และ 4 สัปดาห์ ทำการสุ่มตัวอย่างโคโลนีเพื่อจำแนกชนิดของเชื้อ ซึ่งทำการจำแนกด้วยวิธี Matrix-Assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry ตัวอย่างโคโลนีแบคทีเรียกรดแลคติกที่สุ่มจากวิธีการบ่มเนื้อโคขุนโดย การบ่มแบบแห้ง การบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบห่อที่ระยะเวลา 0 สัปดาห์ พบเชื้อ *Lactobacillus sakei* มีความจำเพาะ 99.99 % อย่างไรก็ตามตัวอย่างเชื้อที่จำแนกในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า ตัวอย่างที่สุ่มไม่สามารถจำแนกได้ ซึ่งอาจเกิดจากเชื้อที่สุ่มไม่บริสุทธิ์พอ หรืออาจเป็นเชื้อกลุ่มอื่นที่ไม่พบในฐานข้อมูล จึงไม่สามารถจำแนกด้วยเทคนิคนี้ได้โดย วิทยา กวานเทียน (2556) รายงานว่าโดยผลการจำแนกด้วยวิธี Matrix-Assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry จะได้จากการเปรียบเทียบ โปรตีนแมสสเปกตรัมของตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้กับโปรตีนแมสสเปกตรัมของแบคทีเรียมาตรฐานในฐานข้อมูล ซึ่งหากไม่มีข้อมูลในฐานระบบจะไม่สามารถระบุชนิดของเชื้อแบคทีเรียได้

Lorenzo *et al.* (2018) และ Ji *et al.* (2019) รายงานว่า *Lactobacillus sakei* เป็นเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวกที่ไม่ใช้อากาศ จัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติกที่สามารถผลิตแอลกอฮอล์หรือกรดแลคติก ที่สามารถพบได้ทั่วไปในเนื้อสัตว์สด มักใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์แบบตะวันตก เช่น ซาลามี ซึ่ง *L. sakei* มีคุณสมบัติในการถนอมอาหารและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นอันตราย อย่างไรก็ตาม Marshall and Bal (2001) รายงานว่า *L. sakei* ในด้านการเน่าเสียมีผลเล็กน้อยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยสามารถสร้างพื้นผิวที่มีลักษณะเมือกในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการบ่ม และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพด้านเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ของเนื้อโคขุน เปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน 4 วิธี ได้แก่ 1) การบ่มแบบแห้ง (dry aging) 2) การบ่มในถุงแบบแห้ง (dry aging bag) 3) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ (wet aging in vacuum bag) และ 4) การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด (wet aging in shrink bag) ทำการบ่มที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 75 และ ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที

คุณภาพเนื้อ

1. ทุกวิธีการบ่มไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่าน แต่ระยะเวลาการบ่มที่นานถึง 4 สัปดาห์ส่งผลให้ทุกวิธีการบ่มมีค่าแรงตัดผ่านลดลงซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่วิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มมีผลต่อค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการบ่ม และค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักหลังการตัดแต่ง โดยการบ่มแบบแห้งมีค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการบ่มมากที่สุด รองลงมาคือการบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ และการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด ตามลำดับ ส่วนค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักหลังการตัดแต่ง พบว่าการบ่มแบบแห้งมีค่ามากที่สุดรองลงมาคือการบ่มในถุงแบบแห้ง การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหด และมีย่านค่ามากกว่าการบ่มเปียกในถุงสุญญากาศตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการบ่มที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความนุ่ม แต่มีผลต่อค่าการสูญเสีย น้ำหนักเป็นอย่างมากจากวิธีการบ่มแบบแห้ง ซึ่งในขณะที่วิธีการบ่มแบบเปียกสามารถรักษาน้ำหนักของเนื้อบ่มไว้ได้มากที่สุดโดยที่มีความนุ่มไม่แตกต่างกับการบ่มวิธีอื่นที่มีค่าการสูญเสีย น้ำหนักที่มากกว่า

2. การบ่มแบบแห้งและการบ่มในถุงแบบแห้งมีค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการทำให้สุกต่ำกว่าการบ่มแบบเปียกในถุงสุญญากาศและถุงสุญญากาศแบบหด เนื่องจากการระเหยของน้ำในเนื้อสัตว์ออกไปตลอดระยะเวลาการบ่มซึ่งทำให้มีปริมาณน้ำของวิธีการบ่มแบบแห้งมีค่าน้อยกว่าวิธีการบ่มแบบเปียก

3. เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ทุกวิธีการบ่ม ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และค่าความสดใส (chroma) มีค่าลดลง ค่าองศาสี (hue angle) และค่าการออกซิเดชันของไขมัน มีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลต่อปริมาณความชื้น ปริมาณวัตถุแห้ง และปริมาณเถ้า โดยปริมาณความชื้นจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณวัตถุแห้ง โดยเมื่อปริมาณความชื้นลดลงตามระยะเวลาการบ่มมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณวัตถุแห้ง ปริมาณเถ้าของวิธีการบ่มแบบแห้งทั้ง 2 วิธี เพิ่มขึ้น แต่วิธีการบ่มแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็ยกทั้ง 2 วิธีลดลง นอกจากนี้ทุกวิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความสว่าง (L^*) ปริมาณโปรตีนหยาบ และปริมาณไขมันหยาบ

จุลินทรีย์

1. วิธีการบ่มเป็ยกในถุงสุญญากาศแบบหัดมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ และแบคทีเรียกรดแลคติก ที่ผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุนมีแนวโน้มมีจำนวนน้อยกว่าการบ่มแบบเป็ยกในถุงสุญญากาศในทุกระยะการบ่ม

2. ระหว่างการบ่มระยะเวลาต่าง ๆ บริเวณผิวหนังและภายหลังการตัดแต่งเนื้อสันนอกโคขุน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำไม่แตกต่างกันในแต่ละวิธีการบ่ม แต่ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบริเวณผิวหนังและผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อโคที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะการบ่มที่ 2 และ 4 สัปดาห์

3. วิธีการบ่มมีผลต่อจำนวนเชื้อยีสต์ รา และแบคทีเรียแลคติก บริเวณผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุน โดยการบ่มแบบวิธีการบ่มแบบแห้งทั้ง 2 วิธีมียีสต์และรามากกว่าการบ่มแบบเป็ยกทั้ง 2 วิธี ในทางตรงกันข้ามการบ่มแบบเป็ยกทั้ง 2 วิธี พบจำนวนเชื้อแบคทีเรียแลคติกมากกว่า การบ่มแบบแห้งทั้ง 2 วิธี

