รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยด้วยกระบวนการซูวีด

Quality Improvement of Local Thai Beef using Sous-Vide Process

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2560
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยด้วยกระบวนการซูวีด

Quality Improvement of Local Thai Beef using Sous-Vide Process

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2560
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b00264209
RC00011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยด้วยกระบวนการซูวีด

Quality Improvement of Local Thai Beef using Sous-Vide Process

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2560
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยด้วยกระบวนการซูวีด ได้รับงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัยจาก เงินงบประมาณ ประจำปี 2560 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยด้วยกระบวนการซูวีด
แหล่งเงิน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ 2560
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ 1 ต.ค. 59 ถึง 30 มี.ค 61
หัวหน้าโครงการ
ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองไทย โดยใช้เนื้อส่วนสันนอกและส่วนสะโพกของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยมาซูวีดที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส นาน 0 ถึง 36 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพประกอบด้วยสี ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการซูวีด ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการให้ความร้อนซ้ำ แรงเฉือน ตลอดจนตรวจสอบลักษณะโครงสร้างพื้นผิว และคำนวณร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อจากภาพถ่าย เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อและลักษณะทางกายภาพดังกล่าว ผลการทดลองพบว่าการซูวีดที่อุณหภูมิสูง และระยะเวลานานมากขึ้น ส่งผลให้ เนื้อทั้งส่วนสันนอกและสะโพก มีความสว่างและความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น แต่ค่าความเป็นสีแดงลดลง อย่างไรก็ตามความร้อนส่งผลให้เนื้อที่ผ่านการซูวีด มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นค่าร้อยละผลผลิตจึงลดลง โดยพบว่าเนื้อซูวีดมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักที่สูงเมื่อซูวีดที่อุณหภูมิสูง 80 องศาเซลเซียส และเมื่อนำเนื้อที่ซูวีดแล้วมาให้ความร้อนซ้ำ พบว่าเนื้อที่ผ่านการซูวีดที่อุณหภูมิสูง (70 และ 80 องศาเซลเซียส) มีการสูญเสียน้ำหนักที่น้อยกว่าเนื่องจากน้ำในเนื้อได้สูญเสียไปตั้งแต่ช่วงที่มีการซูวีดแล้วในปริมาณหนึ่ง ส่วนในกรณีของค่าแรงเฉือนพบว่า การให้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อสะโพกมีแนวโน้มของค่าแรงเฉือนที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการใช้อุณหภูมิสูง สอดคล้องกับกรณีการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีการหดตัวที่สูงเมื่อใช้อุณหภูมิในการซูวีดที่สูง (70 และ 80 องศาเซลเซียส) ร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของเนื้อสันนอก ได้แก่ความสว่าง ร้อยละผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการซูวีด และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน อยู่ระหว่าง 0.62-0.84 และในกรณีของเนื้อสะโพก พบว่า มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพได้แก่ความสว่าง ร้อยละผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนซ้ำและค่าแรงเฉือน อยู่ระหว่าง 0.57-0.81

คำสำคัญ: การปรับปรุงคุณภาพ, ซูวีด, เนื้อโคพื้นเมืองไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Quality Improvement of Local Thai Beef using Sous-Vide Process

ABSTRACT

This research studied effect of sous-vide conditions on qualities of local Thai beef. Sirloin and round beef were used as raw materials and sous-vide cooked at temperatures of 60, 70 or 80°C for 0-36 hrs. Then physical characteristics, consisting of color, percentage of cooking loss, percentage of reheating loss, shear force, surface texture and percentage of fiber shrinkage calculating from surface texture images, were determined. Moreover, relationships between percentage of fiber shrinkage and physical characteristics were analyzed. It was found that using of higher temperature and longer cooking time to sous-vide process represented sirloin and round beef to increase lightness and yellowness, while redness decreased. However, sous-vide beef trended to increase sous-vide loss and decrease the yield, respectively. Sous-vide beef trended to decrease the yield at higher cooking temperatures (70 and 80°C) compared to other. The samples also had lower reheating loss compared to cooking at 60°C. The sous-vide samples after cooking at 60°C trended to have lower shear force compared to the higher cooking temperature conditions. Results were in the same trend as fiber shrinkage with higher shrinkage to samples after using high cooking temperatures (70 and 80°C). Percentage of fiber shrinkage had good correlations with physical characteristics viz. lightness, percentage of yield, percentage of sous-vide loss and reheating loss with r of 0.62-0.84 in the case of sirloin beef, whereas percentage of fiber shrinkage had r of 0.57-0.81 with lightness, percentage of yield, percentage of reheating loss and shear force, respectively.

Keywords: Quality improvement, sous-vide, locak Thai beef

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คุณภาพเนื้อโคไทย	3
2.2 ประเภทเนื้อโคไทย	4
2.3 ชิ้นส่วนเนื้อโคที่ใช้ในการแปรรูปสเต็ก	5
2.4 กระบวนการซูวีด	9
2.5 การปรับปรุงกระบวนการซูวีดในวัตถุดิบเนื้อสัตว์	10
2.6 วัตถุดิบเนื้อสัตว์กับอุตสาหกรรมการจัดและบริการอาหาร	10
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	13
3.1 การเตรียมวัตถุดิบ	13
3.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณภาพเนื้อซูวีด	13
3.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพและลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างเนื้อ	15
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	17
4.1 ผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ ลักษณะพื้นผิว และโครงสร้างของเนื้อสันนอก	17
4.2 ผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ ลักษณะพื้นผิว และโครงสร้างของเนื้อสะโพก	24
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพและลักษณะพื้นผิวของเนื้อ	30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	33
5.1 สรุปผล	33
5.2 ข้อเสนอแนะ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม 34
ผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 Correlation between fiber shrinkage and physical properties of sirloin beef 31

4.2 Correlation between fiber shrinkage and physical properties of round beef 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

Figure	หน้า
2.1 แสดงส่วนของเนื้อวัวที่นำไปทำสเต็ก	6
2.2 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนสัน (Loin)	7
2.3 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนหัวไหล่ (Chuck)	7
2.4 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนโคนขาและสะโพก (Round)	8
2.5 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนซี่โครง (Rib eye)	8
2.6 แสดงเนื้อสเต็กส่วนพื้นท้อง (Flank)	9
3.1 Image analysis set up	15
3.2 Image analysis from RGB to BW of the cut surface of beef (0.5× magnification)	15
4.1 Colors of sirloin sous-vide cooking at different sous-vide conditions	18
4.2 Sous-vide cooking loss of sirloin beef after sous-vide cooking at 60°C, 70°C and 80°C for 0-36 h.	19
4.3 Percentage of reheating loss of sirloin beef after sous-vide cooking at 60°C, 70°C and 80°C for 0-36 h	20
4.4 Shear force value of cooked sirloin beef at 60°C, 70°C and 80°C for 0-36 h	21
4.5 Image analysis of the cut surface (BW format) of beef after sous-vide cooking at 60, 70 or 80°C for 6, 12, 18, 24, 30 or 36 hr(0.5× magnification)	23
4.6 Percentages of fiber shrinkage from image analysis at 60°C, 70°C or 80°C for 6-36 hr	24
4.7 Colors of round sous-vide cooking at different sous-vide conditions	25
4.8 Percentage of cooking yield and sous-vide loss (SV) of cooked round beef at (a) 60°C (b), 70°C and(c) 80°C for 0-36 h	26
4.9 Percentage of reheating lossof cooked round beef at 60°C, 70°C or80°C for 0-36 h	27
4.10 Effect of sous-vide cooking on shear force of round beef	28
4.11 Image analysis of the cut surface in black and white format of round beef after sous-vide cooking(0.5× magnification)	29
4.12 Percentages of fiber shrinkage from image analysis at 60°C, 70°C or 80°C for 6-36 hr	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื้อโคพื้นเมืองของไทย เป็นแหล่งวัตถุดิบเนื้อสัตว์ที่มีความสำคัญ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญแล้ว ยังประกอบด้วย เหล็ก แคลเซียม กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น โอเลอิก และลิโนเลอิก เป็นต้น (พร้อมลักษณ์ และ สุภัทรา, 2552) แต่ด้วยลักษณะทางกายภาพของเนื้อโคไทยสายพันธุ์พื้นเมือง ที่มีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อละเอียด มีสัดส่วนของ Red fiber สูง มีระบบการเลี้ยงส่วนใหญ่ปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติ มีไขมันแทรกน้อย เนื้อค่อนข้างแห้ง ไม่ฉ่ำน้ำเหมือนเนื้อโคขุนโดยทั่วไป (จุฑารัตน์, 2552) จึงส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อโคพื้นเมืองมีความเหนียวเมื่อเทียบกับเนื้อโคขุน แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพ โดยเฉพาะด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อโคสายพันธุ์พื้นเมืองของไทย สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบ ได้เทียบเคียงกับเนื้อโคขุน อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อนุ่มได้อีกหลายชนิด

ในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านมานั้น มีการใช้สารเติมแต่ง ทั้งในกลุ่มของแป้ง และกลุ่มของไฮโดรคอลลอยด์ ทั้งการฉีด การแช่ และอื่นๆ (Szerman et al., 2012; Ramirez et al., 2011; Modi et al., 2004) ทั้งนี้ การปรับปรุงกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบอาหารโดยไม่มีการใส่สารเติมแต่งเป็นอีกแนวทางนึ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ผลิตและบริโภคเนื้อโคทั้งในระดับต้นน้ำและกลางน้ำได้

กระบวนการซูวีด เป็นกระบวนการที่มีการนำหลักการทางด้าน โมเลคิวลาร์ แกสโตรโนมี (Molecular gastronomy) ซึ่งเป็น การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหารเพื่อทำให้เกิดเป็นอาหารรูปแบบที่แปลกใหม่ (Baldwin, 2012) โดยการนำอาหารมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และแปรรูปโดยการความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน จากนั้นทำให้อุณหภูมิต่ำ 0-4 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ทำให้อาหารเป็นพิษ และเกิดการเน่าเสีย อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีด จะให้เนื้อสัมผัสที่นุ่ม ชุ่มชื้น มีสีที่สม่ำเสมอและมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอาหารที่น้อยกว่าการให้ความร้อนแก่อาหารโดยตรง (Creed, 1995) วัตถุดิบที่มีการใช้กระบวนการซูวีดมีหลากหลายชนิด ทั้งในผัก ผลไม้ สัตว์น้ำ เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่ และเนื้อแกะ ซึ่งวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการซูวีดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป (Komoltri, 2012; Jose et al., 2012; Roldan et al., 2013) แนวทางในการนำกระบวนการซูวีดมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบเนื้อโคพื้นเมืองของไทย จึงเป็นวิธีการที่มีศักยภาพในการผลิต โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการจัดและการบริการอาหาร และในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งมีการนำวัตถุดิบสด และวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการเตรียมในบางส่วน มาแปรรูปเพื่อการเสิร์ฟในเมนูต่างๆ ตามความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการนำกระบวนการซูวีดมาปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบเนื้อสัตว์นั้น มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งพบว่าสามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะความนุ่มของเนื้อได้ (Juneija, 2006; Jose et al., 2012; Roldan et al., 2013) อย่างไรก็ตาม ยังขาดงานวิจัยที่มีการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของวัตถุดิบ โดยเฉพาะด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะทางกายภาพของเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด รวมทั้งยังขาดงานวิจัยที่มีการอธิบายถึงปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส รวมทั้งลักษณะทางกายภาพ เคมี และลักษณะโครงสร้าง ของเนื้อสัตว์ ในระหว่างกระบวนการซูวีด นอกจากนี้ตำแหน่งของชิ้นส่วนเนื้อ ที่ประกอบด้วยสัดส่วนของไขมัน น้ำ โปรตีน รวมทั้งชนิดของโปรตีนที่มีในชิ้นเนื้อแต่ละตำแหน่ง ล้วนส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางด้านเคมี รวมทั้งลักษณะโครงสร้างของวัตถุดิบ ซึ่งปัจจัยคุณภาพต่างๆ ดังกล่าว ล้วนมีความสัมพันธ์กันทั้งสิ้น

งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งลักษณะโครงสร้างของเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองของไทย ในตำแหน่งชิ้นส่วนต่างๆ อีกทั้งยังมีการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อโคในแต่ละตำแหน่ง ในระหว่างกระบวนการซูวีด การเปรียบเทียบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เนื้อโคที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด ผลจากการวิจัยดังกล่าวสามารถต่อยอดในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ เคมี และโครงสร้างของเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองของไทยที่ตำแหน่งชิ้นส่วนต่างๆ

1.2.2 เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างลักษณะโครงสร้าง และคุณภาพด้านกายภาพ เคมีของเนื้อโคพื้นเมืองตำแหน่งต่างๆ ในระหว่างกระบวนการซูวีด

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ เคมี และลักษณะโครงสร้างของเนื้อโคพื้นเมืองไทย โดยใช้ชิ้นส่วน 2 ชิ้นส่วน ได้แก่ เนื้อส่วนสันนอก และส่วนสะโพก ใช้อุณหภูมิระหว่าง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาระหว่าง 6-36 ชั่วโมงจากนั้นหาความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างลักษณะโครงสร้างที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของเนื้อโคพื้นเมืองไทย

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลจากการทำการทดลอง เป็นประโยชน์ต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อนุ่มที่ใช้วัตถุดิบจากเนื้อโคพื้นเมืองของไทย โดยทราบช่วงของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการซูวีด เพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีตามความต้องการของผู้ผลิตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณภาพเนื้อโคไทย

ข้อมูลจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2552) ได้อธิบาย คุณลักษณะที่สำคัญของเนื้อโคไทย ที่ใช้เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดคุณภาพของเนื้อ โดยคุณภาพดังกล่าว แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) คุณภาพด้านโภชนาการและสุขภาพ (nutritional and health value) ซึ่งให้ข้อมูลไว้ว่าเนื้อโคเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนและพลังงาน มีกรดอะมิโนจำเป็น กรดไขมันจำเป็นและแร่ธาตุจำเป็น ได้แก่ ธาตุเหล็ก ซิลิเนียม สังกะสี นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยวิตามิน B และ E เป็นต้น 2) คุณภาพด้านการบริโภคหรือด้านที่ใช้ประสาทสัมผัสเป็นตัวตัดสิน (eating value หรือ sensory value) ได้แก่ คุณภาพที่เกี่ยวข้องกับ รสชาติ สี กลิ่น ความนุ่ม ลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งด้านคุณภาพของความนุ่มนั้นผู้บริโภคมักให้ความสำคัญมากที่สุด 3) คุณภาพด้านความสะอาดปลอดภัยจากสารตกค้าง (hygienic value) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับความปลอดภัยของอาหาร (food safety) ได้แก่ ความปลอดภัยจากสารเคมีตกค้าง สิ่งปนเปื้อนในเนื้อ และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค 4) คุณภาพด้านการนำเนื้อไปแปรรูป (technological value) ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) และการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก (cooking loss) และ 5) คุณภาพด้านมโนธรรมและจิตใจ (ethical value) ได้แก่ โคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทยมีการเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี ไม่ใช้ฮอร์โมน หรือการตอนเพื่อเร่งการเจริญเติบโต สอดคล้องกับการเลี้ยงโคพื้นเมืองตามธรรมชาติ

เนื้อโคของไทยจะมีคุณลักษณะของคุณภาพในแต่ละด้านอย่างครบถ้วน หากมีการพัฒนาปรับปรุงการผลิตให้ถูกต้องตลอดห่วงโซ่ของการผลิต ทั้งนี้ผู้ผลิตเนื้อพึงสร้างความมั่นใจ และได้รับความเชื่อมั่นจากผู้บริโภคว่าเนื้อโคไทย เป็นเนื้อที่มีคุณภาพ (product quality) โดยเริ่มต้นจากฟาร์มผู้ผลิตจนถึงผู้บริโภค และในการเลือกซื้อเนื้อของผู้บริโภคยังขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ด้วย เช่น นำไปใช้ในรูปเนื้อสดที่นำไปประกอบอาหารโดยตรง หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

ในด้านโภชนาการของเนื้อโคพื้นเมืองนั้น นอกจากเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญแล้ว ยังมีปริมาณกรดไขมัน Conjugated Linoleic acid (CLA) ซึ่งเป็นไอโซเมอร์ของกรดไขมัน lonoleic (c 18: 2 cis 9 tran 11) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่วยป้องกันการสร้างเซลล์มะเร็ง ลดการสะสมไขมันในผนังหลอดเลือด ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง เพิ่มการสะสมแร่ธาตุในกระดูก (Bessa et al., 2000) และลดการสะสมไขมันในร่างกาย (Pariza et al., 2001) ถึงแม้ว่าจะพบ CLA ในเนื้อเป็นปริมาณที่น้อยก็ตาม แต่มีรายงานการวิจัยพบว่า มี CLA ในเนื้อโคมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสุกรและไก่ และจะมีมากขึ้นในเนื้อโคที่กินหญ้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้เนื่องมาจากกรดไขมัน linoleic และ linolenic ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการสร้าง CLA ในกระเพาะรูเมน ส่วนใหญ่แล้วได้มาจากหญ้าและธัญพืชที่เป็นพืชอาหารสัตว์

2.2 ประเภทเนื้อโคไทย

ข้อมูลจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2552) ได้อธิบายลักษณะของเนื้อโค ว่าจัดอยู่ในเนื้อกลุ่มที่มีสีแดง (red meat) ที่มาจากสัตว์มีกีบเท้า เนื้อสัตว์กลุ่มนี้ที่สำคัญและเป็นเนื้อสัตว์เศรษฐกิจ ได้แก่ เนื้อโค เนื้อกระบือ เนื้อแพะ เนื้อแกะ และเนื้อสุกร เนื้อโคที่มีอยู่ในประเทศมีความแตกต่างกัน เนื่องจากพันธุ์และระบบการผลิต ทำให้คุณภาพเนื้อที่ได้มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้คุณภาพสินค้าขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค ซึ่งจะเป็นผู้ตัดสินใจในการนำเนื้อส่วนต่างๆ ไปใช้ประโยชน์ โดยเนื้อแต่ละประเภทจะมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกันไป

