

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 ในปัจจุบันการนิยมนำเนื้อโคคุณภาพสูงมีมากขึ้น มีการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพสูงจากต่างประเทศประมาณปีละ 2000 ตันต่อปี ส่งผลให้ไทยสูญเสียเงินตราออกไปต่างประเทศเป็นจำนวนมาก (กรมศุลกากร, 2553) ทำให้เนื้อโคไทยบางประเภทอย่างโคพื้นเมืองถูกเลือกนำไปใช้ในการประกอบอาหารน้อยลงโดยเฉพาะอาหารตะวันตก หรือในโรงแรมและภัตตาคารชั้นนำเนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านคุณภาพเนื้อ กล่าวคือโคพื้นเมืองเป็นโคที่ยังไม่ถูกพัฒนาปรับปรุงด้านการสร้างกล้ามเนื้อ จึงมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อละเอียด ในขณะที่เดียวกันก็มีสัดส่วนของ red fiber สูง มีไขมันแทรกไม่ถึงร้อยละ 1 เนื้อค่อนข้างแข็งไม่ฉ่ำน้ำเหมือนเนื้อโคขุนโดยทั่วไป และยังเป็นโคในตระกูล *Bos indicus* (จุฑารัตน์, 2552) อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มาจากเนื้อโคพื้นเมืองของไทยที่มีลักษณะเด่นในด้านความปลอดภัยจากสารตกค้างและสารปฏิชีวนะ (สุนทรพิพร และคณะ, 2552) มีไขมันต่ำและสำหรับเนื้อโคที่กินพืชหญ้าอาหารตามธรรมชาติ มีระดับ Conjugated linoleic acid สูง (Sethakul et al., 2008) แต่มีจุดควรพัฒนาคือเนื้อโคมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียวกว่าเนื้อโคขุน ทำให้ใช้ระยะเวลาการประกอบอาหารนานและไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร การนำเทคนิคการแปรรูปที่ช่วยลดความเหนียวของเนื้อโคพื้นเมืองจึงเป็นแนวทางที่สามารถเพิ่มช่องทางการบริโภคเนื้อโคพื้นเมืองได้อีกช่องทางหนึ่ง ทั้งนี้ กระบวนการที่มีการหมักเนื้อโคโดยใช้สภาวะอุณหภูมิและความดันที่กำหนด 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 สัปดาห์สำหรับรอการนำไปให้ความร้อนอีก

ครึ่งและบริโศก (Vaudagna et al., 2002) การทำซูว็ดเป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับ โดยปัจจุบันเชฟและร้านอาหารชั้นนำได้เทคนิคนี้มาใช้เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถจัดการกับอาหารพร้อมปรุง (Roca and Brugués., 2003) โดยอาหารหลายประเภทที่มีกรรมวิธีซับซ้อน ต้องใช้ระยะเวลาและทักษะทางด้านแรงงานในกระบวนการ การเตรียมอาหารด้วยการซูว็ดนอกจากช่วยลดกระบวนการที่ยุ่งยากซับซ้อนดังกล่าวแล้ว ยังช่วยปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารประเภทดังกล่าวที่ดีขึ้น (Jang et al., 2006) มีนักวิจัยที่ศึกษาสถานะต่างๆ โดยใช้กระบวนการซูว็ดกับวัตถุดิบอาหารในกลุ่มโปรตีน ได้แก่ เนื้อ ไข่ หมู เป็นต้น (Jea et al., 2006; Juneja, 2006; Cheok et al., 2010; Jose et al., 2012) จึงเห็นว่ากระบวนการซูว็ดนั้นเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะความเหนียวของเนื้อโคพื้นเมือง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเนื้อโคพื้นเมืองของไทยให้เป็นที่ยอมรับในการจัดและบริการอาหาร

งานวิจัยนี้จึงศึกษาสถานะที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองด้วยกระบวนการซูว็ด และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคพื้นเมืองที่ผ่านกระบวนการซูว็ด โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ได้แก่ การแปรรูปเป็นสเต็กเนื้อพร้อมบริโศก โดยใช้เนื้อส่วนสันนอกที่เป็นที่นิยมในการนำไปแปรรูปสเต็ก และการแปรรูปหมักเนื้อเนื่องจากต้องการลดระยะเวลาในการแปรรูปหมักเนื้อดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูว็ด

