รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้กระบวนการซูวีดในการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุง และมัสมั่นเนื้อ

Using of sous-vide process to beef steak ready to cook and beef mussaman curry production

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้กระบวนการซูวีดในการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุง และมัสมั่นเนื้อ

Using of sous-vide process to beef steak ready to cook and beef mussaman curry production

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
ส991ก
เลขหมู่ 2558
เลขทะเบียน 142432
วันที่รับเข้า 4 พ.ค. 2559

b 12775915
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้กระบวนการซูวีดในการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุง และมัสมั่นเนื้อ

Using of sous-vide process to beef steak ready to cook and beef mussaman curry production

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยในโครงการวิจัยเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

โสรยา เกิดพิบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การใช้กระบวนการซูวัดในการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุง และมัสมั่นเนื้อ

แหล่งเงิน รายได้

ประจำปีงบประมาณ 2558

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 **ปี ตั้งแต่** 1 ต.ค. 57 **ถึง** 30 ก.ย. 58

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์ **(หัวหน้าโครงการ)**

คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุง และมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด โดยใช้เนื้อส่วนพื้นท้อง และส่วนน่องจากโคไทยในการผลิตสเต็กและมัสมั่น ซึ่งจากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตเนื้อสเต็กด้วยการทดลองแบบพื้นที่ผิวตอบสนอง (Responses Surface Methodology) ออกแบบการทดลองแบบ Central Composite Design โดยมี 2 ตัวแปร คือ อุณหภูมิ (55 – 65 องศาเซลเซียส) และระยะเวลา (24 – 48 ชั่วโมง) ซึ่งมีค่าปัจจัยตอบสนองได้แก่ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง ค่าแรงเฉือน ปริมาณผลผลิต การสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนและความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้ค่าแรงเฉือนเป็นปัจจัยตอบสนองที่มีอิทธิพลมากที่สุด ซึ่งผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลามีอิทธิพลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของเนื้อสเต็กซูวีดอย่างมีนัยสำคัญ สภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อสเต็ก คือ การใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อสเต็กมีค่าปัจจัยค่าความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ (composite desirability) เท่ากับ 0.80 จัดว่าเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ดีมาก โดยมีค่าปัจจัยตอบสนองที่ได้ คือ ค่าความสว่าง 0.52 ค่าความเป็นสีแดง -0.27 ค่าความแน่น 5.10 (นิวตัน) ค่าความเหนียว 23.13 (นิวตัน) ค่าปริมาณผลผลิตร้อยละ 72.43 ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนร้อยละ 7.21 ความสามารถในการอุ้มน้ำร้อยละ 79.74 และเมื่อนำตัวอย่างทั้ง 13 สภาวะมาเปรียบเทียบกับเนื้อสเต็กจากโคขุนและโคนำเข้า พบว่า เนื้อสเต็กจากโคขุนกำแพงแสนส่วนใบบัวมีค่าแรงเฉือนใกล้เคียงกับเนื้อสเต็กซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง สำหรับการทดสอบการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของสเต็กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด พบว่า สเต็กเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีดมีคุณภาพดีกว่าเนื้อที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการซูวีดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) และเมื่อทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อซูวีดที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า เนื้อสเต็กซูวีดได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ 5.7 ด้านสี 5.15 กลิ่นรส 6.15 ความนุ่ม6.35และความชอบโดยรวม 6.15 โดยคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง สำหรับกรณีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด พบว่า อุณหภูมิ และระยะเวลาในการซูวีด ส่งผลให้เนื้อน่องมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการซูวีด การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียน้ำหนักในระหว่างการแปรรูป ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นสีเขียวของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) การซูวีดเนื้อน่องที่อุณหภูมิต่ำส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างที่สูง และยังพบว่าการซูวีดเนื้อน่องที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียส มีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากกรณีการซูวีดที่อุณหภูมิต่ำ โดยการซูวีดเนื้อน่องที่ 80 องศาเซลเซียสนาน 12 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีค่าใกล้เคียงกับเนื้อที่ตุ๋นในแบบปกติ และเมื่อมีการเติมสารละลายเกลือ ก่อนการไปซูวีดที่สภาวะดังกล่าว พบว่าเนื้อน่องมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการซูวีด และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ค่าแรงเคี้ยว แรงยึดเกาะ ค่า gumminess และค่าความแน่นเนื้อ ผลการทดสอบความแตกต่างของมัสมั่นเนื้อที่เตรียมจากเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง และเนื้อน่องซูวีดพบว่าผู้บริโภคจำนวน 8 คนสามารถบอกได้ว่าเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างจากเนื้อน่องซูวีด ส่วนผู้บริโภคอีก 32 คน ไม่สามารถบอกความแตกต่างของมัสมั่นที่เตรียมได้จากเนื้อทั้ง 2 กระบวนการผลิตดังกล่าว

คำสำคัญ : ซูวีด, เนื้อโคพื้นเมือง, มัสมั่น, สเต็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Using of sous-vide process to beef steak ready to cook and beef mussaman curry production

Faculty: Agro - Industry

ABSTRACT

The objectives of this research were to study production of local Thai beef steak and mussaman using sous-vide technique. Flank and shank from local Thai beef were used as raw materials for steak and mussaman. In the case of beef steak, the response surface methodology with central composite design was applied to determine the experiment at different conditions ranged from temperature at 55-65 and time at 24-48 hours, while investigated response were color (L^*), color (a^*), shear force, cook yield, cooking loss and water holding capacity. Shear force was an importance for response factor. The result was shown that temperature and time affected properties of sous-vide flank beef. The optimum condition of sous-vide beef steak was found to be temperature of 60°C with sous vide time of 36 hours. So, the composite desirability was 0.80 point or very good level and this optimum point gave the predicted values of lightness 0.52, redness -0.26, firmness 5.18 (N), toughness 23.29 (N), cook yield 72.5 %, cooking loss 7.33 % and water holding capacity 78.54%. The examples from 13 conditions were compared with beef steak from imported beef and feed beef. It was found that flank from Kampangsan beef had shear force value with no significantly different from sous-vide beef steak at 60 °C for 36 hours. The comparison of physical properties between sous vide beef steak and non sous vide beef steak different significantly. In test of acceptance evaluation shown that the product had test of appearance 5.7, color 5.15, flavor 6.15, tenderness 6.35, overall liking / acceptance 6.15. So all tests in medium like range. In the case of sous-vide shank beef for mussaman production, it was found that temperature and time affected weight loss during sous-vide, cooking loss, lightness and redness of samples with significantly different ($P \leq 0.05$). However, temperature and time did not affect greenness of sample ($P > 0.05$). Using of low temperature to sous-vide shank beef induced high value of lightness. It was also found that samples after sous-vide using high temperatures of 70 and 80°C had textural properties differ from in the case of using low temperature. Shank beef after sous-vide using 80°C for 12 hours had textural properties with not significantly different with sample prepared using traditional method which was desirable. In addition, adding of brine solution to sous-vide shank beef affected textural properties viz. chewiness, cohesiveness,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

gumminess and firmness of shank beef. Panels were assigned to evaluate the difference between sous-vide shank mussaman and traditional shank mussaman. It was found that 8 panels can classify some different between samples, while 32 panels cannot classify difference between samples.

Keywords : local Thai beef, mussaman, sous-vide, steak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	IV
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
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 กระบวนการซูวีด	3
2.2 โคพันธุ์พื้นเมืองไทย	4
2.3 การแปรรูปสเต็ก	8
2.4 การแปรรูปมัสมั่น	10
2.5 การเก็บรักษาเนื้อสัตว์ในสภาพสุญญากาศ	10
2.6 การใช้สารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	11
2.7 การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	12
2.8 วิธีการพื้นผิวตอบสนอง	13
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	17
3.1 การศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด	17
3.2 การศึกษาวิธีการผลิตมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด	21
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	25
4.1 ผลการศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด	25
4.2 ผลของสมบัติเชิงกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโคขุน	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 36

บรรณานุกรม 37
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 42
ประวัติคณะผู้วิจัย 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	มาตรฐานของค่า Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจและคุณภาพของผลิตภัณฑ์	14
3.1	แสดงส่วนผสมในการหมักเนื้อสเต็ก	18
3.2	สภาวะที่ใช้ในการผลิตเนื้อสเต็กด้วยกระบวนการซูวีด	18
3.3	สภาวะที่ใช้ในการซูวีดเนื้อน่องลาย	22
4.1	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าตอบสนองของปัจจัย	25
4.2	สมการที่ทำนายจาการใช้วิธีพื้นผิวตอบสนองของแต่ละปัจจัย	26
4.3	ผลคุณลักษณะทางกายภาพต่อเนื้อสเต็กซูวีด	27
4.4	การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสเต็กเนื้อซูวีด	28
4.5	คุณลักษณะทางกายภาพต่อเนื้อสเต็กซูวีด	29
4.6	ค่าแรงเฉือนของเนื้อสเต็กจากโคนำเข้าและโคขุน	30
4.7	ค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis ของการเปรียบเทียบสเต็กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด	31
4.8	คะแนนความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของสเต็กเนื้อซูวีด	32
4.9	การสูญเสียน้ำหนักและค่าสีของเนื้อน่องซูวีด	33
4.10	ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อน่องซูวีด	34
4.11	การสูญเสียน้ำหนักและค่าสีของเนื้อน่องซูวีดที่ 80oC 12 ชม ที่ผ่านการฉีดสารละลายน้ำไบรน์	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงส่วนของเนื้อวัวที่นำไปทำสเต็ก	5
2.2	แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนสัน (Loin)	6
2.3	แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนหัวไหล่ (Chuck)	6
2.4	แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนโคจขาและสะโพก (Round)	7
2.5	แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนซี่โครง (Rib)	7
2.6	แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนพื้นท้อง (Flank)	7
2.7	แสดงระดับความสุกของเนื้อสเต็ก	10
3.1	ตำแหน่งการฉีดสารละลายโซเดียมแลคเตท (น้ำเกลือ)	17
3.2	แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง	24

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื้อโคเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนที่มีความสำคัญกับคนไทยมาเป็นเวลาช้านานโดยเฉพาะคนไทยในชนบท ปริมาณการบริโภคเนื้อโคของคนไทยอยู่ในปริมาณ 3-5 กิโลกรัมต่อคนต่อปี เนื้อโคที่ผลิตได้ในประเทศไทยมีความหลากหลายไปตาม สายพันธุ์ การเลี้ยง อาหาร ปัจจัยแวดล้อม เป็นต้น ความหลากหลายต่างๆ ดังกล่าวส่งผลให้เนื้อโคไทยมีคุณภาพที่แตกต่างกัน โดยเนื้อโคไทยที่ขายภายในประเทศถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ เนื้อโคระดับล่าง เนื้อโคระดับปานกลาง และเนื้อโคคุณภาพสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการในตลาดและผู้บริโภคเป็นผู้ตัดสินใจเลือกซื้อ ในปัจจุบันการนิยมบริโภคเนื้อโคคุณภาพสูงมีมากขึ้น มีการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพสูงจากต่างประเทศประมาณปีละ 2000 ตันต่อปี ส่งผลให้ไทยสูญเสียเงินตราออกไปต่างประเทศเป็นจำนวนมาก (กรมศุลกากร,2553) ทำให้เนื้อโคไทยบางประเภทอย่างโคพื้นเมืองถูกเลือกนำไปใช้ในการประกอบอาหารน้อยลงโดยเฉพาะอาหารตะวันตก หรือในโรงแรมและภัตตาคารชั้นนำ เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านคุณภาพเนื้อ กล่าวคือโคพื้นเมืองเป็นโคที่ยังไม่ถูกพัฒนาปรับปรุงด้านการสร้างกล้ามเนื้อ จึงมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อละเอียด ในขณะเดียวกันก็มีสัดส่วนของ red fiber สูง มีไขมันแทรกไม่ถึงร้อยละ 1 เนื้อค่อนข้างแห้งไม่ฉ่ำน้ำเหมือนเนื้อโคขุนโดยทั่วไป และยังเป็นโคในตระกูล *Bos indicus* (จุฑารัตน์, 2552) อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มาจากเนื้อโคพื้นเมืองของไทยที่มีลักษณะเด่นในด้านความปลอดภัยจากสารตกค้างและสารปฏิชีวนะ (สุนทรีพร และคณะ, 2552) มีไขมันต่ำและสำหรับเนื้อโคที่กินพืชหญ้าอาหารตามธรรมชาติ มีระดับ Conjugated linoleic acid สูง (Sethakul et al., 2008) แต่มีจุดควรพัฒนาคือเนื้อโคมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียวกว่าเนื้อโคขุน ทำให้ใช้ระยะเวลาการประกอบอาหารนานและไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร การนำเทคนิคการแปรรูปที่ช่วยลดความเหนียวของเนื้อโคพื้นเมืองจึงเป็นแนวทางที่สามารถเพิ่มช่องทางการบริโภคเนื้อโคพื้นเมืองได้อีกช่องทางหนึ่ง ทั้งนี้ กระบวนการที่มีการหมักเนื้อโคโดยการใช้สภาวะอุณหภูมิและความดันที่กำหนด ร่วมกับการบรรจุสุญญากาศ เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถลดความเหนียวของเนื้อโคพื้นเมืองดังกล่าวได้ กระบวนการปรุงอาหารที่เรียกว่า ซูวีด เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่สามารถนำมาปรับใช้ในการเตรียมเนื้อโคพื้นเมือง เพื่อสามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคพื้นเมืองได้อีกหลายชนิด ที่คงคุณค่าทางโภชนาการ และกลิ่นรส ของเนื้อโคได้

ซูวีด (sous-vide) มาจากภาษาฝรั่งเศส แปลว่า under vacuum เป็นกระบวนการประกอบอาหารภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และเวลา ภายใต้บรรจุภัณฑ์สุญญากาศ และหลังจากการให้ความร้อนแก่ตัวอาหารแล้วจะนำไปลดอุณหภูมิลงที่ 0 - 3 องศาเซลเซียส (Jose et al., 2012) เมื่อผ่านกระบวนการนี้แล้วจะทำให้อาหารสามารถเก็บได้นาน 3 - 5 สัปดาห์สำหรับรอการนำไปให้ความร้อนอีกครั้งและบริโภค (Vaudagna et al., 2002) การทำซูวีดเป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับ โดยปัจจุบันเชฟและร้านอาหารชั้นนำได้เทคนิคนี้มาใช้เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถจัดการกับอาหารพร้อมปรุง (Roca and Brugués., 2003) โดยอาหารหลายประเภทที่มีกรรมวิธีซับซ้อน ต้องใช้ระยะเวลาและทักษะทางด้านแรงงานในกระบวนการ การเตรียมอาหารด้วยการซูวีดนอกจากช่วยลดกระบวนการที่ยุ่งยากซับซ้อนดังกล่าวแล้ว ยังช่วยปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารประเภทดังกล่าวที่ดีขึ้น (Jang et al.,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2006) มีนักวิจัยที่ศึกษาสภาวะต่างๆ โดยใช้กระบวนการซูวีดกับวัตถุดิบอาหารในกลุ่มโปรตีน ได้แก่ เนื้อ ไก่ หมู เป็นต้น (Jea et al., 2006; Juneja, 2006; Cheok et al., 2010; Jose et al., 2012) จึงเห็นว่ากระบวนการซูวีดนั้นเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะความเหนียวของเนื้อโคพื้นเมือง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเนื้อโคพื้นเมืองของไทยให้เป็นที่นิยมในการจัดและบริการอาหาร

งานวิจัยนี้จึงศึกษาสภาวะที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองด้วยกระบวนการซูวีด และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคพื้นเมืองที่ผ่านกระบวนการซูวีด โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ได้แก่ การแปรรูปเป็นสเต็กเนื้อพร้อมบริโภค โดยใช้เนื้อส่วนสันนอกที่เป็นที่นิยมในการนำไปแปรรูปสเต็ก และการแปรรูปมัสมั่นเนื้อเนื่องจากต้องการลดระยะเวลาในการแปรรูปมัสมั่นเนื้อดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด

1.2.2 ศึกษาวิธีการผลิตมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด เนื้อที่ใช้เป็นเนื้อโคพื้นเมือง ส่วนเนื้อพื้นท้อง การดำเนินการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเตรียมเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด การนำเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีดไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สเต็ก และการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

1.3.2 การศึกษาวิธีการผลิตมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด เนื้อที่ใช้เป็นเนื้อโคพื้นเมือง ส่วนน่อง การดำเนินการประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเตรียมเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด การนำเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีดไปแปรรูปเป็นมัสมั่นเนื้อ และการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบผลของอุณหภูมิและเวลาในการซูวีดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อพื้นท้องและเนื้อน่องของเนื้อโคพื้นเมืองไทย

1.4.2 สามารถนำเสนอสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเนื้อพื้นท้องสำหรับการแปรรูปเนื้อสเต็ก

1.4.3 สามารถนำเสนอสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเนื้อน่องสำหรับการแปรรูปมัสมั่นเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการซูวีด

2.1.1 ความหมายของกระบวนการซูวีด

กระบวนการซูวีด เป็นวิธีการประกอบอาหารที่ใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์กับวัตถุดิบสดและกึ่งสุกกึ่งดิบ เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ ผัก ผลไม้ หรืออาหารหวาน โดยบรรจุลงถุงทนความร้อนในสภาพสุญญากาศก่อนนำไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน อุณหภูมิจะถ่ายโอนความร้อนจากน้ำเข้าสู่อาหารภายใน ทำให้อาหารสุกทั่วถึงและสม่ำเสมอ ส่งผลต่อความนุ่ม เพิ่มกลิ่นรส การคงคุณภาพของสี และลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบไม่มีการสัมผัสกับน้ำโดยตรง อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีดแล้วสามารถนำมาปรุงเพิ่มเติมหรือจัดเสิร์ฟได้ทันที หรือเก็บรักษาแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-3 องศาเซลเซียส โดยต้องผ่านการให้ความร้อนอีกครั้ง ก่อนการบริโภค ซึ่งในการเก็บรักษาแช่เย็นอาจจะต้องคำนึงถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคในกลุ่มที่ไม่ต้องการอากาศ เช่น *Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Listeria monocytogenes* เป็นต้น ดังนั้นเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตและสร้างสารพิษจึงต้องมีการควบคุมความปลอดภัยหรือชะลอการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว เช่น การใช้สารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ การควบคุมระยะเวลาและอุณหภูมิในการทำให้เย็นทันที การควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา

2.1.2 กระบวนการซูวีดในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.1.2.1 การซูวีดโดยใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์

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

1) การใช้อุณหภูมิต่ำ - เวลานาน (LTLT : Low Temperature - Long Time) เป็นการใช้ความร้อนต่ำ โดยจากผลงานวิจัยของ Vaudagna et al. (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 et al. (2005) ได้ทำการซูวีดเนื้อปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา Massimiliano et al. (2004) ได้ทำการซูวีดเนื้อวัวส่วนสะโพก พบว่าการซูวีดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เนื้อวัวมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะวิตามินบี 12 สูง และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น เนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูงทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการรวมกลุ่มเป็นก้อนโปรตีนที่แข็งขึ้นและเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

70 องศาเซลเซียส ระหว่างสายเปปไทด์ของแอกโตไมโอซินจะเกิดพันธะไดซัลไฟด์ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (Cross et al., 1986)

2.1.2.2 การซูวีดโดยใช้ความดันสูง

การใช้ความดันสูงในการแปรรูปอาหารเป็นกระบวนการแปรรูปที่ไม่ใช้ความร้อน (non thermal processing) หรืออาจทำให้เกิดความร้อนขึ้นน้อยมาก เกิดจากการกดอัดในระหว่างการให้ความดัน (pressurization) หรือที่เรียกว่า adiabatic heat อยู่ในช่วงตั้งแต่ 100-1000 เมกกะปาสคาล (Megapascal, MPa) ซึ่งอาหารที่ผ่านการแปรรูปภายใต้ความดันสูงนี้ คุณค่าอาหารจะถูกทำลายน้อย สามารถรักษาสีและลักษณะปรากฏได้ดี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารยังคงรักษาความสดและรสชาติได้ใกล้เคียงกับธรรมชาติเมื่อเทียบกับกระบวนการแปรรูปอาหารที่ใช้ความร้อน (เบญจวรรณ, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับ Sikes et al. (2013) ใช้ความดันสูง (200 MPa 76 องศาเซลเซียส 20 นาที)ในการแปรรูปเนื้อสเต็ก ทำให้เนื้อวัวมีความนุ่มและมีความชื้นสูง การสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับการให้ความร้อนอื่นที่สูญเสียน้ำหนักมากกว่าร้อยละ 30

การซูวีดภายใต้ความดันสูงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะใช้ความดันอยู่ในช่วง 260 ถึง 600 MPa โดยวัตถุดิบจะถูกบรรจุในถุงพลาสติกแล้วปิดผนึกแบบสุญญากาศ จากนั้นนำมาให้ความดันในหม้อหรือถัง (vessel) ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความดัน และเวลาให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ Picouet et al. (2011) ใช้เทคนิคซูวีดในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อปลาแซลมอนโดยใช้ความดันที่ 310 MPa พบว่าเนื้อปลามีค่าความแน่นลดลงเมื่อเพิ่มความดันสูงขึ้นและสามารถช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้นาน 6 วัน