เนื้อโคไทยที่ผลิตได้ในประเทศ แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ตามระบบการผลิต ประกอบด้วย **1) เนื้อโคขุนคุณภาพสูง** เป็นเนื้อโคที่มีความนุ่มมากเนื่องจากมีไขมันแทรกในเนื้อ (marbling หรือ intermuscular fat) และผ่านขั้นตอนการบ่มเนื้อ (ageing) ภายใต้อุณหภูมิการเก็บรักษาเนื้อในห้องเย็น 0 – 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 – 7 วันก่อนการจำหน่าย เนื้อโคกลุ่มนี้ได้มาจากการเลี้ยงโคลูกผสมเลือดโคยุโรป สายพันธุ์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่โคพันธุ์ชาโรเล่ส์ โดยโคลูกผสมมีเลือดโคยุโรปมากกว่าร้อยละ 50 อีกทั้งโคจะได้รับอาหารข้น (concentrate feed) ที่มีพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตสูง รวมกับการให้หญ้าสดและฟาง อาจมีการเสริมกากน้ำตาล ก่อนสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนักโคมีชีวิต 550 – 650 กิโลกรัมต่อตัว เนื้อโคขุนคุณภาพสูงเลือดโคยุโรปที่เป็นที่รู้จักคือ เนื้อโคขุนโพนยางคำ หรือเนื้อโค Thai-French ที่มาจากโคของสมาชิกสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จังหวัดสกลนคร และเนื้อโคขุน เคยูบีฟ (KU-Beef) ของสหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม **2) เนื้อโคขุนคุณภาพปานกลาง** เนื้อโคมีความนุ่มในระดับปานกลาง เป็นเนื้อที่มีไขมันแทรก ได้มาจากการขุนโคลูกผสมพันธุ์บราห์มันเลือด โคจะถูกขุนด้วยอาหารข้นและหญ้าสด หรือฟาง น้ำหนักตัวสุดท้ายประมาณ 450 กิโลกรัมต่อตัว เนื้อโคขุนกลุ่มนี้อาจจะผ่านขั้นตอนการบ่มหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับตลาดของเนื้อโค โคขุนลูกผสมพันธุ์บราห์มันเลือดสูงนี้สามารถที่จะขยายโอกาสเข้าสู่ตลาดโมเดิร์นเทรด ซุปเปอร์มาเก็ตและร้านสเต็กได้ เนื้อโคขุนกลุ่มนี้จะมีความนุ่มด้อยกว่าเนื้อโคขุนคุณภาพ แม้จะมีการบ่มเนื้อนานถึง 21 วันก็ตาม ทั้งนี้เพราะเป็นโคขุนลูกผสมพันธุ์บราห์มันและพันธุ์พื้นเมืองที่อยู่ใน ตระกูลโคอินเดีย (Indicus) ที่มีเอนไซม์ calpastatins ที่เป็นตัวยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ calpains ที่ทำให้เนื้อนุ่มมากกว่าโคในตระกูลโคยุโรป (Taurus) นอกจากนี้โคในตระกูลโคอินเดียยังมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันธุ์ที่ย่อยสลายยากอยู่สูงกว่า **3) เนื้อโคมัน** เป็นเนื้อโคที่ได้มาจากโคอายุมาก ส่วนใหญ่เป็นโคลูกผสมพันธุ์บราห์มันและพันธุ์พื้นเมือง หรืออาจเป็นโคที่นำเข้ามาจากชายแดน โคเหล่านี้จะถูกนำมาขุนเป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 2 – 3 เดือนก่อนส่งโรงฆ่า เนื้อจะค่อนข้างเหนียวและมีกลิ่นแรง เส้นใยกล้ามเนื้อหยาบ มีไขมันหุ้มซากหนา เนื้อโคจะไม่ผ่านขั้นตอนการบ่มเนื้อ ส่วนใหญ่จะจำหน่ายในตลาดสด **4) เนื้อโคพื้นเมือง** หมายถึง เนื้อโคที่ได้มาจากพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งถูกเลี้ยงปล่อยหากินหญ้าตามธรรมชาติ เนื้อโคจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับอายุของโค ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารธรรมชาติ เนื้อโคพื้นเมืองอายุประมาณ 2 ปี และมาจากแหล่งที่มีหญ้าธรรมชาติสมบูรณ์เกือบตลอดปีจะมีน้ำหนักตัวประมาณ 200 กิโลกรัม เนื้อที่ได้จะมีความนุ่มปานกลาง เส้นใยกล้ามเนื้อละเอียด ไม่มีไขมันแทรก เนื้อมีสีออกแดงคล้ำ ผิวสัมผัสเป็นมันวาว เนื้อค่อนข้างแห้ง ไม่ฉ่ำน้ำเหมือนเนื้อโคขุนโดยทั่วไป เนื้อโคพื้นเมืองจะค่อนข้างเหนียว เนื่องจากแหลงหญ้าตามธรรมชาติไม่เพียงพอในฤดูแล้ง ต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงถึง 3 ปี จึงจะได้น้ำหนัก 200 – 250 กิโลกรัม เนื้อโคพื้นเมืองส่วนใหญ่มีจำหน่ายตามตลาดสดในต่างจังหวัด ร้านขายเนื้อริมถนนหลวงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตามตลาดนัดเคลื่อนที่ 5) **เนื้อโคแก่** หมายถึงเนื้อที่ได้มาจากโคอายุมาก โคคัดทิ้ง โคนำเข้าจากชายแดน โคผอม เนื้อโคจะเหนียวมาก ไม่มีมัน มีพังผืดมาก เนื้อมีกลิ่นแรง เนื้อโคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ถูกส่งเข้าโรงงานทำลูกชิ้น อาจจะมีจำหน่ายอยู่บ้างตามตลาดสดชนบท ตลาดนัดเคลื่อนที่ และสุดท้ายคือ 6) **เนื้อโคนมขุน** จัดอยู่ในกลุ่มเนื้อโคขุนคุณภาพสูง เนื้อมีความนุ่มมากและมีไขมันแทรก เนื่องจากเป็นเนื้อโคที่มีเลือดโคยุโรปสูง ในตลาดของไทยยังไม่มีการผลิตเนื้อโคประเภทนี้ แต่คาดว่าในอนาคตอันใกล้จะมีเนื้อโคนมขุนจากโคนมเพศผู้ (dairy beef) จำหน่าย

นอกจากสายพันธุ์และวิธีการเลี้ยงโคแล้ว ตำแหน่งชิ้นเนื้อ เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญและส่งผลต่อความนุ่มของวัตถุดิบ เช่นเนื้อส่วนคอ (chunk) เป็นเนื้อที่มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเกือบทุกส่วน นิยมแล่เป็นแผ่นบางเหมาะสำหรับย่าง หรือลวก เนื้อส่วนเสือร้องไห้ เนื้อพื้นท้อง เนื้อริป เป็นส่วนที่มีไขมันที่หุ้มอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ (intermuscular fat) เป็นเนื้อส่วนที่มีความเหนียวมาก จึงเหมาะสำหรับการย่าง หรือสไลด์เป็นแผ่นบางๆ ก่อนการย่าง สำหรับเนื้อส่วนสะโพก (round) เป็นส่วนที่มีปริมาณสูงสุดเมื่อเทียบกับเนื้อส่วนอื่น เป็นเนื้อส่วนที่มีการแทรกของไขมัน (intramuscular fat) จึงเหมาะสำหรับแปรรูปสเต็ก สำหรับเนื้อน่อง มีส่วนเอ็นที่แทรกอยู่ในก้อนเนื้อ เหมาะสำหรับการตุ๋น และเนื้อส่วนคอ มีผังผืดปนและเนื้อมีความเหนียว จึงเหมาะไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ลดรูป (จุฑารัตน์ และญานิน, 2549)

2.3 ชิ้นส่วนเนื้อโคที่ใช้ในการแปรรูปสเต็ก

ชิ้นส่วนของเนื้อสัตว์ได้แก่ เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อปลา เนื้อแกะ เนื้อนกกระจอกเทศ ฯลฯ สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า โดยการแปรรูปสเต็ก ซึ่งมีการนำเนื้อมาปรุงรสหรือหมักเป็นระยะเวลานานเพื่อเพิ่มความนุ่ม แล้วทำให้สุกอย่างรวดเร็วด้วยวิธีการ ปิ้ง ย่าง หรือ อบ จัดเสิร์ฟร้อนแบบทั้งชิ้นหรือราดซอส พร้อมเครื่องเคียงประเภทผักต้ม ผักทอด ผักผัดเนย ข้าว ขนมปัง เส้นพาสต้า มันฝรั่ง เป็นต้น ซึ่งชิ้นส่วนต่างๆของเนื้อโคที่นิยมนำมาแปรรูปสเต็กแสดงรายละเอียดดัง Figure 2.1 (ชัชชญา, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

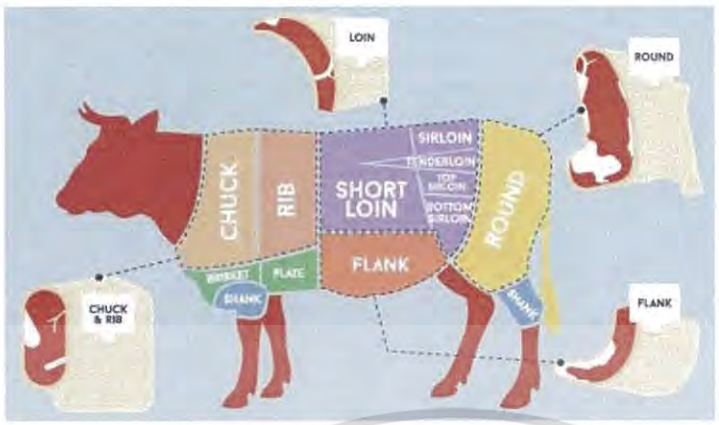


Figure 2.1 แสดงส่วนของเนื้อวัวที่นำไปทำสเต็ก

ที่มา : ชัชชญา (2552)

จาก Figure 2.1 จะเห็นได้ว่าเนื้อวัวถูกแบ่งชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังนี้

1) เนื้อส่วนสัน (Loin)

1.1) เทนเดอร์ลอยน์ (Tenderloin Steak) หรือ ฟิเลต์มิยอง (Filet mignon) (ภาพที่ 2.2 a) เป็นเนื้อส่วนในที่ตัดจากกลางตัวอยู่สองข้างของแนวกระดูกสันหลัง มีความอ่อนนุ่มมากที่สุดเพราะเป็นส่วนกล้ามเนื้อของวัวที่ไม่ได้เคลื่อนไหว เส้นใยจึงไม่แข็งแรง ทำให้มีความนุ่ม มีไขมันแทรกน้อย เนื้อจึงมีรสชาติจืด ส่วนมากถ้านำมาใช้ทำสเต็กจะรับประทานคู่กับซอสเพื่อเพิ่มรสชาติ

1.2) เซอร์ลอยน์ (Sirloin Steak) (ภาพที่ 2.2 b) เป็นเนื้อวัวส่วนสันสะโพกหรือเนื้อตะเข้ โดยตัดชิ้นเนื้อจากส่วนหลังของขาวัว เนื้อเหนียวเล็กน้อย เพราะเป็นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอด จึงทำให้เนื้อส่วนนี้มีรสชาติดี มีไขมันแทรกอยู่น้อย นิยมนำมาแล่เป็นชิ้นบางๆ ก่อนนำมาทำสเต็ก จะช่วยทำให้เนื้อนุ่มมากขึ้น

1.3) สตริปลอยน์ หรือนิวยอร์คสตริป (Strip Loin / New York Strip Steak) (ภาพที่ 2.2 c) เป็นเนื้อที่อยู่ระหว่างส่วนขาหลังกับขาหน้า ส่วนมากเนื้อส่วนนี้นิยมนำมาตัดแบ่งขายเป็นชิ้นสเต็กที่มีทั้งแบบติดหนังและไม่ติดหนัง มักเสิร์ฟในชื่อของ New York Strip Steak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) ที-โบน (T-bone / Poterhouse Steak) (Figure 2.2 d) เป็นเนื้อส่วนสันนอกที่ติดกระดูกรูปตัว T เนื้อที่ติดทั้งสองด้านของกระดูกรูปตัว T ด้านหนึ่งจะเป็นเนื้อชิ้นเล็กซึ่งเป็น Tenderloin ส่วนอีกด้านหนึ่งจะเป็นเนื้อชิ้นใหญ่ คือ ส่วน Strip Loin ทีโบนสเต็ก เรียกว่าอีกอย่างหนึ่งว่าพอร์ตเตอร์เฮาส์ เพราะเนื้อสองชนิดนี้เป็นเนื้อส่วนเดียวกันแต่ต่างกันที่ขนาดโดยพอร์ตเตอร์เฮ้าส์จะมีส่วนที่เป็น Tenderloin มากกว่า Strip Loin

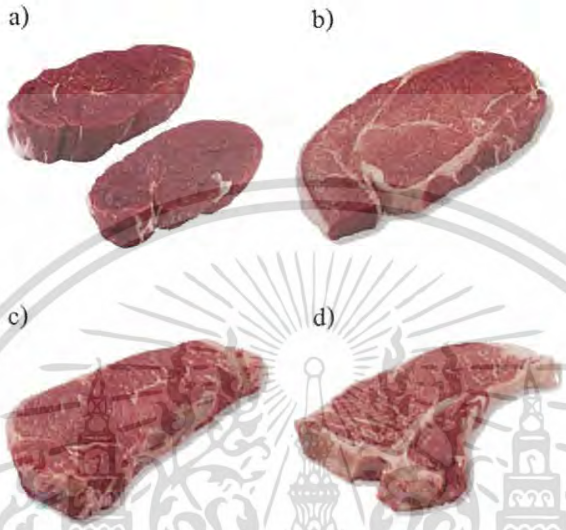


Figure 2.2 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนสัน (Loin) ประกอบด้วย a) ฟิเลต์มิยอง b) เซอร์ลอยน์ c) สตริปลอยน์ d) ที-โบน ตามลำดับ

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2) เนื้อส่วนหัวไหล่ (Chuck)

ท๊อป เบลด (Top Blade Steak) หรือ แฟลท ไอรอน (Flat Iron Steak) (Figure 2.3) เป็นเนื้อส่วนหัวไหล่ที่มีไขมันแทรกและมีเอ็นแก้วตรงกลางชิ้นเนื้อ

Figure 2.3 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนหัวไหล่ (Chuck)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เนื้อส่วนโคนขาและสะโพก (Round)

ท๊อป ราวน์ (Top Round Steak) (Figure 2.4) เป็นเนื้อวัวส่วนสะโพกบน (Top round) ตัดจากส่วนหลังของขา เนื้อส่วนสะโพกเป็นเนื้อส่วนที่ทำงานหนักเหมือนบริเวณเนื้อส่วนหัวไหล่ แต่เนื้อจาก ส่วนสะโพกจะมีความนุ่มมากกว่า

Figure 2.4 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนโคนขาและสะโพก (Round)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

4) เนื้อส่วนซี่โครง (Rib)

ริบอาย (Rib eye Steak) (Figure 2.5) เป็นเนื้อวัวส่วนสันแหลมที่ติดอยู่กับซี่โครงชิ้นที่ 6-12 แปลว่า ตาของซี่โครง ตัดมาจากส่วนต้นของซี่โครง มีลักษณะกลม แบน แต่เสิร์ฟโดยการตัดเอามาเฉพาะเนื้อ และเอาซี่โครงไปย่างเป็น Rib Steak ต่อ

Figure 2.5 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนซี่โครง (Rib eye)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

5) เนื้อส่วนพื้นท้อง (Flank)

แฟลงค์ (Flank Steak) (**Figure** 2.6) เป็นเนื้อวัวส่วนพื้นท้องหรือเนื้อใบบัว มีขนาดหนาไม่เกิน 1 นิ้ว ไม่มีกระดูก คนไทยนิยมนำมาต้มหรือตุ๋น แต่ถ้านำมาย่างจะต้องสไลด์เนื้อบางๆแล้วนำไปหมักเพื่อช่วยทำให้เนื้อเคี้ยวง่ายและนุ่มมากขึ้น ก่อนนำไปย่าง จะได้เนื้อที่มีรสชาติดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2.6 แสดงเนื้อสเต็กส่วนพื้นท้อง (Flank)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.4 กระบวนการซูวีด

กระบวนการซูวีด (sous-vide cooking) เป็นกระบวนการที่วัตถุดิบ หรืออาหารถูกบรรจุในถุงสุญญากาศที่ทนความร้อน และถูกแปรรูปภายใต้อุณหภูมิและระยะเวลาที่กำหนด (Schellekens, 1996) โดยวัตถุดิบดังกล่าวได้รับความร้อนที่อุณหภูมิระดับพาสเจอร์ไรเซชันเป็นระยะเวลานาน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (0-3 องศาเซลเซียส) (Church, 1998) กระบวนการซูวีดมีข้อดี คือวัตถุดิบอาหารถูกบรรจุอยู่ในถุงสุญญากาศก่อนนำไปให้ความร้อนในสภาวะที่ควบคุม ความร้อนเกิดการถ่ายเทผ่านถุงสุญญากาศไปที่วัตถุดิบอาหารได้อย่างเพียงพอ ป้องกันการเกิดการปนเปื้อนของอาหารในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาสามารถป้องกันการเกิดกลิ่นรสเนื่องจากการเกิดออกซิเดชัน และยังช่วยเก็บรักษากลิ่นรสที่ดีของวัตถุดิบรวมทั้งป้องกันการสูญเสียความชื้นที่มีอยู่ในอาหาร (Church และ Parsons, 2000) นอกจากนี้กระบวนการซูวีดสามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะความนุ่มและความฉ่ำของเนื้อสัตว์อีกด้วย (Church และ Parsons, 2000; Schafheitle, 1990) กระบวนการซูวีดส่งผลให้วัตถุดิบมีการสูญเสียน้ำหนักเพียงร้อยละ 5-10 เมื่อเทียบวิธีการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารโดยตรงซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักสูงถึง ร้อยละ 25-40 (Sheppard, 1987)

กระบวนการซูวีดด้วยวิธีการใช้ความร้อนระดับพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส จากข้อมูลในบทความวิจัยต่างๆ (Mar et al., 2013) (José และ Antonio, 2012) พบว่า มีกระบวนการแปรรูปที่มีการใช้กระบวนการซูวีดใน 2 ลักษณะคือ

1) การใช้อุณหภูมิต่ำ - เวลานาน (LTLT : Low Temperature - Long Time) เป็นการใช้ความร้อนต่ำ โดยจากผลงานวิจัยของ Vaudagna และคณะ (2002) พบว่า การซูวีดเนื้อวัวส่วนสะโพกที่อุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส ช่วยให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น นอกจากนี้เนื้อยังคงมีสีแดง-ชมพูระเรื่อของเนื้ออยู่ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนได้ดีที่สุดถึงร้อยละ 0 (60-65 องศาเซลเซียส) (Vaudagna et al., 2008) และช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการไว้โดยเฉพาะวิตามินบี 3 และบี 12 (Massimiliano et al., 2004)