1.2.2 ศึกษาวิธีการผลิตหมักเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การศึกษาวิธีการผลิตสเต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูว็ด เนื้อที่ใช้เป็นเนื้อโคพื้นเมือง ส่วนเนื้อพื้นที่อง การดำเนินการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเตรียมเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ด การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ด การนำเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ดไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สเต็ก และการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

1.3.2 การศึกษาวิธีการผลิตหมักเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ด เนื้อที่ใช้เป็นเนื้อโคพื้นเมือง ส่วนเนื้อ การดำเนินการประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเตรียมเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ด การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ด การนำเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูว็ดไปแปรรูปเป็นหมักเนื้อ และการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบผลของอุณหภูมิและเวลาในการซูว็ดที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อพื้นที่องและเนื้อน่องของเนื้อโคพื้นเมืองไทย

1.4.2 สามารถนำเสนอสถานะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเนื้อพื้นที่องสำหรับการแปรรูปเนื้อสเต็ก

1.4.3 สามารถนำเสนอสถานะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเนื้อน่องสำหรับการแปรรูปหมักเนื้อ

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการซูวีต

2.1.1 ความหมายของกระบวนการซูวีต

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

2.1.2 กระบวนการซูวีตในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.1.2.1 การซูวีตโดยใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์

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

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

- 2) การใช้อุณหภูมิสูง - เวลาสั้น (HTST : High Temperature - Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลาสั้นกว่า คือ อุณหภูมิที่ให้อยู่ในช่วง 70-100 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fandos et al. (2005) ได้ทำการซูวีตเนื้อปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ 90 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา Massimiliano et al. (2004) ได้ทำการชวืดเนื้อวัวส่วนสะโพก พบว่าการชวืดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เนื้อวัวมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะวิตามินบี 12 สูง และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น เนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูงทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการรวมกลุ่มเป็นก้อนโปรตีนที่แข็งขึ้นและเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 70 องศาเซลเซียส ระหว่างสายเปปไทด์ของแอกโตไมโอซินจะเกิดพันธะไดซัลไฟด์ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (Cross et al., 1986)