2.2 โคพันธุ์พื้นเมืองไทย

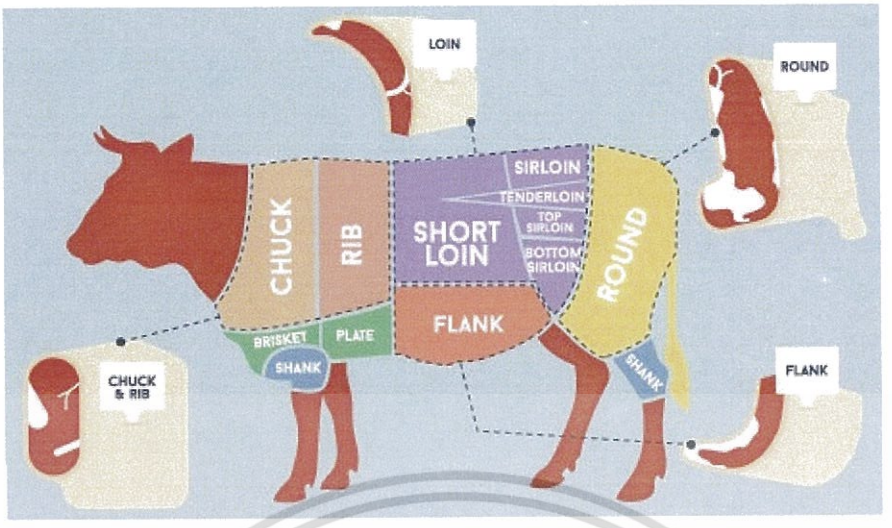
2.2.1 ความหมายของโคพันธุ์พื้นเมืองไทย

โคพันธุ์พื้นเมืองไทย เป็นโคที่มีขนาดเล็ก จัดอยู่ในเผ่าโค *Bos indicus* เป็นเผ่าเดียวกับโคอินเดีย ส่วนใหญ่มักถูกเลี้ยงแบบปล่อยให้หาหญ้ากินเองตามธรรมชาติ ทำให้คุณภาพเนื้อโคไม่คงที่ เนื้อโคที่ได้จะค่อนข้างเหนียวและมีความหยาบ นอกจากนี้โคพันธุ์พื้นเมืองไทยเหมาะที่จะใช้เป็นพันธุ์พื้นฐานผสมกับโคพันธุ์ต่างประเทศเพื่อปรับปรุงพันธุ์โคพื้นเมืองให้มีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากโคพื้นเมืองมีลักษณะทนต่ออากาศร้อนซึ่งเป็นสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย อีกทั้งยังมีความต้านทานโรค ซึ่งโคพันธุ์พื้นเมืองไทยสามารถพบได้ตามภูมิภาคต่างๆ และมีชื่อเรียกต่างๆกันไปได้แก่ โคพื้นเมืองสายภาคเหนือ (โคขาวลำพูน) โคพื้นเมืองสายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (โคอีสาน)โคพื้นเมืองสายภาคใต้ (โคชน) โคพื้นเมืองสายภาคกลาง (โคลาน) เป็นต้น (ศรเทพ, 2539)

2.2.2 ชิ้นส่วนเนื้อโคที่ใช้ในการแปรรูปสเต็ก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนของเนื้อวัวที่นำไปทำสเต็ก
ที่มา : https://www.wongnai.com/food-tips/how-to-order-steak

2.2.1.1 เนื้อส่วนสัน (Loin)

National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายชิ้นส่วนของเนื้อสัน รายละเอียดดังนี้

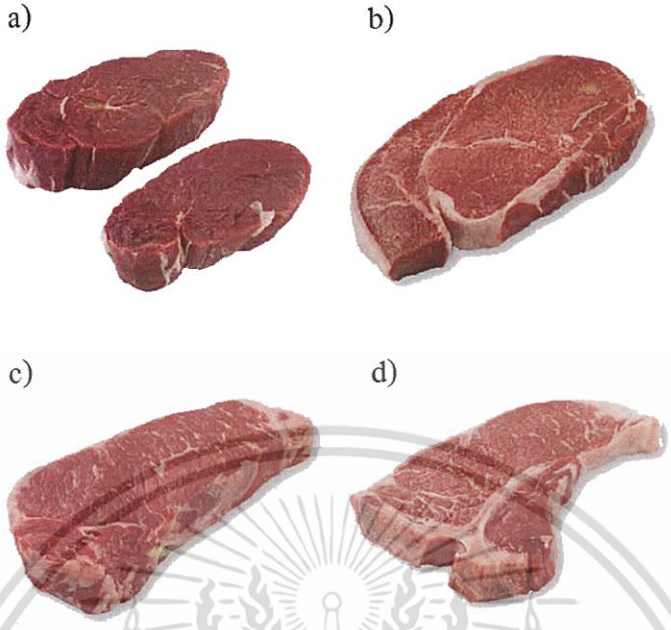
1) ฟิเลต์มิยอง (Filet mignon) หรือ เทนเดอร์ลอยน์ (Tenderloin Steak) (ภาพที่ 2.2 a) เป็นเนื้อส่วนในที่ตัดจากกลางตัวอยู่สองข้างของแนวกระดูกสันหลัง มีความอ่อนนุ่มมากที่สุดเพราะเป็นส่วนกล้ามเนื้อของวัวที่ไม่ได้เคลื่อนไหว เส้นใยจึงไม่แข็งแรง ทำให้มีความนุ่ม มีไขมันแทรกน้อย เนื้อจึงมีรสชาติจืด ส่วนมากถ้านำมาใช้ทำสเต็กจะรับประทานคู่กับซอสเพื่อเพิ่มรสชาติ

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนสัน (Loin)
ประกอบด้วย a) ฟิเลต์มิยอง b) เซอร์ลอยน์ c) สตริปลอยน์ d) ที-โบน ตามลำดับ
ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.2 เนื้อส่วนหัวไหล่ (Chuck)

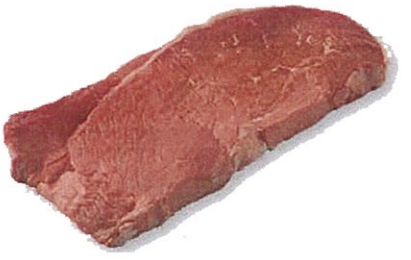
National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายส่วนเนื้อหัวไหล่ ท๊อป เบลด (Top Blade Steak) หรือ แฟลท ไอรอน (Flat Iron Steak) (ภาพที่ 2.3) เป็นเนื้อส่วนหัวไหล่ที่มีไขมันแทรกและมีเอ็นแก้วตรงกลางชิ้นเนื้อ

ภาพที่ 2.3 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนหัวไหล่ (Chuck)
ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.3 เนื้อส่วนโคนขาและสะโพก (Round)

National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายเนื้อส่วน ท๊อป ราวน์ (Top Round Steak) (ภาพที่ 2.4) เป็นเนื้อวัวส่วนสะโพกบน (Top round) ตัดจากส่วนหลังของขา เนื้อส่วนสะโพกเป็นเนื้อส่วนที่ทำงานหนักเหมือนบริเวณเนื้อส่วนหัวไหล่ แต่เนื้อจาก ส่วนสะโพกจะมีความนุ่มมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนโคนขาและสะโพก (Round)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.4 เนื้อส่วนซี่โครง (Rib)

National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายเนื้อส่วน ริบอาย (Rib eye Steak) (ภาพที่ 2.5) เป็นเนื้อวัวส่วนสันแหลมที่ติดอยู่กับซี่โครงชิ้นที่ 6-12 แปลว่า ตาของซี่โครง ตัดมาจากส่วนต้นของซี่โครง มีลักษณะกลม แบน แต่เสิร์ฟโดยการตัดเอามาเฉพาะเนื้อ และเอาซี่โครงไปย่างเป็น Rib Steak ต่อ

ภาพที่ 2.5 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนซี่โครง (Rib eye)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.5 เนื้อส่วนพื้นท้อง (Flank)

National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายเนื้อส่วนพื้นท้อง หรือ แฟลงค์ (Flank Steak) (ภาพที่ 2.6) เป็นเนื้อวัวส่วนพื้นท้องหรือเนื้อใบบัว มีขนาดหนาไม่เกิน 1 นิ้ว ไม่มีกระดูก คนไทยนิยมนำมาต้มหรือตุ๋น แต่ถ้านำมาย่างจะต้องสไลด์เนื้อบางๆแล้วนำไปหมักเพื่อช่วยทำให้เนื้อเคี้ยวง่ายและนุ่มมากขึ้น ก่อนนำไปย่าง จะได้เนื้อที่มีรสชาติดี

ภาพที่ 2.6 แสดงเนื้อสเต็กส่วนพื้นท้อง (Flank)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การแปรรูปสเต็ก

2.3.1 การหมักสเต็ก

เครื่องหมัก คือ เครื่องปรุง หรือ ส่วนผสมชนิดต่างๆ ที่มีรสชาติและกลิ่นหอมเครื่องเทศ นำมาคลุกเคล้ากับเนื้อสัตว์จนเข้ากันดีแล้วพักไว้ เพื่อให้เครื่องหมักซึมเข้าเนื้อ มีผลทำให้เส้นใยของเนื้อสัตว์อ่อนตัวลง ช่วยให้เนื้อสัตว์ไม่แห้งและยังคงความชุ่มน้ำมากขึ้น เพราะเมื่อนำไปย่างน้ำเนื้อหรือน้ำเลือดจะไหลออกจนหมด ทำให้เนื้อแห้งและแข็งมากขึ้น การหมักจึงเป็นการเพิ่มน้ำที่มีรสชาติเข้าไปในเนื้อสัตว์ทดแทนน้ำที่ไหลออกไป

2.3.1.1 ส่วนผสมในการหมักสเต็ก

1) เกลือป่น เป็นตัวช่วยให้เนื้อสัตว์อุ้มน้ำ สามารถนำมาผสมกับซอส เพื่อช่วยให้การดูดซับซอสซึมเข้าเนื้อสัตว์ได้ดีมากขึ้น

2) เครื่องปรุงรสเปรี้ยว น้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำส้มสายชู ไวน์ขาว ไวน์แดง และขิงอ่อน เป็นต้น นำมาใช้หมักเนื้อสัตว์ที่มีความเหนียว สามารถช่วยให้เส้นใยของเนื้อสัตว์อ่อนตัวลงและนุ่มมากขึ้น

3) เครื่องปรุงที่ให้ความชุ่มชื้น น้ำมันมะกอก น้ำมันพืช น้ำมันงา นม โยเกิร์ต และเบียร์ เป็นต้น การหมักด้วยเครื่องปรุงที่มีความมันจะทำให้เนื้อสัตว์มีความชุ่มชื้น ป้องกันไม่ให้น้ำและรสชาติที่อยู่ด้านในเนื้อสัตว์ไหลออกมา ทำให้เนื้อสัตว์ยังคงรสชาติไว้ได้มาก มีผลทำให้เนื้อนุ่ม

4) เครื่องปรุงที่ให้กลิ่นหอม การนำเอาสมุนไพรของฝรั่งหรือจากทวีปเอเชียที่มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว เช่น ออริกาโน่ ไธม์ กระเทียม โรสแมรี่ เป็นต้น นำมาผสมกันแล้วนำไปพอกเนื้อสัตว์ให้ทั่วทั้งสองด้าน และเพื่อช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์

2.3.1.2 วิธีการหมักสเต็ก

วิธีการหมักสเต็ก แบ่งออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

1) การหมักด้วยของเหลว

เป็นเครื่องปรุงที่มีลักษณะเป็นของเหลว การหมักชนิดนี้ช่วยให้เครื่องหมักซึมเข้าเนื้อได้มาก สามารถพักไว้ในตู้เย็นหรือที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้น้ำซอสและส่วนผสมต่างๆซึมเข้าเนื้อสัตว์ได้มากขึ้น

2) การทาน้ำหมักหรือน้ำซอสลงบนเนื้อสัตว์ในขณะย่าง

เป็นการทาผิวด้านนอกด้วยน้ำที่หมักหรือน้ำซอสในขณะย่าง ทำให้รสชาติของซอสซึมเข้าเนื้อโดยอาศัยความร้อนจากการย่าง รสชาติอาจซึมเข้าเนื้อสัตว์ได้เพียงผิวด้านนอกเท่านั้น รสชาติของน้ำหมักหรือซอสที่ทาจึงเข้าไปถึงด้านในของชิ้นเนื้อไม่ได้

3) การพอกด้วยเครื่องเทศและสมุนไพรสด-แห้ง

เป็นการนำเครื่องเทศและสมุนไพรที่มีลักษณะเป็นผงแห้งหรือสด (ทำด้วยน้ำสมุนไพรสดชนิดต่างๆเช่น พริกสด ตะไคร้ ขิง เป็นต้น นำมาโขลกเข้าด้วยกันจนละเอียด) หมักโดยการพอกไว้บนชิ้นของเนื้อสัตว์ก่อนนำไปย่าง รสชาติจากสมุนไพรสดจะซึมเข้าเนื้อได้มากกว่าการหมักด้วยเครื่องเทศแห้งเพราะเครื่องหมักสดที่โขลกละเอียดจะมีน้ำมันหอมระเหยและน้ำจากสมุนไพรออกมา ซึ่งน้ำสมุนไพรบางชนิดยังมีผลทำให้เนื้อสัตว์นุ่มมากขึ้นและสามารถช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ได้

2.3.2 วิธีการแปรรูปสเต็ก

2.3.2.1 เทคนิคการแปรรูปสเต็ก

เทคนิคการแปรรูปด้วยความร้อนมีหลายวิธี เช่น การใช้ความร้อนแห้ง (Dry-heat methods), การใช้ความร้อนชื้น (Moist-heat methods) และการใช้ความร้อนแบบผสมผสาน (Combination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cooking methods) ซึ่งการทำสเต็กใช้วิธีการประกอบอาหารแบบความร้อนแห้ง โดยไม่ใช่น้ำหรือความชื้นใดเป็นตัวนำความร้อนโดย ชัชชญา (2552) อธิบายวิธีการให้ความร้อนเนื้อสเต็ก ตามวิธีต่อไปนี้

1) การย่าง คือการประกอบอาหารด้วยการใช้ความร้อนโดยตรงส่งผ่านมายังชิ้นเนื้อ วางไว้บนตะแกรง ซึ่งอาจเป็นเตาถ่าน, เตาไฟฟ้า บางครั้งอาจตั้งกระทะไว้บนไฟ ปรับอุณหภูมิโดยการกลับด้านของอาหารหรือย่างบนเตาพื้นแข็งผิวเรียบซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิได้

2) การอบ คือการประกอบอาหารด้วยลมร้อนในเตาอบ มักใช้กับเนื้อสัตว์ การอบอาจวางบนตะแกรงและไม่ปิดหน้าอาหารเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารสุกด้วยความชื้น การอบใน Conventional Oven อุณหภูมิจะไม่สม่ำเสมอควรกลับถาดหรืออาหารเป็นครั้งคราว

3) การเซียร์ คือการทอดเนื้อสัตว์แบบ Pan-fry แต่ใช้ไฟแรงจัด ใส่เนื้อสัตว์ลงไปทอดเพียงเพื่อให้เกิดสที่ผิวแต่เนื้อสัตว์ด้านในยังดิบแล้วจึงนำไปประกอบอาหารด้วยวิธีอื่น การเซียร์ยังใช้กับเนื้อสัตว์บางประเภทที่รับประทานกึ่งสุกกึ่งดิบได้เลย

2.3.2.2 ระดับความสุกของเนื้อสเต็ก

ความสุก คือปริมาณช่วงเวลาในการเตรียมสเต็ก เวลาที่ใช้ในการทำสเต็กขึ้นอยู่กับความชอบของแต่ละบุคคล สเต็กควรใช้เวลาสั้น หากปรุงนาน น้ำเนื้อและรสชาติจะน้อยลงเรื่อยๆ เนื้อจะเหนียว ระดับความสุกจะใช้กับสเต็กเนื้อวัวเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเนื้อชนิดอื่นเช่นเนื้อหมู เนื้อปลา หรือเนื้อไก่จำเป็นต้องทำให้สุกเพื่อฆ่าเชื้อที่ทำอันตรายต่อมนุษย์ได้ ระดับความสุกของสเต็กเนื้อโดยทั่วไปมี 5 ระดับ (สหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน, 2536) แสดงดังรูปที่ 2.7 โดยข้อมูลจาก สหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน (2536) กล่าวถึงระดับการสุก อุณหภูมิที่ใช้ และผลต่อผลิตภัณฑ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) สุกน้อย (Rare) คือ การทำให้เนื้อสุกน้อยมากค่อนไปทางดิบอุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 49 องศาเซลเซียส เป็นการปรุงอย่างรวดเร็วมาก เนื้อด้านนอกเกรียม เนื้อด้านในสุกเล็กน้อย คงเป็นสีแดงของเนื้ออยู่

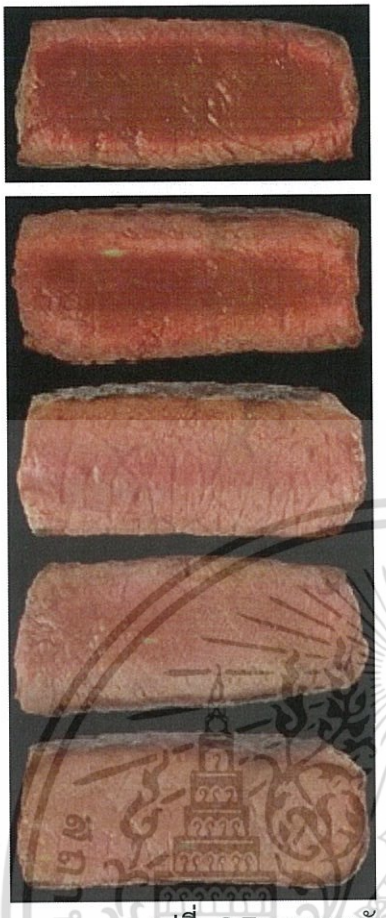
2) สุกน้อยถึงสุกปานกลาง (Medium rare) คือ การทำให้สุกแบบกึ่งสุกกึ่งดิบปานกลาง เนื้อด้านนอกยังคงเป็นสีน้ำตาล ตรงกลางด้านในเป็นสีชมพู อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 52 องศาเซลเซียส เมื่อใช้มีดหั่นจะมีน้ำเลือดและน้ำเนื้อไหลออกมา เป็นระดับที่นิยมที่สุด

3) สุกปานกลาง (Medium) คือ การทำให้สุกแบบปานกลางมีน้ำเนื้อ เนื้อตรงกลางด้านในสุดเป็นสีชมพู เนื้อรอบๆ ค่อยๆ เป็นสีน้ำตาลจนหมดทั้งชิ้น เนื้อด้านนอกเป็นสีน้ำตาลอมเทา น้ำเลือดหรือน้ำเนื้อมีสีชมพูอ่อน อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 57 องศาเซลเซียส

4) สุกปานกลางถึงสุกมาก (Medium well) เนื้อด้านนอกจะเป็นสีน้ำตาลอมเทา แต่เนื้อด้านในจะสุกเกือบทั้งหมด แต่มีสีชมพูอยู่บ้าง ความชุ่มฉ่ำของเนื้อหายไปมาก อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 66 องศาเซลเซียส

5) สุกมาก (Well done) คือ การทำให้เนื้อสุกมาก โดยไม่มีน้ำเนื้อเหลืออยู่ เนื้อทั้งชิ้นเป็นสีน้ำตาลอมเทา เนื้อจะแห้งและค่อนข้างเหนียว อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 71 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สุกน้อย (Rare)
อุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส

สุกน้อยถึงสุกปานกลาง (Medium rare)
อุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส

สุกปานกลาง (Medium)
อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส

สุกปานกลางถึงสุกมาก (Medium well)
อุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส

สุกมาก (Well done)
อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.7 แสดงระดับความสุกของเนื้อสเต็ก
ที่มา: http://th.openrice.com/th/bangkok

2.4 การแปรรูปมัสมั่น

ข้อมูลจากเวปไซต์ Thai Food to The World (2016) ได้แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับมัสมั่นเนื้อ โดยวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อวัว น้ำพริกแกงมัสมั่น กะทิ และเครื่องเทศ ได้แก่ ลูกกระวาน ใบกระวาน อบเชย เป็นต้น ส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ มันฝรั่ง ถั่วลิสง หอม น้ำตาล น้ำปลา น้ำมะขาม โดยขั้นตอนการทำ เริ่มจากคั่วส่วนผสมน้ำพริกแกงให้หอม จากนั้นโขลกส่วนผสมพริกแกงให้ละเอียดก่อนนำมาผัดกับน้ำมัน ในส่วนของเนื้อวัวนั้น หั่นชิ้นเนื้อวัวตามต้องการก่อนการนำไปเคี่ยวกับกะทิส่วนหาง ใช้ไฟอ่อน จนเนื้อเริ่มเปื่อย แล้วจึงใส่น้ำพริกแกงมัสมั่น มันฝรั่ง หอม อบเชย ถั่วลิสง ใบกระวาน และลูกกระวาน เมื่อส่วนผสมมีกลิ่นหอม และสุก จึงปรุงรสด้วยน้ำตาลปี๊บ น้ำปลา และน้ำมะขามเปียก ก่อนการเติมหัวกะทิ ต้มให้เดือดอีกครั้ง ปิดไฟ มัสมั่นเนื้อ มีคุณค่าทางโภชนาการ คือให้พลังงาน 187.33 แคลอรี มีโปรตีน 6.7 กรัม ไขมัน 12.09 กรัม คาร์โบไฮเดรต 12.93 กรัม ใยอาหาร 1.6 กรัม แคลเซียม 22.46 มิลลิกรัม และเหล็ก 1.06 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 100 กรัม