4. จำนวนเชื้อ Coliform ที่บริเวณผิวหนังเนื้อสันนอกโคขุนเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาเริ่มต้น ไม่มี ความแตกต่างกัน

5. จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์ รา และ โคลิฟอร์ม บริเวณผิวหนังภายหลังการตัดแต่งของเนื้อสันนอกโคขุนมีค่าต่ำกว่าระดับที่ตรวจนับได้

6. การศึกษานี้ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. บนบริเวณผิวหนังระหว่างการบ่มและภายหลังการตัดแต่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การบ่มในถุงแบบแห้งมีการปรับปรุงลดข้อเสียของวิธีการบ่มแบบแห้งคือ ค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการบ่ม และค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่ง ซึ่งช่วยรักษาน้ำหนักไว้ได้ ส่งผลถึงต้นทุนในการผลิตที่ต้องสูญเสียจากน้ำหนักที่หายไป ที่มีสาเหตุมาจากการสูญเสียปริมาณความชื้นจากการระเหยของไอน้ำ ทำให้พื้นที่ผิวหนังแห้งและแข็ง มีลักษณะเป็นเปลือกแข็งหุ้มทำให้ต้องทำการตัดแต่งออกเพื่อให้ได้เนื้อตามความต้องการของผู้บริโภค

2. ในการศึกษาครั้งนี้วิธีการบ่มแบบเป็ยกในถุงสุญญากาศแบบหัด สามารถนำไปใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพ ถือเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ทางเลือกในวิธีการบ่มแบบเป็ยก เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางเคมีกายภาพ จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงระยะเวลาที่ให้ความร้อน และอุณหภูมิเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการในการลดจุลินทรีย์เริ่มต้นเพื่อให้ได้ระยะเวลาการบ่มที่นานมากขึ้น ข้อดีของวิธีการนี้คือ ถึงแม้ว่าจุลินทรีย์บริเวณของการบ่มเป็ยกในถุงสุญญากาศจะต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับค่าจุลินทรีย์ในกลุ่มการบ่มเป็ยกใน

ถุงสุญญากาศแบบหัด แต่พบว่าค่าจำนวนจุลินทรีย์ในการบ่มเป็ยกในถุงสุญญากาศแบบหัดจะมีแนวโน้มต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า จึงชี้ให้เห็นว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากค่าจุลินทรีย์ที่ต่ำกว่า ส่งผลให้สามารถบ่มได้นานขึ้นและโอกาสในการเก็บรักษาหรือระหว่างรอการจำหน่ายขณะแช่เย็น มีความเป็นไปได้ว่าเก็บได้นานขึ้น

3. ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่เหมาะสมของทุกวิธีการบ่ม คือ 4 สัปดาห์ การบ่มเนื้อที่นานถึง 4 สัปดาห์ ยังทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 สัปดาห์ จากการทดลองค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องในแต่ละระยะเวลาการบ่ม ทั้งนี้การบ่มเนื้อที่ระยะเวลานานทำให้ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม และค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการตัดแต่งสูงขึ้น ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการบ่มที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความนุ่ม แต่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักเป็นอย่างมากจากวิธีการบ่มแบบแห้ง ซึ่งในขณะที่วิธีการบ่มแบบเปียกสามารถรักษาน้ำหนักของเนื้อบ่มไว้ได้มากที่สุดโดยที่มีความนุ่มไม่แตกต่างกับการบ่มวิธีอื่นที่มีค่าการสูญเสียน้ำหนักที่มากกว่า ซึ่งควรมีการศึกษาต่อในด้านของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการบ่มเนื้อได้อย่างเหมาะสม แก่ผู้ที่สนใจซึ่งสามารถนำไปต่อยอดได้ในเชิงพาณิชย์

บรรณานุกรม

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2551. ความตกลงการค้าเสรีไทย-ออสเตรเลีย (Thailand - Australia Free Trade Agreement: TAFTA). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaifita.com/ThaiFTA/Home/FTAByCountry/tabid/53/ctl/detail/id/21/mid/480/usemastercontainer/tru/e/Default.aspx>. [สืบค้นวันที่ 29 พฤษภาคม 2563].

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. การผลิตเนื้อโคคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคนม กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2553. พันธุ์โคนม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://km.dld.go.th/th/index.php/th/research-system/knowledge-office/82-present-km/present-general/187-2010-01-01-11-44-24>. [สืบค้นวันที่ 29 พฤษภาคม 2563].

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2559. สรุปข้อมูลและสถิติจำนวนโคนมและเกษตรกรผู้เลี้ยง ประจำปี 2553 - 2559. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/259-report-thailand-livestock/reportservey2553/1116-animal2553-commercial>. [สืบค้นวันที่ 29 พฤษภาคม 2563].

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. ยุทธศาสตร์โคเนื้อ 5 ปี พ.ศ.2561 - 2565. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://planning.dld.go.th/th/index.php/th/policy-menu/193-2016-08-05-07-15-01>. [สืบค้นวันที่ 29 พฤษภาคม 2563].

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และศูนย์บริการวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 2561. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ โคขุนคุณภาพ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2554. การบรรจุอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2557. วัสดุอ่อนตัวสำหรับการบรรจุ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/2014RG0037/#p=4>. [สืบค้นวันที่ 29 มิถุนายน 2564].

จุฑารัตน์ เสริมสุกุล. 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ชั้นสูง. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา. 2528. การจัดการเนื้อสัตว์. กรุงเทพมหานคร : โครงการตำรา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จุฑารัตน์ เสริมสุกุล และญาติิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. คุณภาพของเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสุพีเรียฟรินด์เฮาส์ จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และพรณิภา ศิวะพิรุฬเทพ. 2552. **คุณค่าเนื้อโคไทย** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งเอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ชั้นสูง**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

ธีรศักดิ์ พลบำรุง. 2535. **การเลี้ยงโคนม**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

นิชิยารัตนาปนนท์. 2554. **หลักการวิเคราะห์อาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียมสโตร์.

นินนาท ชินประหัยฐ์. 2562. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก ปลาและอาหารทะเล และการพัฒนาผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรารธนา พฤกษ์ศรี. 2533. **การเลี้ยงโคขุน**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

มยุรินทร์ รักทอง ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ รุจริน ลิ้มสุกวานิช และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2553. ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยากต่างกัน. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28(2) : 26 - 34.**

เยาวลักษณ์ สุรพันธุ์พิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพมหานคร: เเค.ยู.เพลส.