2.1.2.2 การชวืดโดยใช้ความดันสูง

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

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

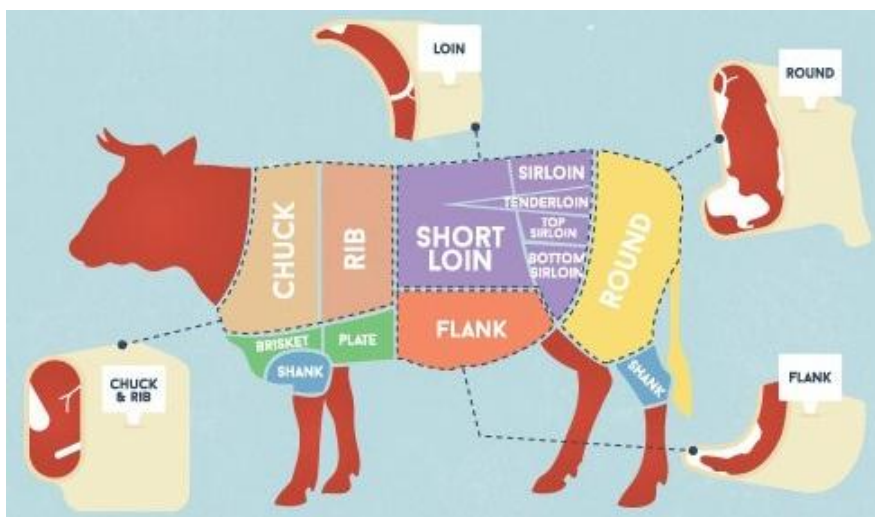
2.2 โคพันธุ์พื้นเมืองไทย

2.2.1 ความหมายของโคพันธุ์พื้นเมืองไทย

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

2.2.2 ชิ้นส่วนเนื้อโคที่ใช้ในการแปรรูปสเต็ก

ชิ้นส่วนของเนื้อสัตว์ได้แก่ เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อปลา เนื้อแกะ เนื้อนกกระจกเทศ ฯลฯ สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า โดยการแปรรูปสเต็กนำมาปรุงรสหรือหมักเป็นระยะเวลานาน เพื่อเพิ่มความนุ่ม แล้วทำให้สุกอย่างรวดเร็วด้วยวิธีการ ปิ้ง ย่าง หรือ อบ จัดเสิร์ฟพร้อมแบบทั้งชิ้นหรือราดซอส พร้อมเครื่องเคียงประเภทผักต้ม ผักทอด ผักผัดเนย ข้าว ขนมปัง เส้นพาสต้า มันฝรั่ง เป็นต้น (ชีชญา, 2552) ซึ่งชิ้นส่วนต่างๆของเนื้อโคที่นิยมนำมาแปรรูปสเต็กแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนของเนื้อวัวที่นำไปทำสเต็ก

ที่มา : <https://www.wongnai.com/food-tips/how-to-order-steak>

2.2.1.1 เนื้อส่วนสัน (Loin)

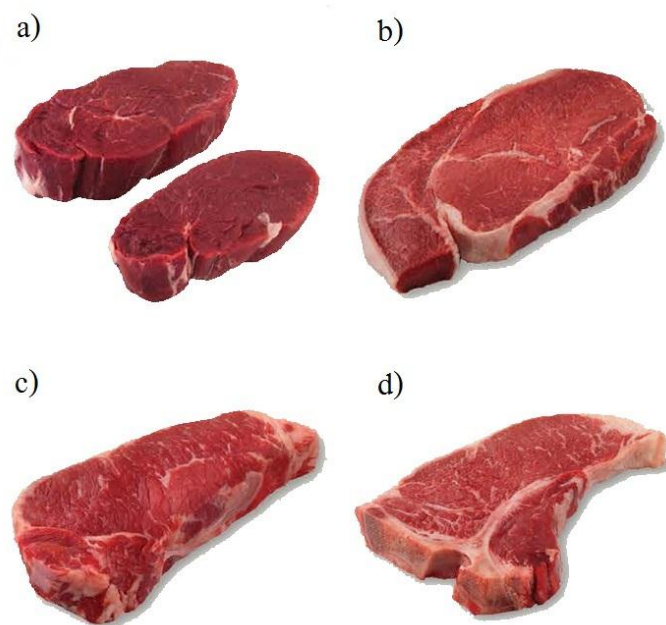
National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายชิ้นส่วนของเนื้อสัน รายละเอียดดังนี้

1) ฟิเลต์มยอง (Filet mignon) หรือ เทนเดอร์ลอยน์ (Tenderloin Steak) (ภาพที่ 2.2 a) เป็นเนื้อส่วนในที่ตัดจากกลางตัวอยู่สองข้างของแนวกระดูกสันหลัง มีความอ่อนนุ่มมากที่สุดเพราะเป็นส่วนกล้ามเนื้อของวัวที่ไม่ได้เคลื่อนไหว เส้นใยจึงไม่แข็งแรง ทำให้มีความนุ่ม มีไขมันแทรกน้อย เนื้อจึงมีรสชาติ جيد ส่วนมากถ้านำมาใช้ทำสเต็กจะรับประทานคู่กับซอสเพื่อเพิ่มรสชาติ

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

3) สตรีปลอยน์ หรือนิวยอร์กสตรีป (Strip Loin / New York Strip Steak) (ภาพที่ 2.2 c) เป็นเนื้อที่อยู่ระหว่างส่วนขาหลังกับขาหน้า ส่วนมากเนื้อส่วนนี้นิยมนำมาตัดแบ่งขายเป็นชิ้นสเต็กที่มีทั้งแบบติดหนังและไม่ติดหนัง มักเสิร์ฟในชื่อของ New York Strip Steak