2) การใช้อุณหภูมิสูง - เวลาสั้น (HTST : High Temperature - Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลาน้อยกว่า คือ อุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 70-100 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fandos และคณะ (2005) ได้ทำการซูวีดเนื้อปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา Massimiliano และคณะ (2004) ได้ทำการซูวีดเนื้อวัวส่วนสะโพก พบว่าการซูวีดที่อุณหภูมิ 100 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เนื้อวัวมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะวิตามินบี 12 สูง และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น เนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูงทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการรวมกลุ่มเป็นก้อนโปรตีนที่แข็งขึ้นและเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 70 องศาเซลเซียส ระหว่างสายเปปไทด์ของแอกโตไมโอซินจะเกิดพันธะไดซัลไฟด์ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (Cross et al., 1986)

2.5 การปรับปรุงกระบวนการซูวีดในวัตถุดิบเนื้อสัตว์

มีงานวิจัยที่นำเทคนิคการซูวีดไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบ โดยเฉพาะในเนื้อสัตว์หลายชนิด ได้แก่ การนำกระบวนการซูวีดไปปรับปรุงคุณภาพด้านกายภาพ ทั้งด้านสีและเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่ (Komoltri, 2012) การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะความนุ่มของเนื้อแกะ (Roldan et al., 2013) และการปรับปรุงสมบัติเชิงกายภาพและเคมีของเนื้อส่วนแก้มของหมู (Jose et al., 2012) เป็นต้น จากผลการวิจัยของ Kongpeam, Kerdpiboon และ Peuchkamut (2015) ที่มีการนำกระบวนการซูวีดมาใช้ในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อพื้นท้องของโคพันธุ์พื้นเมืองของไทยซึ่งมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียว แต่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง และมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อโคขุนและเนื้อโคที่นำเข้ามาจากต่างประเทศประมาณ 2-3 เท่า ผลจากการทดลองพบว่ากระบวนการ ซูวีดสามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อตำแหน่งพื้นท้อง ซึ่งเป็นส่วนที่เหนียวเป็นอันดับต้นของโคพันธุ์พื้นเมือง ทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะในด้านความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำของเนื้อที่ไม่แตกต่างจากเนื้อโคขุนสายพันธุ์กำแพงแสนของไทยที่ตำแหน่งเดียวกัน

2.6 วัตถุดิบเนื้อสัตว์กับอุตสาหกรรมการจัดและบริการอาหาร

เนื้อโคเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนที่มีความสำคัญกับคนไทยมาเป็นเวลาช้านานโดยเฉพาะคนไทยในชนบท ปริมาณการบริโภคเนื้อโคของคนไทยอยู่ในปริมาณ 3-5 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ถึงแม้ว่าอาจน้อยกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เช่น เนื้อสุกรหรือสัตว์ปีกโดยแต่ละชนิดเฉลี่ยอยู่ที่ 14-16 กิโลกรัมต่อคนต่อปี แต่เนื้อโคนั้นเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพเนื่องจากประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วนซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับร่างกายเพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของสมองอย่างสมบูรณ์ โดยเนื้อโคที่มีขายทั่วไปส่วนมากจะเป็นเนื้อโคพื้นเมือง เนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่มีจำหน่ายตามตลาดสดในต่างจังหวัด ร้านขายเนื้อริมถนนหลวงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตามตลาดนัดเคลื่อนที่ (จุฑารัตน์, 2552) จึงเห็นว่าเราสามารถที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มาจากเนื้อโคพื้นเมืองของไทยที่มีลักษณะเด่นในด้านความปลอดภัยจากสารตกค้างและสารปฏิชีวนะ มีไขมันต่ำ และสำหรับเนื้อโคที่กินพืชหญ้าอาหารตามธรรมชาติ มีระดับ Conjugated linoleic acid สูง (Sethakul et al., 2008) แต่มีจุดด้อยคือมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียวกว่าเนื้อโคขุน ทำให้ใช้ระยะเวลาการประกอบอาหารนานและไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร จึงเห็นว่ากระบวนการซูวีดนั้นสามารถนำมาแก้ปัญหาตรงจุดนี้ได้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเนื้อโคพื้นเมืองของไทยให้เป็นที่นิยมในการจัดและบริการอาหาร การทำซูวีดเป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับ โดยปัจจุบันเชฟและร้านอาหารชั้นนำได้เทคนิคนี้มาใช้เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถจัดการกับอาหารพร้อมปรุง โดยอาหารหลายประเภทที่มีกรรมวิธีซับซ้อน ต้องใช้ระยะเวลาและทักษะทางด้านแรงงานในกระบวนการ การเตรียมอาหารด้วยการซูวีดนอกจากช่วยลดกระบวนการที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุ่งยากซับซ้อนดังกล่าวแล้ว ยังช่วยสร้างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารประเภทดังกล่าวที่ดีขึ้น (Jane et al., 2006) นอกจากนั้นแล้วยังมีอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิและเครื่องบรรจุสุญญากาศสำหรับการนำมาใช้ในร้านอาหารและครัวเรือน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Meng และคณะ (1994) ได้ศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมแลคเตทและอุณหภูมิการเก็บในการยับยั้งเชื้อ *Clostridium botulinum* ที่สามารถเกิดขึ้นในสภาวะสุญญากาศระหว่างกระบวนการซูวีด โดยใช้อัตราส่วนของสารโซเดียมแลคเตท คือ ร้อยละ 0 2.4 และ 4.8 และเก็บที่อุณหภูมิ 4, 8, 12, และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด คือ เนื้อวัว อกไก่และปลาแซลมอน พบว่า เนื้อวัวและเนื้อไก่ที่มีการเติมโซเดียมแลคเตท ร้อยละ 2.4 หรือ 4.8 และเก็บที่อุณหภูมิ 4 หรือ 8 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บได้มากกว่า 90 วัน ที่จะสามารถเกิดสารพิษขึ้นได้ ส่วนปลาแซลมอนจะมีอายุการเก็บที่สั้นกว่า ดังนั้นการเติมโซเดียมแลคเตทในปริมาณที่มากกว่า ร้อยละ 2.4 และเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส ในแต่ละผลิตภัณฑ์ จะช่วยยับยั้งสารพิษได้ดีและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า

Juneja (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการชะลอการเจริญเติบโตของ *Clostridium perfingens* โดยใช้สารโซเดียมแลคเตท ในการ ซูวีดผลิตภัณฑ์อกไก่หมัก โดยการเติมอัตราส่วนโซเดียมแลคเตท คือ ร้อยละ 0 1.5 3 และ 4.8 ในผลิตภัณฑ์ไก่หมักและนำไปผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 71 °C หลังจากนั้นนำมาเก็บแช่เย็นในอุณหภูมิแต่ละระดับ คือ 4, 9 และ 25 °C ตามลำดับ พบว่า การเติมโซเดียมแลคเตท ร้อยละ 1.5 และเก็บที่อุณหภูมิ 25 °C ส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อได้ชะลอลดลงถึง 29 ชั่วโมง ส่วนการเติมโซเดียมแลคเตท ร้อยละ 3.0 หรือ 4.8 เก็บที่อุณหภูมิ 19 °C ใน 648 ชั่วโมง ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อเกิดขึ้น

Vaudagna และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารละลายเกลือที่มีผลต่อเนื้อโคอาเจนติน่าที่ปรุงสุกด้วยกระบวนการซูวีด โดยการทดลองนั้นได้ใช้สารโซเดียมคลอไรด์ (NaCl ร้อยละ 0-1.4) และโซเดียมไตรฟอสเฟต (STPPร้อยละ 0-0.5) ลงในเนื้อโค (*Semitendinosus*) แล้วจึงนำไปผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (55-75 องศาเซลเซียส) จากนั้นได้นำมาทำการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยผลการทดลองพบว่า การใช้ ร้อยละ 0.25 STPP+ร้อยละ 1.20 NaCl และ ร้อยละ 0.25 STPP+ร้อยละ 0.70 NaCl ภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 60 -65 องศาเซลเซียสให้ผลดีที่สุด

Jose และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการซูวีดเนื้อหมู โดยใช้แก้มหมูผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่แตกต่างกันที่ 5 และ 12 ชั่วโมง และการบรรจุที่แตกต่างกันระหว่างบรรจุสุญญากาศและไม่ใช้สุญญากาศ จากนั้นได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลง พบว่าเนื้อหมูที่ผ่านการซูวีดที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะรักษาความชื้นและลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่า (P=0.054) เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า (P<0.001) ตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสแสดงค่าความสว่างและค่าสีแดงมากที่สุด (P=0.007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Szerman และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารเสริมคุณภาพกับเวย์โปรตีนในเนื้อโคที่มีการซูวีด พบว่าเนื้อโคที่ใช้ ร้อยละ 0.25 STPP+ร้อยละ 1.25 NaCl มีปริมาณ total yield เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 106.5) เมื่อเทียบกับตัวแปรอื่นๆ นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้ STPP + NaCl ยังช่วยลดค่าแรงเฉือนในตัวผลิตภัณฑ์มากกว่าตัวแปรควบคุมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

เนื้อส่วนสันนอก (sirloin) และส่วนสะโพก (round) ของเนื้อวัวพื้นเมืองไทย (*Bos indious*) ซื้อจากตลาดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร โดยบรรจุตัวอย่างในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง ขนส่งมาที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภายใน 30 นาที จากนั้น ทำการตัดแต่งเอาส่วนผังผืด และใช้กระดาษทิชชูเช็ดน้ำและเลือดออก นำเนื้อมาตัดให้มีขนาด 7×7×7 cm^3 จากนั้นบรรจุตัวอย่างเนื้อในถุง laminate low density poly ethylene (LLDPE) ในสภาวะสุญญากาศ ก่อนการนำไปซูวีดต่อไป

3.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณภาพของเนื้อซูวีด

นำถุงที่บรรจุตัวอย่างเนื้อวัวในข้อที่ 3.2.1 มาซูวีดในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) โดยใช้อุณหภูมิการซูวีดที่ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลานาน 0-36 ชั่วโมง จากนั้นนำถุงตัวอย่างเนื้อ มาทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียสในน้ำผสมน้ำแข็ง นาน 30 นาที ทำการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

3.2.1 การวัดสี

วัดค่าสี (L^* a^* b^*) โดยเครื่องวัดสี Minolta (CR-300, Japan)

3.2.2 น้ำหนักที่เหลือ และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีด

น้ำหนักที่เหลือ (cooking yield, %) และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีด (sous-vide loss, %) (ดัดแปลงจาก Bethany et al., 2012) ทำได้โดยการชั่งน้ำหนักเนื้อก่อนและหลังการซูวีด และหาน้ำหนักที่เหลือ และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีดตามสมการที่ 1 และ 2 ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง แต่ละการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

$$\%\text{Cook yield} = \frac{\text{weight of sample after sous-vide cooking}}{\text{weight of sample before sous-vide cooking}} \times 100 \quad (1)$$

$$\%\text{Sous-vide loss} = 100 - \%\text{Cooking yield} \quad (2)$$

3.2.3 ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน (reheating loss, %)

ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน (cooking loss or reheating loss, %) ตัดตัวอย่างเนื้อให้มีขนาด 3×1×1 cm จากนั้นนำมาบรรจุในถุง LLDPE บรรจุปิดสนิท แล้วให้ความร้อนที่ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาซลเซียส นาน 30 นาทีในอ่างน้ำร้อน จากนั้นนำมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) นาน 15 นาที ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อน และหลังให้ความร้อน และคำนวณร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง แต่ละการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

3.2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ตัดตัวอย่างเนื้อขนาด 3×1×1 cm เพื่อวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT plus, England) (Roldán et al., 2013) การวัดค่าแรงเฉือนที่แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสเต็กซูวีดด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้ Warner-Bratzler blade ตามวิธีการของ Wattanachant และคณะ (2005) โดยการกำหนด Cross-head speed 2 mm/s ใช้ 5-Kg load cell ทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.5 ลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างชิ้นเนื้อ

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อมาตัดในทิศขนานกับเส้นใยกล้ามเนื้อ จากนั้นถ่ายภาพตัวอย่างโดยใช้กล้องดิจิตอลฟูจิ (XT-10, Japan) โดยกำหนดระยะต่างๆ ระหว่างตัวอย่าง กล้อง และอื่นๆ แสดงดัง Figure 3.1 นำตัวอย่างวางบนกล่องสีดำขนาด 61×61×61 cm กำหนดความสูงระหว่างกล้องกับพื้นเท่ากับ 18 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกล้องและเนื้อเท่ากับ 18 cm ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟ LED 5 วัตต์ ขนาด 70×116 mm จำนวน 2 หลอด วางตัวอย่างให้ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงระยะ 20.5 cm จากนั้นบันทึกภาพขนาด 4,896×3,264 พิกเซล โดยตัวอย่างแต่ละซ้ำการทดลอง มีการเก็บบันทึกภาพจำนวน 2 ซ้ำ และทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำการทดลอง จากนั้นคำนวณหาค่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (fiber shrinkage, %) ของภาพที่ถ่ายได้จากกล้องดิจิตอล ดัดแปลงจากวิธีการของ Supaphon และคณะ (2014) ทำได้โดยการนำภาพที่ถ่ายได้จากกล้องดิจิตอล ที่อยู่ในนามสกุล RGB format มาแปลงเป็นภาพขาวดำ (Black and white, BW) โดยกำหนดช่วงความเข้มของภาพที่อยู่ระหว่าง 0-169 ให้เป็นสีดำ (แสดงชั้นของกล้ามเนื้อ หรือส่วนที่มีการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ) และระดับความเข้มตั้งแต่ 170 ขึ้นไปเป็นสีขาว โดยตัวอย่างการแปลงภาพแสดงดัง Figure 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

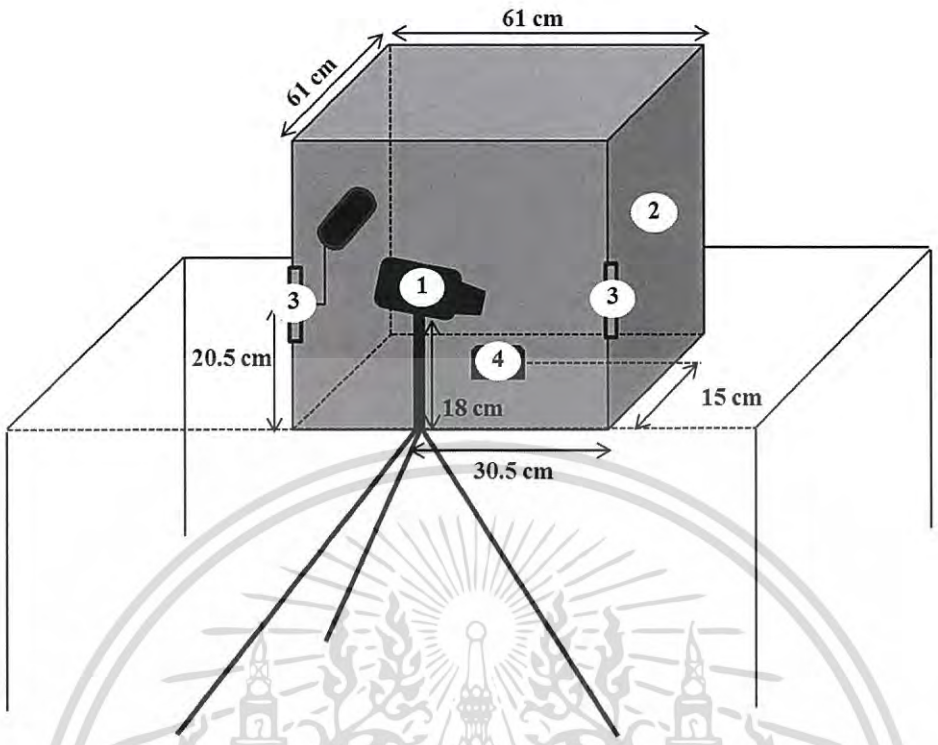


Figure 3.1 Image analysis set up

Figure 3.2 Image analysis from RGB to BW of the cut surface of beef (0.5× magnification)

3.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพและลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างเนื้อ

3.3.1 การหาความสัมพันธ์เบื้องต้น

การหาความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างลักษณะทางกายภาพและลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างเนื้อ โดยการหา Pearson's correlation เป็นความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างค่าสมบัติทางกายภาพและค่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อตัวอย่างที่แปลงได้จากภาพที่ถ่ายด้วยกล้องดิจิตอล จากนั้นแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์เป็นค่า r Pearson's correlations ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป หรือข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป เรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation) จะใช้สัญญาลักษณ์ r แทนการบอกระดับหรือขนาดของความสัมพันธ์ของตัวอย่าง โดยปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กัน สำหรับการพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ดังนี้

เครื่องหมาย +,- หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ โดยที่หาก

- ค่า r มีเครื่องหมาย - หมายถึง ตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม(ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง ตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะมีค่าต่ำ)

- ค่า r มีเครื่องหมาย + หมายถึง ตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง อีกตัวหนึ่งจะมีค่าสูงไปด้วย)

- ค่า r เป็น 0 หมายถึง ตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

โดยช่วงความสัมพันธ์ที่สูงมาก จะมีค่า r ระหว่าง 0.9-1.0 ช่วงที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูง จะมีค่า r ระหว่าง 0.7-0.9 ช่วงที่มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง จะมีค่า r ระหว่าง 0.5-0.70 ช่วงที่มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ จะมีค่า r ระหว่าง 0.3-0.5 และกรณีที่มีความสัมพันธ์ระดับต่ำมาก จะมีค่า r ระหว่าง 0-0.30 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ ลักษณะพื้นผิว และโครงสร้างของเนื้อสันนอก

1) สี

จากผลการทดลองใน Figure 4.1 พบว่าสภาวะที่ใช้ในการซูวีดส่งผลต่อค่าความสว่าง (lightness) ความเป็นสีแดง (redness) และความเป็นสีเหลือง (yellowness) ของเนื้อสันนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเนื้อที่ซูวีดที่อุณหภูมิและระยะเวลาสูงขึ้นจะมีความสว่างที่สูงขึ้น และมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นด้วย ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดงของเนื้อมีลดลง ผลการทดลองสอดคล้องกับกรณีงานวิจัยของ Garcı´a-Segovia และคณะ (2007) และ Nikmaram และคณะ (2011) ที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานขึ้น ส่งผลให้เนื้อมีความสว่างมากขึ้นและมีสีแดงที่ลดลงตามลำดับ