2.5 การเก็บรักษาเนื้อสัตว์ในสภาพสุญญากาศ

การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศโดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป (semi-right form) โดยวัตถุประสงค์ของการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศมีเป้าหมายหลักคือชะลอหรือป้องกันการเสื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร เราสามารถจำแนกวัตถุประสงค์นี้ออกได้เป็น 6 ประการสำคัญ คือ ชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพอาหาร ชะลออัตราการหายใจของพืช ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอน แมลง ที่อาจติดอยู่ในอาหาร การรักษาสีแดงของเนื้อสัตว์ และการป้องกันการเสียรูปทรงของผลิตภัณฑ์

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในสภาวะสุญญากาศเป็นการนำเนื้อสัตว์สดหรือเนื้อสัตว์ที่ผ่านการแปรรูปโดยการนำมาบรรจุในรูปแบบสุญญากาศอาศัยกลไกการกำจัดออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ที่มีการดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดทำให้พลาสติกหรือฟิล์มที่ใช้สำหรับบรรจุจะหดตัวรัดแน่นอยู่กับผิวหน้าของชิ้นผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามปริมาณของออกซิเจนที่หลงเหลืออยู่ในบรรจุภัณฑ์เมื่อปิดผนึกจะมีน้อยกว่าร้อยละ1 ถ้ามีการทำสุญญากาศที่ดีและพลาสติกหรือบรรจุภัณฑ์ (food grade) สามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศส่งผลให้ออกซิเจนจากภายนอกไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ได้ ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามเนื้อสัตว์ที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจก่อให้เกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic pathogen) หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำ และหากเก็บเป็นระยะเวลานานอาจมีการสะสมของน้ำที่ไหลเยิ้มออกมาจากชิ้นเนื้อได้ (มนัส, 2554)

2.6 การใช้สารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.6.1 สารโซเดียมแลคเตท (Sodium lactate)

เป็นเกลือโซเดียมของกรดแลคติกที่ได้จากธรรมชาติ เกิดจากการหมักน้ำตาลจากหัวบีทและข้าวโพด มีลักษณะเป็นของเหลวค่อนข้างหนืด คล้ายน้ำเชื่อม ใสไม่มีสี มีกลิ่นอ่อนๆ ละลายได้ในเอทานอลและน้ำ โซเดียมแลคเตสมักนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ซึ่งUSDA-Food Safety and Inspection Service (USDA-FSIS) มีข้อกำหนดให้ใช้ในระดับ 1.5-3.0 กรัม ต่อ น้ำหนักเนื้อสัตว์ 100 กรัม หรือไม่เกิน 4.8 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักเนื้อสัตว์ มีคุณสมบัติช่วยในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งมีงานวิจัยรายงานของ Meng and Genigeorgis (1994) ที่ใช้สารโซเดียมแลคเตสเติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากกระบวนการซูวีดพบว่า สามารถช่วยชะลอและยับยั้งการเกิดเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.2 สารไนซิน (nisin)

สารนิซินเป็นแบคทีริโอซิน (bacteriocin) ที่ผลิตจากแบคทีเรียกรดแล็กทิก (lactic acid bacteria) ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร ประเภท สารกันเสีย (preservative) ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเน่าเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) มีความคงตัวที่ค่า pH เป็นกรด ทนต่อความร้อนได้สูง และถูกย่อยได้โดยเอนไซม์ย่อยโปรตีนในทางเดินอาหารของมนุษย์ สารไนซินสามารถให้ผลยับยั้งในอาหารได้หลายประเภท เช่น ในผลิตภัณฑ์นม (dairy product) โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์นมหมัก (fermented milk) อาหารปรับกรด (acidified food) เนยแข็ง และอาหารกระป๋อง ซึ่ง Paik et al. (2006) ได้ใช้สารไนซินในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการซูวีด พบว่า ช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้นานถึง 60 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิการเก็บ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

การประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ เป็นวิธีการที่อาศัยผู้บริโภคหรือผู้ทดสอบชิมในการประเมิน ไม่สามารถตรวจวัดโดยวิธีอื่นทางวิทยาศาสตร์เพราะถือว่าข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์มาจากขั้นตอนการตอบสนองของมนุษย์โดยตรงเพื่อนำมาสู่การวิเคราะห์ผู้บริโภคและสามารถนำไปประยุกต์เพื่อหาข้อมูลสำหรับใช้ในกิจกรรมต่างๆได้เช่น การรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การประเมินศักยภาพของการตลาด เป็นต้น

2.7.1 วิธีการทดสอบการยอมรับหรือการทดสอบผู้บริโภค

2.7.1.1 การทดสอบความชอบ (Preference tests)

เป็นการเลือกตัวอย่างที่ชอบกว่าหรือตัวอย่างที่ยอมรับกว่า เป็นรูปแบบของการทดสอบและการตอบสนองของผู้บริโภค (consumer response) เมื่อต้องการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไป และลักษณะการใช้งานมักจะใช้กับงานการควบคุมคุณภาพหรือการปรับปรุงคุณภาพมากกว่าการทำผลิตภัณฑ์ใหม่

2.7.1.2 การทดสอบการยอมรับ (อย่างไร/แค่ไหน) (Acceptance tests)

เป็นการทดสอบการยอมรับ หรือการทดสอบระดับความพอใจของผู้บริโภค สามารถทำได้หลายๆ รูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะผู้บริโภค แต่โดยส่วนใหญ่แล้วมักจัดรูปแบบทดสอบพร้อมกับสเกลกำหนดระดับความชอบ เช่น สเกลความพอใจ (hedonic scale) สเกลรอยยิ้ม (smiley scale) สเกลพอดี (just-about-right scale) เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยของ Jang and Lee (2003) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการซูวีด โดยศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้สเกลวัดระดับ nine-point hedonic scale ในการประเมินด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรสและเนื้อสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการซูวีดมากกว่า เพราะ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่ดีและเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และ Fandos et al. (2005) ได้ศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาแซลมอนสไลด์ด้วยกระบวนการซูวีด ที่อายุการเก็บ 0 วันโดย ใช้สเกลวัดระดับ seven-point hedonic scale โดยประเมินด้านลักษณะที่ปรากฏ กลิ่นหืน รสชาติและเนื้อสัมผัส โดยกำหนดให้คะแนนต่ำกว่า 4 แสดงถึงผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ พบว่าเนื้อปลาซูวีดที่ใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากระดับคะแนนความชอบต่ำกว่า อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (ปราณี, 2557)

2.7.2 สถานที่ในการประเมิน

เพ็ญขวัญ (2550) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ในการประเมิน รายละเอียดดังนี้

2.7.2.1 การประเมินในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ใช้อาจตั้งอยู่ในบริษัทผลิตอาหารหรือบริษัทเอกชนที่ให้บริการการประเมินทางประสาทสัมผัส สถาบันการศึกษาหรือสถาบันวิจัยต่างๆ ซึ่งการประเมินในห้องปฏิบัติการนั้นสามารถควบคุมการเตรียมตัวอย่าง ปริมาณตัวอย่าง เวลาในการประเมินได้ดีกว่า แต่มีข้อจำกัดในเรื่องผู้ประเมินที่คัดเลือกจากผู้บริโภคเป้าหมาย เพราะส่วนใหญ่ผู้ประเมินจะเป็นกลุ่มนักวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือพนักงานภายในบริษัท โรงงาน สถาบันการศึกษา ของสถานที่นั้น จึงไม่สะดวกสำหรับผู้บริโภคทั่วไปหรือกลุ่มเป้าหมายในการเดินทาง

2.7.2.2 การประเมินในศูนย์ประเมินกลางชุมชน

ศูนย์ประเมินกลางชุมชนเป็นสถานที่ที่นิยมมากที่สุดในการประเมินการยอมรับ เป็นวิธีการที่ปรับมาจากการวิจัยตลาด การประเมินการยอมรับในศูนย์ประเมินกลางชุมชนมีเทคนิควิธีการหลากหลายและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแหล่งรวมของผู้บริโภคเป้าหมายซึ่งได้แก่ ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน วัด โบสถ์ โรงแรม สโมสร ศูนย์อาหารหรือสถาบันที่อื่นๆที่มีผู้บริโภคเป้าหมายรวมอยู่เป็นจำนวนมาก

2.7.2.3 การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้าน

การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้าน หรือสำนักงานเป็นวิธีที่ไม่สามารถควบคุมสภาวะใด ๆในการประเมินได้ ยกเว้นตัวอย่างและแบบสอบถามที่ส่งไปให้ผู้ประเมิน การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้านมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทั้งโดยรวมและลักษณะเฉพาะ นอกจากนั้นยังสามารถประเมินประสิทธิภาพในการทำงานภายใต้สภาพการใช้จริง ๆ ผลการประเมินจะบอกปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อไม่มีการควบคุมการปรุง การเสิร์ฟ และวิธีการประเมินผลิตภัณฑ์ของผู้ประเมิน นอกจากนั้นผู้ประเมินยังสามารถให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย ดังนั้นการประเมินผู้บริโภคที่บ้านจึงเหมาะกับการประเมินผลิตภัณฑ์ในช่วงสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือผลิตภัณฑ์จากการผลิตระดับนำร่องมากกว่าผลิตภัณฑ์จากการพัฒนาสูตรหรือการพัฒนากรรมวิธีการผลิต เนื่องจากต้องใช้ผลิตภัณฑ์เป็นปริมาณมากกว่าประเมินในห้องปฏิบัติการหรือในศูนย์ประเมินกลางชุมชน (เพ็ญขวัญ, 2550)

2.8 วิธีการพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM)

วิธีการพื้นผิวตอบสนองเป็นการแสดงหรือตัวแทนทางเรขาคณิตที่ได้รับเมื่อผลตอบสนองของตัวแปร (Response) ถูกสร้างเป็นฟังก์ชั่นของตัวแปรเหล่านั้น เทคนิคทางสถิตินี้ใช้แผนภาพคอนทัวร์ (Contour Plot) ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่สนใจ ผลที่ได้คือสามารถที่จะหาสูตร หรือสภาวะที่เหมาะสม (Optimization) จากความสัมพันธ์เหล่านั้นได้เมื่อพิจารณาปัจจัยที่สนใจเหล่านั้นพร้อม ๆ กัน โดยจะต้องมีเลือกการวางแผนและออกแบบการทดลองที่เหมาะสม การวิเคราะห์สมการถดถอย และสร้างแผนภาพคอนทัวร์ โดยแผนภาพคอนทัวร์ เป็นอนุกรม (Series) ของเส้นหรือกราฟซึ่งมีค่าที่แน่นอนและคงที่สอดคล้องกับระดับของปัจจัยที่เปลี่ยนไป แผนภาพคอนทัวร์มีหลายแบบสอดคล้องกับสมการถดถอยที่ตรวจสอบได้ เช่น Mound-shaped, Stationary ridge, Rising ridge, Saddle โดยแผนภาพคอนทัวร์ที่สร้างเป็นแผนภาพ 3 มิติ เรียกว่า Surface Plot (อนุวัตร, 2552)

2.8.1 การวางแผนการทดลองสำหรับ RSM

การเลือกวางแผนการทดลองสำหรับ RSM ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดต่าง ๆ ชนิดของแบบจำลองที่จะเลือกใช้ และชนิดของตัวแปรต่าง ๆ ว่าเป็นตัวแปรในขั้นตอนของการพัฒนาสูตรหรือกรรมวิธี ตัวอย่างเช่น การวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) เป็นการทดลอง CCD ที่นิยมทำซ้ำที่ระดับกลางของปัจจัยเพื่อใช้ประมาณความคลาดเคลื่อนของการทดลองซึ่งการเพิ่มจำนวนซ้ำจะมีผลกระทบต่อค่า α ซึ่งอาจจะต้องเปลี่ยนไปตามจำนวนซ้ำเพื่อให้สิ่งทดลองเป็นอิสระต่อกัน (Orthogonal) อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติมักจะกำหนดค่า α ก่อนแล้วจึงทำการทดลองซ้ำที่จุดกลาง ในบางกรณีที่ $\alpha = 1$ ซึ่งแต่ละจุดของการทดลองที่เพิ่มขึ้นจะอยู่บนแต่ละด้านของลูกบาศก์ 2^3 แฟคทอเรียล, Design แบบนี้จะเรียกว่า Face-Centered Central Composite Design ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนระดับในแต่ละปัจจัยจะน้อยลงไป ซึ่งจะช่วยลดจำนวนตัวอย่างลงเป็นอย่างมากทำให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบ (อนุวัตร, 2549)

2.8.2 การหาค่าจุดหรือพื้นที่ที่หมาะสม (Optimization) โดยใช้ Desirability function

ค่า Desirability ซึ่งเป็นค่าความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ สามารถคำนวณแยกเป็นส่วน ๆ หรือทีละค่าตอบสนอง (Response) โดยค่า Desirability ของแต่ละค่าตอบสนองจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานของ Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานของค่า Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

Standard estimates	Desires	Quality of product
1.00	Excellent	The ultimate in satisfaction or quality and improvement beyond this point have no appreciable value
1.00-0.80	Very good	Acceptable and excellent. Represent unusual quality, or Performance, well beyond anything commercially available
0.80-0.63	Good	Acceptable and good, represent an improvement over the best commercially quality, the latter having the value of 0.63
0.63-0.37	Satisfactory	Acceptable but poor quality is acceptable to the specification limits, but improvement is desired
0.37-0.20	Bad	Unacceptable. Materials of this quality would lead of failure of the project.
0.20-0.00	Very bad	Completely unacceptable

ที่มา : Lazic (2004)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jose และ Antonio (2012) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการซูวีดเนื้อหมู โดยใช้แก้มหมูไปผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่แตกต่างกันที่ 5 และ 12 ชั่วโมง และการบรรจุที่แตกต่างกันระหว่างบรรจุสุญญากาศและไม่ใช้สุญญากาศ จากนั้นได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลง พบว่าเนื้อหมูที่ผ่านการซูวีดจะช่วยรักษาความชื้นและลดการสูญเสียน้ำหนักได้ในระยะเวลาสั้นกว่า ($P=0.054$) และอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ($P<0.001$) ตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แสดงค่าความสว่างและค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด

ทิพวรรณ (2551) ได้ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคเนื้อโคและผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคในเขตกรุงเทมหานคร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า มีผู้รับประทานเนื้อโคและผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคประมาณครึ่งหนึ่ง เขตพื้นที่ที่มีการรับประทานมากที่สุดได้แก่ เขตพื้นที่ตะวันออก โดยส่วนใหญ่รับประทานที่บ้านมื้อเย็น มีแนวโน้มการบริโภคในอนาคตเท่าเดิม เนื้อโคที่ยังไม่ได้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะได้รับความนิยมในการรับประทานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด โดยมักนำมาประกอบอาหารประเภทแกง รองลงมาคือ การนำมาประกอบอาหารประเภทย่าง ปัญหาที่พบคือ เนื้อโคมีความเหนียว มีพฤติกรรมการซื้อเนื้อโคโดยเฉลี่ย 1.4 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ หรือ ประมาณ 73 กิโลกรัมต่อปี มีความถี่ในการซื้ออยู่ที่ นานๆครั้ง ซื้อเพื่อบริโภคในครัวเรือน โดยตนเองเป็นผู้ที่มีอิทธิพลในการซื้อมากที่สุด สถานที่ซื้อประจำคือ ตลาดสด ลักษณะการซื้อเนื้อโคส่วนใหญ่เป็นการซื้อแบบตัดแบ่ง/ชั่งกิโลกรัม ส่วนการซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคแบบแบ่งขายในบรรจุภัณฑ์จะสะดวกมากกว่าขายตัดแบ่งชั่งกิโลกรัม

Paik et al. (2006) ได้ศึกษาผลของการใช้ไนซินในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการซูวีด โดยตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วยผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสที่ใส่สารละลายไนซิน 100 มิลลิกรัม และไม่ใส่สารไนซิน ซึ่งจะเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 60 วัน พบว่า ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ใส่สารไนซินและเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบการเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างเด่นชัด มีค่าสีความสว่างลดลง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารไนซินไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และค่าสีไม่เปลี่ยนแปลง

Juneja (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการชะลอการเจริญเติบโตของ *Clostridium perfingens* โดยใช้สารโซเดียมแลคเตท ในการซูวีดผลิตภัณฑ์อกไก่หมัก โดยการเติมอัตราส่วนโซเดียมแลคเตท ที่ระดับร้อยละ 0 1.5, 3 และ 4.8 ในผลิตภัณฑ์ไก่หมักและนำไปผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำมาเก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 4, 9 และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่า การเติมโซเดียมแลคเตทร้อยละ 1.5 และเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อได้ชะลอลดลงถึง 29 ชั่วโมง ส่วนการเติมโซเดียมแลคเตทร้อยละ 3.0 หรือ 4.8 เก็บที่อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อเกิดขึ้น

Fandos et al. (2005) ได้ศึกษาความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาแซลมอนที่ผ่านกระบวนการซูวีด ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างกันคือ 65 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วัน ผลการทดลองพบว่า ทุกชุดการทดลองไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens* และ *Listeria monocytogenes* และการซูวีดปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดและสามารถยืดอายุการเก็บได้มากกว่า 45 วัน อย่างไรก็ตามในสภาวะดังกล่าวการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะมีคะแนนการยอมรับน้อยกว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูงและระยะเวลานาน มีผลทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการตกตะกอนในระหว่างการให้ความร้อน เมื่อใช้ความร้อนสูงจะทำให้เนื้อสัมผัสแข็งและแห้ง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

Hilda (2002) ได้ศึกษาผลของการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆโดยใช้กระบวนการซูวีด ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 3 และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส จะพบการเจริญของจุลินทรีย์น้อยและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 4-5 สัปดาห์ ทำให้ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Meng และ Genigeorgis (1994) ได้ศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมแลคเตทและอุณหภูมิการเก็บในการยับยั้งเชื้อ *Clostridium botulinum* ที่สามารถเกิดขึ้นในสภาวะสุญญากาศระหว่างกระบวนการซูวีด โดยใช้สารโซเดียมแลคเตทที่ 3 ระดับคือ 0 เปอร์เซ็นต์ 2.4 เปอร์เซ็นต์ และ 4.8 เปอร์เซ็นต์ และเก็บที่อุณหภูมิ 4, 8, 12, และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด คือ เนื้อวัว อกไก่ และปลาแซลมอน พบว่า เนื้อวัวและเนื้อไก่ที่เติมโซเดียมแลคเตทปริมาณ 4.8 เปอร์เซ็นต์ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 หรือ 8 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บได้มากกว่า 90 วัน ที่จะสามารถเกิดสารพิษขึ้นได้ ส่วนปลาแซลมอนจะมีอายุการเก็บที่สั้นกว่า ดังนั้นการเติมโซเดียมแลคเตทในปริมาณที่มากกว่า 2.4 เปอร์เซ็นต์ และเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส ในแต่ละผลิตภัณฑ์ จะช่วยยับยั้งสารพิษได้ดีและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า

Mass et al. (1989) ได้ศึกษาผลของการใช้ระดับความเข้มข้นของสารโซเดียมแลคเตทในการเกิดสารพิษของเชื้อ *Clostridium botulinum* ในผลิตภัณฑ์ไก่งวงซูวีด โดยนำไก่งวงมาฉีดน้ำไบรน์ โดยใช้ระดับความเข้มข้นของสารโซเดียมแลคเตทที่ร้อยละ 2, 2.5, 3 และ 3.5 จากนั้นนำมาบรรจุลงถุงสุญญากาศ ใช้อุณหภูมิซูวีดที่ 71 องศาเซลเซียส และลดอุณหภูมิน้ำเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างมาเก็บที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าการใช้โซเดียมแลคเตทที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 2.5 สามารถเก็บได้ 4-5 วัน และที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3.0 และ 3.5 สามารถยับยั้งสารพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเก็บได้ประมาณ 7-8 วัน เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมสามารถเก็บได้เพียง 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

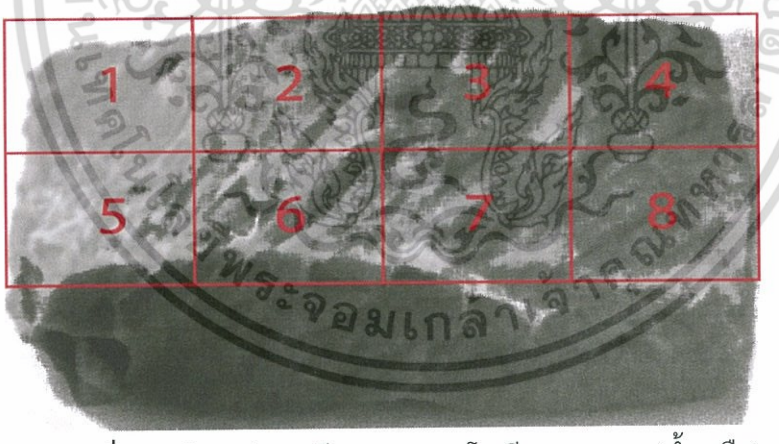
3.1 การศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด

3.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำเนื้อโคพื้นเมืองส่วนใบบัว (Flank) มาล้างให้สะอาด ตัดแต่งเอาไขมันและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่รอบๆเนื้อออก หั่นเนื้อให้มีความหนา 2.5 เซนติเมตร ความกว้าง 6.5 เซนติเมตร และความยาว 10 เซนติเมตร โดยมีน้ำหนัก 200-250 กรัม จากนั้นนำเนื้อมาห่อด้วยพลาสติกใสและเก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เพื่อรอการฉีดสารละลายโซเดียมแลคเตทในขั้นตอนต่อไป