4) ที-โบน (T-bone / Porterhouse Steak) (ภาพที่ 2.2 d) เป็นเนื้อส่วนสันนอกที่ติดกระดูก รูปตัว T เนื้อที่ติดทั้งสองด้านของกระดูกรูปตัว T ด้านหนึ่งจะเป็นเนื้อชิ้นเล็กซึ่งเป็น Tenderloin ส่วนอีกด้านหนึ่งจะเป็นเนื้อชิ้นใหญ่ คือ ส่วน Strip Loin ทีโบนสเต็ก เรียกว่าอีกอย่างหนึ่งว่าพอร์เตอร์เฮาส์ เพราะเนื้อสองชนิดนี้เป็นเนื้อส่วนเดียวกันแต่ต่างกันที่ขนาดโดยพอร์เตอร์เฮาส์จะมีส่วนที่เป็น Tenderloin มากกว่า Strip Loin



ภาพที่ 2.2 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนสัน (Loin)

ประกอบด้วย a) ไฟเลตมียอง b) เซอร์ลอยน์ c) สตรีปลอยน์ d) ที-โบน ตามลำดับ

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.2 เนื้อส่วนหัวไหล่ (Chuck)

National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายส่วนเนื้อหัวไหล่ ท็อป เบลด (Top Blade Steak) หรือ แพลท ไอรอน (Flat Iron Steak) (ภาพที่ 2.3) เป็นเนื้อส่วนหัวไหล่ที่มีไขมันแทรกและมีเอ็นแกว่ตรงกลางชิ้นเนื้อ

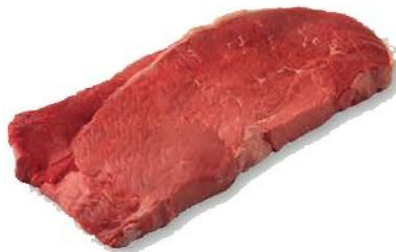


ภาพที่ 2.3 แสดงเนื้อสตั๊กจากส่วนหัวไหล่ (Chuck)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.3 เนื้อส่วนโคนขาและสะโพก (Round)

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



ภาพที่ 2.4 แสดงเนื้อสตั๊กจากส่วนโคนขาและสะโพก (Round)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.4 เนื้อส่วนซี่โครง (Rib)

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



ภาพที่ 2.5 แสดงเนื้อสเต็กจากส่วนซี่โครง (Rib eye)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.2.1.5 เนื้อส่วนพันท้อง (Flank)

National Cattlemen's Beef Association (2013) อธิบายเนื้อส่วนพันท้อง หรือ แพลงค์ (Flank Steak) (ภาพที่ 2.6) เป็นเนื้อวัวส่วนพันท้องหรือเนื้อใบวัว มีขนาดหนาไม่เกิน 1 นิ้ว ไม่มีกระดูก คนไทยนิยมนำมาต้มหรือตุ๋น แต่ถ้านำมาย่างจะต้องสไลด์เนื้อบางๆแล้วนำไปหมักเพื่อช่วยทำให้เนื้อเคี้ยวง่ายและนุ่มมากขึ้น ก่อนนำไปย่าง จะได้เนื้อที่มีรสชาติดี



ภาพที่ 2.6 แสดงเนื้อสเต็กส่วนพันท้อง (Flank)

ที่มา : National Cattlemen's Beef Association (2013)

2.3 การแปรรูปเนื้อ

2.3.1 การหมักสเต็ก

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

2.3.1.1 ส่วนผสมในการหมักสเต็ก

1) เกลือป่น เป็นตัวช่วยให้เนื้อสัตว์อุ้มน้ำ สามารถนำมาผสมกับซอส เพื่อช่วยให้การดูดซับซอสซึมเข้าเนื้อสัตว์ได้ดีมากขึ้น

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

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

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

2.3.1.2 วิธีการหมักสเต็ก

วิธีการหมักสเต็ก แบ่งออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

1) การหมักด้วยของเหลว

เป็นเครื่องปรุงที่มีลักษณะเป็นของเหลว การหมักชนิดนี้ช่วยให้เครื่องหมักซึมเข้าเนื้อได้มาก สามารถพักไว้ในตู้เย็นหรือที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ซอสและส่วนผสมต่างๆซึมเข้าเนื้อสัตว์ได้มากขึ้น