การให้ความร้อนส่งผลให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ โดยเฉพาะ โปรตีนซาโคพลาสมิค และไมโอไฟลริลลา เกิดการรวมตัว และตกตะกอน ซึ่งส่งผลให้เกิดการกระจายของความสว่างเพิ่มมากขึ้น (Wattanachant et al., 2005; Christensen et al., 2011; Roldán et al., 2013) ทั้งนี้ความสว่างมีความสัมพันธ์กับความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ ตัวอย่างที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่ำจะมีการสูญเสียน้ำที่น้อยเมื่อเทียบกับในกรณีที่ให้ความร้อนในระดับสูงกว่า โดยจากการทดลองพบว่าเนื้อสันนอกที่ซูวีดที่ 60 องศาเซลเซียสมีค่าความสว่างสูงขึ้นมากกว่ากรณีที่ซูวีดที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมากจากความชื้นที่ผิวและในตัวอย่างที่มีมากส่งผลต่อการกระจายของแสงที่มากด้วย (Roldán et al., 2013)

ในกรณีค่าสีแดงของเนื้อสันนอกนั้น พบว่าการซูวิดที่อุณหภูมิต่ำ (60°C) ส่งผลให้เนื้อมีค่าสีแดงที่สูงกว่ากรณีการซูวีดที่อุณหภูมิสูง (70°C และ 80°C) อย่างไรก็ตามค่าสีแดงมีแนวโน้มที่ลดลงตามระยะเวลาการซูวีดที่นานมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีไมโอโกลบินที่มีในกล้ามเนื้อของสัตว์ ที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการให้ความร้อน ทำให้ส่วนของเม็ดสีที่มีในเนื้อสัตว์เปลี่ยนจากสีแดง ชมพู เป็นสีน้ำตาล-เทา ตามลำดับ (Wattanachant et al., 2005) ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roldán และคณะ (2013) ที่ให้ความร้อนเนื้อแกะที่ 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส นาน 6-24 ชั่วโมง มีค่าสีแดงที่ลดลง เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

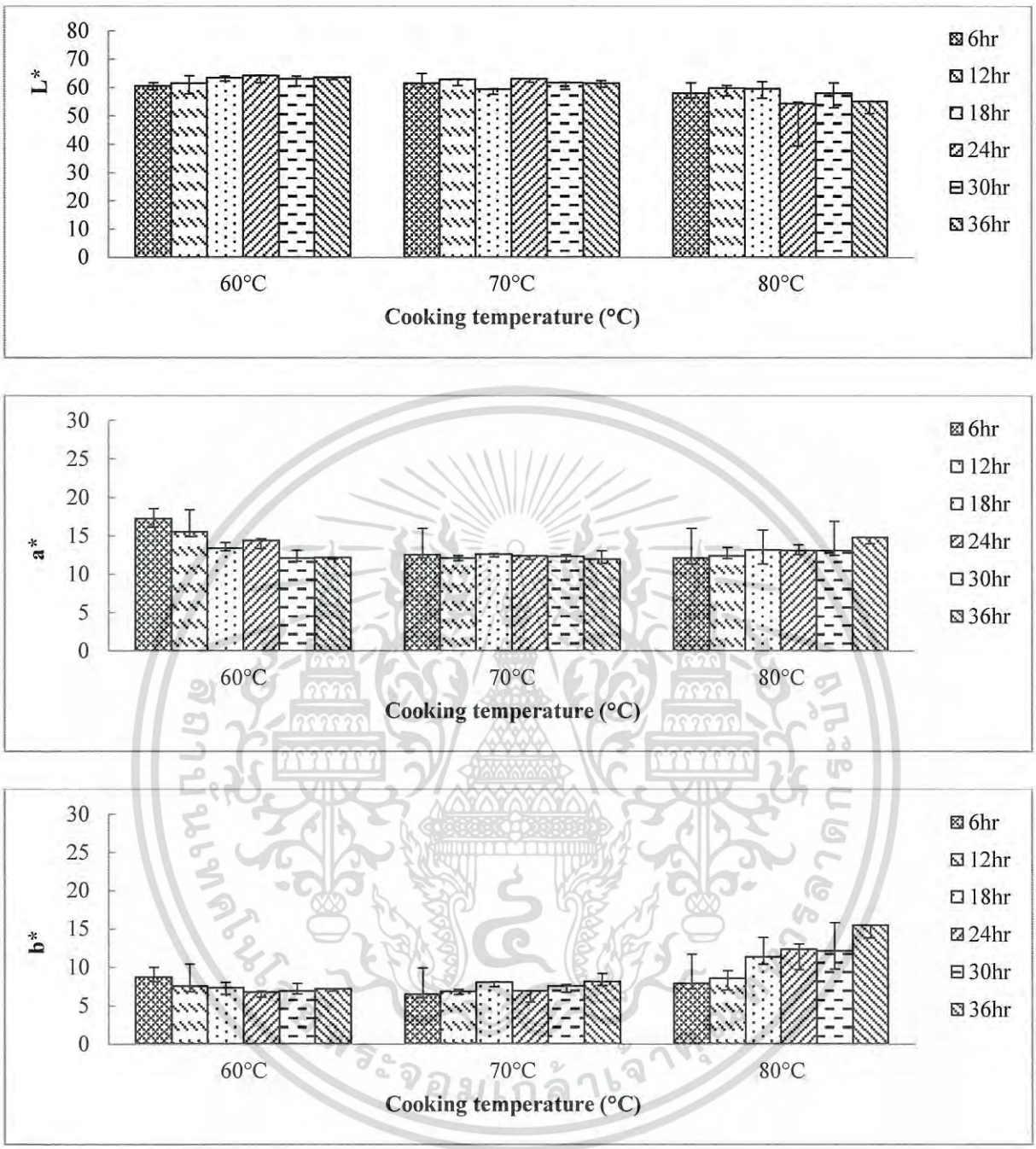


Figure 4.1 Colors of sirloin sous-vide cooking at different sous-vide conditions

2) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการซูวีด

จากผลการทดลองแสดงใน Figure 4.2 พบว่าระยะเวลาในการซูวิดที่นานขึ้น ส่งผลให้เนื้อสันนอกมีแนวโน้มของการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวิดที่มากขึ้น และมีร้อยละผลผลิตที่ลดลงตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการซูวิดที่สูง (70°C และ 80°C) ส่งผลให้เนื้อสันนอกมีแนวโน้มของการสูญเสียน้ำหนักเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้น และมีร้อยละผลผลิตที่ลดลงเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนส่งผลให้ส่วนโปรตีนในเนื้อเกิดการหดตัวและมีการสูญเสียน้ำและอาจมีสารที่สามารถละลายได้ในน้ำ ออกมาจากเนื้อด้วย (Roldán et al., 2013) โดยจะสังเกตเห็นว่าการซูวีดที่อุณหภูมิสูง 80 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อมีการสูญเสียน้ำหนักที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส

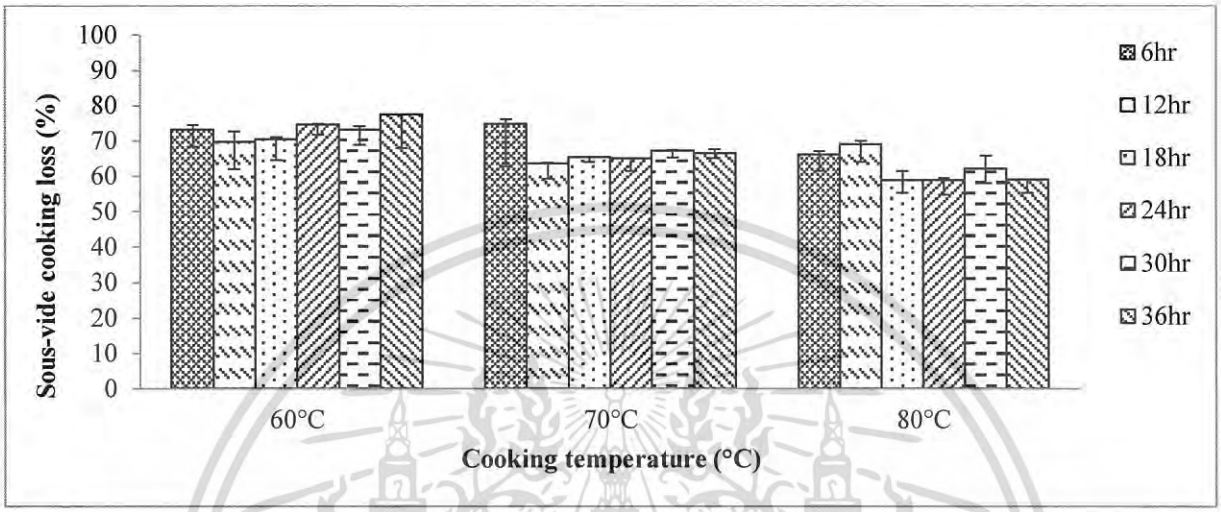


Figure 4.2 Sous-vide cooking loss of sirloin beef after sous-vide cooking at 60°C, 70°C and 80°C for 0-36 h.

3) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน (reheating loss, %)

ผลิตภัณฑ์ซูวีดเมื่อเตรียมเสร็จจะมีการนำไปเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็นหรือแช่เยือกแข็ง เมื่อจะนำมาบริโภคจะมีการนำมาให้ความร้อนอีกรอบ โดยการให้ความร้อนเพื่อการอุ่นอาหารดังกล่าวอาจมีการสูญเสียน้ำหนักของอาหารได้ จากผลการทดลองที่แสดงดัง Figure 4.3 พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาการซูวีดส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเนื้อสะโพกที่ผ่านการซูวีดที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนซ้ำมากกว่าในกรณีการซูวีดที่ 60 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก เนื้อสะโพกที่ซูวีดที่อุณหภูมิสูง 70 และ 80 องศาเซลเซียสมีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีดที่สูงกว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอยู่แล้ว เมื่อนำมาให้ความร้อนอีกรอบจึงมีปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างที่น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

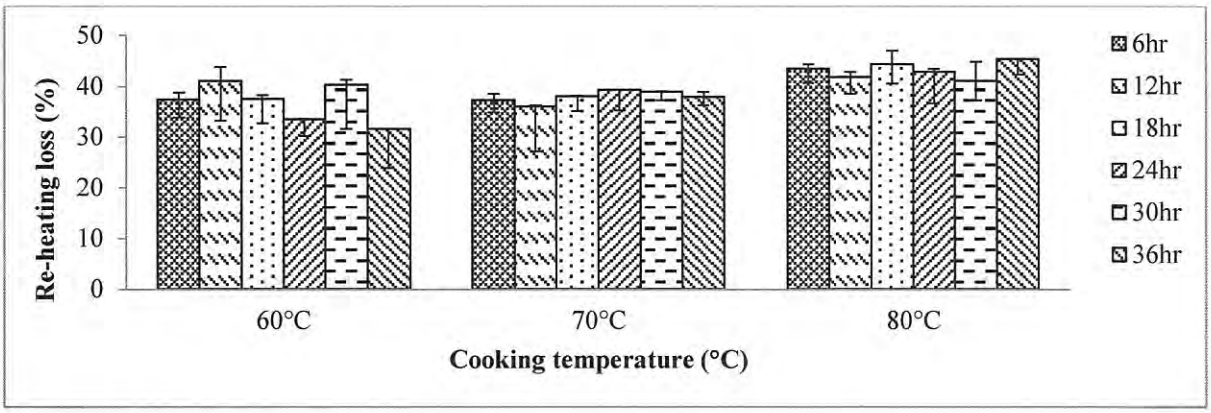


Figure 4.3 Percentage of reheating loss of sirloin beef after sous-vide cooking at 60°C, 70°C and 80°C for 0-36 h.

4) ลักษณะเนื้อสัมผัส

การวัดค่าแรงเฉือนของเนื้อสัตว์โดยวิธีการ WBSF เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อสัตว์ ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการซูวีดส่งผลต่อค่าแรงเฉือนของเนื้อซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าแรงเฉือนของเนื้อสันนอกดิบมีค่าระหว่าง 16.3-22.3 นิวตัน ในขณะที่เมื่อนำเนื้อมาซูวีดส่งผลให้ค่าแรงเฉือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่สูงกว่าเนื้อสันนอกดิบในทุกๆ สภาวะการซูวีด ทั้งนี้เนื่องจากช่องว่างระหว่างไฟเบอร์และไฟเบอร์บันเดิ้ลมีการหดตัวและสูญเสียน้ำและสารละลายออกมา (Roldán et al., 2013) ทำให้ต้องใช้แรงในการเฉือนที่สูงมากขึ้น รายละเอียดแสดงดัง Figure 4.4 นอกจากนี้ Baldwin (2012) อธิบายไว้ว่าในระหว่างการให้ความร้อนแก่เนื้อสัตว์นั้น ส่วนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของโปรตีนมีการเปลี่ยนลักษณะโครงสร้างจากความเป็นวิสโคอิลาสติกมาเป็นอิลาสติก ซึ่งส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสที่เปลี่ยนแปลงไป เนื้อส่วนสันนอกที่ผ่านการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส นาน 18 18 และ 12 ชั่วโมงตามลำดับมีค่าแรงเฉือนสูงที่สุด ผลการทดลองสอดคล้องกับกรณีภาพพื้นผิวของเนื้อสันนอกที่ถ่ายดูด้วยกล้องดิจิตอล (Supaphon et al., 2016) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของลักษณะโครงสร้างดังกล่าว เกิดจากการเสียสภาพของโปรตีนและเกิดการรวมตัวกันของโปรตีน จะทำให้ช่วงดังกล่าวมีค่าแรงเฉือนสูงสุด หลังจากนั้นส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะหดตัวและละลาย (Christensen et al., 2000; Christensen et al., 2011) จึงทำให้ค่าแรงเฉือนกลับมาลดลงอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

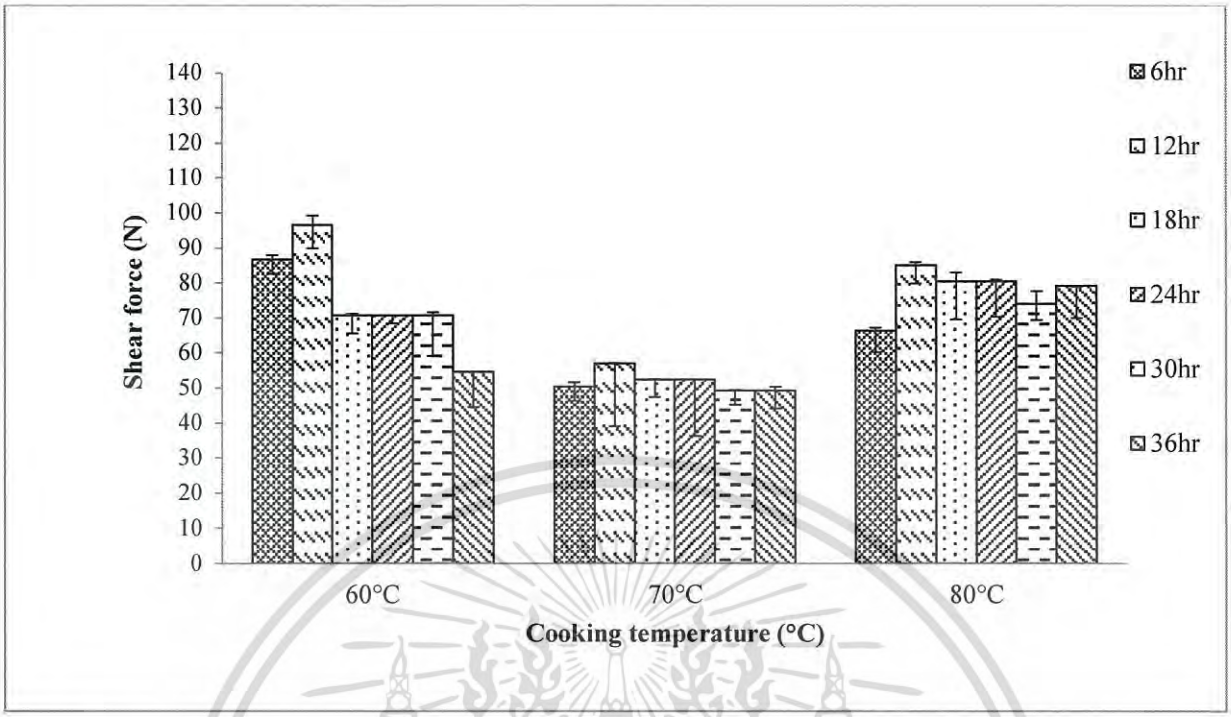


Figure 4.4 Shear force value of cooked sirloin beef at 60°C, 70°C and 80°C for 0-36 h.