ระพีพรรณ สายแวว. 2563. เทคนิคการเลือกบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำพื้นเมือง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200508145638_new.pdf. [สืบค้นวันที่ 29 มิถุนายน 2564].

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2546. **โคนม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิดา กวานเหียน. 2556. เครื่องจำแนกแบคทีเรียอัตโนมัติในระบบแมสสเปกโตรเมตรีชนิด MALDI-TOF The bacteria identification automate in MALDI-TOF mass spectrometry. **วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด 25 : 120 - 131.**

สรรพเพชญ์ อังกิตตระกุล อติศักดิ์ สังข์แก้ว เสรี แฉ่งแอ ชัยวัฒน์ จรัสแสง และศิวาพร ฟองทอง. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โอกาสทางการตลาด : โคนมเพศผู้และโคนมคัดทิ้งเพื่อทดแทนเนื้อ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สัณชัย จตุรสิทธา. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สัณชัย จตุรสิทธา. 2550. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่ : ธนบรรณการพิมพ์.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553**. สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.oic.go.th/FILEWEB/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- CABINFOCENTER5/DRAWER094/GENERAL/DATA0002/00002449.PDF. [สืบค้นวันที่ 29 พฤษภาคม 2563].
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มอกช. 6001) เนื้อโค.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.acfs.go.th/standard/download/cow.pdf>. [สืบค้นวันที่ 29 พฤษภาคม 2563].
- สุริยะ สะวานนท์ และคณะ. 2560. **แนวทางการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าลูกโคนมเพศผู้ผู้การผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพ.** นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- Aaslyng, M.D. Bejerholm, C. Ertbjerg, P. Bertram, H.C. and Andersen H.J. 2003. "Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure." **Food quality and preference** 14 : 277 - 288.
- Ahnström, M.L., Seyfert, M., Hunt, M.C. and Johnson, D.E. 2006. "Dry aging of beef in bag highly permeable to water vapour." **Meat Science** 73 : 674 - 679.
- Aksu M.I., Kaya M. and Ockeman H.W. 2005. "Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastrima produced from frozen/thawed meat." **Journal Muscle Foods** 16 : 192 - 206.
- Alirezalu, K., Hesari, J., Nemat, Z., Munekata, P.E.S., Barba, F.J. and Lorenzo, J.M. 2019. "Combined effect of natural antioxidants and antimicrobial compounds during refrigerated storage of nitrite-free frankfurter-type sausage." **Food Research International** 120 : 839 - 850.
- AMPC. 2010 . **Meat technology update; Dry aging of beef.** [Online]. Available : http://www.ampc.com.au/site/assets/media/Factsheets/Food-Safety-Meat-Science-Market-Access-Marketing-Consumer/MTU_2010_Dry-aging-of-beef.pdf. [10 April 2021].
- AMSA 2012. **Meat Color Evaluation Guide.** [Online]. Available : https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/1991/guidelines-for-meat-color-evaluation.pdf?sfvrsn=1338bbb3_2. [10 April 2021].
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Chapter 17 ed. Washington, DC. The Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 2006. Official Methods of Analysis. Microbiological Methods 966.23 - 24. Journal of AOAC International. Maryland.
- AOAC. 2012a. Official Methods of Analysis. Determination of ash in animal feed 942.05. Journal of AOAC International. Maryland.

- AOAC. 2012b. Official Methods of Analysis. Determination of ether extraction in animal feed 920.39. Journal of AOAC International. Maryland.
- AOAC. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC international 20th ed. AOAC International. Maryland.
- Aroeira, C., Filho, R., Fontes, P., Ramos, A., Gomide, L., Ladeira, M. and Ramos, E. 2017. "Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nellore and Aberdeen Angus cattle." **Meat Science** 125 : 16 - 21.
- BAM. 2007. **Bacteriological Analytical Manual online, Chapter 5 Salmonella**. [Online]. Available : [https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149 .htm](https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.htm). [23 July 2019].
- BAM. 2016. **Bacteriological Analytical Manual online, Chapter 12 Staphylococcus aureus**. [Online]. Available: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus>. [23 July 2019].
- Blana, V.A. and Nychas, G.J. 2014. "Presence of quorum sensing signal molecules in minced beef stored under various temperature and packaging conditions." **International journal of food microbiology** 173 : 1 - 8.
- Boakye, K. and Mittal, G.S. 1996. "Changes in colour of beef m. *longissimus dorsi* muscle during ageing." **Meat science** 42(3) : 347 - 354.
- Boakye, K. and Mittal, G.S. 1993. "Changes in pH and water holding properties of *longissimus dorsi* muscle during beef ageing." **Meat Science** 34 : 335 - 349.
- Bogdanowicz, J., Cierach, M. and Żmijewski, T. 2018. "Effects of aging treatment and freezing/thawing methods on the quality attributes of beef from Limousin×Holstein-Friesian and Hereford×Holstein-Friesian crossbreeds." **Meat science** 137 : 71 - 76.
- Bowker, B.C., Fahrenholz, T.M., Paroczay, E.W. and Solomon, M.B. 2008. "Effect of hydrodynamic pressure processing and aging on sarcoplasmic proteins of beef strip loins." **Journal Muscle Foods** 19 : 175 - 193.
- Brugiapaglia, A. and Destefanis, G. 2009. "Sensory evaluation of meat colour using photographs." **Italian Journal of Animal Science** 8(2) : 480 - 482.
- Campbell, R.E., Hunt, M.C., Levis, P. and Chambers L.P. 2001. "Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle." **Journal Food Science** 66 : 196 - 199.