2) การทาน้ำหมักหรือน้ำซอสลงบนเนื้อสัตว์ในขณะย่าง

เป็นการทาผิวด้านนอกด้วยน้ำที่หมักหรือน้ำซอสในขณะย่าง ทำให้รสชาติของซอสซึมเข้าเนื้อ โดยอาศัยความร้อนจากการย่าง รสชาติอาจซึมเข้าเนื้อสัตว์ได้เพียงผิวด้านนอกเท่านั้น รสชาติของน้ำหมักหรือซอสที่ทาจึงเข้าไปถึงด้านในของชิ้นเนื้อไม่ได้

3) การพอกด้วยเครื่องเทศและสมุนไพรสด-แห้ง

เป็นการนำเครื่องเทศและสมุนไพรที่มีลักษณะเป็นผงแห้งหรือสด (ทำด้วยน้ำสมุนไพรสดชนิดต่างๆเช่น พริกสด ตะไคร้ ชিং เป็นต้น นำมาโขลกเข้าด้วยกันจนละเอียด) หมักโดยการพอกไว้บนชิ้นของเนื้อสัตว์ก่อนนำไปย่าง รสชาติจากสมุนไพรสดจะซึมเข้าเนื้อได้มากกว่าการหมักด้วยเครื่องเทศแห้งเพราะเครื่องเทศที่โขลกละเอียดจะมีน้ำมันหอมระเหยและน้ำจากสมุนไพรออกมา ซึ่งน้ำสมุนไพรบางชนิดยังมีผลทำให้เนื้อสัตว์นุ่มมากขึ้นและสามารถช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ได้

2.3.2 วิธีการแปรรูปสเต็ก

2.3.2.1 เทคนิคการแปรรูปสเต็ก

เทคนิคการแปรรูปด้วยความร้อนมีหลายวิธี เช่น การใช้ความร้อนแห้ง (Dry-heat methods), การใช้ความร้อนชื้น (Moist-heat methods) และการใช้ความร้อนแบบผสมผสาน (Combination cooking methods) ซึ่งการทำสเต็กใช้วิธีการประกอบอาหารแบบความร้อนแห้ง โดยไม่ใช้น้ำหรือความชื้นใดเป็นตัวนำความร้อนโดย 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 ใส่เนื้อสัตว์ลงไปทอดเพียงเพื่อให้เกิดสีที่ผิวแต่เนื้อสัตว์ด้านในยังดิบแล้วจึงนำไปประกอบอาหารด้วยวิธีอื่น การเซียร์ยังใช้กับเนื้อสัตว์บางประเภทที่รับประทานกึ่งสุกกึ่งดิบได้เลย

2.3.2.2 ระดับความสุกของเนื้อสัตว์

ความสุก คือปริมาณช่วงเวลาในการเตรียมสัเต็ก เวลาที่ใช้ในการทำสัเต็กขึ้นอยู่กับความชอบของแต่ละบุคคล สัเต็กควรใช้เวลาสั้น หากปรุงนาน น้ำเนื้อและรสชาติจะน้อยลงเรื่อยๆ เนื้อจะเหนียว ระดับความสุกจะใช้กับสัเต็กเนื้อวัวเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเนื้อชนิดอื่นเช่นเนื้อหมู เนื้อปลา หรือเนื้อไก่ จำเป็นต้องทำให้สุกเพื่อฆ่าเชื้อที่ทำอันตรายต่อมนุษย์ได้ ระดับความสุกของสัเต็กเนื้อโดยทั่วไปมี 5 ระดับ (สหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน, 2536) แสดงดังรูปที่ 2.7 โดยข้อมูลจาก สหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน (2536) กล่าวถึงระดับการสุก อุณหภูมิที่ใช้ และผลต่อผลิตภัณฑ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) สุกน้อย (Rare) คือ การทำให้เนื้อสุกน้อยมากก่อนไปทางดิบอุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 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 น้ำเลือดหรือน้ำเนื้อไม่มีสีชมพูอ่อน 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