5) ลักษณะพื้นผิวของเนื้อสันนอกและการหดตัวของกล้ามเนื้อ

จากการตรวจสอบลักษณะโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อวัวสันนอกที่ผ่านการซูวีดที่สภาวะต่างๆ ดังแสดงใน Figure 4.5 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการซูวีดเพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการซูวีดที่นานขึ้นส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อวัวมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ กล่าวคือหลังจากได้รับความร้อนในช่วงแรก เส้นใยกล้ามเนื้อมีลักษณะแน่นและหดตัว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโปรตีนเกิดการสูญเสียสภาพจึงเกิดการรวมตัวกัน (Baldwin, 2012) จากนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการหดตัวและสูญเสียน้ำจึงสังเกตเห็นช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่ชัดเจนมากขึ้น (Nikmaram, 2012)

Palka และ Duan (1999) กล่าวว่าหลังจากได้รับความร้อนโปรตีนไมโอไฟบริลลาของเนื้อสัตว์เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง โดยส่วนของไมโอซินจะเกิดการสูญเสียสภาพและสูญเสียน้ำและสารละลายในช่วงแรกทำให้โปรตีนเกิดการหดตัว และทำให้แอกโตไมโอซินจะเกิดการสูญเสียสภาพตามลำดับ โดยการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อจะขึ้นทั้งแนวขวางและแนวนอน จากนั้นโปรตีนซาโคพลาสมิคจะมารวมตัวและเส้นใยกล้ามเนื้อจึงหดตัวและละลาย (Garcı´a-Segovia et al., 2007; Christensen et al., 2011) ตำแหน่งเพอริไมเซียมและซาโคเลมมาของเนื้อสัตว์หลังจากได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงถึง 70°C ส่วนซาโคเลมมาจึงเกิดการสูญเสียสภาพ (Garcı´a-Segovia et

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

al., 2007; Palka and Daun, 1999) และคอลลาเจนเปลี่ยนเป็นเจลาตินเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C (Garcı´a-Segovia et al., 2007)

การหดตัวของเนื้อสัตว์ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากที่เนื้อสัตว์ได้รับความร้อน และเกิดการสูญเสียสภาพของโปรตีนทำให้มีน้ำออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อ (Amiryousefi et al., 2014) จากผลการทดลองของ Supaphon และคณะ (2016) และ Supaphon และคณะ (2017) ที่ศึกษาผลของสภาวะการซูวีดที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80°C นาน 6-36 ชั่วโมง พบว่าการให้ความร้อนแก่เนื้อวัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลาที่นานขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสและมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นผิวของเนื้อสันนอก โดยการทดลองดังกล่าว สังเกตลักษณะภาพพื้นผิวของเนื้อวัวที่มีการแปลงเป็นภาพขาวดำ ก่อนการคำนวณหาค่าการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (fiber shrinkage, FS) และแสดงเป็นค่าของร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งแสดงใน Figure 4.6 ตามลำดับ โดยพบว่าการซูวีดที่อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ค่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการเพิ่มระยะเวลาในการซูวีดที่อุณหภูมิเดียวกันส่งผลให้ค่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

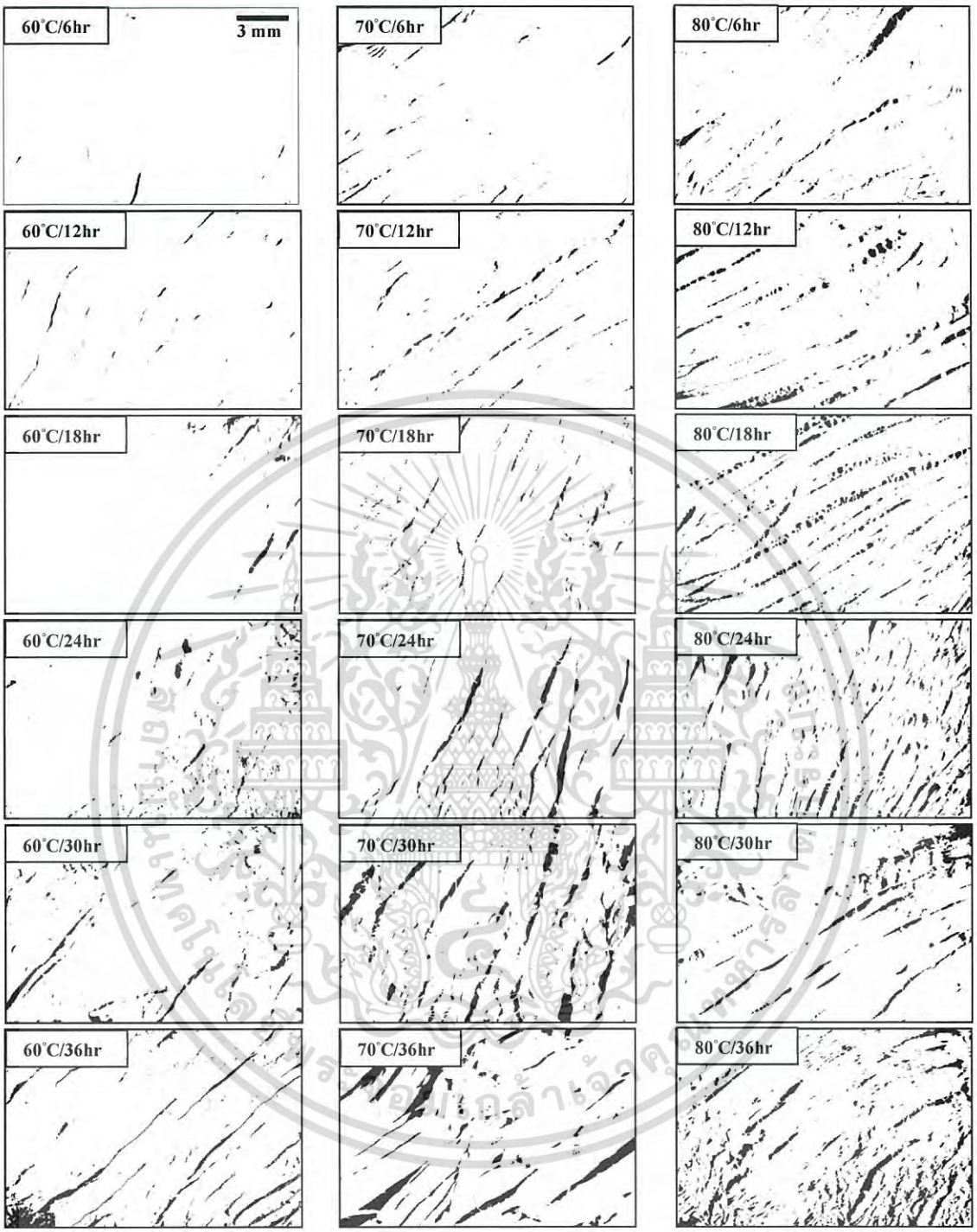


Figure 4.5 Image analysis of the cut surface (BW format) of beef after sous-vide cooking at 60, 70 or 80 °C for 6, 12, 18, 24, 30 or 36 hr (0.5× magnification)..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

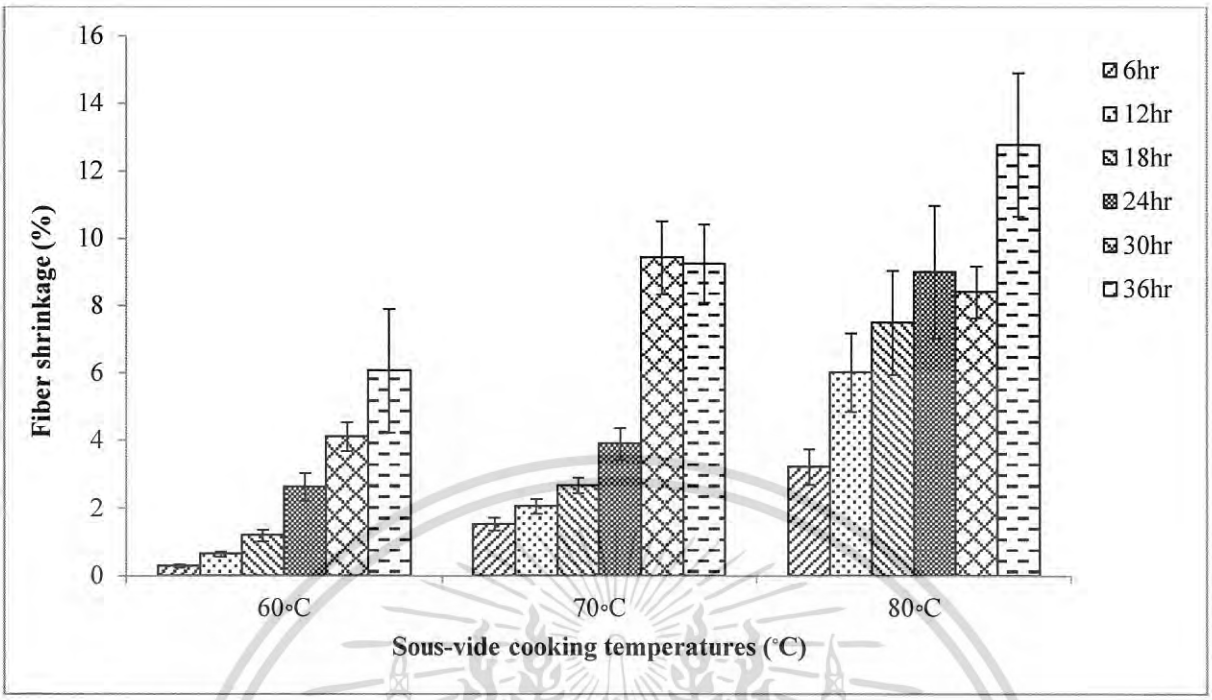


Figure 4.6 Percentages of fiber shrinkage from image analysis at 60°C, 70°C or 80°C for 6-36 hr. ^{A,B,C} indicate a significant difference ($p<0.05$) between the cooking temperatures (same cooking time). ^{a,b,c,d} indicate a significant difference ($p<0.05$) between the cooking times (same cooking temperature).

4.2 ผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพ ลักษณะพื้นผิว และโครงสร้างของเนื้อสะโพก

1) สี

จากการทดลองผลของกระบวนการซูวีดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อส่วนสะโพก ที่แสดงใน Figure 4.7 โดยผลการทดลองสอดคล้องกับในกรณีของเนื้อส่วนสันนอกที่กล่าวแล้วในเบื้องต้น พบว่าสภาวะที่ใช้ในการซูวีดส่งผลต่อค่าความสว่าง (lightness) ความเป็นสีแดง (redness) และความเป็นสีเหลือง (yellowness) ของเนื้อสะโพกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเนื้อที่ซูวีดที่อุณหภูมิและระยะเวลาสูงขึ้นจะมีความสว่างที่สูงขึ้น และมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นด้วย ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดงของเนื้อมีลดลง ผลการทดลองสอดคล้องกับกรณีงานวิจัยของ Garcı´a-Segovia และคณะ (2007) และ Nikmaram และคณะ (2011) ที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง และระยะเวลานานขึ้น ส่งผลให้เนื้อมีความสว่างมากขึ้นและมีสีแดงที่ลดลงตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อสะโพกที่ซูวีดที่ 60 องศาเซลเซียสตั้งแต่ 6 ชั่วโมงมีแนวโน้มการลดลงของความเป็นสีแดง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเม็ดสีไมโอโกลบินหลังจากได้รับความร้อน อย่างไรก็ตามการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่สูงขึ้นนส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสีเหลือง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของ เมทไมโอโกลบิน และส่วนของฮีม ไปเป็น นิโคตินาไมด์เฮมิโครม ทำให้เนื้อมีสีไปทางโทนน้ำตาล (Suman and Joseph, 2012) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของค่าสีเหลืองอาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่สามารถเกิดขึ้นได้กับเนื้อสัตว์ที่ได้รับความร้อน

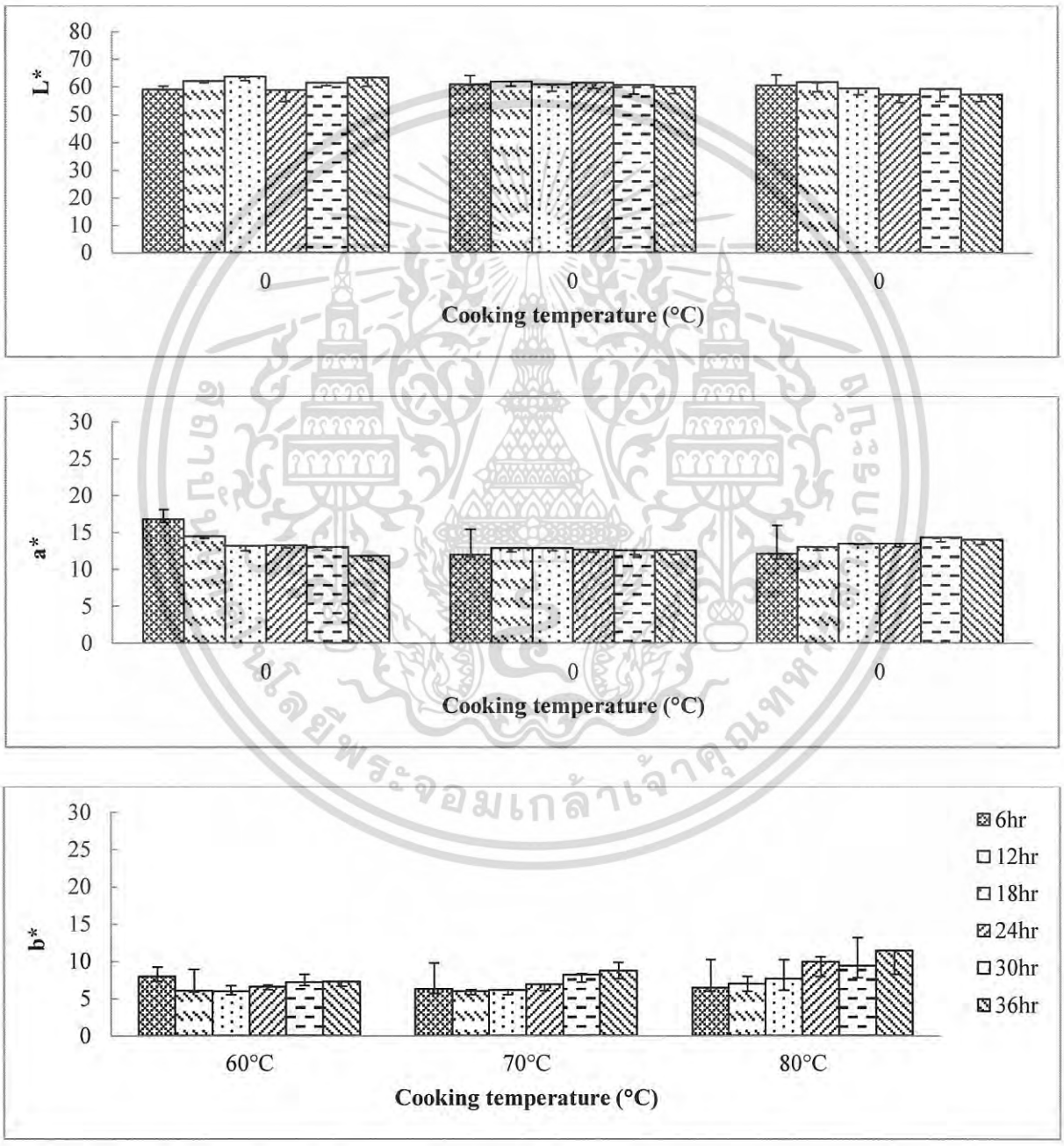


Figure 4.7 Colors of round sous-vide cooking at different sous-vide conditions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการซูวีด

โดยปกติแล้วเนื้อโคพื้นเมืองของไทยมีความชื้นประมาณ ร้อยละ 75.5 (Sethakul & Sivapirunthep, 2009) ทั้งนี้ จากผลการทดลองในบ Figure 4.8 แสดงให้เห็นว่าการซูวีดส่งผลต่อการสูญเสียน้ำของเนื้อสะโพกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) หลังจากการให้ความร้อนนาน 6 ชั่วโมง โดยข้อมูลจากการทดลองพบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตัวอย่างมีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีดสูงกว่าในกรณีการให้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำในเนื้อสัตว์จะสูญเสียออกมามากขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูงมากขึ้น (Christensen et al., 2011, Bouton & Harris 1972, Davey and Gilbert, 1974, Tornberg 2005)

สำหรับในกรณีการซูวีดในช่วงอุณหภูมิที่ทดลอง คือ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส เนื้อสะโพกมีการสูญเสียน้ำเนื่องจากการซูวีดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สูงกว่ากรณีการใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการใช้อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ในระหว่างการให้ความร้อน เส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อสัตว์มีการหดตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อและอาจเกิดการรวมตัวกันของไมโอไฟบริลลา (Hamm, 1977, Roldán et al., 2013) เนื้อสัตว์จะมีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนจากนั้นการสูญเสียน้ำหนักจะคงที่ ผลการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Locker และ Daines (1974) ที่ให้ความร้อนแก่เนื้อวัวที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที หลังจากนั้นเนื้อวัวจะมีการสูญเสียน้ำหนักที่คงที่

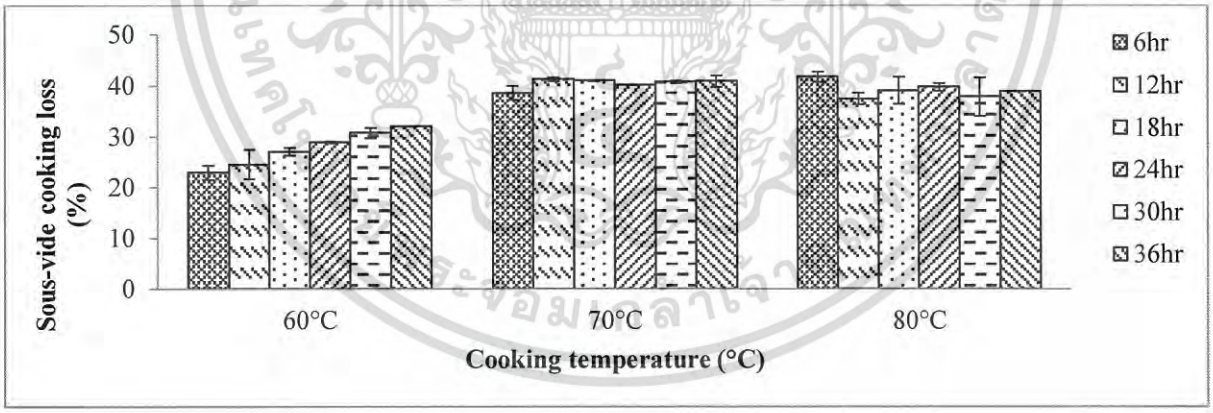


Figure 4.8 Percentage of cooking yield and sous-vide loss (SV) of cooked round beef at (a) 60°C (b), 70°C and(c) 80°C for 0-36 h.

3) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน (reheating loss, %)

ดังได้กล่าวเบื้องต้นในหัวข้อที่ 4.1 การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนของเนื้อโคส่วนสันนอก การนำเนื้อโคที่ผ่านการซูวีดมาให้ความร้อนอีกรอบ หรือค่า reheating loss ของเนื้อสะโพก ผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองแสดงดัง Figure 4.9 ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อส่วนสันนอก โดย ผลการทดลองใน Figure 4.8 พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาการซูวีดส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเนื้อสะโพกที่ผ่านการซูวีดที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนซ้ำมากกว่าในกรณีการซูวีดที่ 60 องศาเซลเซียส

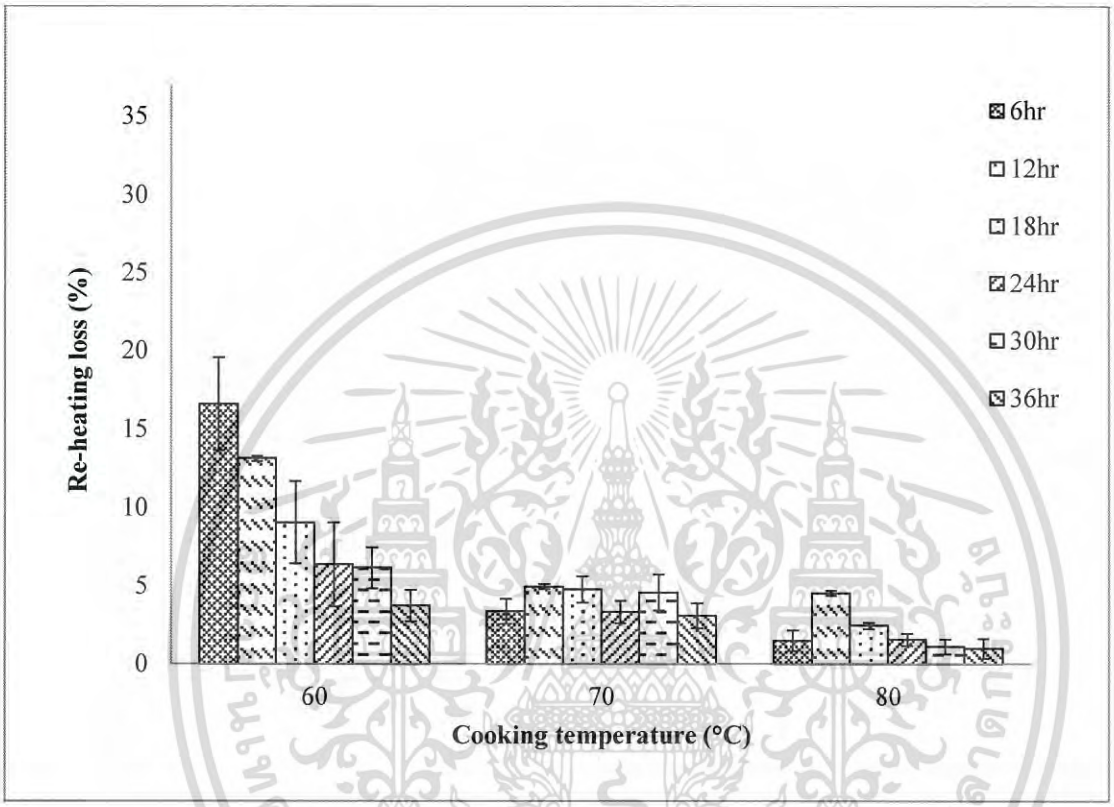


Figure 4.9 Percentage of reheating loss of cooked round beef at 60°C, 70°C or80°C for 0-36 h.

4) ลักษณะเนื้อสัมผัส

อุณหภูมิและระยะเวลาในการซูวีดส่งผลต่อค่าแรงเฉือนของเนื้อซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าแรงเฉือนของเนื้อสะโพกมีค่าประมาณ 46.52 นิวตัน สูงกว่ากรณีของเนื้อสันนอกที่มีค่าระหว่าง 16.3-22.3 นิวตัน ในขณะที่เมื่อนำเนื้อมาซูวีดส่งผลให้ค่าแรงเฉือนสูงมากขึ้น และสภาวะการซูวีดส่งผลต่อค่าแรงเฉือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รายละเอียดแสดงดัง Figure 4.10 ผลการทดลองสอดคล้องกับในกรณีของเนื้อสันนอก และสัมพันธ์กับผลงานวิจัยของ Christensen และคณะ (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

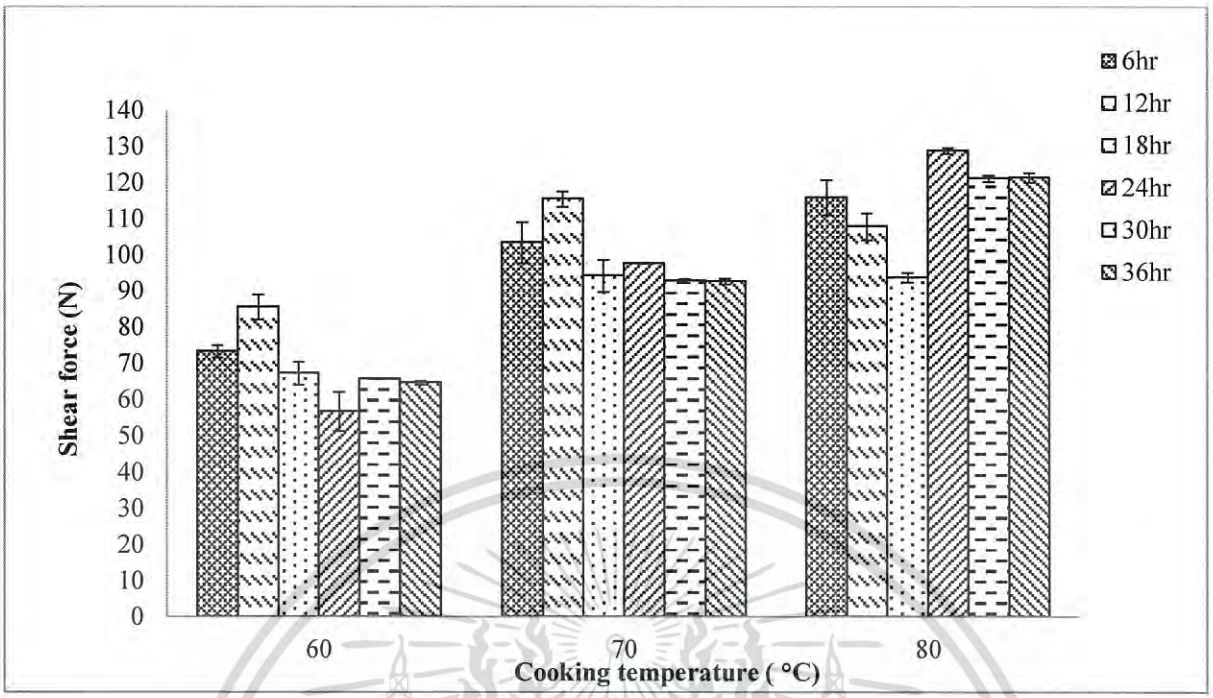


FIgure 4.10 Effect of sous-vide cooking on shear force of round beef

5) ลักษณะพื้นผิวของเนื้อสันนอกและการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ลักษณะโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ผ่านการซูวีดที่สภาวะต่างๆ ดังแสดงใน Figure 4.11 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการซูวีดเพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการซูวีดที่นานขึ้นส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อวัวมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้น ผลการทดลองสอดคล้องกับในกรณีของเนื้อสันนอก โดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวของเนื้อที่ผ่านการให้ความร้อน เนื่องมาจากโปรตีนเกิดการสูญเสียสภาพจึงเกิดการรวมตัวกัน (Baldwin, 2012) จึงเห็นลักษณะของเนื้อที่อัดรวมกันแน่น จากนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการหดตัวและสูญเสียน้ำจึงสังเกตเห็นช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่ชัดเจนมากขึ้น (Nikmaram, 2012) จึงสังเกตเห็นเส้นใยกล้ามเนื้อมีการแตกออกจากกัน โดยเฉพาะเมื่อให้อุณหภูมิและระยะเวลาที่นานเกิน 30 ชั่วโมง

ในการคำนวณหาค่าการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (fiber shrinkage, FS) ของเนื้อส่วนสะโพก และแสดงเป็นค่าของร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งแสดงใน Figure 4.12 โดยพบว่าการซูวีดที่อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ค่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการเพิ่มระยะเวลาในการซูวีดที่อุณหภูมิเดียวกันส่งผลให้ค่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นกัน สอดคล้องกับกรณีของเนื้อสันนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

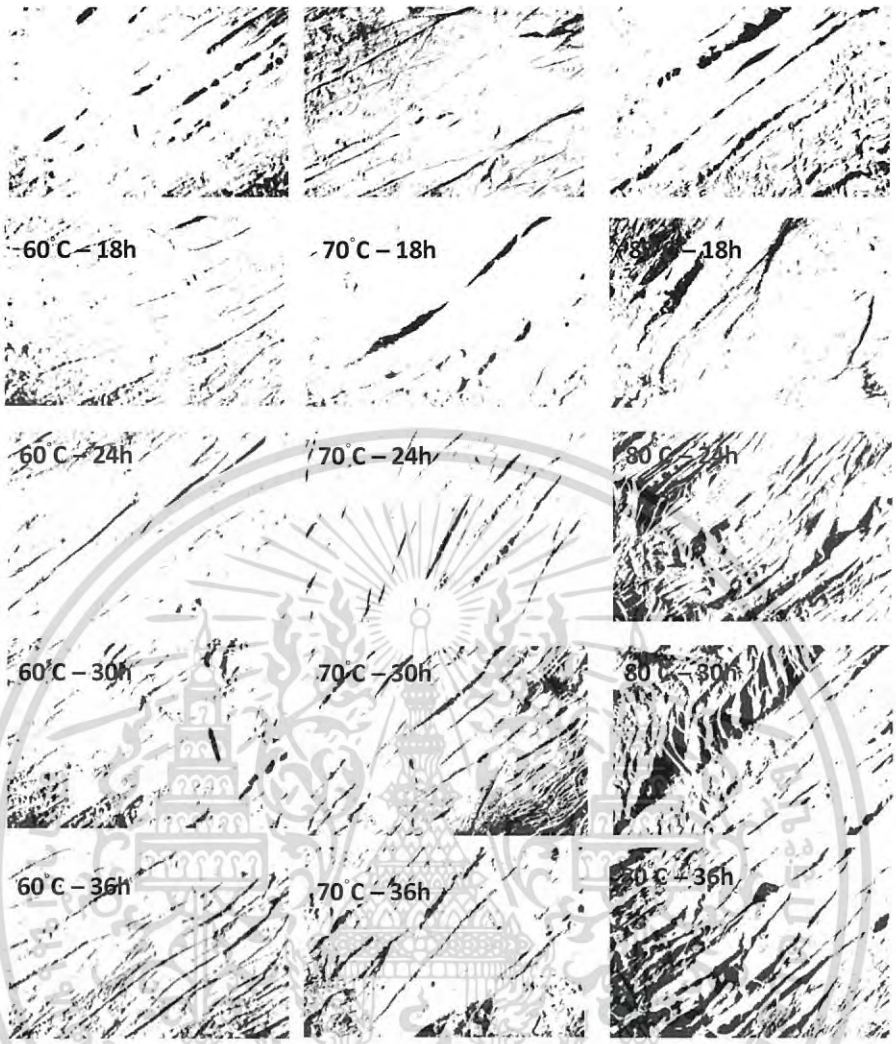


Figure 4.11 Image analysis of the cut surface in black and white format of round beef after sous-vide cooking (0.5× magnification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

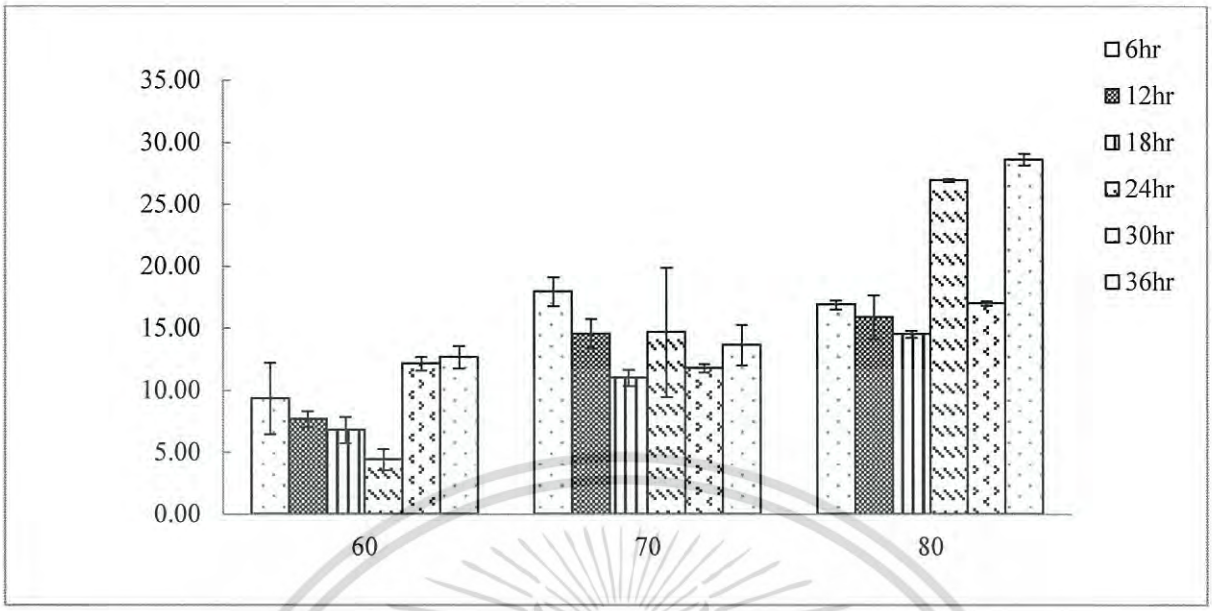


Figure 4.12 Percentages of fiber shrinkage from image analysis at 60°C, 70°C or 80°C for 6-36 hr. ^{A,B,C} indicate a significant difference ($p<0.05$) between the cooking temperatures (same cooking time). ^{a,b,c,d} indicate a significant difference ($p<0.05$) between the cooking times (same cooking temperature).

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพและลักษณะพื้นผิวของเนื้อ

4.3.1 เนื้อสันนอก

การความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง ระหว่างลักษณะทางกายภาพและค่าการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อที่แปลงได้จากภาพ (fiber shrinkage, %) ใน Table 4.1 พบว่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพได้แก่ความสว่าง ร้อยละผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการซูวิด และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน อยู่ระหว่าง 0.62-0.84 โดยจากการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงพบว่าค่าการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนสูงที่สุด คือมีค่า r เท่ากับ 0.84 ส่วนค่าลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ได้แก่ ความเป็นสีแดง ความเป็นสีน้ำเงิน และลักษณะเนื้อสัมผัส มีความสัมพันธ์กันกันน้อยกว่า 0.5 จึงไม่ได้นำข้อมูลมาแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.1 Correlation between fiber shrinkage and physical properties of sirloin beef

Factor	Fiber shrinkage (%)	L^*	Sous-vide cooking yield (%)	Sous-vide cooking loss (%)	Re-heating loss (%)
Fiber shrinkage (%)	1.000				
L^*	0.617	1.000			
Sous-vide cooking yield (%)	0.601	0.744	1.000		
Sous-vide cooking loss (%)	0.601	0.744	1.000	1.000	
Re-heating loss (%)	0.675	0.625	0.838	0.838	1.000

จากผลการทดลองใน Table 4.1 พบว่า การวิเคราะห์ค่า fiber shrinkage จากภาพตัวอย่างเนื้อจากกล้องดิจิตอล มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพต่างๆ ได้แก่ความสว่าง ร้อยละของผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีด และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน อยู่ในช่วงความสัมพันธ์กันระดับปานกลาง คืออยู่ระหว่าง 0.60-0.68

4.3.2 เนื้อสะโพก

การความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง ระหว่างลักษณะทางกายภาพและค่าการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อที่แปลงได้จากภาพ (fiber shrinkage, %) ใน Table 4.2 พบว่าร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพได้แก่ความสว่าง ร้อยละผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนซ้ำ และค่าแรงเฉือน อยู่ระหว่าง 0.57-0.81 โดยจากการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงพบว่าค่าการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับค่าแรงเฉือนสูงที่สุด คือมีค่า r เท่ากับ 0.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4.2 Correlation between fiber shrinkage and physical properties of round beef

Factor	Fiber shrinkage (%)	Sous-vide cooking yield (%)	L*	Re heating	Shear force
Fiber shrinkage (%)	1				
Sous-vide cooking yield (%)	-.590**	1			
L*	-.565*	.232	1		
Re heating	-.643**	.829**	.232	1	
Shear force	.812**	-.717**	-.456	-.575*	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

กระบวนการชูวีดโดยใช้อุณหภูมิระหว่าง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ถึง 36 ชั่วโมง ส่งผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และลักษณะโครงสร้างของเนื้อโคพื้นเมืองของไทย โดยผลการทดลองพบว่า การชูวีดที่อุณหภูมิสูง และระยะเวลานานมากขึ้น ส่งผลให้ เนื้อทั้งส่วนสันนอกและสะโพก มีความสว่างและความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น แต่ค่าความเป็นสีแดงลดลง อย่างไรก็ตามความร้อนส่งผลให้เนื้อที่ผ่านการชูวีด มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นค่าร้อยละผลผลิตจึงลดลง โดยพบว่าเนื้อชูวีดมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักที่สูงเมื่อชูวีดที่อุณหภูมิสูง 80 องศาเซลเซียส และเมื่อนำเนื้อที่ชูวีดแล้วมาให้ความร้อนซ้ำ พบว่าเนื้อที่ผ่านการชูวีดที่อุณหภูมิสูง (70 และ 80 องศาเซลเซียส) มีการสูญเสียน้ำหนักที่น้อยกว่าเนื่องจากน้ำในเนื้อได้สูญเสียไปตั้งแต่ช่วงที่มีการชูวีดแล้วในปริมาณหนึ่ง ส่วนในกรณีของค่าแรงเฉือนพบว่า การให้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อสะโพกมีแนวโน้มของค่าแรงเฉือนที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการใช้อุณหภูมิสูง สอดคล้องกับกรณีการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีการหดตัวที่สูงเมื่อใช้อุณหภูมิในการชูวีดที่สูง (70 และ 80 องศาเซลเซียส)

ร้อยละการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของเนื้อสันนอก ได้แก่ความสว่าง ร้อยละผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการชูวีด และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อน อยู่ระหว่าง 0.62-0.84 และในกรณีของเนื้อสะโพก พบว่า มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพได้แก่ความสว่าง ร้อยละผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการให้ความร้อนซ้ำและค่าแรงเฉือน อยู่ระหว่าง 0.57-0.81

5.2 ข้อเสนอแนะ

กระบวนการชูวีดเป็นกระบวนการที่สามารถปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ โดยเฉพาะลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อโคพื้นเมืองของไทยได้ ทั้งนี้ ระดับของความนุ่มของเนื้อชูวีดที่ต้องการ ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตหรือผู้บริโภคที่จะมีการนำเนื้อชูวีดไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใด เช่น สเต็ก เนื้อตุ๋น มัสมั่น เป็นต้น โดยเนื้อที่ผ่านการชูวีดสามารถช่วยลดระยะเวลาในการแปรรูป ทั้งการย่าง การตุ๋น หรือแม้แต่การทำมัสมั่น นอกจากนี้การชูวิดยังมีข้อดีคือ มีการสูญเสียน้ำและสารอาหารจากเนื้อสัตว์ในปริมาณที่น้อยเนื่องจากบรรจุในถุงสุญญากาศ สามารถแปรรูปได้ทีละมากๆ และเก็บรักษาก่อนการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกทั้งยังสามารถป้องกันการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตของโครงการวิจัย

ผลิตนักศึกษาระดับปริญญาเอก 1 คน

(คาดว่าจะสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2561)

บทความวิจัยนำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 3 บทความ (เอกสารแนบท้าย)

บทความวิจัยตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ (กำลังอยู่ระหว่างดำเนินการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. คุณค่าเนื้อโคไทย. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญานิน โอภาสพัฒนกิจ. 2549. คุณภาพเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. บริษัท สุพีเรียพริ้นติงเฮ้าส์ จำกัด 85 น.