- Cho, S., Kang, S. M., Seong, P., Kang, G., Kim, Y., Kim, J., Lee, S. and Kim, S. 2016. "Effect of aging time on physicochemical meat quality and sensory property of Hanwoo bull beef ." **Korean Journal for Food Science of Animal Resources** 36(1) : 68 - 76.
- Cho, S., Kang, S.M., Seong, P., Kang, G., Kim, Y., Kim, J., Chang, S. and Park, B. 2017. "Effect of aging and freezing condition on meat quality and storage stability of 1++ grade Hanwoo steer beef ." **Korean Journal for Food Science of Animal Resources** 37(3) : 440 - 448.
- Christie, W.W. 1978. "The composition, structure and function of lipids in the tissues of ruminant animals." **Progress in Lipid Research** 17(2) : 111 - 205.
- Cifuni, G., Napolitano, F., Riviezz, A., Braghieri, A. and Girolami, A. 2004. "Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls." **Meat science** 67(2) : 289 - 297
- Cooper, J., Suman, S., Wiegand, B., Schumacher, L. and Lorenzen, C. 2018. "Impact of light source on color and lipid oxidative stabilities from a moderately color-stable beef muscle during retail display." **Meat and Muscle Biology** 2 : 102 - 110.
- Corbin, C.H., O'Quinn, T.G., Garmyn, A.J., Legako, J.F., Hunt, M.R., Dinh, T.T.N. and Miller, M.F. 2015. "Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments." **Meat Science** 100(24) : 24 - 31.
- Cummings, T.L., Scott, S.M. and Devine, C.E. 1999. "The effect of meat pH, marbling and cooking temperature on sensory attributes of beef striploin steaks." **MIRINZ** 99233.
- Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G. and Ender, K. 2006. "Carcass and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls." **Archiv fur Tierzucht - Archives of Animal Breeding** 49 : 315 - 328.
- Dashdorj, D., Amna, T. and Hwang, I.H. 2015. "Influence of specific taste active components on meat flavor as affected by intrinsic and extrinsic factors:an overview." **European Food Research and Technology** 24 : 157 - 171.
- De Greer, S.L., Hunt M.C., Bratcher C.L., Crozier-Dodson B.A., Johnson D.E. and Stika J.F. 2009. "Effects of dry age of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times." **Meat Science** 83 : 768 - 774.
- Demircioglu, S.K. and Kayaardi S. 2013. "Effects of dry and wet aging on microbial quality of fresh beef." p. 31 - 36. In Proceeding of 59th international Congress of Meat Science and Technology. Izmir, Turkey.

- Dikeman, M.E., Obuz, E., Gök, V., Akkaya, L. and Stroda, S. 2013. "Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef *Longissimus lumborum* steaks." **Meat Science** 94(2) : 228 - 233.
- Dransfield, E. 1994. Tenderness of Meat, Poultry and Fish, p. 289 - 315. In Pearson A.M. and Dutson, T. R. **Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Product**. London : Blackie Academic and Professional.
- English, A.R., Wills, K.M., Harsh, B.N., Mafi, G.G., Vanoverbeke, D.L. and Ramanatha R. 2016. "Effects of aging on the fundamental color chemistry of dark-cutting beef." **Journal of Animal Science** 94 : 4040 - 4048.
- Fanatico, A. 2000. **Dairy beef**. [Online] Available : <https://attra.ncat.org/attra-pub/summaries/summary.php?pub=204>. [29 July 2020].
- Fernandes, R.P.P., Trindade, M.A., Lorenzo, J.M. and de Melo, M.P. 2018. "Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different concentrations of *Origanum vulgare* extract during storage." **Meat Science** 137 : 244 - 257.
- Gajana, C.S. 2011. "Effects of pre-slaughter handling on pork quality from a small holder abattoir." Master's thesis. University of Fort Hare. South Africa.
- Garlough R.B. and Campbell A. 2012. Dry and wet aging, p. 441 - 442. In **Modern Garde Manger; A global perspective**. 2nd edition. New York : Delmar Cengage Learning.
- Gill, C.O. 1998. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs, p. 118 - 157. In Davies A., and Board R. **The Microbiology of Meat and Poultry**. London : Blackie Academic and Professional.
- Gudjónsdóttir, M., Gacutan, M.D., Mendes, A.C., Chronakis, I.S., Jespersen, L. and Karlsson, A.H. 2015. "Effects of electrospun chitosan wrapping for dry aging of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low-field nuclear magnetic resonance analysis." **Food Chemistry** 184 : 167 - 175.
- Hannula, T. and Puolanne, E. 2004. "The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7 °C." **Meat science** 67(3) : 403 - 408.
- Hedrick, H.B., Aerle, E.D., Forrest, J.C., Judge, M.D. and Merkel, R.A. 1993. **Principles of Meat Science Iowa**. 3rd edition. Iowa : Kendall/Hunt Publishing. Co.
- Hernandez, R.J., Selke S.E.M., and Culter. J.D. 2000. **Plastics packaging : Properties, Processing, Application, and Regulation**. 3rd edition. Germany : Hanser.

- Ho, C. Y., Stromer, M. H., Rouse, G. and Robson, R. M. 1997. "Effect of electrical stimulation and postmortem storage on changes in Titin, Nebulin, Desmin, troponin-T and muscle ultrastructure in *Bos indicus* crossbred." **Journal of Animal Science** 75 : 366 - 376.
- International Organization for Standardization. 2005. ISO 5983 - 2 : 2005 Animal feeding stuffs Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content-Part 2. [Online]. Available : <https://www.iso.org/standard/39160.html>. [10 April 2021].
- Ji, Y., Chung, Y. M., Park, S., Jeong, D., Kim, B., and Holzapfel, W. H. 2019. "Dose-dependent and strain-dependent anti-obesity effects of *Lactobacillus sakei* in a diet induced obese murine model." **Peer Journal** 7 : 6651 - 6671.
- Jirajaroenrat, K., Opatpatanakit, Y., Srisuwan, L. and Sethakul, J. 2007. "Myofibrillar protein degradation over aging period of Kampaengsaen beef." p. 193 - 194. In Proceeding of 53rd international Congress of Meat Science and Technology. Beijing, China.
- Jooste, P. 2000. Meat science : an introductory text, p. 77 - 96. In Warriss P.D. **Journal of the South African Veterinary Association** [Online] Available: <https://jsava.co.za/index.php/jsava/article/view/731>. [23 July 2019].
- Kahraman, H. and G. Umit. 2019. "Effects of three aging methods on the *Longissimus lumborum* muscle from Holstein-Friesian steers." **Medycyna weterynaryjna** 75(03) : 179 - 184.
- Kameník, J., Saláková, A., Pavlík, Z., Boršilová, G., Hulanková, R. and Steinhäuserová, I. 2014. "Vacuum skin packaging and its effect on selected properties of beef and pork meat." **European Food Research and Technology** 239 : 395 - 402.
- Kim, M., Choe, J., Lee, H. J., Yoon, Y., Yoon, S. and Jo, C. 2019. "Effects of Aging and Aging Method on Physicochemical and Sensory Traits of Different Beef Cuts." **Food science of animal resources** 39(1) : 54 - 64.
- Kim, Y.H.B., Meyers, B., Kim, H.W., Liceaga, A.M. and Lemenager, R.P. 2017. "Effects of stepwise dry/wet-aging and freezing on meat quality of beef loins." **Meat Science** 123 : 57 - 63.
- Kim, Y.H.B., Kemp, R. and Samuelsson, L.M. 2016. "Effect of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins." **Meat Science** 111 : 168 - 176.
- Koohmaraie, M. 1992. "The role of Ca^{2+} - dependent proteases (calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness." **Biochimie** 74 : 239 - 245.
- Laemmli, U.K. 1970. "Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4." **Nature** 227 : 185 - 680.