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 การแปรรูปมัน

ข้อมูลจากเว็บไซต์ Thai Food to The World (2016) ได้แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับมันเนื้อ โดยวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อวัว น้ำพริกแกงมัน กะทิ และเครื่องเทศ ได้แก่ ลูกกระวาน ใบกระวาน อบเชย เป็นต้น ส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ มันฝรั่ง ถั่วลิสง หอม น้ำตาล น้ำปลา น้ำมะขาม โดยขั้นตอนการทำ เริ่มจากคั่วส่วนผสมน้ำพริกแกงให้หอม จากนั้นโขลกส่วนผสมพริกแกงให้ละเอียดก่อนนำมาผัดกับน้ำมัน ในส่วนของเนื้อวุ้นนั้น หั่นชิ้นเนื้อวุ้นตามต้องการก่อนการนำไปเคี่ยวกับกะทิส่วนหาง ใช้ไฟอ่อน จนเนื้อเริ่มเปื่อยแล้วจึงใส่น้ำพริกแกงมัน มันฝรั่ง หอม อบเชย ถั่วลิสง ใบกระวาน และลูกกระวาน เมื่อส่วนผสมมีกลิ่นหอม และสุก จึงปรุงรสด้วยน้ำตาลปีบ น้ำปลา และน้ำมะขามเปียก ก่อนการเติมหัวกะทิ ต้มให้เดือดอีกครั้ง ปิดไฟ มันเนื้อ มีคุณค่าทางโภชนาการ คือให้พลังงาน 187.33 แคลอรี มีโปรตีน 6.7 กรัม ไขมัน 12.09 กรัม คาร์โบไฮเดรต 12.93 กรัมใยอาหาร 1.6 กรัม แคลเซียม 22.46 มิลลิกรัม และเหล็ก 1.06 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 100 กรัม

2.5 การเก็บรักษาเนื้อสัตว์ในสภาพสุญญากาศ

การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศโดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป (semi-rigid form) โดยวัตถุประสงค์ของการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศมีเป้าหมายหลักคือชะลอหรือป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร เราสามารถจำแนกวัตถุประสงค์นี้ออกได้เป็น 6 ประการสำคัญ คือ ชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพอาหาร ชะลออัตราการหายใจของพืช ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอน แมลง ที่อาจติดอยู่ในอาหาร การรักษาสีแดงของเนื้อสัตว์ และการป้องกันการเสียรูปทรงของผลิตภัณฑ์

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในสภาวะสุญญากาศเป็นการนำเนื้อสัตว์สดหรือเนื้อสัตว์ที่ผ่านการแปรรูปโดยการนำมาบรรจุในรูปแบบสุญญากาศอาศัยกลไกการกำจัดออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ที่มีการดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดทำให้พลาสติกหรือฟิล์มที่ใช้สำหรับบรรจุจะหดตัวรัดแน่นอยู่กับผิวหน้าของชิ้นผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามปริมาณของออกซิเจนที่หลงเหลืออยู่ในบรรจุภัณฑ์เมื่อปิดผนึกจะมีน้อยกว่าร้อยละ 1 ถ้ามีการทำสุญญากาศที่ดีและพลาสติกหรือบรรจุภัณฑ์ (food grade) สามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศส่งผลให้ออกซิเจนจากภายนอกไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ได้ ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามเนื้อสัตว์ที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจก่อให้เกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic pathogen) หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำ และหากเก็บเป็นระยะเวลานานอาจมีการสะสมของน้ำที่ไหลเอ่อออกมาจากชิ้นเนื้อได้ (มนัส, 2554)

2.6 การใช้สารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.6.1 สารโซเดียมแลคเตท (Sodium lactate)

เป็นเกลือโซเดียมของกรดแลคติกที่ได้จากธรรมชาติ เกิดจากการหมักน้ำตาลจากหัวบีทและข้าวโพด มีลักษณะเป็นของเหลวค่อนข้างหนืด คล้ายน้ำเชื่อม สีไม่มีสี มีกลิ่นอ่อนๆ ละลายได้ในเอทานอล และน้ำ โซเดียมแลคเตทสมักนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ซึ่ง USDA-Food Safety and Inspection Service (USDA-FSIS) มีข้อกำหนดให้ใช้ในระดับ 1.5-3.0 กรัม ต่อ น้ำหนักเนื้อสัตว์ 100 กรัม หรือไม่เกิน 4.8 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักเนื้อสัตว์ มีคุณสมบัติช่วยในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งในงานวิจัยรายงานของ Meng and Genigeorgis (1994) ที่ใช้สารโซเดียมแลคเตทเติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากกระบวนการซูวิดพบว่า สามารถช่วยชะลอและยับยั้งการเกิดเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.2 สารไนซิน (nisin)