ชัชชญา รักตะกนิษฐ์. 2552. เอกสารประกอบการสอนหลักการประกอบอาหารยุโรป. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล และ สุภัทรา ลิลิตชาญ. "คุณค่าทางด้านโภชนาการของเนื้อโคพื้นเมือง เนื้อโคขุนลูกผสมบราห์มัน และ เนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเล่ส์." ใน การประชุมวิชาการการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ครั้งที่ 1 ปี 2552 :ห่วงโซ่มูลค่าเนื้อโคไทย (Value Chain-of Thai Beef), 17-18 ธันวาคม 2552, โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพฯ,.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2552. คุณค่าเนื้อโคไทย. กรุงเทพมหานคร.Amarin printing and publishing public Co., Ltd. 98 น.

Baldwin, D. E. 2012. Sous-vide cooking: A review. Gastronomy and Food Science. 1: 15-30.

Bessa, R.J., Santos-Silva, B.J., Ribeiro J.M.R. and Portugal, A.V. 2000.reticulo-rumenbioydrogenation and the enrichment of ruminant edible product with linoleic acid conjugated isomers. Livestock Product Science 63: 201-211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bethany A, Showell, Juhi R, Williams, Marybeth D, Juliette C, Howe, Kristine Y, Patterson, Janet M, Roseland, Joanne M, Holden. 2012. USDA table of cooking yields for meat and poultry. Nutrient Data Laboratory.Beltsville Human Nutrition Research Center. Maryland. USA. p. 3.

Bouton, P.E. and Harris, P.V. 1981. Changes in the tenderness of meat cooked at 50-65 °C. Food Science 46: 475-478.

Christensen, L., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D. & Christensen, M. 2011. Effect of prolonged heat treatment from 48oC to 63oC on toughness, cooking loss and color of pork.Meat Science. 88: 280–285.

Church, I. 1998. The sensory quality, microbiological safety and shelf life of packaged foods. In: Ghazala, S. (Ed.), Sous vide and cook-chill processing for the food industry. Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, pp. 190-205.

Church, I.J., and Parsons, A.L. 2000. The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous-vide methods. International Journal of Food science and Technology 35: 155-162.

Creed, P.G. 1995.The sensory and nutritional quality of 'sous vide' foods. Food Control 6 (1): 45-52.

Cross, H.R., Durland, P.R. and Seideman, S.C. 1986. Sensory qualities of meat. In muscle asfood. Academic Press. Orland.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Davey CL, Niederer AF, Graafhuis AE. 1974. Effects of ageing and cooking on the tenderness of beef muscle. Journal of the Science of Food and Agriculture 27(3): 251-256.

Fandos, G.E., Rodriguez, V.A., Linares, G.M.C., Arias, G.M.T. and Fernandez, G.M.C. 2005. Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. International Journal of Food Control. 16: 77-85.

Garcı´a-Segovia, P., Andre´s-Bello, A. andMarti´nez-Monzo, J. 2007.Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis).Journal of Food Engineering. 80: 813–821.

Hamm, R. 1977. Changes of muscle proteins during the heating of meat.In T. HöyemandO.Kvåle (Eds.), Physical, chemical and biological changes

José S.P, Antonio G, Jorge R.C. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. Meat Science 90(3): 828-835.

Jane, J.D., Seo, G.H., Lyu, E.S., Yam, L.K., Lee, D.S. 2006. Hurdle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef preserved by sous vide packaging. Food Control 17: 171-175.

José, S. P., Antonio, G. & Jorge, R. C. 2012.Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. Meat Science. 90: 828-835.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Juneja, V.K. 2006. Delayed *Clostridium perfringens* growth from a spore inocula by sodium lactate in sous-vide chicken product. Food Microbiology 23: 105-111.

Komoltri, P. 2012. Effect of meat curing ingredients and sous vide technique on qualities of ready to eat golek chicken. Masters of dissertation.Prince of Songkhla University. Thailand.

Komoltri P. 2012. Effect of meat curing ingredients and sous vide technique on qualities of ready to eat golek chicken. Masters of dissertation.Prince of Songkhla University.

Kongpeam, I., Kerdpiboon, S. &Peuchkamut, Y. 2015. Flank steak of local Thai beef preparation of sous-vide process. The 14th ASEAN Food Conference " The Bigger Picture: One AseanThrough Food Technology ", SMX Convention Center, Mall of Asia, Pasay City, Philippine, 24-26 June 2015.

Lin, H., Zhao, J., Sun, L., Chen, Q. andZhou, F. 2011.Freshness measurement of eggs using near infrared (NIR) spectroscopy and multivariate data analysis.Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12, 182-186.

Locker, R. H. andDaines, G. J. 1974.Cooking loss in beef.the effect of cold shortening, searing and rate of heating; time course and histology of changes during cooking. Journal of the Science of Food and Agriculture, 25, 1411-1418.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mar, R., Teresa, A., Alberto, M., Ana, I.M. and Jorge R. 2013. Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. International Journal of Meat Science. 93: 572-578.

Massimiliano, R., Chiara, A., Maria, P., Martina, C., Chiara, M. and Emma, C. 2013.A Novel Time/Temperature.International Journal of Food and Bioprocess Technology. 7: 2969-2977.

Meng J. and Genigeorgis, C.A. 1994. Delaying toxigenesis of *Clostridium botulinum* by sodium lactate in sous vide Products' in Lelt. Apply Microbiology 19, 20-23

Modi, V.K., Mahaendrakar, N.S., Rao, D.N., Sachindra, N.M. 2004. Quality of buffalo meat burger containing legume flours as binders. Meat Science, 66(1): 143-149.

National Cattlemen's Beef Association. 2013. Retail Beef Cuts Poster. retrieved January 20, 2017 from: http://www.beefretail.org/beefcutcharts.aspx

Nikmaram, P., Yarmand, M. S., Emamjomeh, Z. &Darehabi, H. K. 2011.The effect of cooking methods on textural and microstructure properties of veal muscle (*Longissimusdorsi*). Global Veterinaria 6: 201-207.

Nikmaram, P., Yarmand, M.S., Emamjomeh, Z. and Darehab, H.K. 2012.The effect of cooking methodson textural and microstructure properties of veal muscle (Longissimusdorsi).International Journal of Meat Science. 6: 201-207.

Palka, K. &Daun, H. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine M. semitendinosus during heating. Meat Science. 51: 237-343.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pariza, M.W., Parh Y., and Cook.Ma.E. 2001.The biologically active isomers of conjugated lioleic acid. Progress in Lipid Research 40: 283-298.

Ramirez, A. R., Oliver, M. A., Pla, M., Guerrero, L., Arino, B., Blasco, A., Pascual, M. & Gil, M.2004. Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat from rabbits, Meat Science, 67: 617-624.

Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I. & Ruiz, J. 2013. Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. Meat Science. 93: 572-578.

Schafheitle, J.M. 1990. The sous-vide system for preparing chilled meals. Food Journal 92(5): 23-27.

Schellekens, M. 1996. New research issues in sous-vide cooking. Trends in Food Science and Technology 7: 256-262.

Sethakul J., Opatapatanakit, Y. and Sivapirunthep, P. 2008. Beef Quality under Production System in Thailand: preliminary remark. In proceeding of the 13th AAAP Animal Science Congress, 22-26 September 2008, Hanoi, Vietnam.

Sethakul, J. and Sivapirunthep, P. 2009.*The value of Thai native beef cattle*.Bangkok: Amarin Printing & Publishing Plc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sheppard, J. 1987. The big chill-a report on the implications of cook-chill catering for the public services-report no: 15 (pp. 107-109). London: London Food Commission.

Supaphon, P., Kerdpiboon, S., Peuchkamut, Y., Teerachaichayut, S., Srikalong, P., Nonthanum, P. 2014. Surface images and physical properties correlation of sirloin steak by Pearson's correlation and multiple linear regression analysis. Proceedings of International Research Conference on Engineering and Technology (IRCET 2014), Bali, Indonesia, 27-29 June 2014.

Supaphon, P., Kaewsaard, S., Peuchkamut, Y., Teerachaichayut, S., Srikalong, P. &Kerdpiboon, S. 2015. Correlation determination between morphology, chemical compositions and physical properties of sirloin beef steak, Agro-Industry Editorial Board and was presented in the 52nd of Kasetsart University Annual Conference, Thailand, February 4-7, 2014.

Supaphon, P., Kerdpiboon, S., Swetwiwathana, A. and Nonthanum, P. 2016. Effect of sous-vide cooking on muscle fiber and color changes of sirloin local Thai beef. 62nd International Congress of Meat Science and Technology (ICOMST 2016), 14-19 August 2016, Bangkok, Thailand.

Supaphon, P., Kerdpiboon, S., Teerachaichayut, S. and Peuchkamut, Y. 2017. Tenderness of sirloin beef affected by sous-vide cooking. 63rd International Congress of Meat Science and Technology (ICOMST 2017), 13-18 August 2076, Cork, Ireland.

Szerman N., C.B. Gonzalez., A.M. Sancho., G. Grigioni., F. Carduza and S.R. Vaudagna. 2012. Effect of the addition of convectional additives and whey proteins concentrates on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

technological parameters, physiochemical and sensory attributes of sous vide cooked beef muscles. Meat Science, 90, 701-710.

Vaudagna, S. R., Pazos, A. A., Guidi, S. M., Sanchez, G., Carp, D. J., and Gonzalez, C. B. 2008. Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina. Meat Science, 79, 470-482.

Vaudagna, S. R., Sanchez, G., Neira, M. S., Insani, E. M., Picallo, A. B., Gallinger, M. M. andLasta, J. A. 2002. Sous vide cooked beef muscles: Effects of low temperature-longtime treatments on their quality characteristics and storage stability. *InternationalJournal of Food Science and Technology, 37*, 425-441.

Wattanachant, S., Benjakul, S. &Ledward, D. A. 2005.Effect of heat treatment on changes in texture, structure and properties of Thai indigenous chicken muscle.Food chemistry. 93: 337-348.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF SOUS-VIDE COOKING ON MUSCLE FIBER AND COLOR CHANGES OF SIRLOIN LOCAL THAI BEEF

P. Supaphon[1], S. Kerdpiboon[1,*], A. Swetwiwathana[1] and P. Nonthanum[1]

[1] Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand

[*]Corresponding author email: soraya.ke@kmitl.ac.th

Abstract – The benefit of local Thai beef to produce many kinds of food was its lower price compared with imported beef and Thai beef cattle. However, its texture was tough and induced spending long time for cooking. Texture of meat related its structure. This research studied effect of cooking under controlled temperature and time in vacuum condition, called sous-vide, on muscle fiber and color changes of local Thai beef. Sirloin part was used as material and sous-vide cooking was designed using temperatures of 60, 70 and 80°C for 0, 6, 12, 18, 24, 30 and 36 h, respectively. Images structure and color changes of sirloin beef undergoing processing were observed. It was found that using of higher temperature and longer time tended to change structure of sirloin beef. Image structure changes of sirloin beef in the first period was found that muscle fiber was clear and firm. After that, muscle fiber shrinkage was observed and layer of muscle fiber was presented. In addition, sous-vide conditions affected lightness, redness and yellowness with significantly different ($P \leq 0.05$). Samples after cooking were generally lighter and more yellowness, whereas less redness than that of raw meat.

Key Words – Color, Local Thai beef, Muscle fiber, Sous-vide.

I. INTRODUCTION

Sous-vide cooking was defined as cooking of raw materials under controlled conditions of temperature and time inside heatstable vacuumized pouches or containers. After heating, the products were rapidly cooled down to 0-3°C [1,2,3]. This technique was used to improve qualities of meat, fish and vegetables and hence it was developed for food industry. Sous-vide cooking was widely used in restaurants and catering because of its comfortable to manage food preparation. This provided the manipulation of ready to cook food after thermal treatment with no risk of microbial contamination [1,3] and prolonged shelf-life of foods [3]. Researchers studied effect of sous-vide cooking treatments on color, texture, moisture content, cooking loss, enhanced organoleptic qualities of difference kinds of meat [4,5,6]. They found that sous-vide cooking succeeded for qualities improvement of foods. Kongpeam et al. [7] applied sous-vide process to improve quality of flank steak from local Thai beef. They found that sous-vide process affected physical properties of flank steak and reduced toughness of flank steak after processing. In addition, thermal processing was found to have a large effect on the eating quality of meat [3] as a result of heat changes properties into meat such as, denaturation of proteins [8], fiber shrinkage or collagen solubilization [3,9]. Therefore this was strongly affected texture of meat [6,9].

Texture of meat related its structure, however. Factors affected structure of meat were types of meat, foods, feeding, surrounding, varieties, for example. Studying effect of sous-vide cooking on structural changes of local Thai beef could have advantage to improve its texture. This would be useful for more application to use this material with high valuated. Effect of sous-vide conditions with controlled temperatures and times on image structure of muscle fiber and color changes of sirloin from local Thai beef were observed.

II. MATERIALS AND METHODS

Beef preparation

Sirloin of beef muscle from local Thai beef (*Bos indious*) was purchased from Huatakhe market, Bangkok province, Thailand. Samples were retained blood before trimming fat and connective tissue and sliced into 7×7×7 cm^3. Then samples were wrapped and kept at 4°C. Period after purchasing until experiment was not over than 12 h.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of sous-vide conditions on structure and color changes of sirloin beef

Sirloin beef were vacuum packed in LLDPE bag and then sous-vide cooked using temperatures of 60, 70 and 80°C and times of 0, 6, 12, 18, 24, 30 and 36 h. All samples were determined image structure and color.

Image structure

Samples after sous-vide cooking were cut in parallel to the muscle fibers. Then image structure from each side was acquired using a Fujifilm camera (XT-10, Japan) with image analysis set up applied from [10]. Sample was placed in a black box (61×61×61 cm^3). The height of the camera tripod was 18 cm and distance between camera and beef was 15 cm. Two light-emitting diode (LED) lamps with a 5 watt bulb size of 70×116 mm^2 were placed approximately 20.5 cm in front of this adaptor as a light source. Images were captured and kept in bmp with image size of 4,896×3,264 pixels. Experiments were done in 2 replicates.

Color

Color was measured across the cut surface of the sous-vide cooked sirloin at room temperature (25°C). Color (L^* a^* and b^*) were measured using a Minolta Colorimeter (CR400, Japan). Means of reading on three locations in each sample were determined. Instrument was calibrated using a white ceramic tile before color measurement [11]. In each condition, sirloin beef was binary and each side of sirloin was measured color for 3 positions. Experiments were done in 2 replicates. Significant difference test at 95% confidence level was applied to identify differences of evaluated color parameters. Using SPSS (version 16.0) statistical software.

III. RESULTS AND DISCUSSION

Image structure of sirloin beef

Effect of sous-vide temperatures and times on image structure of muscle fiber of sirloin beef was shown in Figure 1. It was found that using of higher temperature and longer time tended to change muscle fiber of sirloin beef. This changes might be divided into 2 periods. In the first period, image structure of muscle fiber was clear and firm. This might be because some of protein was denatured and then it was complex and aggregated [4]. After that, muscle fiber was shrank and presented layer of muscle fiber. This can be indicated very high compression due to collagen was shrunk and water was released from muscle fiber [6].

Palka and Daun [12] suggested that myofibrillar protein was changed in its structure during heating. Then, myosin was denatured and led water retention at the first part of shrinkage. After that, actomyosin complex was denatured and induced dehydration to protein. In addition, the muscle fiber shrank both transversely and longitudinally, then sarcoplasmic protein aggregated and formed gel and finally connective tissue were shrank and solubilized [5,8].

Figure 1.Sirlion beef undergoing at 60, 70 and 80°C for 0-36 h

The granulation of the perimysium and sarcolemma began after meat was cooked to 60°C. Then granulation was observed after meat was cooked to 70°C and sarcolemma was probably denatured. This compression effect might have been due to shrinkage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of the endomysial collagen [5,12] and became gelatin at 80°C [5].

color parameters

L^* (lightness), a^* (redness) and b^* (yellowness) of sirloin samples after sous-vide cooking at different temperatures and times were shown in Figure 2. The cooked samples were generally lighter and more yellowness (higher b^*), whereas less redness than raw meat. Sous-vide cooking conditions affected color of sirloin beef with significant difference ($p \leq 0.05$). Results were in the same trend as obtained by Garcı´a-Segovia et al. and Nikmaram et al. [5,6].