- Lawrie, R.A. and Ledward, D.A. 2006 **Lawrie's meat science**. Cambridge : Woodhead Publishing.
- Lee, B., Seo, J. D., Rhee, J. K. and Kim, C. Y. 2016. "Heated apple juice supplemented with onion has greatly improved nutritional quality and browning index." **Food Chemistry** 201 : 315 - 319.
- Li, C., Zhou, G. and Xu, X. 2008. "Changes of meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef semitendinosus muscle during postmortem aging for Chinese Yellow bulls." **International Journal of Food Science and Technology** 43(5) : 838 - 845.
- Li, X., Babol, J., Wallby, A. and Lundström, K. 2013. "Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef *gluteus medius* aged in a dry ageing bag or vacuum." **Meat Science** 95 : 229 - 234.
- Li, X., Babol, J., Bredie, W.L.P., Nielsen, B., Tománková, J. and Lundström, K. 2014. "A comparative study of beef quality after aging *longissimus* muscle using a dry aging bag, traditional dry aging or vacuum package aging." **Meat Science** 97 : 433 - 442.
- Liang, R.R., Zhu, H., Mao, Y.W., Zhang, Y.M., Zhu, L.X., Cornforth, D. and Luo, X. 2016. "Tenderness and sensory attributes of the *longissimus lumborum* muscles with different quality grades from Chinese fattened yellow crossbred steers." **Meat Science** 112 : 52 - 57.
- Lorenzo, J.M., Munekata, P.E., Dominguez, R., Pateiro, M., Saraiva, J.A., and Franco, D. 2018. "Main Groups of Microorganisms of Relevance for Food Safety and Stability." **Innovative Technologies for Food Preservation** 53 - 107.
- Marshall, D.L., and Bal'a, M.F.A. 2001. Microbiology of meats, p. 149 - 169. In Hui, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W. and Young, O.A. **Meat Science and Applications**. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Marais, G.L., Frylinck, L., Strydom, P.E., Snyman, J.D. and Anderson, J. 2007. "Calpain system expression in three South African beef cross-breeds." p. 197 - 198. In Proceeding of 53rd international Congress of Meat Science and Technology. Beijing, China.
- Marino, R., Albenzio, M., Malva, A., Santillo, A., Loizzo, P. and Sevi, A. 2013. "Proteolytic pattern of myofibrillar protein and meat tenderness as affected by breed and aging time." **Meat Science** 95(2) : 281 - 287.
- Maurice, G.O., Cruz-Romero, M.C. and Kerry, J.P. 2018. "Sensory and physiochemical comparison of traditional bone-in dry-aged beef loin with boneless dry ageing and ageing using a moisture permeable bag." **Food and Nutrition Sciences** 9 : 1078 - 1098.

- McCormick, R.J. 1994. Structure and properties of tissues, p. 25 - 26. In Kingman D. M., Kotula A.W. and Breidenstein B.C. **Muscle food**. London : Chapman and Hall.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1987. **Sensory evaluation techniques**. Florida : CRC Press.
- Morton, J.D., Bickerstaffe, R., Kent, M.P., Dransfield, E. and Keeley, G.M. 1999. "Calpain - calpastatin and toughness in *M. longissimus* from electrically stimulated lamb and beef carcasses." **Meat Science** 52 : 71 - 79.
- Munekata, P.E.S., Domínguez, R., Campagnol, P.C.B., Franco, D., Trindade, M.A. and Lorenzo, J.M. 2017. "Effect of natural antioxidants on physicochemical properties and lipid stability of pork liver pâté manufactured with healthy oils during refrigerated storage." **Journal Food Science Technology** 54 : 4324 - 4334.
- Nam, K.C. and Ahn, D.U. 2003. "Effects of ascorbic acid and antioxidants on the color of irradiated ground beef." **Journal of Food Science** 68(5) : 1686 - 1690.
- Nana, M., Takahito, T., Yoshitaka, Y., Koyuki, S., Kotone, Y., Masahiro, T., Kyu-Ho, H., Michihiro, F. and Kenichiro, S. 2021. "Dry aged beef manufactured in Japan : Microbiota identification and their effects on product characteristics." **Food Research International** 140 : 9963 - 9969.
- Nottingham, P. M. 1982. Microbiology of carcass meats, p. 13 - 65. In Brown, M.H. **Meat Microbiology**. London : Applied Science Publishers Ltd.
- Okumura, T., Saito, K., Nade, T., Misumi, S., Masuda, Y., Sakuma, H. and Kawamura T. 2007. "Effects of intramuscular fat on the sensory characteristics of *m. longissimus dorsi* in japanese black steers as judged by a trained analytical panel." **Asian - Australasian Journal of Animal Sciences** 20(4) : 577 - 581.
- Oreskovich, D.C., McKeith, F.K., Carr, T.R., Novakofski, J. and Bechtel, P.J. 1988. "Effects of different aging procedures on the palatability of beef." **Journal of Food Quality** 11(1) : 151 - 158.
- Ouali, A. and Talmant, A. 1990. "Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscle." **Meat Science** 28 : 331 - 348.
- Panea1, B., Sañudo, C., Olleta, J.L. and Civit, D. 2008. "Effect of ageing method, ageing period, cooking method and sample thickness on beef textural characteristics." **Spanish Journal of Agricultural Research** 6(1) : 25 - 32.