สารไนซินเป็นแบคทีริโอซิน (bacteriocin) ที่ผลิตจากแบคทีเรียกรดแล็กติก (lactic acid bacteria) ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร ประเภท สารกันเสีย (preservative) ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเน่าเสีย (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) ได้ใช้สารไนซินในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการซูวีต พบว่า ช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้นานถึง 60 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิการเก็บ 4 องศาเซลเซียส

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 และลักษณะการใช้งานมักจะใช้กับการควบคุมคุณภาพหรือการปรับปรุงคุณภาพมากกว่าการทำผลิตภัณฑ์ใหม่

2.7.1.2 การทดสอบการยอมรับ (อย่างไร/แค่ไหน) (Acceptance tests)

เป็นการทดสอบการยอมรับ หรือการทดสอบระดับความพอใจของผู้บริโภค สามารถทำได้หลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะผู้บริโภค แต่โดยส่วนใหญ่แล้วมักจัดรูปแบบทดสอบพร้อมกับสเกลกำหนดระดับความชอบ เช่น สเกลความพอใจ (hedonic scale) สเกลรอยยิ้ม (smiley scale) สเกลพอดี (just-about-right scale) เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยของ Jang and Lee (2003) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการซูวีต โดยศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้สเกลวัดระดับ nine-point hedonic scale ในการประเมินด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรสและเนื้อสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการซูวีตมากกว่า เพราะ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่ดีและเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และ Fandos et al. (2005) ได้ศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาแซลมอนสไลด์ด้วยกระบวนการซูวีต ที่อายุการเก็บ 0 วันโดย ใช้สเกลวัดระดับ seven-point hedonic scale โดยประเมินด้านลักษณะที่ปรากฏ กลิ่น หิน รสชาติและเนื้อสัมผัส โดยกำหนดให้คะแนนต่ำกว่า 4 แสดงถึง

ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ พบว่าเนื้อปลาซูวิตที่ใช้อุณหภูมิ 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 การประเมินการยอมรับในศูนย์ประเมินกลางชุมชนมีเทคนิควิธีการหลากหลายและเป็นแหล่งรวมของผู้บริโภคเป้าหมายซึ่งได้แก่ ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน วัด โบสถ์ โรงแรม สโมสร ศูนย์อาหารหรือสถาบันที่อื่นๆที่มีผู้บริโภคเป้าหมายรวมอยู่เป็นจำนวนมาก

2.7.2.3 การประเมินการยอมรับผู้บริโภคที่บ้าน

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

2.8 วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM)

วิธีการพื้นผิวตอบสนองเป็นการแสดงหรือตัวแทนทางเรขาคณิตที่ได้รับเมื่อผลตอบสนองของตัวแปร (Response) ถูกสร้างเป็นฟังก์ชันของตัวแปรเหล่านั้น เทคนิคทางสถิตินี้ใช้แผนภาพคอนทัวร์ (Contour Plot) ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่สนใจ ผลที่ได้คือสามารถที่จะหาสูตร หรือสภาวะที่เหมาะสม (Optimization) จากความสัมพันธ์เหล่านั้นได้เมื่อพิจารณาปัจจัยที่สนใจเหล่านั้นพร้อม ๆ กัน

โดยจะต้องมีเลือกการวางแผนและออกแบบการทดลองที่เหมาะสม การวิเคราะห์ผลการทดลอง และสร้างแผนภาพคอนทัวร์ โดยแผนภาพคอนทัวร์ เป็นอนุกรม (Series) ของเส้นหรือกราฟซึ่งมีค่าที่แน่นอนและคงที่สอดคล้องกับระดับของปัจจัยที่เปลี่ยนไป แผนภาพคอนทัวร์มีหลายแบบสอดคล้องกับผลการทดลองที่ตรวจสอบได้ 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 การหาค่าจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสม (Optimization) โดยใช้ Desirability function