3.1.2 การเตรียมสารละลายโซเดียมแลคเตท (น้ำเกลือ)

นำกระบอกฉีดขนาด 20 ml ดูดสารละลายโซเดียมแลคเตทความเข้มข้น ร้อยละ 3 (w/w) (Mass, 1989) ทำการฉีดลงไปในตัวอย่างเนื้อที่เตรียมได้จากข้อ 3.1.1 โดยทำการฉีดน้ำเกลือลงในเนื้อประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักเนื้อ (w/w) (Mass, 1989) โดยฉีดตำแหน่งเนื้อแสดงดังภาพที่ 3.1 และฉีดทั้ง 2 ด้าน จากนั้นนำเนื้อเก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำเกลือกระจายตัวเข้าเนื้ออย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งการฉีดสารละลายโซเดียมแลคเตท (น้ำเกลือ)
ที่มา (ดัดแปลงจาก Mass, 1989)

3.1.3 การเตรียมผงปรุงรส

เตรียมส่วนผสมปรุงรสสเต็ก ได้แก่ พริกไทยดำ พริกป่นปาปริก้า ผงหอมใหญ่ โรสแมรี่สด นำส่วนผสมมาชั่งตามปริมาณสูตรดังตารางที่ 3.1 จากนั้นนำเนื้อสเต็กที่ผ่านการฉีดสารละลายโซเดียมแลคเตทแล้วนำมาพอกกับผงปรุงรสสเต็กโดยใช้อัตราส่วน เนื้อต่อผงปรุงรส เป็น1ต่อ1 แล้วนำไปบรรจุในถุงสุญญากาศ ก่อนเข้าสู่กระบวนการซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

142432

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการหมักเนื้อสเต็ก

วัตถุดิบ	ปริมาณ (ร้อยละต่อน้ำหนักเนื้อ)
พริกไทยดำบดละเอียด	2
พริกป่นปาปริก้า	2
ผงหอมใหญ่	2
โรสแมรี่สด	2

ที่มา: (ดัดแปลงจาก Karen, 2013)

3.1.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการซูวีดเนื้อสเต็ก

3.1.4.1 การกำหนดสภาวะการทดลองในกระบวนการซูวีด

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการซูวีดเนื้อสเต็ก โดยใช้เทคนิคพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology: RSM) วางแผนการทดลองแบบ Central composite design (CCD) 3 ซ้ำ โดยศึกษาผลของตัวแปร 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิในการซูวีด 55 – 65 องศาเซลเซียส และเวลาในการซูวีด 24 – 48 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Baldwin, 2012) แสดงดังตารางที่ 3.2 บรรจุตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 3.4.1.3 ลงในถุง Laminate low density polyethylene (LLDPE) จากนั้นนำไปปิดผนึกสุญญากาศ นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่ทำการควบคุมอุณหภูมิที่ระยะเวลาต่างกัน จากนั้นทำให้เย็นทันทีโดยควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อสเต็กที่ผ่านกระบวนการซูวีดไปวิเคราะห์คุณภาพในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 3.2 สภาวะที่ใช้ในการผลิตเนื้อสเต็กด้วยกระบวนการซูวีด

สภาวะที่	อุณหภูมิในการซูวีด (องศาเซลเซียส)	เวลาในการซูวีด (ชั่วโมง)
1	55	24
2	55	36
3	55	48
4	60	24
5	60	36
6	60	36
7	60	36
8	60	36
9	60	36
10	60	48
11	65	24
12	65	36
13	65	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.2 การตรวจสอบคุณภาพ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1) วัดสี

ทำการวัดสี โดยนำเนื้อสเต็กซูวีดหั่นออกเป็น 3 ส่วน โดยหั่นขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวหน้าตัดของเนื้อสเต็ก และอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L^*, a^*) ทำการวัดแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วัดค่าความนุ่ม ด้วย Warner-Bratzler blade

การวัดค่าแรงเฉือนที่แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสเต็กซูวีด ด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้ Warner-Bratzler blade ตามวิธีการของ Wattanachant et al. (2005) โดยการกำหนด Cross-head speed 2 mm/s ใช้ 5-Kg load cell หลังจากนั้นหั่นเนื้อสเต็กซูวีดให้มีขนาด 1.0×2.0×0.5 เซนติเมตร ทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3) วัดปริมาณผลผลิต (ดัดแปลงจาก Bethany et al., 2012)

คำนวณผลของน้ำหนักเนื้อดิบและน้ำหนักเนื้อสเต็กซูวีด ตามสูตรดังนี้

$$\% \text{ Cook yield} = (W_c / W_r) \times 100 \quad (1)$$

W_s = น้ำหนักตัวอย่างเนื้อสเต็กซูวีด (Weight of sous-vide sample, g)

W_r = น้ำหนักตัวอย่างเนื้อดิบ (Weight of raw sample, g)

4) วัดความสามารถในการอุ้มน้ำ (ดัดแปลงจาก Zheng, 1998)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสเต็กซูวีด 5 กรัม นำตัวอย่างมาสับละเอียด ห่อด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 4 จำนวน 2 แผ่น จากนั้นนำตัวอย่างบรรจุลงในหลอดเซนตริฟิวส์ แล้วใส่ลงในโรเตอร์ นำไปเซนตริฟิวส์ ที่ 9,000 รอบ นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังเซนตริฟิวส์ นำไปคำนวณความสามารถในการอุ้มน้ำ ตามสูตร โดยทำการทดลองแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\% \text{ WHC} = W_{bs} - (W_{bs} - W_{fs}) / W_{bs} \times 100 \quad (2)$$

W_{bs} = น้ำหนักตัวอย่างก่อนปั่นเหวี่ยง (Weight of the before swing, g)

W_{fs} = น้ำหนักตัวอย่างหลังปั่นเหวี่ยง (Weight of the final swing, g)

5) วัดค่าร้อยละสูญเสียน้ำหนัก (ดัดแปลงจาก Young and Lyon, 1997)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสเต็กซูวีดก่อนการทำให้สุก จากนั้นนำตัวอย่างไปให้ความร้อนโดยการนึ่ง จนมีอุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อ เท่ากับ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังให้ความร้อน และคำนวณผลที่ได้ ตามสูตร โดยทำการทดลองแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\% \text{ Cooking loss} = (W_b - W_a / W_b) \times 100 \quad (3)$$

W_b = น้ำหนักตัวอย่างก่อนการทำให้สุก (Weight of the before cooking, g)

W_a = น้ำหนักตัวอย่างหลังทำให้สุก (Weight of the after cooking, g)

3.1.4.3 การวิเคราะห์ผลของการหาสภาวะที่เหมาะสม

ใช้วิธีการพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology) ในการออกแบบการทดลองแบบ Central Composite Design เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (response) ที่สนใจ โดยแสดงเป็นแผนภาพคอนทัวร์ (contour plot) และเมื่อพิจารณาปัจจัยที่สนใจเหล่านั้นพร้อม ๆ กัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำมาสร้างและคัดเลือกแบบจำลอง (model) ของสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการซูวีดได้ คำนวณการทำซ้ำ 5 ครั้งที่จุดศูนย์กลาง (Central point of design) (0, 0) สร้างแบบจำลองผลของตัวแปรอิสสระทั้ง 2 สิ่งในการทดลองคือ อุณหภูมิและเวลา ต่อคุณภาพในด้านต่าง ๆ ของเนื้อสเต็กซูวีด โดยใช้สมการพอลิโมเนียล (polynomial model) ตามแบบ Lazic (2004) เป็นตัวอธิบาย โดยวิธีการทางสถิติที่ใช้คือ วิธีกำลังสองที่น้อยที่สุด (the least square method) เพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยฟังค์ชั่นที่ใช้เรียกว่า fitted response function

เมื่อ Y คือค่าการทำนายค่าของตัวแปร (response) ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความนุ่ม ปริมาณผลผลิต ความสามารถในการอุ้มน้ำและการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน ส่วน X1 คือ temperature level และ X2 คือ time level, β_0 คือ constant value, β_1 และ β_2 คือlinear terms, β_{11}, β_{22} คือ quadratic terms, and β_{12} คือ interaction term. Design-Expert 7.0.0 (Stat-Ease, Inc., MN, 2005) ใช้สำหรับ fit the model, สร้างภาพ contour plots และวิเคราะห์ค่า desirability เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อสเต็กซูวีด

3.1.5 การเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพเนื้อสเต็กซูวีดต่อเนื้อโคขุนและโคนำเข้า

นำตัวอย่างเนื้อสเต็กจากเนื้อโคนำเข้า คือเนื้อสเต็กส่วนสันในจากประเทศออสเตรเลีย ประเทศสหรัฐอเมริกา (ตามกระทรวง เกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA)) และเนื้อสเต็กโคขุนในประเทศไทย คือ เนื้อสเต็กส่วนสันในและส่วนใบบัวจากโคขุนกำแพงแสน และเนื้อสเต็กส่วนใบบัวจากโคขุนโพนยางคำ ซึ่งทำการวัดโดยใช้เนื้อดิบนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพกับเนื้อสเต็กซูวีดที่ได้จากการหาสภาวะที่เหมาะสมแล้ว การวัดค่าแรงเฉือนที่แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสเต็ก โดยจะหั่นเนื้อสเต็กให้มีขนาด 1.0×2.0×0.5 เซนติเมตร นำมาวัดด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้ Warner-Bratzler blade ตามวิธีการของ Wattanachant et al (2005) มีการตั้งค่าเครื่อง TA-XT plus ดังนี้ Cross-head speed 2 mm/s และ 5-Kg load cell ทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.6 การเปรียบเทียบคุณภาพของสเต็กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด

เมื่อได้อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อสเต็กส่วนพื้นท้องที่คัดเลือกสภาวะจากข้อ 3.1.4 โดยนำมาเปรียบเทียบกับเนื้อสเต็กโคพื้นเมืองไทยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการ ซูวีด โดยนำมาผ่านกรรมวิธีการย่างเพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ

3.1.6.1 การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมเนื้อสเต็กซูวีดที่ได้จากการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมแล้วซึ่งเป็นเนื้อ สเต็กที่มีการใส่ผงปรุงรสและฉีดน้ำเกลือ กับเนื้อดิบส่วนพื้นท้องที่ปราศจากการปรุงแต่ง นำมาผ่านกรรมวิธีการย่างในข้อ 3.4.4.2 ต่อไป

3.1.6.2 กรรมวิธีการย่างสเต็กเนื้อ

กรรมวิธีการย่างสเต็กเนื้อซูวีด

ตั้งกระทะย่างใช้ไฟแรง เทน้ำมันมะกอก 5 กรัม รอจนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก Suriaatmaja et al, 2013) จากนั้นนำเนื้อสเต็กซูวีดลงย่างให้มีสีน้ำตาลรอบด้าน ใช้ระยะเวลาย่างประมาณ 1 นาที

กรรมวิธีการย่างสเต็กเนื้อที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการซูวีด

ตั้งกระทะย่างใช้ไฟปานกลาง เทน้ำมันมะกอก 5 กรัม นำสเต็กเนื้อลงย่าง ขณะย่างใช้โทโมคอปเปิ้ลวัดอุณหภูมิใจกลางของเนื้อให้มีอุณหภูมิสูงถึง 70 องศาเซลเซียส (สัญชัย, 2534) จึงยกขึ้นพักไว้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.3 การตรวจสอบทางกายภาพเพื่อเปรียบเทียบสเต็กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด

1) วัดสี

ทำการวัดสี โดยนำเนื้อสเต็กซูวีดหั่นออกเป็น 3 ส่วน โดยหั่นขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้หัววัดสีวางทาบในแนวหน้าตัดของเนื้อสเต็ก และอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L^*, a^*, b^*) ทำการวัดแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) (Li, 2006)

การวัดค่าเนื้อสัมผัสของเนื้อวัวด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้วิธี Texture profile analysis (TPA) ทำการตั้งค่าของเครื่อง TA-XT Plus (ดังภาคผนวก) จากนั้นหั่นเนื้อสเต็กซูวีดให้มีขนาด 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.7 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสเต็กเนื้อซูวีด

นำเนื้อสเต็กที่ผลิตได้จากสภาวะการซูวีดที่เหมาะสมในข้อ 3.1.4 ทำการทดสอบการใช้งานในรูปแบบ Home Use Test โดยบรรจุเนื้อสเต็กซูวีดที่ผลิตได้ปริมาณ 200 กรัมในบรรจุภัณฑ์ถุงสุญญากาศ นำให้เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารจำนวน 20 ท่าน ซึ่งผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์จะต้องทดสอบตามแบบประเมินที่อธิบายคำแนะนำและวิธีการแปรรูปเนื้อสเต็กซูวีด และให้คะแนนแบบสอบความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่มและการยอมรับโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale

3.2 การศึกษาวิธีการผลิตมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

เนื้อที่ใช้เป็นเนื้อโคพื้นเมือง ส่วนน่อง วิธีการเตรียมตัวอย่างดัดแปลงจาก Jang et al (2006) โดย เนื้อโคถูกนำไปแช่ล้างในน้ำอุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส 5 นาที เพื่อล้างเลือดและสิ่งปนเปื้อนออกจากวัตถุดิบ จากนั้นยกขึ้นให้สะเด็ดน้ำ ซับน้ำและเลือด ตัดวัตถุดิบให้ได้ขนาดความหนา 3.8 เซนติเมตร (1.5นิ้ว) นำไปบรรจุในถุงสุญญากาศ ก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการซูวีด

3.2.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักเนื้อส่วนน่องด้วยกระบวนการซูวีด

นำเนื้อที่เตรียมได้ในข้อ 3.2.1 มาฉีดน้ำไบรน์ที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเนื้อมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศ จากนั้นนำไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ทำการต้มที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และเวลาในการหมัก 6 12 และ 18 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Douglas, 2010; Myhrvold, 2011) จากนั้นนำไปทำให้เย็นโดยเร็วที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Armstrong and Meilveen, 2000; Meng and Genigeogis, 1994) โดยสภาวะที่ใช้ในการซูวีดเนื้อน่องลาย แสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3.3 นำตัวอย่างไปวัดสี ลักษณะเนื้อสัมผัส การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีด และร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก ทำการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อน่องลาย โดยเปรียบเทียบกับเนื้อน่องที่แปรรูปโดยวิธีการดั้งเดิม (ต้มที่น้ำเดือด นาน 12 ชม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 สภาวะที่ใช้ในการซูวีดเนื้อน่องลาย

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)
55	24
55	36
55	48
70	12
70	18
70	24
80	6
80	9
80	12

3.2.3 การศึกษาส่วนผสมของน้ำไบรน์ในการหมักเนื้อส่วนน่องซูวีด

นำสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดที่ได้จากข้อ 3.2.2 มาฉีดด้วยน้ำไบรน์ ซึ่งมีส่วนผสมของ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (STPP) ต่อน้ำเกลือ (NaCl solution) 3 ระดับ ได้แก่ การเติม STPP 0.25% NaCl 0.70% (w/v) การเติม STPP 0.25% NaCl 1.20% เปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้มีการฉีดสารละลายน้ำไบรน์ (ดัดแปลงจาก Vaudagna et al., 2008) หลังจากฉีดสารละลายน้ำไบรน์แล้ว ทิ้งไว้ 1 ชม จากนั้นนำเนื้อไปชั่งน้ำหนัก บรรจุในสภาพสุญญากาศ ทิ้งไว้ที่ 4°C นาน 6 ชม เพื่อให้น้ำไบรน์ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อ ก่อนการนำไปซูวีด นำตัวอย่างไปวัดสี และการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการซูวีด และร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก

3.2.4 การวิเคราะห์คุณภาพ

1) วัดค่าความแน่นเนื้อ ด้วย Warner-Bratzler blade

การวัดค่าแรงเฉือนที่แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสเต็กซูวีด ด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้ Warner-Bratzler blade ตามวิธีการของ Wattanachant et al (2005) โดยการกำหนด Cross-head speed 2 mm/s ใช้ 5-Kg load cell หลังจากนั้นหั่นเนื้อสเต็กซูวีดให้มีขนาด 1.0×2.0×0.5 เซนติเมตร ทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยวิธี texture profile analysis

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยวิธีการ texture profile analysis โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA.XT Plus, England) โดยการตัดตัวอย่างขนาด 1x1x1 cm^3 ตามวิธีการของ คนที่ 10 รายงานค่า Chewiness ค่า Cohesiveness ค่า Gumminess และค่า Springiness

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) วัดสี

ทำการวัดสี โดยนำเนื้อสเต็กซูวีดหั่นออกเป็น 3 ส่วน โดยหั่นขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวหน้าตัดของเนื้อสเต็ก และอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L^*, a^*) ทำการวัดแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4) วัดค่าร้อยละสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการซูวีด

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสเต็กซูวีดก่อนและหลังจากกระบวนการซูวีด และคำนวณร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการซูวีด ตามสมการที่ 1)

$$\% \text{ weight loss during sous-vide} = (W_{b\,SV} - W_{a\,SV} / W_b) \times 100 \quad (4)$$

$W_{b\,SV}$ = น้ำหนักตัวอย่างก่อนการซูวีด (Weight of the before sous-vie, g)

$W_{a\,SV}$ = น้ำหนักตัวอย่างหลังการซูวีด (Weight of the after sous-vide, g)

5) วัดค่าร้อยละสูญเสียน้ำหนัก (ดัดแปลงจาก Young and Lyon, 1997)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสเต็กซูวีดก่อนการทำให้สุก จากนั้นนำตัวอย่างไปให้ความร้อนโดยการนึ่ง จนมีอุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อ เท่ากับ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังให้ความร้อน และคำนวณผลที่ได้ ตามสูตร โดยทำการทดลองแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\% \text{ Cooking loss} = (W_b - W_a / W_b) \times 100 \quad (5)$$

W_b = น้ำหนักตัวอย่างก่อนการทำให้สุก (Weight of the before cooking, g)

W_a = น้ำหนักตัวอย่างหลังทำให้สุก (Weight of the after cooking, g)

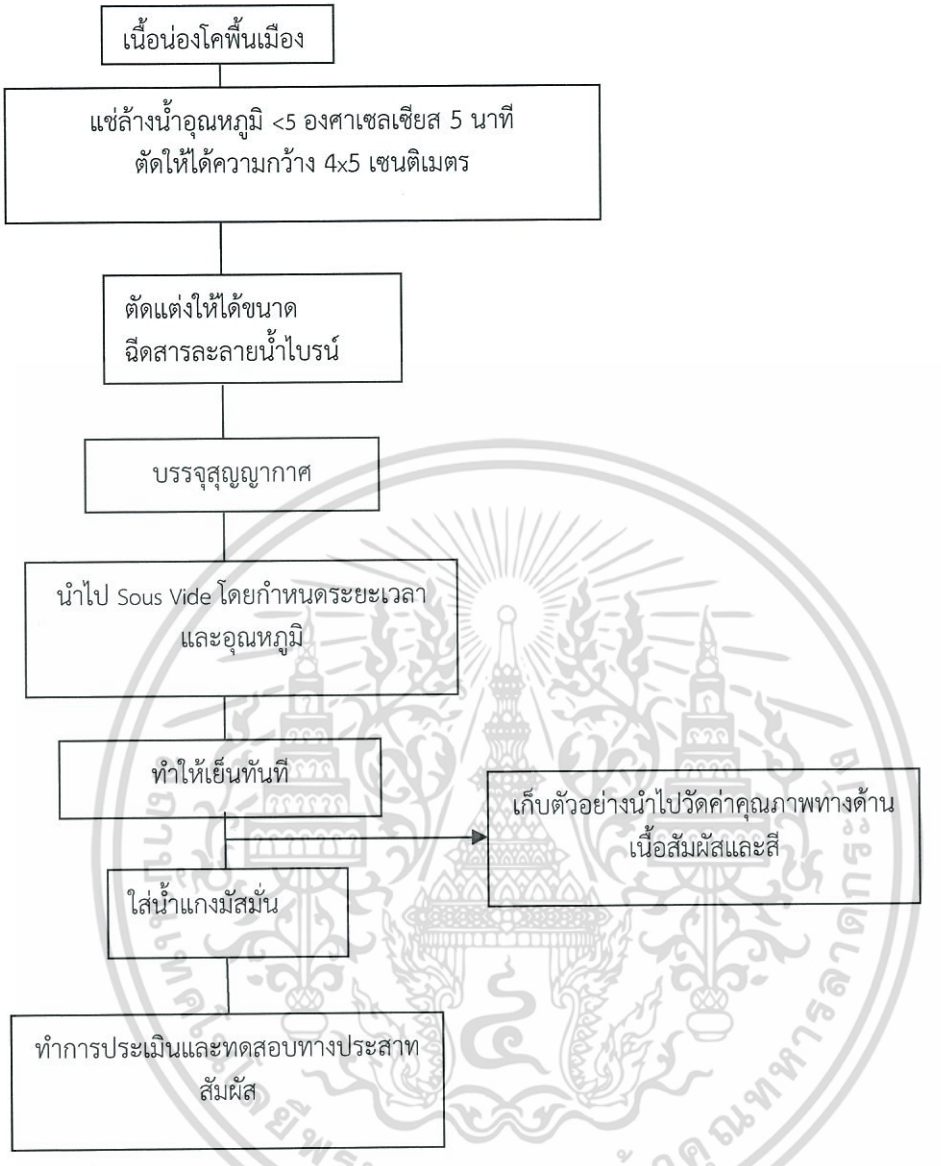
3.2.5 การวางแผนการทดลอง

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก 3 ระดับ และระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก 3 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD และการศึกษาส่วนผสมของน้ำไบรน์ในการหมักเนื้อส่วนน่องซูวีด การทดลองมี 1 ปัจจัย 3 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD

3.2.6 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมัสมั่นเนื้อซูวีด

นำเนื้อน่องซูวีด ที่ผ่านการคัดเลือกสภาวะในการผลิตจากข้อ 3.2.3 และ 3.2.4 มาผลิตมัสมั่นเนื้อซูวีด โดยมีวิธีการผลิตแสดงดังภาพที่ 3.2 โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 40 ท่าน ทดสอบความแตกต่างของมัสมั่นเนื้อที่ผลิตจากเนื้อที่ผ่าน และไม่ผ่านกระบวนการซูวีด โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่มและการยอมรับโดยรวม วิเคราะห์โดยการใช้ Triangle test ผู้ทดสอบ 40 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด

4.1.1 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณภาพเนื้อสเต็ก

การศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อสเต็กใช้เทคนิคพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology) ในการออกแบบการทดลองโดยใช้การทดลองแบบ Central Composite Design เพื่อศึกษาผลของสภาวะการซูวีดที่อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกัน มีผลต่อค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความนุ่ม ปริมาณผลผลิต การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน และความสามารถในการอุ้มน้ำ เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเพื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิและเวลาในการซูวีดเนื้อสเต็กที่มีต่อค่าตอบสนอง ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าตอบสนองของปัจจัย

Source	p – value Prob > F			
Df	L^*	Tenderness	Cooking loss	WHC
Model 5	0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*
A-temp 1	0.0016*	0.0219*	<0.0001*	<0.0001*
B-time 1	<0.0001*	0.0049*	0.0012*	<0.0001*
AB 1	0.0050	0.0019*	-	-
A^2 1	0.1240	<0.0001*	-	-
B^2 1	0.0415*	0.0018*	-	-
Lack of fit 3	0.0514	0.4897	0.5978	0.74
R^2 -	0.95	0.96	0.94	0.98

หมายเหตุ *Significant at $P \leq 0.05$

NS not significant

1) ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของเนื้อสเต็ก

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ (ตารางที่ 4.1) พบว่าข้อมูลที่ได้มีค่าตอบสนองของสมการ (model) คือ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความนุ่ม การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน และความสามารถในการอุ้มน้ำ ที่สามารถทำนายผลได้ เนื่องจากในแต่ละค่าตอบสนองมี lack of fit ที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และมีค่าสัมประสิทธิ์การอธิบาย (Coefficient, R^2) ของค่าตอบสนองอยู่ในช่วง 0.94-0.98 แสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะนำสมการจากตารางที่ 4.2 สมการกำลังสอง (Quadratic model) เพื่อทำนายถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการซูวีดที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสเต็กโดยการเปลี่ยนแปลงของค่าตอบสนองมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.2 สมการที่ทำนายจากการใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนองของแต่ละปัจจัย

Dependent values	**Equation quadratic models**	**R^2**
L^*	$-85.5424.127(X_1)+1.012(X_2)-0.020(X_1X_2)-0.026(X_1)^2+6.448(X_2)^2$	0.95
Toughness	$1363.220-46.647(X_1)+2.210(X_2)-0.082(X_1X_2)+0.417(X_1)^2+0.042(X_2)^2$	0.96
WHC	$145.954-1.050(X_1)-0.146(X_2)$	0.98
Cooking loss	$63.365-0.867(X_1)-0.134(X_2)$	0.94

X_1 คือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

X_2 คือ ระยะเวลา (ชั่วโมง)

2) ค่าความสว่าง (L^*)

พบว่าอุณหภูมิและเวลาในการซูวีดส่งผลต่อค่าความสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 4.1) โดยระยะเวลาการซูวีดนาน 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มของค่าความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อเทียบกับระยะเวลาอื่น (ตารางที่ 4.3) เนื่องจากการใช้ระยะเวลาในการแปรรูปที่นานขึ้นส่งผลให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติและเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนของซาร์โคพลาสมิกโปรตีนและไมโอไฟบริลลาโปรตีน ที่ส่งผลทาให้เกิดความสว่างกระจายตัวเพิ่มขึ้น (Christensen et al., 2011 and Nikmaram et al., 2011) จึงมีแนวโน้มทาให้ค่าความสว่างเพิ่มสูงขึ้น

3) ค่าความนุ่ม (Tenderness)

พบว่าการใช้อุณหภูมิกับระยะเวลาร่วมกันส่งผลต่อค่าความนุ่มของเนื้อสเต็กซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 4.1) คืออุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง พบว่ามีค่าแรงเฉือนลดลง ขณะที่การซูวีดอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ในทุกช่วงเวลา ค่าความนุ่มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4.3) เนื่องจากการใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลานาน ทาให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เนื้อสเต็กจึงมีความแห้งและแข็งขึ้น (Cross et al, 1986)

4) ความสามารถในการอุ้มน้า (Water holding capacity)

พบว่าการใช้อุณหภูมิและระยะเวลาส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสเต็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูง คือ 65 องศาเซลเซียส ในทุกๆช่วงเวลาส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง (ตารางที่ 4.3) ซึ่งผลมาจากเมื่อเนื้อสัตว์ได้รับความร้อนโครงสร้างของโปรตีนในเนื้อเกิดการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ ทำให้ช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อและรอบๆเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเอนโดไมเซียมลดลง และมีการหดตัวมากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง (Offer and Trinick, 1983) และมีปริมาณผลผลิตลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน (Cooking loss)

การนำเนื้อสเต็กซูวีดมาหาค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนโดยวิธีการนึ่งจนอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้อุณหภูมิและเวลาในการซูวีดต่างกัน ส่งผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ทั้งนี้ผลของการสูญเสียน้ำหนักอาจมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตและความสามารถในการอุ้มน้ำในแต่ละตัวอย่าง ของเนื้อสเต็กซูวีดโดยการซูวีดที่อุณหภูมิสูงคือ 65 องศาเซลเซียส ในทุกช่วงเวลา ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนต่ำสุดคือร้อยละ 0.84 ขณะที่การใช้อุณหภูมิต่ำคือ 55 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนสูงสุดคือร้อยละ 12.44 ทั้งนี้เป็นผลมาจากการให้ความร้อนกับเนื้อโปรตีนจึงเสียสภาพธรรมชาติ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากโครงสร้างของโปรตีน และความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนลดลง (Vaudagna et al, 2002) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลคุณลักษณะทางกายภาพต่อเนื้อสเต็กซูวีด

Temperature (°C)	Time (hrs)	L^*	Tenderness (N)	WHC (%)	Cooking loss (%)
55	24	63.48±0.43	28.38±4.09	84.67±0.81	12.44±0.6
55	36	65.81±0.80	32.11±5.71	82.73±0.52	11.99±2.04
55	48	70.32±1.08	45.94±4.33	81.31±0.32	8.47±1.94
60	24	66.55±0.17	28.23±3.80	79.49±0.23	7.38±2.22
60	36	68.3±0.53	26.38±5.03	77.20±0.58	7.54±1.61
60	36	68.43±0.36	22.67±9.79	78.15±0.62	7.73±1.98
60	36	68±0.76	22.90±2.78	77.8±1.67	6.43±0.61
60	36	67.58±0.48	20.89±5.78	77.15±2.05	5.48±1.23
60	36	67.88±0.28	21.94±8.93	78.66±1.23	6.33±0.71
60	48	71.23±0.29	33.32±2.43	75.08±2.13	4.02±0.43
65	24	67.75±0.29	42.62±7.63	73.57±1.82	3.17±0.57
65	36	67.81±0.26	38.21±4.12	72.86±1.16	2.88±0.69
65	48	73.59±0.24	40.36±4.65	70.37±0.42	0.84±0.29

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=39)

4.1.2 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อสเต็กซูวีด

การใช้เทคนิคพื้นที่ผิวตอบสนองในการออกแบบการทดลองสามารถนำข้อมูลที่ได้มาทำนายค่าที่เหมาะสม ในการทดลองนี้สามารถทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อสเต็กซูวีด โดยใช้การพิจารณา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่า Desirability ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่สามารถกำหนดค่าของคุณลักษณะตัวแปรตามที่ต้องการได้ เช่น สูงสุด ต่ำสุด หรืออยู่ในช่วงที่กำหนด (Derringer and Suich, 1980) เมื่อกำหนดช่วงของค่าตอบสนองที่มีผลมาจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการซูวีดเนื้อสเต็ก สามารถทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อสเต็กได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสเต็กเนื้อซูวีด

Response	Optimization of sous-vide condition					
Variable	Goal	Lower	Upper	weight	Predicted response	Desirability
L^*	Minimize	63.48	72.23	1	68.15	0.46
Tenderness	Minimize	20.89	45.94	1	23.46	0.89
WHC	Maximize	70.77	84.67	1	77.64	0.49
Cooking loss	Minimize	0.84	12.44	1	6.51	0.51

Solution:Temperare 60°C, Time 36 hrs

Composite desirability = 0.81

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อสเต็ก โดยการกำหนดให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าต่ำสุดเนื่องจากค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กับสีขาว ถ้าสว่างมากแสดงว่าเนื้อมีสีซีด อีกทั้งสีเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคเลือกซื้อในผลิตภัณฑ์อาหารเนื่องจากเป็นสิ่งจูงใจในการบริโภค (Savell et al., 1989; Forbes et al., 1974) โดย Jeremiah et al. (1972) ได้รายงานว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเนื้อวัวที่มีสีเข้มกว่าเนื้อวัวสีซีดจาง นอกจากนี้กำหนดให้ค่าความนุ่ม มีค่าต่ำสุด เนื่องจากผลงานวิจัยของ Christensen et al. (2011) พบว่าเนื้อวัวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เนื้อวัวจะมีความนุ่มมากขึ้น (Bouton, & Harris, 1981) กำหนดให้ความสามารถในการอุ้มน้ำ มีค่าสูงสุด เนื่องจากแสดงถึงความแข็ง ความชุ่มฉ่ำและลักษณะที่ปรากฏของเนื้อสัตว์ (Offer et al., 1989) กำหนดให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการให้ความร้อน มีค่าต่ำสุด เพราะว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกัน จากการกำหนดช่วงของค่าตอบสนอง สามารถทำนายจุดหรือช่วงที่เหมาะสมของสภาวะการซูวีดเนื้อสเต็ก โดยข้อมูลจากการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อสเต็กมีปัจจัยคุณภาพต่างๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้นพบว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 36 ชั่วโมง โดยที่สภาวะการซูวีดเนื้อสเต็กนี้มีค่า composite desirability เท่ากับ 0.81 จัดว่าเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ดีมาก คือระหว่าง 1.00-0.80 (Lazic, 2004) และมีค่า desirability ของค่าความสว่าง (L^*) ค่าความนุ่ม การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนและความสามารถในการอุ้มน้ำ อยู่ในช่วง 0.46 ถึง 0.89 และทานายผลเนื้อสเต็กซูวีดที่มีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 68.15 ค่าความนุ่มเท่ากับ 23.46 นิวตัน ความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 77.64 และการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนเท่ากับ 6.15

1) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่าการซูวีดเนื้อสเต็กที่อุณหภูมิต่ำ 55 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อมีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อมีการใช้อุณหภูมิที่สูงหรือซูวีดในระยะเวลานานในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อสเต็กมีแนวโน้มการลดลงของค่าความเป็นสีแดง (a^*) อย่างมีนัยสำคัญทาง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.5) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sikes (2014) ได้ทำการวัดค่าสีของเนื้อสเต็ก โดยเนื้อสเต็กมีค่าความเป็นสีแดงลดลง เมื่อใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 60-76 องศาเซลเซียส และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ทาให้เนื้อสเต็กมีค่าสีแดงต่ำสุดและเนื้อมีลักษณะปรากฏเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น

ตารางที่ 4.5 คุณลักษณะทางกายภาพต่อเนื้อสเต็กซูวีด

Temperature (°C)	Time (hrs)	a^*	Cook yield (%)
55	24	13.78 ± 0.53^{g}	78.10 ± 0.42^{g}
55	36	12.33 ± 0.22^{ef}	77.16 ± 0.88^{g}
55	48	10.64 ± 0.54^{cd}	74.99 ± 0.59^{f}
60	24	12.49 ± 0.18^{f}	73.72 ± 0.44^{e}
60	36	11.9 ± 0.43^{ef}	71.90 ± 0.76^{d}
60	36	11.58 ± 0.24^{def}	71.56 ± 0.81^{d}
60	36	11.32 ± 0.34^{def}	72.07 ± 0.88^{d}
60	36	11.17 ± 0.80^{de}	71.92 ± 0.88^{d}
60	36	11.4 ± 0.84^{def}	71.98 ± 0.61^{d}
60	48	9.46 ± 0.40^{b}	66.90 ± 0.71^{c}
65	24	10.01 ± 0.84^{bc}	61.20 ± 0.65^{b}
65	36	9.38 ± 0.93^{b}	60.78 ± 0.64^{b}
65	48	8.13 ± 0.94^{a}	58.90 ± 0.74^{a}

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=39)

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2) ปริมาณผลผลิต (Yield) พบว่าการใช้อุณหภูมิต่ำหรือการซูวีดเป็นระยะเวลาสั้นจะทำให้มีปริมาณผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 78.10 (ตารางที่ 4.5) และการซูวีดอุณหภูมิสูงสุดคือ 65 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณผลผลิตต่ำสุดคือร้อยละ 58.9 ซึ่งความต่างนี้เกิดขึ้นจากการให้ความร้อนในกระบวนการซูวีด ทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลลาเกิดการเสียสภาพและหดตัว (Pearce et al., 2011) น้ำในเนื้อสัตว์ถูกดึงออกมาและทำให้น้ำหนักของอาหารลดลง เมื่อใช้ความร้อนและระยะเวลาในการระเหยน้ำออกมากขึ้น น้าหนักของผลิตภัณฑ์ก็จะลดลงตามความร้อนและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (Wituteerasan, 1998)

4.1.3 การเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพเนื้อสเต็กซูวีดต่อเนื้อโคขุนและโคนำเข้า

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสเต็กจากเนื้อโคนาเข้า คือเนื้อสเต็กส่วนสันในจากประเทศออสเตรเลีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และเนื้อสเต็กโคขุนในประเทศไทย คือ เนื้อสเต็กส่วนสันในและส่วนใบบัวจากโคขุนกาแพงแสน และเนื้อสเต็กส่วนใบบัวจากโคขุนโพนยางคา โดยนามาตรวจสอบทางคุณภาพเพื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสเต็กซูวีดที่ได้จากการทำนายสภาวะที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่าแรงเฉือนของเนื้อสเต็กจากโคนำเข้าและโคขุน

Conditions	Tenderness (N)
เนื้อโคนำเข้าออสเตรเลียส่วนสันใน	16.78±1.12[d]
เนื้อโคนำเข้าสหรัฐอเมริกาส่วนสันใน	11.30±1.04[b]
เนื้อโคขุนกำแพงแสนส่วนสันใน	13.09±1.21[d]
เนื้อโคขุนกำแพงแสนส่วนใบบัว	23.15±1.02[a]
เนื้อโคขุนโพนยางคำส่วนใบบัว	22.69±1.68[c]
เนื้อสเต็กซูวีดโคพื้นเมืองไทย (60°C 36 hrs)	23.46 ±2.06

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=6)

[a-b] หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า การซูวีดเนื้อสเต็กที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง แสดงค่าความนุ่ม 23.46 นิวตัน ซึ่งมีความใกล้เคียงกับเนื้อใบบัวจากโคขุนกาแพงแสน คือ ค่าความนุ่ม 22.69 นิวตัน ดังนั้น การซูวีดเนื้อสเต็กส่งผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยมีความนุ่มเท่ากับเนื้อโคขุน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าว สามารถสอดคล้องกับการทำนายหาสภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิและระยะเวลาในการซูวีด

4.1.4 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของสเต็กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด

1) ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

การเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อสเต็กที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่ได้จากการหาสภาวะของอุณหภูมิและระยะเวลาในการซูวีดที่เหมาะสม ต่อเนื้อสเต็กที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการซูวีด โดยผ่านวิธีการย่าง เพื่อนำเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ ดังนี้

2) ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่าสีของสเต็กเนื้อซูวีดและสเต็กเนื้อที่ไม่ผ่านกระบวนการซูวีด ดังตารางที่ 4.7 พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของสเต็กเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด มีค่าความสว่างต่ำกว่าที่ไม่ได้ผ่านการซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของสเต็กเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด จะมีค่าความเป็นสีแดง (a^*) สูงกว่าสเต็กเนื้อที่ไม่ผ่านกระบวนการซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากสเต็กที่ผ่านกระบวนการซูวีด มีการบรรจุแบบสุญญากาศ โดยใช้ความร้อนเสถียรทำให้อุณหภูมิถ่ายโอนความร้อนจากน้ำสู่อาหารภายในได้อย่างคงที่ ทำให้เนื้อสุกทั่วถึงและยังคงสีของเนื้ออยู่ เมื่อนำมาย่างจึงใช้ระยะเวลาสั้นกว่า ขณะที่สเต็กที่ไม่ผ่านกระบวนการซูวีด เนื้อสัตว์ผ่านความร้อนโดยตรงกับภาชนะและใช้เวลาในการย่างที่นานกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis ของการเปรียบเทียบสเต็กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด

Properties	Sous-vide flank	Non sous-vide flank
L^*	62.79±0.24[a]	72.23±0.29[b]
a^*	11.74±0.30[b]	9.13±0.44[a]
b^*	9.60±0.02[a]	11.32±1.42[a]
Hardness	5.47±0.43[a]	31.16±0.52[b]
Springiness	0.45±0.16[a]	0.58±0.01[b]
Cohesiveness	0.29±0.06[a]	0.56±0.02[b]
Chewiness	0.7±0.19[a]	10.43±0.12[b]

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=2)

a,b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3) ลักษณะเนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของสเต็กเนื้อ ด้วยเครื่อง Texture analyzer ประเมินในรูปแบบ Texture profile analyzer (TPA) ดังตารางที่ 4.7 พบว่าสเต็กเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด มีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น ความสามารถในการเกาะตัว และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารที่ต่ำกว่าสเต็กเนื้อที่ไม่ผ่านกระบวนการซูวีดอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่าความแข็งและค่าแรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวของสเต็กเนื้อซูวีดจะให้ผลที่สอดคล้องกับค่าความนุ่มในตารางที่ 4.3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่คงอยู่ภายในโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสามารถในการจับกับน้ำของโปรตีน จากงานวิจัยของ พัชรินทร์ (2555) ได้ทำการซูวีดเนื้อไก่กอและ พบว่า ไก่กอและที่ใช้กระบวนการซูวีด มีค่าความแข็งต่ำกว่าไก่กอและที่ไม่ใช้กระบวนการซูวีดทั้งที่มีการใช้และไม่ใช้สารโซเดียมไนไตรท์

4.1.4 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสเต็กเนื้อซูวีด

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Home use test จากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จานวน 20 คนที่ได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์เนื้อสเต็กซูวีด และได้ทาแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสเต็กซูวีด โดยนำเนื้อสเต็กที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการซูวีด คือ ใช้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 36 ชั่วโมง จานวน 200 กรัม ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศและนาไปให้เชฟและผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ในการประกอบอาหาร โดยมีการอธิบายคาแนะนาและวิธีการแปรรูป และตอบคำถามในแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่มและการยอมรับโดยรวมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale ดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของสเต็กเนื้อซูวีด

ปัจจัย/คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย (คะแนน)
ลักษณะที่ปรากฏ	5.7±0.57
สี	5.15±0.87
กลิ่นรส	6.15±0.74
ความนุ่ม	6.35±0.58
ความชอบโดยรวม	6.15±0.58

หมายเหตุ: จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 20 ท่าน

จากตารางที่ 4.8 พบว่าหลังจากผู้ทดสอบสเต็กเนื้อซูวีดในการประกอบอาหารแบบ Home Use Test ผู้ทดสอบมีความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ กลิ่นรสและความนุ่มส่วนใหญ่ในระดับชอบปานกลาง เป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 45-65) มีความชอบด้านสีในระดับชอบเล็กน้อย (ร้อยละ 45) ส่วนด้านความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (ร้อยละ 65) โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละปัจจัย อยู่ระหว่าง 5-6 คะแนน ตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาวิธีการผลิตมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด

4.2.1 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณภาพของเนื้อน่องซูวีด

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่มีต่อคุณภาพของเนื้อน่องซูวีด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่า อุณหภูมิ และระยะเวลาในการซูวีด ส่งผลให้เนื้อน่องมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการซูวีด การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการแปรรูป ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีแดงอย่างมีนัยนำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นสีเขียวของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roldan et al (2013) Pulgar et al (2012) และ Szerman et al (2012) ที่อธิบายว่า โปรตีนไมโอไฟบริลลาที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์น้ำมีความสำคัญต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์ การเพิ่มอุณหภูมิในเนื้อสัตว์ส่งผลให้โปรตีนไมโอไฟบริลลเกิดการแปรสภาพและเกิดการหดตัว ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวอยู่ตั้งแต่ 40-60 องศาเซลเซียส (Tornberg, 2005) จากนั้นจะเกิดการสูญเสียน้ำออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อมาสู่ช่องว่างของเซลล์ และเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 60-70 องศาเซลเซียส โปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเส้นใยกล้ามเนื้อจะเกิดการหดตัว ส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำออกมาจากกล้ามเนื้อของสัตว์ (Roldan et al., 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การสูญเสียน้ำหนักและค่าสีของเนื้อน่องซูวีด