- Parrish, F.C., Boles, J.A., Rust, R.E. and Olson, D.G. 1991. "Dry and wet aging effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades." **Journal Food Science** 56 : 601 - 603.
- Pearson, A.M. and Young, R.B. 1989. **Muscle and meat biochemistry**. California : Academic Press.
- Perry, N. 2012. "Dry aging beef." **International Journal of Gastronomy and Food Science** 1 : 78 - 80.
- Pfuhl, R., Bellmann, O., Kühn, C., Teuscher, F., Ender, K. and Wegner, J. 2007. "Beef versus dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality." **Archiv für tierzucht-archives of Animal Breeding**. 50(1) : 59 - 70.
- Pouzo, L.B., Descalzo, A.M., Zaritzky, N.E., Rossetti, L. and Pavan, E. 2016. "Antioxidant status, lipid and color stability of aged beef from grazing steers supplemented with corn grain and increasing levels of flaxseed." **Meat Science** 11(1) : 1 - 8.
- PrimeSafe. 2017. **Aging of beef**. [Online]. Available: <https://www.primesafe.vic.gov.au/standards-and-guidelines/primenotes/aging-of-beef/>. [10 Apr 2021].
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Smith, D.P. and Northcutt, J.K. 2001. "The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity." **Poultry Science** 80(5) : 676 - 80.
- Ripoll, G., Alberti, P., Panea, B., Olleta, J. and Sañudo, C. 2008. "Near-infrared reflectance spectroscopy for predicting chemical, instrumental and sensory quality of beef." **Meat science** 80 : 697 - 702.
- Ryu, S., Shin, M., Cho, S., Hwang, I., Kim, Y. and Oh, S. 2020. "Molecular characterization of microbial and fungal communities on dry-aged beef of hanwoo using metagenomic analysis." **Foods** 9(11) : 1571 - 1572.
- Samelis, J. 2006. Managing microbial spoilage in the meat industry, p. 213 - 286. In **Food Science, Technology and Nutrition, Food Spoilage Microorganisms**. Cambridge : Woodhead Publishing.
- Saricoban, C. and Yilmaz, M.T. 2010. "Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology." **World Applied Science Journal** 9(1) : 14 - 22.
- Shi, Y., Zhang, W. and Zhou, G. 2020. "Effects of different moisture-permeable packaging on the quality of aging beef compared with wet aging and dry aging." **Foods** 9(5) : 649 - 650.

- Siemens, M.G. 1996. **Managing Holstein steers for beef production**. [Online] Available: <http://www.learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A3659.pdf>. [29 July 2020].
- Smith, R.D. 2007. "Dry aging beef for the retail channel." Master's thesis. A&m University. Texas.
- Smith, R.D., Nicholson, K.L., Nicholson, J.D.W., Harris, K.B., Miller, R.K., Griffin, D.B. and Savell, J.W. 2008. "Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US choice and US select short loins." **Meat Science** 79 : 631 - 639.
- Sofos, J. N. 1994. Microbial growth and its control in meat, poultry and fish, p. 353 - 403. In Pearson, A.M., and Dutson, T.R. **Advances in Meat Research: Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products**. Glasgow : Chapman and Hall.
- Steen, D., Claeys, E., Uytterhaegen, L., De Smet, S. and Demeyer, D. 1997. "Early post-mortem conditions and the calpain/calpastatin system in relation to tenderness of double muscle beef." **Meat Science** 45 : 307 - 319.
- Stolowski, G., Baird, B., Miller, R., Savell, J., Sams, A., Taylor, J., Sanders, J. and Smith, S. 2006. "Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses." **Meat science** 73 : 475 - 483.
- Tominaga T. 2019. "Rapid detection of coliform bacteria using a lateral flow test strip assay." **Journal of microbiological methods** 160 : 29 - 35.
- Triyannanto, E. and Lee K.T. 2015. "Effect of pre-cooking conditions on the quality characteristics of ready-to-eat samgyetang." **Korean Journal for Food Science of Animal Resources** 35(4) : 494 - 501.
- United States Department of Agriculture. 2017. **United States standards for grades of carcass beef**. [Online] Available : <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/CarcassBeefStandard.pdf>. [29 July 2020].
- University of Wisconsin Center for Meat Process Validation. 2006. **6-Day dry-aging as a beef slaughter intervention treatment**. [Online] Available : http://meathaccp.wisc.edu/assets/beef_carcass_dry-aging.pdf [10 April 2021].
- Uytterhaegen, L., Claeys, E., and Demeyer, D. 1994. "Effects of exogenous protease effectors on beef tenderness development and myofibrillar degradation and solubility." **Journal of Animal Science** 72 : 1209 - 1223.
- Van Moeseke, W. and De Smet, S. 1999. "Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork." **Meat Science** 52 : 151 - 156.

- Wahrmund-Wyle, J.L., Harris, K.B. and Savell, J.W. 2000. "Beef retail cut composition: 2. Proximate analysis." **Journal of Food Composition and Analysis** 13 : 243 - 251.
- Warren, K. and Kastner, C. 1992. "A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins." **Journal of Muscle Foods** 3(2) : 151 - 157.
- Warren, K.E. and Kastner, C.L. 1992. "A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef striploins." **Journal Muscle Foods** 3 : 151 - 157.
- Wasowicz, E., Gramza, A., Hes, M., Jelen, H.H., Korczak, J., Malecka, M., Mildner-Szkudlarz, S., Rudzinska, M., Samotyja, U. and Zawirska-Wojtasiak, R. 2004. "Oxidation of lipids in food." **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences** 13 : 87 - 100.
- Wheeler, T.L., Savell, J.W., Cross, H.R., Lunt, D.K. and Smith, S.B. 1990. "Mechanism associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle." **Journal of Animal Science** 68 : 4206 - 4220.
- Woerner, D.R. 2009. **Beef from market cows**. [Online] Available: <http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/Product%20Enhancement/Beef%20from%20Market%20Cows.pdf>. [29 July 2020].
- Wyrwisz, J., Moczowska, M., Kurek, M., Stelmasiak, A., Póltorak, A. and Wierzbicka, A. 2016. "Influence of 21 days of vacuum-aging on color, bloom development, and WBSF of beef *Semimembranosus*." **Meat science** 122 : 48 - 54.
- Zhang, R., Yoo, M.J., Mungure, T.E., Bekhit, A.E.D., and Farouk, M.M. 2018. "Stepwise in-bag dry - ageing of lean beef." In 64th International Congress of Meat Science and Technology, Melbourne : Australia.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารสำหรับวิเคราะห์การออกซิเดชันของไขมัน ด้วยเทคนิค Thiobarbituric acid reactives (TBARS)

1.1 สารละลาย Thiobarbituric acid (TBA) ปริมาตร 100 ml

ชั่งสาร Thiobarbituric acid 0.375 กรัม และชั่ง trichloroacetic acid 15 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นละลายสารโดยใช้เครื่อง magnetic stirrer และผสมกับสาร HCL 0.25 N ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร