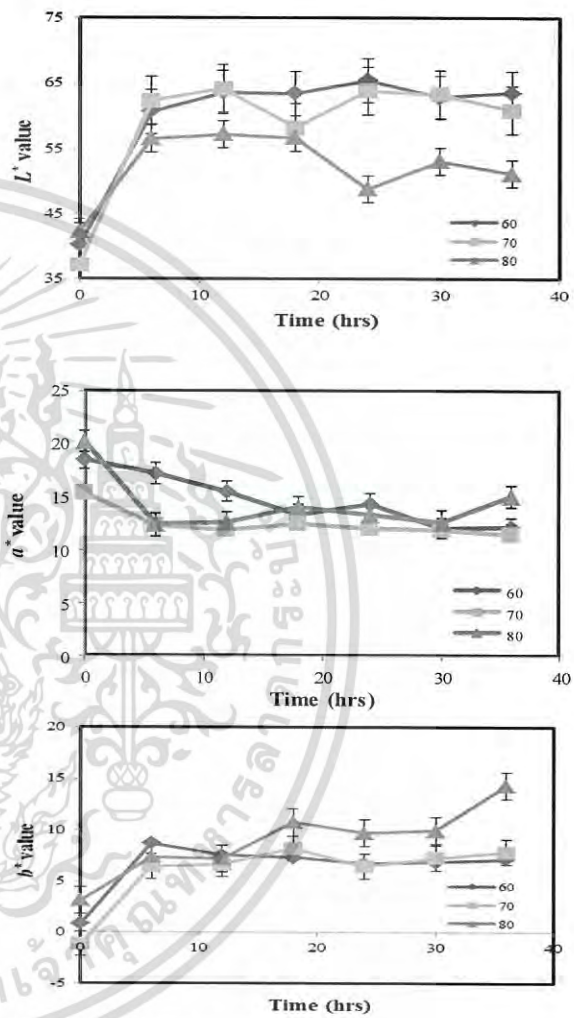
A higher of L^* values indicated a lighter color, which is desirable in order to ensure that the meat products will be accepted [3,5,6]. A higher of L^* values when increasing temperature due to higher moisture content in meat cooked at lower temperature led deeper penetration of light in tissue and thus producing darker meat appearance [3]. In addition, increasing cooking temperature would lead to higher denaturation and aggregation of sarcoplasmic and myofibrillar proteins, which would increase light scattering [3,8,13].

However, samples cooked at 60°C represented slightly higher L^* values than those cooked at 70°C and 80°C, which was attributed of free water. At lower temperature condition, muscle fiber consisted of more free water both at surface and inside. This would increase light scattering during color measurement [3].

Sirloin beef under cooking at lower temperature had higher a^* value compared with those of higher temperatures. However, a^* value of samples tended decreased undergoing cooking time at all temperature conditions. This indicated that higher myoglobin degradation as cooking temperature increased. The compound largely responsible for the brown-gray color is globin hemochrome (Fe^{3+}), as result of the globin (the protein part of myoglobin) was denatured due to heat [13]. This loss of redness with increasing cooking temperature was in accordance with the results obtained by Garcı´a-Segovia et al. [4], who cooked beef samples at 60-80°C for 15-60 min, and Roldán et al. [3], who cooked lamp lions at 60-80°C for 6-24 h.

A higher of b^* values as a consequence of both cooking temperature and time. This was most likely due to the formation of metmyoglobin and further heat denaturation of this protein, giving rise to a brownish color [3]. Higher of b^* values with increasing cooking temperature was in accordance with the results obtained by other authors [3,5,8,13].

Figure 2. Color parameter of sous-vide cooked sirloin beef



IV. CONCLUSION

Cooking temperature and cooking time affected the characteristics of sous-vide cooked sirloin beef. The image structure of muscle fiber after sous-vide cooking was affected by cooking temperature and cooking time. Increased cooking temperature and time resulted cooked sirloin beef with lightness and yellowness increased, while redness decreased.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACKNOWLEDGEMENT

The authors express their sincere appreciation to King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Thailand for supporting the study financially.

REFERENCES

1. José, S. P., Antonio, G. & Jorge, R. C. (2012). Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. Meat Science. 90: 828-835.
2. Komoltri, P. (2012). Effect of meat curing ingredients and sous vide technique on qualities of ready to eat golek chicken. Masters of dissertation. Prince of Songkhla University. Thailand.
3. Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I. & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. Meat Science. 93: 572-578.
4. Baldwin, D. E. (2012). Sous-vide cooking: A review. Gastronomy and Food Science. 1: 15-30.
5. Garcı´a-Segovia, P., Andre´s-Bello, A. & Martı´nez-Monzo, J. (2007). Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). Journal of Food Engineering. 80: 813–821.
6. Nikmaram, P., Yarmand, M. S., Emamjomeh, Z. & Darehabi, H. K. (2011). The effect of cooking methods on textural and microstructure properties of veal muscle (*Longissimus dorsi*). Global Veterinaria 6: 201-207.
7. Kongpeam, I., Kerdpiboon, S. & Peuchkamut, Y. (2015). Flank steak of local Thai beef preparation of sous-vide process. The 14th ASEAN Food Conference " The Bigger Picture: One Asean Through Food Technology ", SMX Convention Center, Mall of Asia, Pasay City, Philippine, 24-26 June 2015.
8. Christensen, L., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D. & Christensen, M. (2011). Effect of prolonged heat treatment from 48oC to 63oC on toughness, cooking loss and color of pork. Meat Science. 88: 280–285.
9. Kapitula, M. M., Kwiatkowska, A., Jankowska, B. & Dabrowska, E. (2015). Water holding capacity and collagen profile of bovine m. infraspinatus during postmortem ageing. Meat Science. 100: 209-216.
10. Supaphon, P., Kaewsaard, S., Peuchkamut, Y., Teerachaichayut, S., Srikalong, P. & Kerdpiboon, S. (2015). Correlation determination between morphology, chemical compositions and physical properties of sirloin beef steak, Agro-Industry Editorial Board and was presented in the 52nd of Kasetsart University Annual Conference, Thailand, February 4-7, 2014.
11. Ramirez, A. R., Oliver, M. A., Pla, M., Guerrero, L., Arino, B., Blasco, A., Pascual, M. & Gil, M. (2004). Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat from rabbits, Meat Science, 67: 617-624.
12. Palka, K. & Daun, H. (1999). Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine M. semitendinosus during heating. Meat Science. 51: 237-343.
13. Wattanachant, S., Benjakul, S. & Ledward, D. A. (2005). Effect of heat treatment on changes in texture, structure and properties of Thai indigenous chicken muscle. Food chemistry. 93: 337-348.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TENDERNESS OF SIRLOIN BEEF AFFECTED BY SOUS-VIDE COOKING

P. Supaphon[1] and S. Kerdpiboon[1,*], S. Teerachaichayut[1] and Y. Peuchkamut[1]

[1] Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand.

[*]Corresponding author email: soraya.ke@kmitl.ac.th

Abstract – The effect of sous-vide cooking conditions on tenderness of local Thai beef was studied. Sirloins of local Thai beef were prepared and sous-vide cooked using different cooking temperatures of 60, 70 or 80°C and cooking times of 6, 12, 18, 24, 30 or 36 h. Shear force perpendicular to the direction of muscle fiber was measured. Results were found that cooking temperatures and cooking times induced higher shear force values compared to raw sample. Among cooked samples, it was found that sous-vide cooking temperatures and times affected shear force value. At the same cooking temperature of 60, 70 or 80°C, samples had the highest shear force value at cooking time of 18, 18 or 12 h, respectively and trended to decrease shear force value after cooking time increased.

Key Words –Local Thai beef, Shear force, Sous-vide, Tenderness

I. INTRODUCTION

Tenderness is one of the most important attribute and influence on consumer preferences [1]. However, there are factors affecting the textural property of meat and beef such as species, feeding, preparation and processing, for example [2]. Local Thai beef, *Bos indicus* genotype, is rich in protein and nutrients [3]. Its texture is tough and this limits the application for preparation of valuated beef menu. Application of vacummized beef in pouches and heat under controlled cooking conditions called sous-vide could improve its texture. However, cooking temperatures and times affected muscle fibers changes due to protein denature, shrink and release water from muscle [4,5]. Thus, the objective of this research was to study effect of different time and temperature cooking on changes in shear force of sirloin from local Thai beef.

II. MATERIAL AND METHODS

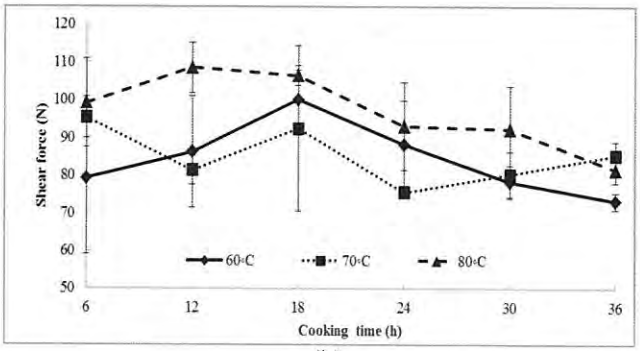
Beef preparation: Sirloin beef muscles from local Thai beef were purchased from Huatakhe market, Bangkok province, Thailand. Samples were retained blood before trimming fat and connective tissue and sliced into 7×7×7 cm. The samples were sealed in plastic bag and stored at 4°C until sous-vide cooking.
Sous-vide process: Samples were vacuum packed into LLDPE bag with size of 15×23 cm and then sous-vide cooked using water bath at temperatures of 60, 70 or 80°C for 6, 12, 18, 24, 30 or 36 h [6]. After that samples were cooled at 4°C for 30 min prior to properties determination.
Shear force: Samples were cut into dimension of 3×1×1 cm. Shear force perpendicular to the direction of muscle fiber was measured using a Warner-Bratzler shear force (WBSF) by texture analyzer (TA-XT plus, England) [4]. The maximum force (N) required to shear the sample was measured.

III. RESULTS AND DISCUSSION

Shear force: WBSF provides a criterion for meat tenderness assessment [7]. Cooking temperatures and cooking times affected shear force values of cooked samples. Shear force of sirloin beef is about 16.3-22.3 N (not listed). All of the cooked samples were significantly ($P<0.05$) higher shear force values compared to raw samples (Fig. 1b) because of viscous flow in the fluid-filled channels between fibers and fiber bundles [4]. Among cooked samples, sous-vide cooking temperatures and times affected shear force value. During heating, connective tissue was changed in its structure from a viscoelastic to an elastic material [5]. At the same cooking temperature of 60, 70 or 80°C, samples had the highest shear force value at cooking time of 18, 18 or 12 h, respectively and then slightly decreased after cooking time increased. Results were supported by the previous research [6] found that image structure of muscle fiber at these conditions was firm and this might be because of protein denature and then it is complex and aggregated [5]. Then connective tissues are shrunk and solubilized [8, 9] and induces shear force value decrease (Fig. 1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a)



(b)

Figure 1. Sirloin and sous-vide cooked sirloin beef (a) and shear force value of cooked sirloin beef at 60°C, 70°C and 80°C for 6-36 h (b).

IV. CONCLUSION

Temperature and time in sous-vide process affected tenderness of sirloin beef. It had a large effect on shear force value of cooked sirloin beef compared to raw sample. At the same cooking temperature of 60, 70 or 80°C, samples had the highest shear force value at cooking time of 18, 18 or 12 h, respectively and trended to decrease shear force value after cooking time increased.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors express their sincere appreciation to King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Thailand for supporting the study financially.

REFERENCES

1. Miller, M. F., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Crockett, K. L., & Hoover, L. C. (2001). Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. Journal of Animal Science 79: 3062–3068.
2. Ranken, M.D. 2000. Handbook of meat product technology. Blackwell Science. MA. USA. 212 p.
3. Sethakul, J. &Sivapirunthep, P. (2009).*The value of Thai native beef cattle*.Bangkok: Amarin Printing & Publishing Plc.
4. Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I. & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. Meat Science 93: 572-578.
5. Baldwin, D. E. (2012). Sous-vide cooking: a review. International Journal of Gastronomy and Food Science 1: 15-30.
6. Supaphon, P., Kerdpiboon, S., Swetwiwathana, A. and Nonthanum, P. (2016). Effect of sous-vide cooking on muscle fiber and color changes of sirloin local Thai beef. 62nd International Congress of Meat Science and Technology (ICOMST 2016), 14-19 August 2016, Bangkok, Thailand.
7. Barekat, S. and Soltanizadeh, N. (2017). Improvement of meat tenderness by simultaneous application of high-intensity ultrasonic radiation and papain treatment. Innovative Food Science and Emerging Technologies 39: 223-229.
8. Christensen, M., Purslow, P.P. & Larsen, L.M. (2000). The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. Meat science 55: 301-307.
9. Christensen, L., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D. & Christensen, M. (2011). Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. Meat Science 88: 280–285.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEIGHT CHANGES OF LOCAL THAI BEEF UNDERGOING VARIOUS SOUS-VIDE COOKING TEMPERATURES

P. Supaphon[1], S. Kerdpiboon[1,*] and Peuchkamut, Y.

[1] Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand.

[*]Corresponding author email: soraya.ke@kmitl.ac.th

Abstract – The effects of sous-vide conditions on cook yield and sous-vide loss of sirloin from local Thai beef were observed. Sirloins were packed in vacuum pouch and sous-vide cooked using cooking temperatures of 60, 70 or 80°C and cooking times of 0, 6, 12, 18, 24, 30 or 36 h before weight changes determination. It was found that using higher temperature presented higher percentage of sous-vide loss and lower cook yield than that of lower temperature. Cooking at longer time resulted in increasing sous-vide loss while cook yield decreased. Cooking at 60°C tended to have the lowest sous-vide loss and highest cook yield with significantly (P□0.05) different compared to other higher temperatures.

Key Words – Cook yield, Local Thai beef, Shear force, Sous-vide, Sous-vide loss

I. INTRODUCTION

Local Thai beef has a unique taste and flavor. The chemical composition of local Thai beef mainly consists of 76.15% water, 20.67% protein and 0.58% fat. Moreover, it is rich in nutrients such as vitamin E of 374.2 μg/100g, calcium of 2.8 μg/100g, selenium of 1.55 μg/100 g and iron of 1.3 μg/100 g [1]. Local Thai beef is generally tough then it is better to cook for a long time, especially for stewing [2]. This may be related to the physical properties of beef. Attempts to decrease toughness of local Thai beef are an alternative to create high nutrients raw material to further beef menu. Cooking under controlled conditions of temperature and time inside heat-stable vacuum called sous-vide is desired to improve qualities of meats [2, 3]. Sous-vide technique is proved to decrease shear force and hardness of beef *semitendinosus* muscles [3] and presented higher retention of B_{12} compared to traditionally boiled meat [4]. However, cooking under low temperature for a long time induces water and nutrient loss from materials. Thus, the objective of this research was to study effect of different time and temperature cooking on changes in cook yield and sous-vide loss of sirloin from local Thai beef.

II. MATERIAL AND METHODS

Beef preparation: Sirloin beef muscles from local Thai beef (*Bos indicus*) were purchased from Huatakhe market, Bangkok province, Thailand. Samples were retained blood before trimming fat and connective tissue. Samples were sliced into 7×7×7 cm. Then samples were sealed in plastic bag and stored at 4°C until sous-vide cooking.

Sous-vide process: Samples were vacuum packed into LLDPE bag with size of 15×23 cm and then sous-vide cooked using water bath at temperatures of 60, 70 or 80°C for 0, 6, 12, 18, 24, 30 or 36 h [3, 5, 6]. After that samples were cooled at 4°C for 30 min prior to properties determination.

Cook yield and sous-vide loss: Percentage cook yield and sous-vide loss were calculated using equation (1) and (2), respectively. Sample was measured in 3 replicates in each condition.

$$\%\text{Cook yield} = \frac{\text{weight of sample after sous-vide cooking}}{\text{weight of sample before sous-vide cooking}} \times 100 \quad (1)$$

$$\%\text{Sous-vide loss} = 100 - \%\text{Cooking yield} \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

III. RESULTS AND DISCUSSION

***Cook yield and sous-vide loss*:** Cooking at high temperature and long time resulted in decreasing cook yield and increasing sous-vide loss (Fig. 1a, Fig. 1b). Heat induces lose of moisture content and nutrients from materials. Results were found that Cooking at longer time resulted in increasing sous-vide loss while cook yield decreased. It was also found that cooking at 80°C presented the lowest cook yield and displayed the highest sous-vide loss. This is because of protein was changed in structure and then muscle fiber was denatured and to shrink and released water from muscle [3, 7].

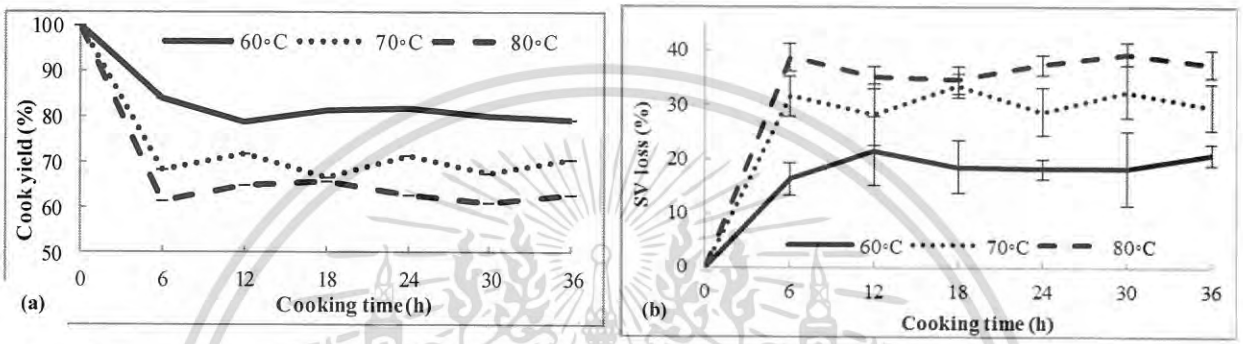


Figure 1. Percentage of cooking yield (a) and sous-vide loss (SV) (b) of sirloin beef after sous-vide cooking at 60°C, 70°C and 80°C for 0-36 h.

IV. CONCLUSION

Temperature and time in sous-vide process affected weight change of sirloin beef. It had a large effect on percentage of cook yield and sous-vide loss of sirloin beef. Using temperature of 60°C presented higher cook yield and lower sous-vide loss to beef.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors express their sincere appreciation to King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Thailand for supporting the study financially.

REFERENCES

1 Sethakul, J. & Sivapirunthep, P. (2009). *The value of Thai native beef cattle*. Bangkok: Amarin Printing & Publishing Plc.
2. Kongpeam, I., Kerdpiboon, S. & Peuchkamut, Y. (2015). Flank steak of local Thai beef preparation of sous-vide process. The 14th of ASEAN Food Conference, Pasay, Philippine, 24-26 June 2015.
3. Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I. & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. Meat Science 93: 572-578.
4. Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Paciulli, M., Cirlini, M., Manzi, C. & Chiavaro. (2014). A novel time/temperature approach to sous vide cooking of beef muscle. Food Bioprocess Technology 7: 2969-2977.
5. Christensen, M., Purslow, P.P. & Larsen, L.M. (2000). The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. Meat science 55: 301-307.
6. García-Segovia, P., Andres-Bello, A. & Martinez-Monzo, J. (2007). Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. Pectoralis*). Journal of Food Engineering 80: 813-821.
7. Baldwin, D. E. (2012). Sous-vide cooking: a review. International Journal Gastronomy and Food Science 1: 15-30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้