Conditions Temp/time	SV wt loss, %	Cooking loss, %	L*	a*	b*
60/6	12.97±3.63 ^{a}	14.87±4.21 ^{d}	48.58±7.89 ^{c}	14.17±2.29 ^{bc}	7.73±2.17 ^{a}
60/12	17.25±4.22 ^{ab}	12.76±2.98 ^{d}	47.21±6.32 ^{bc}	14.01±3.19 ^{b}	8.81±1.48 ^{a}
60/18	20.09±3.43 ^{bc}	9.02±2.50 ^{c}	42.39±6.74 ^{ab}	11.25±2.01 ^{a}	8.32±3.14 ^{a}
70/6	26.53±1.75 ^{cd}	5.93±2.61 ^{ab}	44.36±5.52 ^{abc}	15.57±2.56 ^{bcd}	7.20±2.77 ^{a}
70/12	29.24±1.30 ^{de}	5.68±2.67 ^{ab}	42.17±8.63 ^{ab}	16.70±1.88 ^{d}	7.50±1.93 ^{a}
70/18	27.42±2.13 ^{cde}	4.93±2.71 ^{a}	41.59±5.50 ^{a}	15.52±2.67 ^{bcd}	8.14±1.67 ^{a}
80/6	29.59±4.69 ^{de}	3.72±1.70 ^{a}	40.78±3.77 ^{a}	16.09±1.81 ^{bcd}	7.21±2.53 ^{a}
80/12	31.60±6.79 ^{de}	4.35±1.45 ^{a}	40.36±3.83 ^{a}	15.80±2.26 ^{bcd}	7.23±2.57 ^{a}
80/18	34.55±5.92 ^{e}	4.70±2.91 ^{a}	39.40±3.26 ^{a}	16.28±1.82 ^{cd}	7.55±2.06 ^{a}

Different superscript letter within the same column means significantly different ($P \leq 0.05$)

ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการซูวีดส่งผลต่อความสว่างและสีแดงของเนื้อซูวีดนั้น การให้ความร้อนแก่เนื้อวัวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 6 และ 12 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์มีความสว่างที่สูงกว่าสภาวะอื่น ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roldan et al (2013) ที่พบว่าการซูวีดเนื้อส่วนสันของแกะที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างที่สูงกว่าในกรณีการใช้อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียสเช่นกัน ผลต่อผลิตภัณฑ์ในด้านความเป็นสีแดงเป็นทำนองเดียวเช่นกันกับในกรณีเนื้อส่วนน่องของการทอลองนี้ ทั้งนี้ Roldan et al (2013) ได้กล่าวว่า การที่เนื้อถูกแปรรูปที่อุณหภูมิต่ำนั้นส่งผลให้ความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อมีปริมาณหลงเหลืออยู่มากกว่าในกรณีที่แปรรูปที่อุณหภูมิสูง จึงส่งผลให้มีค่าความสว่างที่สูงกว่าดังกล่าว

ผลการทดลองในตารางที่ 10 ยังพบว่า สภาวะการซูวีด ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อน่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการซูวีดนั้นส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น แต่ส่งผลให้ความสามารถในการเคี้ยว ค่าแรงยืดเกาะ และค่าค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใช้อุณหภูมิต่ำและระยะเวลาต่างๆ กัน ไม่ส่งผลต่อค่า ความสามารถในการเคี้ยว ค่าแรงยืดเกาะ ค่า gumminess และค่าความยืดหยุ่นของเนื้อมากนัก ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pulgar et al (2012) ที่พบว่า การซูวีดแก้มหมูที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 12 ชั่วโมง ไม่ส่งผลต่อค่าความสามารถในการเคี้ยว ค่าแรงยืดเกาะ และค่า gumminess อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อน่องซูวีด

Conditions Temp/time	Chewiness (N.cm)	Cohesiveness (N/mm^2)	Gumminess (N/mm^2)	Springiness (cm)	Firmness (N)
60/6	3218.57 ± 1544.83^{bc}	0.48 ± 0.04^{e}	5858.88 ± 2003.46^{c}	0.52 ± 0.11^{a}	8.23 ± 6.75^{d}
60/12	3369.84 ± 1235.95^{bc}	0.47 ± 0.08^{e}	5915.52 ± 1578.26^{c}	0.63 ± 0.08^{bc}	4.41 ± 0.70^{abc}
60/18	3257.43 ± 1193.65^{bc}	0.47 ± 0.03^{e}	5715.60 ± 848.37^{c}	0.53 ± 0.10^{ab}	5.26 ± 0.99^{bc}
70/6	4859.14 ± 994.87^{d}	0.44 ± 0.05^{de}	7378.40 ± 1401.65^{d}	0.67 ± 0.10^{c}	6.02 ± 2.05^{cd}
70/12	4128.61 ± 1022.05^{cd}	0.40 ± 0.03^{cd}	6277.92 ± 1465.60^{cd}	0.66 ± 0.80^{c}	4.27 ± 1.38^{abc}
70/18	2783.11 ± 815.82^{b}	0.36 ± 0.03^{bc}	4305.02 ± 1323.25^{b}	0.45 ± 0.73^{c}	2.28 ± 0.56^{a}
80/6	3608.85 ± 814.58^{bc}	0.37 ± 0.05^{bc}	4129.34 ± 1778.80^{b}	0.72 ± 0.14^{c}	2.89 ± 0.48^{ab}
80/12	2755.05 ± 755.33^{b}	0.33 ± 0.03^{b}	3028.88 ± 1104.95^{ab}	0.67 ± 0.12^{c}	1.70 ± 0.78^{a}
80/18	1616.78 ± 873.57^{a}	0.25 ± 0.07^{a}	1979.16 ± 1376.78^{a}	0.61 ± 0.12^{abc}	1.72 ± 0.42^{a}
Traditional method	2774.054±430.05	0.34± 0.03	3038.37±557.56	0.64±0.09	1.67±0.47

Different superscript letter within the same column means significantly different ($P\leq0.05$)

ตัวอย่างที่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของคอลลาเจนแต่ยังเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่มีการซูวีดที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ซูวีดที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า gumminess ค่าความยืดหยุ่น และค่าความแน่นเนื้อที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิในช่วงดังกล่าว เกิดการเปลี่ยนแปลงคอลลาเจนที่อุณหภูมิระหว่าง 55-60 องศาเซลเซียส อีกทั้งการให้ความร้อนสูงที่ระยะเวลาที่นานส่งผลให้โปรตีนไมโอไฟบริลลาเกิดการหดตัว โปรตีนคอลลาเจนเปลี่ยนสภาพเป็นเจลลาติน เนื้อจึงมีความนุ่มและเคี้ยวง่าย (Pulgar, 2012)

4.2.2 ผลของสารละลายน้ำไบรน์ที่มีต่อคุณภาพของเนื้อน่องซูวีด

ตารางที่ 11 แสดงค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก และค่าสีของเนื้อน่องซูวีดที่ 80°C 12 ชม ที่ผ่านการฉีดสารละลายน้ำไบรน์ และมีการเติมเกลือโซเดียวคลอไรด์ (NaCl) และโซเดียวไตรโพลีฟอสเฟต (STPP) ผลการทดลองพบว่าเกลือ ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการซูวีดและการแปรรูปของเนื้อซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้มีการเติมสารละลายน้ำเกลือ ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Vaudagna (2008) และ Szerman (2012) ที่พบว่าการเติม STPP และ NaCl ส่งผลให้ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากการเติม STPP และ NaCl ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีการเพิ่มค่าความแข็งแรงของไอออน (ionic strength) ส่งผลต่อเนื่องให้เส้นใยกล้ามเนื้อมีการดูดน้ำเกลือมากขึ้น และสกัดเอาสารที่ละลายน้ำออกจากโปรตีนไมโอไฟบริลลา (Szerman, 2012) ผลการทดลองยังพบว่าการเติมสารละลายน้ำเกลือส่งผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อซูวีด จากตารางที่ 3 พบว่าการเติมเกลือที่สภาวะ NaCl 0.70 % + STPP 0.25 % ส่งผลให้เนื้อซูวีดมีสีเหลืองที่มากกว่าสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นสีแดง ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Beom (1998) ที่กล่าวว่าเกลือไม่มีผลต่อค่าสีและความสว่างของเนื้อวัวขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การสูญเสียน้ำหนักและค่าสีของเนื้อน่องซูวีดที่ 80°C 12 ชม ที่ผ่านการฉีดสารละลายน้ำไบรน์

Conditions	SV wt loss, %	Cooking loss, %	L*	a*	b*
NaCl0.7%+SPP0.25%	28.17±1.43[a]	3.15±0.98[a]	40.19±2.43[a]	15.33±1.33[a]	7.09±1.51[b]
NaCl0.7%+SPP0.25%	27.384±1.34[a]	3.55±0.80[a]	40.47±2.17[a]	14.85±2.01[a]	6.08±1.03[a]
Control	35.52±1.12[b]	4.59±0.49[b]	40.56±1.93[a]	14.76±1.20[a]	6.01±0.77[a]

Different superscript letter within the same column means significantly different ($P \leq 0.05$)

4.2.3 ผลการทดสอบความแตกต่างของมัสมั่นเนื้อและมัสมั่นเนื้อซูวีด

จากผลการทดสอบความแตกต่างของมัสมั่นเนื้อที่เตรียมจากเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง และเนื้อน่องซูวีดพบว่าผู้บริโภคจำนวน 8 คนสามารถบอกได้ว่าเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างจากเนื้อน่องซูวีด ส่วนผู้บริโภคอีก 32 คน ไม่สามารถบอกความแตกต่างของมัสมั่นที่เตรียมได้จากเนื้อทั้ง 2 กระบวนการผลิตดังกล่าว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. จากผลการศึกษาวิธีการเตรียมเสต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด พบว่า การใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อสเต็กมีค่าปัจจัยค่าความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 0.80 โดยมีค่าปัจจัยตอบสนองที่ได้ คือ ค่าความสว่าง 0.52 ค่าความเป็นสีแดง -0.27 ค่าความแน่น 5.10 (นิวตัน) ค่าความเหนียว 23.13 (นิวตัน) ค่าปริมาณผลผลิตร้อยละ 72.43 ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนร้อยละ 7.21 ความสามารถในการอุ้มน้ำร้อยละ 79.74 โดย เนื้อสเต็กจากโคขุนกำแพงแสนส่วนใบบัวมีค่าแรงเฉือนใกล้เคียงกับเนื้อสเต็กซูวีดที่ที่สภาวะดังกล่าว สำหรับการทดสอบการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของสเต็กเนื้อที่ผ่าน และไม่ผ่านกระบวนการซูวีด พบว่า สเต็กเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีดมีคุณภาพดีกว่าเนื้อที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการซูวีดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) และเมื่อทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อซูวีดที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า เนื้อสเต็กซูวีดได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ 5.7 ด้านสี 5.15 กลิ่นรส 6.15 ความนุ่ม6.35และความชอบโดยรวม 6.15 โดยคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง

2. จากผลการศึกษาวิธีการผลิตมัสมั่นเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด พบว่า อุณหภูมิ และระยะเวลาในการซูวีด ส่งผลให้เนื้อน่องมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการซูวีด การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการแปรรูป ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นสีเขียวของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) การซูวีดเนื้อน่องที่อุณหภูมิต่ำส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างที่สูง และยังพบว่าการซูวีดเนื้อน่องที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียส มีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากกรณีการซูวีดที่อุณหภูมิต่ำ โดยผลการทดลองพบว่าการซูวีดเนื้อน่องที่ 80 องศาเซลเซียสนาน 12 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีค่าใกล้เคียงกับเนื้อที่ตุ๋นในแบบปกติ ผลการทดลองพบว่าการนำเนื้อที่มีการเติมสารละลายเกลือ ก่อนการไปซูวีดที่สภาวะดังกล่าว ส่งผลให้เนื้อมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการซูวีด และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ค่าแรงเคี้ยว แรงยึดเกาะ ค่าgumminess และค่าความแน่นเนื้อ ผลการทดสอบความแตกต่างของมัสมั่นเนื้อที่เตรียมจากเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง และเนื้อน่องซูวีดพบว่าผู้บริโภคจำนวน 8 คนสามารถบอกได้ว่าเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างจากเนื้อน่องซูวีด ส่วนผู้บริโภคอีก 32 คน ไม่สามารถบอกความแตกต่างของมัสมั่นที่เตรียมได้จากเนื้อทั้ง 2 กระบวนการผลิตดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมศุลกากร. 2553. สรุปแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโคเนื้อ ปี 2555 – 2559. หน้า 58

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. คุณค่าเนื้อโคไทย. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

ทิพวรรณ ลิมังกูร. 2551. พฤติกรรมผู้บริโภคเนื้อโคและผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. 2548. กระบวนการผลิตอาหารภายใต้ความดันสูง. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 4: 95.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2557. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มนัส ชัยจันทร์. 2554. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ สัตว์ปีกและไข่. สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

ศรเทพ ธัมวาศร. 2539. การเลี้ยงโคเนื้อแนวทางการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรไทย. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน. 2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เข้าถึงได้จาก http://www.kubeef.com/CO_OP_easy_1.php (3 กันยายน 2558).

อนุวัตร แจ้งชัด. 2549. สถิติสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพมหานคร.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2534. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. โรงพิมพ์มิ่งเมือง จังหวัดเชียงใหม่. 170 หน้า.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2549. สถิติสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Armstrong, G.A. and McIlveen, H. 2000. Effect of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of sous-vide meat-based recipe dishes. International Journal of Food Quality and Preference. 11: 77-85.

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

Beom JL, Deloy GH, Daren PC. 1998. Effect of sodium phytate, sodium pyrophosphate and sodium tripolyphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef. Meat Science 50(3): 273-283.

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 PE, Harris PV. 1981. Changes in the tenderness of meat cooked at 50- 65 °C. Journal of Food Science 46(2): 475-478.

Cheok, C.Y. 2009. Effect of marinating temperatures on physical changes of traditionally marinade beef satay. MSC Thesis,University Putra Malaysia, Malaysia.

Christensen, L.B., Ertbjerg, P., Aaslyng, M.D. and 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.

Derringer, G. and Suich, R. 1980. Simultaneous optimization of several response variables. International Journal of Quality Technology. 12: 214-219.

Forbes, S.M.C., Vaisey, M. and Diamant, R. 1974. The relationships between consumer criteria for choosing beef and beef quality. International Journal of Food Science and Technology. 7: 130–135.

Fandos, E.G., Rodriguez, A.V., Linares, M.C.G., Arias, M.T.G., Fernandez, M.C. 2005. Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. Food Control: 16(1): 77-85.

Hilda, N. 2002. An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. International Journal of Food Control. 11: 471-476

Wongnai Team. 2016. คู่มือสั่งสเต็กไม่ให้หน้าแตก เลือกเนื้อให้ถูกปาก เลือกความสุกให้ถูกใจ. https://www.wongnai.com/food-tips/how-to-order-steak . Available online 30 December 2015.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jang, J.D. and Lee, D.S. 2005. Development of a sous-vide packaging process for Korean seasoned beef. International Journal of Food control. 16: 285-291.

Jea, D. J., Gyeong H. S., Eun S. L., Kit L. Yam., and Dong S. L. 2006. Hurdle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef preserved by sous vide packaging. *Food Control*, 17,171-175.

José S., Antonio G. Jorge R. 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.

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

Juneja, V.K. 2006. Delayed *Clostridium perfingens* growth from a spore inocula by sodium lactate in sous-vide chicken products. International Journal of Food Microbiology. 23: 105–111.

Lazic, Z. R. 2004. Design of experiments in chemical engineering-a practical guide, WILEYVCH, Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim.

Li, C.T. 2006. Myofibrillar protein extracts from spent hen meat to improve whole muscle processed meats. International Journal of Meat Science. 72: 581-583.

Maas, M.R., Glass, K.A. and Doyle, M.P. 1989. Sodium lactate delays toxins production by *Clostridium botulinum* in cook-in-bag turkey products. International Journal of Food Microbiology. 9: 2226-2229.

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.

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.

Meng, J. and Genigeorgis, C.A. 1994. Delaying Toxigenesis of *Clostridium botulinum* by sodium lactate in sous-vide Products. International Journal of Food Microbiology. 19: 20-23.

Myhrvold, N., Young, C. and Bilet, M. 2011. Modernist cuisine: The art and science of cooking. Bellevue, WA: The Cooking Lab.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Cattlemen's Beef Association. 2013. Retail Beef Cuts Poster. retrieved January 13, 2015 from: http://www.beefretail.org/beefcutcharts.aspx

Nikmaram, P., Yarmand, M.S., Emamjomeh, Z. and Darehab, H.K. 2011. The effect of cooking methods on textural and microstructure properties of veal muscle (Longissimus dorsi). International Journal of Meat Science. 6: 201-207.

Offer, G. and Trinick, J. 1983. On the mechanism of water holding capacity in meat: The swelling and shrinkage of myofibril. International Journal of Meat Science. 8: 245-281.

Paik, H.D., Kim, H.J., Nam, K.J., Kim, C.J., Lee, S.E. and Lee, D.S. 2006. Effect of nisin on the storage of sous-vide processed korean seasoned beef. International Journal of Food Control. 17: 994-1000.

Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J. and Hopkins, D. L. 2011. Water distribution and mobility inmeat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes —A review. International Journal of Meat Science. 89: 111–124.

Picouet, P.A., Silvia, C.C., Héloïse, V., Laia, C.B. and Pere, C. 2010. Stability of sous-vide cooked salmon loins processed by high pressure. Innovative Food Science and Emerging Technologies 12: 26–31.

Pulgar JSD, Gázquez A., Ruiz-Carrascal J. 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.

Roca, J. and Brugués, S. 2003. La Cocina al Vacio.: Montagud Editores SA ISBN-13: 978-8472121003, 192 pp.

Roldàn M, Antequera T, Martín A, Mayoral AI, 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(3): 572-578.

Savell, J. W., Cross, H.R., Francis, J.J., Wise, J.W., Hale, D.S., Wilkes, D.L. and Smith, G.C. 1989. National consumer retail beef study: Interaction of trim level, price and grade on consumer acceptance of beef steaks and roasts. International Journal of Food Quality. 12: 251–274.

Sethakul J. 2009. The value of Thai beef. Bangkok : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (In Thai).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suriaatmaja, D. and Lanier, T. 2013. Mechanism of meat tenderization by long-time low-temperature heating. Food Bioprocessing and Nutrition Sciences, North Carolina State University, Raleigh, United States

Szerman N, Gonzalez CB, Sancho AM, Grigioni G, Carduza F, Vaudagna SR. 2012. Effect of the addition of convectional additives and whey proteins concentrates on technological parameters, physiochemical and sensory attributes of sous vide cooked beef muscles. Meat Science 90(3): 701-710.

Thai Food to The World. 2016. (Thai Food to The World, http://thaifoodtoworld.com/home/recipedetail.php?recipe_id=4. Available on line 28 December 2015.

Tornberg E. 2005. Review: Effects of heat on meat proteins implications on structure and quality of meat products. Meat Science 70(3): 493–508.

Vaudagna, S.R., Sanchez, G., Neira, M.S., Insani, E.M., Gallinger, M.M. and Picallo, A.B. 2002. Sous cooked semitendinosus muscles: Effect of low temperature-long time treatments on quality Characteristics and storage stability of product. International. Journal of Food Science and Technology. 37: 425-441.

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. International Journal of Meat Science. 79: 470-480.

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

Wituteerasan T. 1998. Meat technology. Section of home economics. Faculty of Science and Technology. Loei Rajbhat University. p. 93.

Young, L.L. and Lyon, C.E. 1997. Effect of post chill aging and sodium tripolyphosphate on moisture binding properties, color and Warner-Bratzler Shear value of chicken breast. International Journal of Meat Science. 90: 828-835.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASEAN FOOD CONFERENCE AFC 2015 PHILIPPINES
The 14th ASEAN Food Conference THE BIGGER PICTURE THROUGH FOOD TECHNOLOGY

Preparation of Thai local beef shank for Mussaman using *sous-vide* process

Aurupong Vongareerat[1], Soraya Kerdpiboon[1*], Tongchai Puttongsiri[1] and Autumporn Buranapongphan[1]

[1]*Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Chalongkrung Road, Ladkrabang, Bangkok, Thailand 10520*
[*]*Corresponding author: kksoraya@kmitl.ac.th*

Abstract

Thai local beef shank (*Semitendinonsus*) was subjected to *sous-vide* process at different combinations of temperature (60, 70 and 80°C) and time (6, 12 and 18 hours). Physical properties of *sous-vide* beef including firmness, texture profile analysis, color, weight loss during *sous-vide* and cooking loss were studied. The study shown that increased *sous-vide* temperature resulted beef shank with weight loss and cooking loss increased. Cooking of beef at lowest temperature (60°C) for 6 and 12 hours displayed higher lightness. Increased *sous-vide* temperature resulted samples with springiness increased. In addition, results of beef shank texture after cooking in 70 and 80°C were found to significantly difference compared with in the case of 60°C in gumminess, springiness and firmness. *Sous-vide* process using 80°C for 12 hours was subjected to the further study because texture profile analysis parameters was as same as beef cooked by traditional method. Moreover, salts addition including NaCl and STPP can reduce weigh loss during *sous-vide* process and cooking loss. Adding of salts led significantly difference in physical properties comparing with control. Chewiness, cohesiveness, gumminess and firmness were decreased when salts were added.