1.2 สารละลาย butylated hydroxytoluene (BHT) 0.2% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

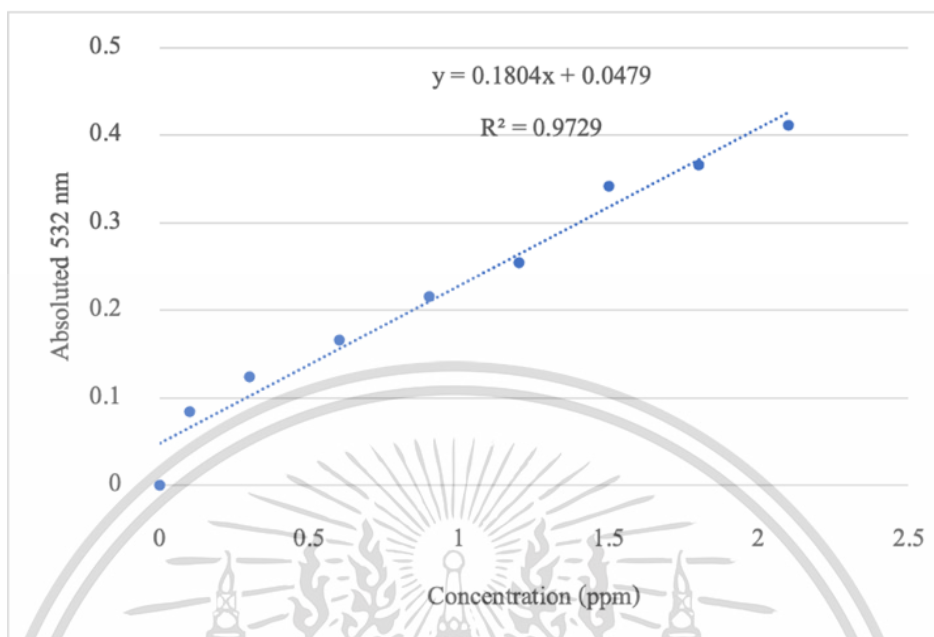
ชั่ง BHT 0.2 กรัม ละลายในเอทานอล 95% และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

1.3 สารละลาย hydrochloric acid (HCL) 5 N ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ปิเปต hydrochloric acid 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร

1.4 การเตรียมสารมาตรฐาน malonaldehyde (MDA)

ปิเปต 1, 1, 3, 3-tetraethoxypropane 10.88 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทานอล 95% เป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สาร MDA 100 ppm จากนั้นเจือจางที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 และ 1.8 ppm เพื่อทำกราฟมาตรฐาน โดยสร้างกราฟเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (แกน x) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร (แกน y)



ภาพผนวกที่ ก 1 กราฟเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (แกน x) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร (แกน y)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายเกลือแกง (NaCl) 0.85% ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่ง NaCl 8.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient broth ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient broth 8 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Baird-Parker agar ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird-Parker 50 กรัม และ agar 15 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเติม egg yolk solution ปริมาตร 50 ml โดยมีการเตรียมดังนี้

การเตรียม เติม egg yolk solution

1. นำไข่ไก่แช่ฆ่าเชื้อด้วยเอทานอล 70 % เป็นเวลา 15 นาที
2. ตอกเปลือกไข่โดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ โดยนำไปแดงที่ได้ผสมกับสารละลาย NaCl 0.85 % อัตราส่วน 3:7 จากนั้นเติม potassium tellurite 1 % ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Chromocult agar ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Chromocult agar 26.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

5.อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar 22.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

6.อาหารเลี้ยงเชื้อ Tetrathionate broth ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Tetrathionate broth 46 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

7. อาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite cystine broth ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite cystine broth 23 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

8. อาหารเลี้ยงเชื้อ Salmonella-Shigella agar ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Salmonella-Shigella agar 60 กรัมละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

9.อาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose lysine deoxycholate ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose lysine deoxycholate 55 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

10. อาหารเลี้ยงเชื้อ Triple sugar iron agar ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Triple sugar iron agar 36.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

11. อาหารเลี้ยงเชื้อ Lysine-inodole-motility ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Lysine-inodole-motility 68 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ค

ตารางผลการทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ ค 1 ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อโคขุน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ต่อ
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (N) ของเนื้อสันนอกโค

ระยะเวลา (สัปดาห์)	วิธีการบ่ม			
	การบ่มแบบแห้ง	การบ่มในถุงแบบแห้ง	การบ่มเปียกใน ถุงสุญญากาศ	การบ่มเปียกในถุง สุญญากาศแบบหัด
0	56.12±3.38 ^{a,A}	56.12±3.38 ^{a,A}	63.04±5.94 ^{a,A}	63.04±5.94 ^{a,A}
2	51.35±4.41 ^{a,B}	50.89±5.37 ^{a,B}	54.63±6.51 ^{a,B}	54.62±5.42 ^{a,B}
4	45.61±6.15 ^{a,C}	45.98±6.54 ^{a,C}	46.71±1.67 ^{a,C}	46.72±6.43 ^{a,C}

^a ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

^{A-C} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง 3 ซ้ำการทดลอง

ภาคผนวก ง

การอ่านค่าสี

การวัดระบบสี CIE

1. lightness (L^*) คือค่าความสว่าง

วัตถุที่วัดจะมีสีขาวเมื่อค่าเข้าใกล้ 100

วัตถุที่วัดจะมีสีดำเมื่อค่าเข้าใกล้ 0

2. redness (a^*) คือ ค่าสีแดง

วัตถุที่วัดได้มีค่าเป็นบวก(+) หมายถึง วัตถุมีสีแดง

วัตถุที่วัดได้มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง วัตถุมีสีเขียว

3. yellowness (b^*) คือค่าสีเหลือง

วัตถุที่วัดได้มีค่าเป็นบวก(+) หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง

วัตถุที่วัดได้มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

4. chroma คือ ค่าความสดสี

วัตถุที่วัดได้มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีซีดจาง (เทา)

วัตถุที่วัดได้มีค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม

5. hue angle คือ ค่าเฉดของสี

วัตถุที่วัดได้มีค่า 0 - 45 หมายถึง วัตถุมีสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง

วัตถุที่วัดได้มีค่า 45 - 90 หมายถึง วัตถุมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง

วัตถุที่วัดได้มีค่า 90 - 135 หมายถึง วัตถุมีสีเหลืองถึงสีเหลืองเขียว

วัตถุที่วัดได้มีค่า 135 - 180 หมายถึง วัตถุมีสีเหลืองเขียวถึงสีเขียว

วัตถุที่วัดได้มีค่า 180 - 225 หมายถึง วัตถุมีสีเขียวถึงสีน้ำเงินเขียว

วัตถุที่วัดได้มีค่า 225 - 270 หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงินเขียวถึงสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุที่วัดได้มีค่า 270 - 315 หมายถึง วัดภูมิสีน้ำเงินถึงสีม่วง

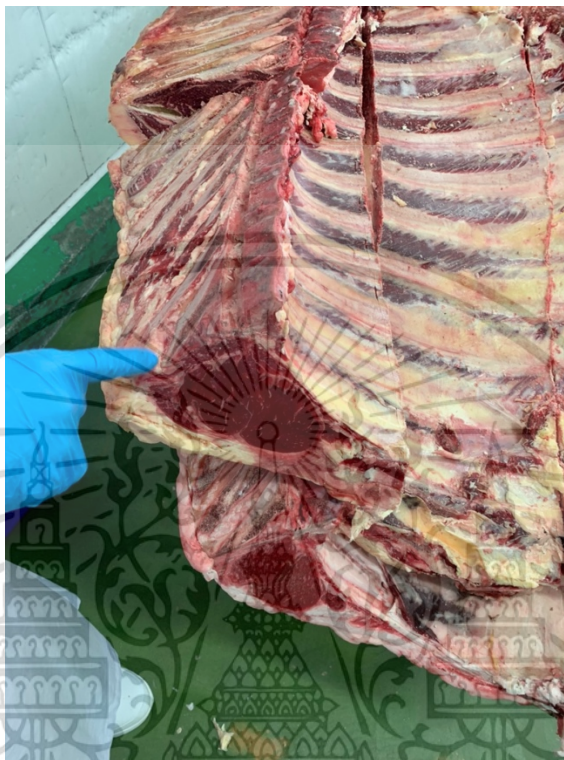
วัตถุที่วัดได้มีค่า 315 - 360 หมายถึง วัดภูมิสีม่วงถึงสีแดง



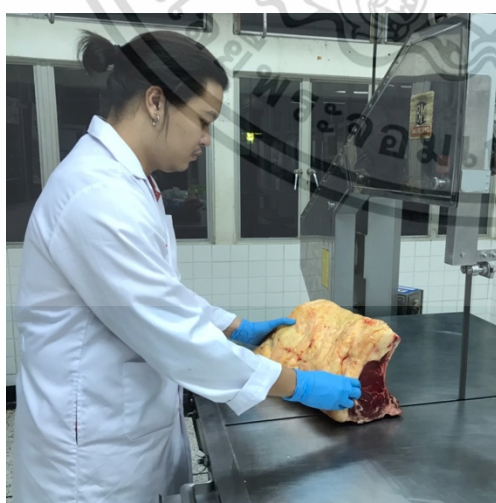
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ภาพประกอบงานทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ จ 1 ตัวอย่างเนื้อโคส่วนสันกลางติดกระดูก (rib set)



ภาพภาคผนวกที่ จ 2 การตัดแบ่งเพื่อเตรียมตัวอย่างเนื้อโค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ซ้าย

ขวา

ภาพภาคผนวกที่ จ 3 การแบ่งชิ้นส่วนเพื่อเตรียมตัวอย่างเนื้อโคซีกซ้ายและซีกขวา



0 สัปดาห์

4 สัปดาห์

ภาพภาคผนวกที่ จ 4 การบ่มแบบแห้ง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



0 สัปดาห์



4 สัปดาห์

ภาพภาคผนวกที่ จ 5 การบ่มในถุงแบบแห้ง ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4



0 สัปดาห์



4 สัปดาห์

ภาพภาคผนวกที่ จ 6 การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศ ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

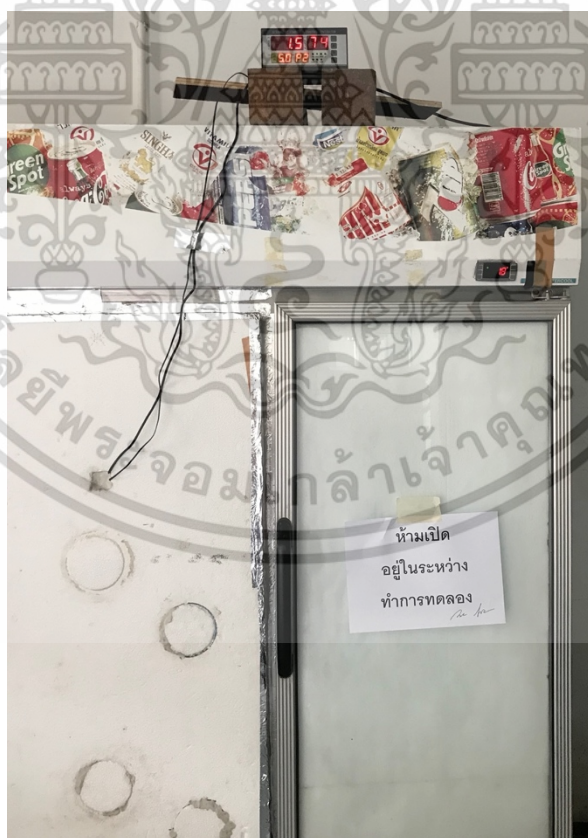


0 สัปดาห์



4 สัปดาห์

ภาพภาคผนวกที่ จ 7 การบ่มเปียกในถุงสุญญากาศแบบหัด ในสัปดาห์ที่ 0 และ 4



ภาพภาคผนวกที่ จ 8 ตู้บ่มเนื้อดัดแปลงจากตู้แช่เย็น (Sanden intercool model YR-1500SRT, Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ๑ การจัดวางเนื้อภายในตู้บ่มเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายวงศธร ไข่เทียนชัย
วัน เดือน ปีเกิด	14 ตุลาคม 2538
ที่อยู่	49/57 หมู่ 2 ตำบล บางตลาด อำเภอ ปากเกร็ด จังหวัด นนทบุรี 11120
ประวัติการศึกษา	2556 มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย 2560 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2564 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	วงศธร ไข่เทียนชัย คมแข พิลาสมบัติ และปิยะดา ทวีศรี. 2563. “การศึกษาเบื้องต้นผลของการบ่มแบบเปียกต่อคุณภาพเนื้อโคนมขุน.” หน้า 508 - 518. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 17 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้