Keywords: beef, mussaman, sous-vide, Thai cuisine, Thai local beef.

1. Introduction

Sous- vide is a method of raw material preparation or cooking under controlled conditions including temperature and time in vacuum heat- stable package and bring to pasteurization in hot water before rapid cooling to 0-3°C [1]. *Sous-vide* products could be stored for 3-5 weeks depending on types of material [2].

Sous-vide can reduce a cooking time for many kinds of food processing especially for involved process that requires long cooking time and labor intensive production. Moreover, *sous-vide* can provide better sensory qualities to the product [3]. This method is widely used in catering business particularly by chef for ready to cook meal in restaurants [4].

Beef is one of most rich nutrition foods and rich of protein consisting of essential amino acids which is essential for growth and development of brain [5]. Beef is important food source for Thai people for a long time. Consumption of beef in Thailand was approximate 3-5 kilograms per person a year less than other source such as poultry and pork which was 14-16 kilograms per person a year [6] due to several disadvantages for Thai people especially texture and flavor. Thai local beef is widely consumed and sold in local market and butcher shops along highways in the northeast part in Thailand mostly native breeds. Texture of Thai local beef is tough comparing with beef cattle and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hence the price is low and spends more time to cook in many recipes. Thai local beef requires more cooking time and not suitable for short time cooking process. *Sous-vide* process is the potential preparation technique to be used for improving native beef texture, also being alternative material product for ready to cook Thai food in catering service business.

Mussaman is the national dish of Thailand with the unique taste from delicate and meticulous cooking process which derived since long time ago. The convection material in making of Mussaman is mostly beef. Researchers found opportunity on using *sous-vide* in preparation or ready to cook beef for Mussaman, tended to reduce long time cooking from convection methods and could control material qualities for food service and catering business.

2. Materials and Methods

2.1 Material and preparation

Thai local beef (*Bos indicus*), *Semiten-dinonsus* muscle was purchased from Klong Toey market in Bangkok, Thailand. Shank was trimmed of visible fat and tough fascia and dipped in 5°C for 3 minutes to retained blood and dirt. After that, water was drained and mopped up. The beef shank was cut into 3.8 centimeters thickness.

2.2 *Sous vide* process

Beef shank from 2.1 was vacuum packed into laminated low density polyethylene (LLDPE) bag and cooked in controlled temperature water bath. After pasteurized process, samples were cooled rapidly to 2°C and kept at 2°C for 2 hours until used. Beef shank was *sous-vide* in water bath at temperatures if 60, 70 and 80°C for 6, 12 and 18 hours adapted from [7] and [8]. *Sous-vide* beef shank was determined physical properties. From there, one suitable condition was chosen by considering texture of beef comparing with beef cooked by convectional method that boiled in water for 12 hours.

2.3 Salt addition

The optimized *sous-vide* condition of beef shank achieved from 2.2 was injected with brine solution consisting of sodium tripoly-phosphate (STPP) and sodium chloride (NaCl). Three different brine solution conditions consisting of 0.25% STPP with 0.70% Nacl(w/v), 0.25% STPP with 1.20% NaCl (w/v) and non-brine solution applied from [2] were studied. After injection, beef was held at 4°C for 1 hour. Then sample was weighted, vacuum packed and held at 4 °C for 6 hours in order to allow for the distribution of brine into muscle. Experimental design was a completely randomized block design (CRD). Experimental was done in 3 repetitions.

2.4 Sample analysis

2.4.1 Firmness

Firmness analysis was performed using a Warner-Bratzler blade, obtained from $1.0\times2.0\times0.5$ cm^3 from each cooked beef by cutting cross muscle fiber [9]. Data was analyzed for 3 repetitions.

2.4.2 Texture analysis

Texture profile analysis was performed using Texture analyzer (TA.XT Plus, England) according to [10] with a flat plunger of 50 mm in diameter (P/50). Samples were cut into $1.5\times1.5\times1.5cm^3$. Chewiness, cohesiveness, gumminess and springiness were displayed.

2.4.3 Color

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Surface color of beef shank was measured using a Konica Minolta CR400(Japan) and presented in terms of L^* (lightness), a^* (redness) and b^* (yellowness). Data was done in 3 repetitions.

2.4.4 Weight loss during *sous-vide*

Samples were weighted before and after *sous-vide* process. Each weight loss was determined according to equation (1).

$$\text{Weight loss (\%)} = \frac{(\textit{Weight before SV} - \textit{Weight after SV})}{\textit{Weight before SV}} \times 100 \quad (1)$$

2.4.5 Cooking Loss

Method was adapted from [9] by streaming sample until core temperature reached at 70°C. Sample was weighted before and after streaming and calculated according to equation (2).

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{(\text{Weight before heating} - \textit{Weight after heating})}{\text{Weight before heating}} \times 100 \quad (2)$$

3. Results and discussions

Table 1 represented *sous-vide* weight loss, cooking loss and color of *sous-vide* beef. It was found that temperature and time of *sous-vide* process affected these properties. Increased *sous-vide* temperature resulted *sous-vide* beef with weight loss and cooking loss increased. Results were supported by [10], [11] and [12]. Myofibrillar had ability to hold water within the muscle. The increasing of temperature caused protein denaturation and fiber shrinkage, which occurs mainly at 40-60°C [13] and then water was released from muscle fiber to intercellular space. At 60-70°C, the connective tissue and fibers cooperatively shank longitudinally which induced the release amount of water to outside of muscle [10].

Sous-vide temperature and time affected lightness and redness of *sous-vide* beef with significantly different ($P \leq 0.05$). Cooking of beef at 60°C for 6 and 12 hours displayed higher lightness compared with others according to [10] who found that *sous-vide* lamb loin using 60°C had higher lightness that using of 70 and 80°C. Result of redness was in the same trend as lightness. A higher moisture in meat cooked using lower temperature would permit deeper penetration of light in tissue and fiber, producing a darker color of meat appearance [10] and increasing cooking temperature would lead to denaturation of fibers and myofibrillar proteins, which could increase light scattering [10,14].

Sous-vide condition affected texture of beef

Table 1 Weight loss and color of *sous-vide* beef

Treatment		Sv weight loss	Cooking loss	L*(lightness)	a*(redness)	b*(yellowness)
T(°C)	t(h)	%	%			
60	6	12.97±3.63 ^{a}	14.87±4.21 ^{d}	48.58±7.89 ^{c}	14.17±2.29 ^{bc}	7.73±2.17 ^{a}
60	12	17.25±4.22 ^{ab}	12.76±2.98 ^{d}	47.21±6.32 ^{bc}	14.01±3.19 ^{b}	8.81±1.48 ^{a}
60	18	20.09±3.43 ^{bc}	9.02±2.50 ^{c}	42.39±6.74 ^{ab}	11.25±2.01 ^{a}	8.32±3.14 ^{a}
70	6	26.53±1.75 ^{cd}	5.93±2.61 ^{ab}	44.36±5.52 ^{abc}	15.57±2.56 ^{bcd}	7.20±2.77 ^{a}
70	12	29.24±1.30 ^{de}	5.68±2.67 ^{ab}	42.17±8.63 ^{ab}	16.70±1.88 ^{d}	7.50±1.93 ^{a}
70	18	27.42±2.13 ^{cde}	4.93±2.71 ^{a}	41.59±5.50 ^{a}	15.52±2.67 ^{bcd}	8.14±1.67 ^{a}
80	6	29.59±4.69 ^{de}	3.72±1.70 ^{a}	40.78±3.77 ^{a}	16.09±1.81 ^{bcd}	7.21±2.53 ^{a}
80	12	31.60±6.79 ^{de}	4.35±1.45 ^{a}	40.36±3.83 ^{a}	15.80±2.26 ^{bcd}	7.23±2.57 ^{a}
80	18	34.55±5.92 ^{e}	4.70±2.91 ^{a}	39.40±3.26 ^{a}	16.28±1.82 ^{cd}	7.55±2.06 ^{a}

Different superscript letter within the same column means significantly different ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

as shown in Table 2. It was found that increased *sous-vide* temperature resulted *sous-vide* beef with springiness increased while chewiness, cohesiveness, gumminess and firmness decreased. However, using of low temperature undergoing difference time was found not significantly different in chewiness, cohesiveness, gumminess and springiness to *sous-vide* beef (Table 2).

and firmness of samples after *sous-vide* process at 70 and 80°C trended not to significantly different. This might be because collagen denaturation as a consequence of high cooking temperatures, is affected myofibrilar proteins shrinking, when a cooking with longer and higher lead increased collagen solubilization that made beef more tender and easy to chew [11].

Table 2 Texture profile of *sous-vide* beef

Treatment		Chewiness	Cohesiveness	Gumminess	Springiness	Firmness
T (°C)	t(h)	(N·cm)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(cm)	(N)
60	6	3218.57±1544.83^{bc}	0.48±0.04^{e}	5858.88±2003.46^{c}	0.52±0.11^{a}	8.23± 6.75^{d}
60	12	3369.84±1235.95^{bc}	0.47±0.08^{e}	5915.52±1578.26^{c}	0.63±0.08^{bc}	4.41± 0.70^{abc}
60	18	3257.43±1193.65^{bc}	0.47±0.03^{e}	5715.60±848.37^{c}	0.53±0.10^{ab}	5.26±0.99^{bc}
70	6	4859.14±994.87^{d}	0.44±0.05^{de}	7378.40±1401.65^{d}	0.67±0.10^{c}	6.02±2.05^{cd}
70	12	4128.61±1022.05^{cd}	0.40±0.03^{cd}	6277.92±1465.60^{cd}	0.66±0.80^{c}	4.27±1.38^{abc}
70	18	2783.11±815.82^{b}	0.36±0.03^{bc}	4305.02±1323.25^{b}	0.45±0.73^{c}	2.28±0.56^{a}
80	6	3608.85±814.58^{bc}	0.37±0.05^{bc}	4129.34±1778.80^{b}	0.72±0.14^{c}	2.89±0.48^{ab}
80	12	2755.05±755.33^{b}	0.33±0.03^{b}	3028.88±1104.95^{ab}	0.67±0.12^{c}	1.70±0.78^{a}
80	18	1616.78±873.57^{a}	0.25±0.07^{a}	1979.16±1376.78^{a}	0.61±0.12^{abc}	1.72±0.42^{a}
Tradition method		2774.054±430.05	0.34± 0.03	3038.37±557.56	0.64±0.09	1.67±0.47

Different superscript letter within the same column means significantly different (P≤0.05)

Results were in the same trend as [11] who found that chewiness, cohesiveness and gumminess of pork cheek after cooking at 60°C for 5 and 12 hours were not significantly different.

Table 3 represented weight loss and color of *sous-vide* beef after addition of sodium chloride (NaCl) and sodium tripolyphosplate (STPP). The result shown that salts addition affected *sous-vide* loss and cooking loss of

Table 3 Weight loss and color of *sous-vide* beef after salts addition

Conditions	Sv weight loss	Cooking loss	L*(lightness)	a*(redness)	b*(yellowness)
	%	%			
NaCl 0.70%+STPP0.25%	28.17±1.43^{a}	3.15±0.98^{a}	40.19±2.43^{a}	15.33±1.33^{a}	7.09±1.51^{b}
NaCl 1.20%+STPP0.25%	27.384±1.34^{a}	3.55±0.80^{a}	40.47±2.17^{a}	14.85±2.01^{a}	6.08±1.03^{a}
Control	35.52±1.12^{b}	4.59±0.49^{b}	40.56±1.93^{a}	14.76±1.20^{a}	6.01±0.77^{a}

Different superscript letter within the same column means significantly different (P≤0.05)

Cooking of sample at 60°C led a greater quantity of broken collagen but still not completely denatured fibers comparing to 70 and 80°C. However, results in 70 and 80°C under cooking times were found to significantly difference compared with in the case of 60°C. Gumminess, springiness

samples. Both conditions of salt added including NaCl 0.70% + STPP 0.25% and NaCl 1.20% and STPP 0.25 % were found to significantly difference compared with in the case of control (non-salt addition). The results were supported by [2] and [12] that adding both STPP and NaCl would reduced

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cooking loss. This might be because addition of STPP+NaCl to muscles increased an ionic strength values, consequently enhancing the absorption of the brine inside the fibers and extraction and solubilisation of myofibrillar proteins lead fibers could retain water inside muscle [12]. Salt addition also affected yellowness of samples (Table 3). Adding NaCl 0.70 % + STPP 0.25 % slightly increased yellowness more than other conditions. However, salt addition did not affect lightness and redness as same as [15] who found that lightness and redness in cooked salts addition of beef were not significantly difference.

Salts addition affected texture of beef as shown in Table 4. It was found that physical properties of injected beef significantly different with control ($P \leq 0.05$). Chewiness, cohesiveness, gumminess and firmness were decreased when salts were added. On other hand, salt addition was not affect springiness. The result were supported by [16] who found that injection of phosphate in *sous-vide* lamb loin represented lower chewiness than control and significantly different in gumminess to sample.

The effect of myofibrillar and collagen heat denaturation on cooked meat texture, water loss from the muscle tissue upon heating also in meat toughening. Beef was added by salts could retain more water in fiber than non-injection beef that affected the beef toughness so that the greater the water lost during cooking, the higher the cooked meat toughness [16].

4. Conclusion

Increased *sous-vide* temperature resulted samples with weight loss and cooking loss increased. Cooking of beef at lowest temperature (60°C) for 6 and 12 hours displayed higher lightness to sample. Increased *sous-vide* temperature resulted samples with springiness increased. Results in 70 and 80°C conditions were found to significantly difference in texture compared with in the case of 60°C in gumminess, springiness and firmness. Salts addition including NaCl and STPP can reduce weight loss of sample during *sous-vide* process and cooking loss. Adding of salts led significantly difference in physical properties with control. Chewiness, cohesiveness, gum-miness and firmness of samples were decreased when salts were added.

5. Acknowledgement

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

6. References

(1) José SP, Antonio G, Jorge RC. 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.

(2) Vaudagna SR, Pazos AA, Guidi SM, Sanchez G, Carp DJ, Gonzalez CB. 2008. Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina. Meat Science 79(3): 470-482.

(3) Jang JD, Seo GH, Lyu ES, Yam KL, Lee DS. 2006. Hurdle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef preserved by sous vide packaging. Food Control 17(3): 171-175.

(4) .Roca J, Brugués S. 2003. La Cocina al Vacio. Barcelona: Montagud Editores SA. 256 p

(5) Sethakul J. 2009. The value of Thai beef. Bangkok : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (In Thai)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) Laurujisawat P. 2011. Lecture direction document of agriculture and food of Thailand in the global market. Kasetsart University Sakon Nakhon Campus. 27 January. (In Thai).
(7) Davey CL, Niederer AF, Graafhuis AE. 1976. Effects of ageing and cooking on the tenderness of beef muscle. Journal of the Science of Food and Agriculture 27(3): 251-256.
(8) Bouton PE, Harris PV. 1981. Changes in the tenderness of meat cooked at 50-65 °C. Journal of Food Science 46(2): 475-478.
(9) Komoltri P. 2012. Effect of meat curing ingredients and sous vide technique on qualities of ready to eat golek chicken. Masters dissertation. Prince of Songkhla University.
(10) Roldàn M, Antequera T, Martín A, Mayoral AI, 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(3): 572-578.
(11) Pulgar JSD, Gázquez A., Ruiz-Carrascal J. 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.
(12) Szerman N, Gonzalez CB, Sancho AM, Grigioni G, Carduza F, Vaudagna SR. 2012. Effect of the addition of convectional additives and whey proteins concentrates on technological parameters, physiochemical and sensory attributes of sous vide cooked beef muscles. Meat Science 90(3): 701-710.
(13) Tornberg E. 2005. Review: Effects of heat on meat proteins implications on structure and quality of meat products. Meat Science 70(3): 493–508.
(14) Christensen LB, Ertbjerg P, Aaslyng MD, Christensen M. 2011. Effect of prolonged heat treatment from48 °C to 63 °C on toughness, cooking loss and color of pork. Meat Science 88(2): 280–285.
(15) Beom JL, Deloy GH, Daren PC. 1998. Effect of sodium phytate, sodium pyrophosphate and sodium tripolyphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef. Meat Science 50(3): 273-283.
(16) Roldàn M, Teresa A, Trinidad PP, Ruiz J. 2014. Effect of added phosphate and type of cooking method on physico-chemical and sensory features of cooked lamb loins. Meat Science 97(1): 69-75.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASEAN FOOD CONFERENCE AFC 2015 PHILIPPINES
The 14th ASEAN Food Conference THE BIGGER PICTURE ONE ASEAN THROUGH FOOD TECHNOLOGY

Flank steak of local Thai beef preparation of sous-vide process

Itsaraporn Kongpeam[1], Soraya Kerdpiboon[1*] and Yuporn Peuchkamut [1]

Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalongkrung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand
* Corresponding author: kksoraya@kmitl.ac.th

Abstract

Steak has been widely served as valuated main dish in hotels and restaurants. The price of raw steak is varied depending on parts of beef and species. Local Thai beef (Bos indicus) has been used as material in many kinds of Thai foods because of lower price than those of imported beef. Since local Thai beef was tough, it had the limitation to produce steak. The objective of this study was to improve the quality of local Thai beef using sous-vide process. Effects of temperature and time in sous-vide beef production were designed using response surface methodology (RSM). Flank steak of local Thai beef was used as sample. It was injected with brine solution and marinated at 4°C for 2 hrs before vacuum packing. After that, sample was processed by sous-vide in water bath at temperatures of 55-65°C for 24-48 hrs and then rapidly chilled at 4°C. It was found that temperature and time in sous-vide process affected physical properties of flank steak. Sous-vide samples were found to have less toughness and firmness than that of raw sample. Temperature did not significantly affect ΔL^*, while using of low temperature (at 55°C) resulted sous-vide flank steak with Δa^* value decreased.. Cook yield and water holding capacity were higher in samples cooked at 55°C for all cooking times and resulted flank steak with cooking weight loss increased. Samples cooked at 60°C for 36 hrs showed the lowest toughness and firmness ($p \leq 0.05$). Sous-vide process could be used to improve flank steak as a material for valuated dish.

Keywords: Beef, Local Thai beef, Preparation, Sous-vide, Steak

1. Introduction

Local Thai beef is popular to cook Thai cuisine and consumed in Thailand since it has lower price than those of imported beef. However, local Thai beef is tough then it has the limitation to cook western cuisine because beef spends long time during cooking some of western menu.

Steak is classified as western cuisine and popular around the world. The price of raw steak is varied depending on parts of beef and species. Steak can be made of many parts of beef such as tenderloin, rib eye, flank, for example. Parts of beef to cook steak should be thick and tender since it must be grilled and roasted until different doneness achieved.

On the other hand, flank part of local Thai beef was then limited to process as "flank steak". The method of cooking by pasteurization under the vaccum condition at low temperature for long time, known as "sous-vide" can help improve tenderness, better flavor and color retention [1]. Sous-vide process was also succeeded in improvement of texture and other physical properties of pork, lamb and chicken [2,3,4]. This research applied sous-vide process for qualities improvement of flank steak achieved from local Thai beef. The optimized condition of sous-vide process on physical properties of flank steak was studied using response surface methodology (RSM).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Materials and Methods

2.1 Preparation

2.1.1 Beef preparation

Flank of beef (Rectus abdominus) muscle from local Thai beef was purchased from Bangyai market, Nonthaburi province, Thailand. It was rinsed using cold water (4°C) to release the retained blood before trimming fat and connective tissue. Flank was sliced into 4×3×1 inches^3 with approximately 200-250 g. Then, flank was wrapped and stored at 4°C not over than 1 hr until use.

2.1.2 Brine injection

Sodium lactate ($NaC_3H_5O_3$) was purchased from Nature Friend Co.,Ltd, Thailand and prepared at concentration of 3% (w/w) by dissolving sodium lactate 3 g. in 97 ml. distilled water. applied from [4]. The solution was injected in flank steak to increase weight of steak approximately 10% (w/w). Positions of beef injection was followed by [5]. Then, marinated at 4°C for 2 hrs [6].

2.2 Sous-vide

Flank steak achieved from 2.1.2 was vacuum packed into laminated low density polyethylene bag of 7x11 cm^2. Samples were sous-vided in water bath at temperatures of 55°C - 65°C for 24-48 hrs [7] and rapidly cooled to below 3°C for 2 hrs using iced water and stored at 4°C [8] until analyzed.

2.3 Experimental design

Central Composite Design in RSM was applied using temperature of 55°C - 65°C and time of 24-48 hrs. Treatments of 13 runs were temperatures (°C): times (min) of 55:24; 55:36; 55:48; 60:24; 60:36; 60:36; 60:36; 60:36; 60:48; 65:24; 65:36 and 65:48, respectively.

2.4 Physical analysis

2.4.1 Color

L^*(lightness) and a^*(redness) values were measured using a Minolta Colorimeter (CR-400, Japan) by measuring at the central of the sample. Data was expressed in terms of ΔL^* and Δa^*, which were calculated from changes of color after and before sous-vide process of sample at each condition.

2.4.2 Shear force

Shear force analysis of cooked samples was performed using a Warner-Bratzler blade according to [9]. Firmness (kg/f) and toughness (kgsec) of samples were displayed.

2.4.3 Cook yield

Cook yield of sample was calculated according to [10] following equation (1);

$$\% \text{ Cook yield} = (W_{ch} / W_{cr}) \times 100 \quad (1)$$

W_{ch} = Weight of cooked sample
W_{cr} = Weight of raw sample

2.4.4 Cooking loss

Cooking loss of sample was calculated according to [11] following equation (2);

$$\% \text{ Cooking loss} = (W_0 - W_a / W_0) \times 100 \quad (2)$$

W_0 = Weight of the sample before cooking
W_a = Weight of the after cooking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. F value of color, firmness, toughness, cook yield, cooking loss and water holding capacity of sous-vide flank steak with different conditions.

		F VALUE						
Source	**Df**	**ΔL^***	**Δa^***	**Firmness**	**Toughness**	**Cook yield**	**Cooking loss**	**WHC**
Model	5	5.00*	5.94*	50.78***	39.33***	101.74***	82.06***	5.19*
temp	1	8.642	2.08	70.36***	8.60*	446.96***	144.22***	9.56**
time	1	9.99	1.89	3.86	16.42**	27.43***	19.89***	0.82
temp×time	1		6.38***	18.65**	23.27***	0.18		
temp^2	1		4.99	50.35**	71.32***	18.69**		
time^2	1		7.04*	49.33**	23.99***	3.95***		
Lack of fit	3	0.49	13.11**	19.91**	0.97	55.10***	0.84	0.25
R^2	-	0.5	0.8	0.97	0.96	0.98	0.94	0.5

* Significantly different at P≤ 0.05.
** Significantly different at P≤ 0.01.
***Significantlydifferent at P≤ 0.001.

2.4.5 Water holding capacity

Water holding capacity of sample was measured and calculating according to [12] following equation (3);

$$WHC = W_{bs} - (W_{bs} - W_{fs}) / W_{bs} \times 100 \quad (3)$$

W_{bs} = Weight of the sample before swing
W_{fs} = Weight of the final swing

3. Results and discussions

Physical properties of sous-vide flank consisting of color, firmness, toughness, cook yield, cooking loss and water holding capacity were shown in Tables 1 and 2.

3.1 Color

F value shown in Table 1 was found that temperature and time in sous-vide process did not affect ΔL^* of sous-vide flank steak. In addition, results from Table 2 was found that temperature did not significantly affect ΔL^* of flank steak. Moreover, cooking at 24 – 36 hrs in each temperature period did not affect ΔL^* of sample, while using of 48 hrs trended to increase ΔL^* of sample with significantly different (P≤0.05). Cooking temperature and time would lead to higher denaturation and aggregation of sarcoplasmic and myofibrillar proteins, which would increase light scattering [13,14].

Temperature and time in sous-vide process did not affect Δa^* of sous-vide flank steak. However, an interaction between temperature and time affected Δa^* of sous-vide samples (Table 1). Using of low temperature (at 55°C) resulted sous-vide flank steak with Δa^* value decreased. Cooking at 60°C for 36 hrs resulted flank steak with Δa^* value increased sharply. This loss of redness with increasing cooking temperature was in accordance with the results were obtained by [15].

3.2 Shear force

Obtained values for the different textural variables using shear force analysis of sous-vide flank steak were shown in Tables 1 and 2. Temperature of sous-vide process affected firmness of flank steak with significantly different (p≤ 0.001) whearas time did not affect firmness of sous-vide sample (P> 0.05) and then its interaction affected toughness of sous-vide flank steak with significantly different (P≤ 0.01).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2. Color, firmness, toughness, cook yield, cooking loss and water holding capacity of sous-vide flank steak with different conditions.

T (°C)	t (hrs)	Δ L*	Δ a*	Firmness (kg/f)	Toughness (kgsec)	Cook yield (%)	Cooking loss (%)	WHC (%)
Control		0	0	2.74±0.32	26.68±2.00	N	34.84±1.09	72.59±5.49
55	24	0.49±0.08^{ab}	0.04±0.19^{c}	5.89±0.56^{b}	28.38±4.09^{abc}	78.10±0.42^{g}	12.44±0.6^{fg}	76.10±5.68^{a}
55	36	0.53±0.06^{abc}	-0.18±0.08^{bc}	5.29±0.67^{ab}	32.11±5.71^{cd}	77.16±0.88^{g}	11.99±2.04^{h}	75.43±7.6^{a}
55	48	0.64±0.24^{c}	-0.26±0.1^{ab}	7.45±0.48^{c}	45.94±4.33^{g}	74.99±0.59^{f}	8.47±1.94^{g}	75.43±4.19^{a}
60	24	0.56±0.05^{abc}	-0.25±0.07^{ab}	5.57±0.54^{ab}	28.23±3.80^{bcd}	73.72±0.44^{e}	7.38±2.22^{h}	79.76±5.23^{ab}
60	36	0.57±0.10^{abc}	-0.36±0.03^{a}	4.98±0.51^{a}	26.38±5.03^{abc}	71.90±0.76^{d}	7.54±1.61^{fg}	76.01±4.23^{a}
60	36	0.62±0.08^{bc}	-0.30±0.18^{ab}	4.97±0.46^{a}	22.67±9.79^{ab}	71.56±0.81^{d}	7.73±1.98^{fg}	85.77±7.29^{c}
60	36	0.49±0.14^{a}	-0.31±0.10^{ab}	4.83±0.36^{a}	22.90±2.78^{ab}	72.07±0.88^{d}	6.43±0.61^{de}	78.85±3.69^{ab}
60	36	0.52±0.11^{abc}	-0.31±0.23^{ab}	5.15±0.62^{ab}	20.89±5.78^{a}	71.92±0.88^{d}	5.48±1.23^{cd}	79.73±3.81^{ab}
60	36	0.51±0.13^{ab}	-0.31±0.10^{ab}	4.95±0.43^{a}	21.94±8.93^{a}	71.98±0.61^{d}	6.33±0.71^{de}	82.90±8.57^{c}
60	48	0.59±0.10^{abc}	-0.15±0.12^{bc}	7.09±0.60^{c}	33.32±2.43^{de}	66.90±0.71^{c}	4.02±0.43^{bc}	84.38±6.26^{c}
65	24	0.48±0.06^{a}	-0.18±0.18^{bc}	9.87±2.02^{e}	42.62±7.63^{fg}	61.20±0.65^{b}	3.17±0.57^{b}	81.61±10.34^{ab}
65	36	0.53±0.05^{abc}	-0.25±0.08^{ab}	7.40±0.60^{c}	38.21±4.12^{ef}	60.78±0.64^{b}	2.88±0.69^{b}	82.68±4.20^{c}
65	48	0.64±0.11^{c}	-0.18±0.13^{bc}	8.45±0.67^{d}	40.36±4.65^{fg}	58.90±0.74^{a}	0.84±0.29^{a}	83.85±0.67^{d}

Different superscript letter within the same row mean significantly different (P≤ 0.05)

By the way, toughness of sous-vide sample was significantly affected by cooking time (P≤ 0.01) than that of cooking temperature (P≤ 0.05) and hence its interaction affected firmness of sous-vide flank steak with significantly different (P≤ 0.001). It was found that temperature and time of sous-vide process affected toughness of flank steak with significantly different (p≤ 0.05) and its interaction affected toughness sous-vide flank steak with significantly different (P≤ 0.001). Cooking at 65°C in all cooking times was found that firmness and toughness of flank steak were high compared with other temperatures. Cooking for longer time under controlled temperature induced the reduction of inter-fiber adhesion of protein. Results were supported by [16].

During 50°C to 65°C to cook beef cuts represented tenderness to beef, especially for 60°C. Tenderizing was caused by weakening of connective tissue and proteolytic enzymes decreasing myofibrilla tensile strength and could significantly tenderize the meat if held for more than 6 hrs [17]

3.3 Cook yield

Cook yield analysis of flank steak with different sous-vide process was shown in Tables 1 and 2. Temperature and time affected cook yield of flank steak with significantly different (P≤ 0.001), while its interaction affected cook yield was not significantly different (P> 0.05). Using of high temperature and long time trended to decrease cook yield. Cooking at 65°C shown that cook yield of flank steak was lowest whearas cooking at 55°C represented highest data because myofibril protein denatured, shrank and released water [18].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Cooking loss

Cooking weight loss analysis of flank steak with different sous-vide process was shown Tables 1 and 2. Temperature and time of sous-vide process affected cooking weight loss of flank steak with significantly different ($P \leq 0.001$) whereas its interaction did not affected cooking weight loss ($P>0.05$). Results were found in Table 2 that using low temperature (55°C) induced cooking weight loss with significantly increased whearas cooking at 65°C shown that cooking weight loss of flank steak was lowest because of high temperature in sous-vide process. These results indicated that myofibril proteins held most of the water retained within the muscle. Increasing temperatures caused denaturation and shrinkage of such proteins and caused substantial water loss [19].

3.5 Water holding capacity

Water holding capacity of sous-vide samples were shown in Tables 2 and 3. It was found that temperature of sous-vide process significantly affected water holding capacity of flank steak ($P \leq 0.001$) whearas time did not affect water holding capacity of sample ($P \geq 0.05$). Using high temperature (65°C) in all cooking time affected water holding capacity. Results were in the same trend as in the case of cooking weight loss.

4. Conclusion

Temperature and time in sous-vide process affected physical properties of flank steak, while not much changed in color of sample. The further study could be used 60°C for 36 hrs as the optimized condition since flank steak after this condition since sample was low in firmness, toughness even though cook yield and cooking loss were high compared to other conditions. In addition, methods to decrease weight loss during and after sous-vide process are therefore interested.

5. Acknowledgement

The authors express their sincere appreciation to the Faculty of Agro-industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand for supporting the study financially.

6. References

(1) Creed PG. 1995. The sensory and nutritional quality of sous-vide foods. Food control. 6(1): 45-52.
(2) José SP, Antonio G, Jorge RC. 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.
(3) Roldàn M, Antequera T, Martín A, Mayoral AI, 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(3): 572-578.
(4) Juneja VK. 2006. Delayed clostridium perfingens growth from a spore inocula by sodium lactate in sous-vide chicken products. Food Microbiology. 23(2): 105-111.
(5) Boles JA, Shand PJ. 2001. Meat cut and injection level affects the tenderness and cooked yield of processed roast beef. Meat Science. 59(3): 259-265.
(6) 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. p. 29.
(7) Baldwin DE. 2012. Sous-vide cooking: A review. Gastronomy and Food Science. 1(1): 15-30.
(8) Meng J, Genigeorgis CA. 1994. Delaying toxigenesis of clostridium botulinum by sodium lactate in sous-vide Products. Lelt. Appl. Microbiology. 19: 20-23.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(9) Wattanachant S, Benjakul S, Ledward DA. 2005. Effect of heat treatment on changes in texture, structure and properties of Thai indigenous chicken muscles. Food chemical. 93(2): 337-348.

(10) 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.

(11) Young LL, Lyon CE. 1997. Effect of post chill aging and sodium tripolyphosphate on moisture binding properties, color and Warner-Bratzler Shear value of chicken breast. Meat Science. 90(3): 828-835.

(12) Zheng M, Huang YW, Nelson SO, Bartly PG, Gates KW. 1998. Dielectricproperties and thermal conductivity of marinated shrimp and chanal catfish. Food Science. 63: 668-672.

(13) Christensen LB, Ertbjerg P, Aaslyng MD, Christensen M. 2011. Effect of prolonged heat treatment from48 °C to 63 °C on toughness, cooking loss and color of pork. Meat Science 88(2): 280-285.

(14) Nikmaram P, Yarmand MS, Emamjomeh Z, Darehab HK. 2011. The effect of cooking methods on textural and microstructure properties of veal muscle (Longissimus dorsi). Meat Science. 6: 201-207.

(15) García-Segovía P, Andrés-Bello A, Martínez-Monzo J. 2007. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M.pectoralis). Food Engineering. 80(3): 813–821.

(16) Bouton PE, Harris PV. 1981. Changes in the tenderness of meat cooked at 50- 65 °C. Food Science 46(2): 475-478.

(17) Tornberg E. 2005. Review: Effects of heat on meat proteins implications on structure and quality of meat products. Meat Science 70(3): 493-508.

(18) Wituteerasan T. 1998. Meat Technology. Section of home economics. Faculty of science and technology. Loei Rajbhat University. p. 93.

(19) Vaudagna SR, Sanchez G, Neira MS, Insani EM, Gallinger MM, Picallo AB. 2002. Sous vide cooked semitendinosus muscles: Effect of low temperature-long time treatments on quality Characteristics and storage stability of product. Food Science and Teachnology. 37: 411-425.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dr. Soraya Kerdpiboon, D.Eng. (Food Engineering)

1. Research Interest

Drying of foods; Fisheries; Pigmented rice processing; Meat and poultry processing; Physical property; Structural property; Thermal processing of foods and biomaterials; Correlation determination of food properties using mathematical modeling

2. Education

D.Eng. (Food Engineering), King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand

M.Sc. (Food Science), King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

B.Sc. (Fishery Product), Kasetsart University, Thailand

3. Funding Sources

Faculty of Agro-Industry, KMITL	2012-2014
KMITL	2014
Thailand Toray Foundation	2013
Natural Research Council of Thailand (NRCT)	2013
The Thailand Research Fund (TRF)	2012
Kasetsart University	2009-2011
Faculty of Natural Resources and Aro-Industry	2009-2011
IRPUS	2009-2010

Awards and Recognition

4. Consulting

-

5. Professional Experiences

2012- now	Faculty of Agro-Industry
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
2009-2012	Faculty of Natural Resources and Ago- Industry
	Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus

6. Ad Hoc Reviewer for:

- LWT Food Science and Technology
- Innovative Food Science and Emerging Technologies
- Drying Technology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Professional Experiences

2012- now	Faculty of Agro-Industry
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
2009-2012	Faculty of Natural Resources and Ago- Industry
	Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus

8. Publications

Publications 2006-2015

International Journals

1. Krusong, W., **Kerdpiboon, S.,** Jindaprasert, A., Yaiyen, S., Pornpukdeewatana, S., Tantratian, S. 2015. Calcium chloride ameliorates changes in lipid, membrane-bound enzyme, and cell-wall thickness of acitic-acid bacteria under high temperature acetification. Applied Microbiology. *Accepted.*
2. Krusong, W., Pornpukdeewatana, S., **Kerdpiboon, S**. and Tantratian, S. 2014. Prediction of influence of stepwise increment of initial acetic concentration in charging medium on acetification rate of semi-continuous process by artificial neural network. **LWT Food Science and Technology** 56(2): 383-389.
3. Niamnuy, C, **Kerdpiboon, S,** Devahastin, S. 2012. Artificial neural network modeling of physicochemical changes of shrimp during boiling. **LWT- Food Science and Technology** 45 (1): 110-116.
4. Klaypradit, W., **Kerdpiboon, S.**, Singh, R.K. 2011. Application of artificial neural networks to predict the oxidation of menhaden fish oil obtained from Fourier transform infrared spectroscopy method. **Food and Bioprocess Technology**, 4:475-480.
5. **Kerdpiboon S**, Devahastin S. 2007. Fractal Characterization of Some Physical Properties of a Food Product under Various Drying Conditions. Drying Technology. 25: 135-146.
6. **Kerdpiboon S**, Devahastin S, Kerr W L. 2007. Comparative fractal Characterization of Physical Changes of Different Food Products during Drying. Journal of Food Engineering. 83: 570-580.
7. **Kerdpiboon S**, Kerr W. L., Devahastin S. 2006. Neural Network Prediction of Physical Property Changes of Dried Carrot as a Function of Fractal Dimension and Moisture Content. Food Research International. 39: 1110-1118.

International Proceedings

1. **Kerdpiboon, S.,** Supaphon, P., Kaeewsa-ard, S., Peuchkamut, Y., Swetwiwatthana, A. 2015. Physical property modeling of rib eye beef cattle using multiple regression

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

analysis. 61st International Congress of Meat Science and Technology (ICOMST 2015), 23-28 August 2015, Clermont-Ferrand, France.

2. Vongareerat, A., **Kerdpiboon, S.** Puttongsiri, T. and Buranapongphan, A. 2015. Preparation of Thai local beef shank for Mussaman using sous-vide process. Oral Presentation *In* Proceedings of The 14th Asean Food Conference 2015, SMX Convention Center, Mall of Asia, Pasay City, Philippines. 24-26 June 2015.
3. Kongpeam, I., **Kerdpiboon, S.** and Peuchkamut, Y. 2015. Flank steak of local Thai beef preparation using sous-vide process. Oral Presentation *In* Proceedings of The 14th Asean Food Conference 2015, SMX Convention Center, Mall of Asia, Pasay City, Philippines. 24-26 June 2015.
4. 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.
5. Charoendee, D., **Kerdpiboon, S.,** Peuchkamut, Y. 2013. Morphology and selected characteristics of Hang rice. Proceedings of 13th Asean Food Conference 2013 Meeting Future Food Demands: Security and Sustainability, Max Atria, Singapore, 9-11 September 2013
6. Kaewsa-ard, S., **Kerdpiboon, S.,** Peuchkamut, Y., Teerachaichayut, S. 2013. Relationships between physical property, chemical composition and marbling score of sirloin beef steak. Proceedings of 13th Asean Food Conference 2013 Meeting Future Food Demands: Security and Sustainability, Max Atria, Singapore, 9-11 September 2013.
7. Suksai, S., **Kerdpiboon, S.**, Nonthanum, P., Watthanasuk, A. 2013. High nutritious germinated brown rice and Hang rice produced from different rice cultivars. Proceedings of 13th Asean Food Conference 2013 Meeting Future Food Demands: Security and Sustainability, Max Atria, Singapore, 9-11 September 2013.
8. Auttayod, M., **Kerdpiboon, S.,** Puechkamut, Y. 2013. Characteristics of sandwich bread replaced wheat flour with whole red bean flour. Proceedings of 13th Asean Food Conference 2013 Meeting Future Food Demands: Security and Sustainability, Max Atria, Singapore, 9-11 September 2013.
9. **Kerdpiboon, S.**, Charoendee, D. 2012, "Comparative physical characterization of water ratio changes of Hang rice during cooking," Proceedings of 2012 International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conference on Nutrition and Food Sciences (ICNFS 2012), 23-24 July, 2012, Singapore, *Accepted in Oral Presentation*.

10. **Kerdpiboon, S.**, Puttongsiri, T., Devahastin, S. 2012, "Physical property and sensory acceptance of Hange rice porridge," *International Conference on Food and Applied Bioscience: The 3rd Agro-Industry Conference, Kantary Hill Resort, Chiang Mai, Thailand.* 6-7 February, 2012.
11. Puttongsiri, T., **Kerdpiboon, S.,** Vichitraka, A. 2012. "Shelf life extension of semi dried Sepat-Siam (*Trichogaster pectoralis*) using of Chitosan," *International Conference on Food and Applied Bioscience: The 3rd Agro-Industry Conference, Kantary Hill Resort, Chiang Mai, Thailand.* 6-7 February, 2012.
12. **Kerdpiboon, S.,** Devahastin, S. 2010. "Flow Characteristics and Selected Physical Properties of Porridge Mixed with Pumpkin," *International Conference on Agriculture and Agro-Industry (ICAAI2010) Food, Health and Trade*, Chiangrai, Thailand. 19-20 November, 2010].

    (Grant: Kasetsart University)
13. Klaypradit W, **Kerdpiboon S**, Singh R.K. 2009. "Application of Artificial Neural Networks to Predict the Oxidation of Menhaden Fish Oil Obtained from Fourier Transform Infrared Spectroscopy Method." IFT Annual Meeting & Food Expo, Anaheim, CA, USA.

<u>วารสารตีพิมพ์ระดับชาติ</u>

1. **Kerdpiboon, S.** and Puttongsiri, T. 2015. Characteristics of Hang rice and its cooking. KKU Res. J. 0(1): 26-33. (Review paper)
2. **โสรยา เกิดพิบูลย์.** 2554. การพัฒนาการผลิตสลัดผักปรุงรส. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(2) (พิเศษ): 281-284.
3. **โสรยา เกิดพิบูลย์** ธงชัย พุฒทองศิริ และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2554. ผลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อสมบัติเชิงกายภาพและลักษณะการไหลของโจ๊กผสมฟักทองกึ่งสำเร็จรูป. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(2)(พิเศษ): 445-448.
4. **โสรยา เกิดพิบูลย์** ชาติสยาม ผลวิลัย และสิรินาฎ เนติศรี. 2553. สมบัติเชิงกายภาพบางประการและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโจ๊กผสมฟักทอง. วารสารอุตสาหกรรมเกษตรพระจอมเกล้า. ได้รับพิจารณาตีพิมพ์.

    (แหล่งทุนสนับสนุน: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. **โสรยา เกิดพิบูลย์** จักรพงษ์ โสวะพันธ์ ประกาย ผิวทอง และ อรอนงค์ ฐาปนพันธ์นิติกุล. 2554. ผลของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาที่ใช้ในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพของฟักทองสเปรด. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 16(1). 32-40.
(แหล่งทุนสนับสนุน: คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

6. **โสรยา เกิดพิบูลย์** และ วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่. 2553. แนวทางการใช้ประโยชน์จากกระบือเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร. วารสารอุตสาหกรรมเกษตรพระจอมเกล้า. 2(2): 23-30. (บทความวิชาการ)

7. **โสรยา เกิดพิบูลย์** กรรณิกา ชวลิตปฏิญญา และ สุดารัตน์ พรมดวง. 2552. ผลของกระบวนการล้างเนื้อปลาบดด้วยสารละลายด่างต่อคุณภาพด้านสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของซูริมิที่ผลิตจากปลาแช่เยือกแข็ง. วารสารอุตสาหกรรมเกษตรพระจอมเกล้า. 1(1): 34-41.
(แหล่งทุนสนับสนุน: สำนักงานโครงการ IRPUS ประจำปี 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T142432

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้