ค่า Desirability ซึ่งเป็นค่าความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ สามารถคำนวณแยกเป็นส่วน ๆ หรือทีละค่าตอบสนอง (Response) โดยค่า Desirability ของแต่ละค่าตอบสนองจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่ามาตรฐานของ 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) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการชวืดเนื้อหมู โดยใช้แฮมหมูไปผ่านกระบวนการชวืดที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่แตกต่างกันที่ 5 และ 12 ชั่วโมง และการบรรจุที่ต่างกันระหว่างบรรจุสุญญากาศและไม่ใช้สุญญากาศ จากนั้นได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลง พบว่าเนื้อหมูที่ผ่านการชวืดจะช่วยรักษาความชื้นและลดการสูญเสียน้ำหนักได้ในระยะเวลานานกว่า ($P=0.054$) และอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ($P<0.001$) ตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แสดงค่าความสว่างและค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด

ทิพวรรณ (2551) ได้ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคเนื้อโคและผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า มีผู้รับประทานเนื้อโคและผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคประมาณครึ่งหนึ่ง เขตพื้นที่ที่มีการรับประทานมากที่สุดได้แก่ เขตพื้นที่ตะวันออก โดยส่วนใหญ่รับประทานที่บ้านมื่อเย็น มีแนวโน้มการบริโภคในอนาคตเท่าเดิม เนื้อโคที่ยังไม่ได้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะได้รับความนิยมในการรับประทานมากที่สุด โดยมักนำมาประกอบอาหารประเภทแกง รองลงมาคือ การนำมาประกอบอาหารประเภทย่าง ปัญหาที่พบคือ เนื้อโคมีความเหนียว มีพฤติกรรมการซื้อเนื้อโคโดยเฉลี่ย 1.4 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ หรือ ประมาณ 73 กิโลกรัมต่อปี มีความถี่ในการซื้ออยู่ที่ นานๆครั้ง ซื้อเพื่อบริโภคในครัวเรือน โดยตนเองเป็นผู้ที่มีอิทธิพลในการซื้อมากที่สุด สถานที่ซื้อประจำคือ ตลาดสด ลักษณะการซื้อเนื้อโคส่วนใหญ่เป็นการซื้อแบบตัดแบ่ง/ซั้กิโลกรัม ส่วนการซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคแบบแบ่งขายในบรรจุภัณฑ์จะสะดวกมากกว่าขายตัดแบ่งซั้กิโลกรัม

Paik et al. (2006) ได้ศึกษาผลของการใช้ในจีนในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสด้วยกระบวนการชวืด โดยตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วยผลิตภัณฑ์เนื้อเกาหลีปรุงรสที่ใส่สารละลายไนจีน 100 มิลลิกรัม และไม่ใส่สารไนจีน ซึ่งจะเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 60 วัน

พบว่า ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ใส่สารไนซินและเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบการเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างเด่นชัด มีค่าสีความสว่างลดลง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารไนซินไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และค่าสีไม่เปลี่ยนแปลง

Juneja (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการชะลอการเจริญเติบโตของ *Clostridium perfringens* โดยใช้สารโซเดียมแลคเตท ในการชูวิตผลิตภัณฑ์ไก่หมัก โดยการเติมอัตราส่วนโซเดียมแลคเตท ที่ระดับร้อยละ 0, 1.5, 3 และ 4.8 ในผลิตภัณฑ์ไก่หมักและนำไปผ่านกระบวนการชูวิตที่อุณหภูมิ 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) ได้ศึกษาความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาแซลมอนที่ผ่านกระบวนการชูวิต 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* และการชูวิตปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดและสามารถยืดอายุการเก็บได้มากกว่า 45 วัน อย่างไรก็ตามในสภาวะดังกล่าวการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะมีคะแนนการยอมรับน้อยกว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูงและระยะเวลานาน มีผลทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการตกตะกอนในระหว่างการให้ความร้อน เมื่อใช้ความร้อนสูงจะทำให้เนื้อสัมผัสแข็งและแห้ง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

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

Meng และ Genigeorgis (1994) ได้ศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมแลคเตทและอุณหภูมิการเก็บในการยับยั้งเชื้อ *Clostridium botulinum* ที่สามารถเกิดขึ้นในสภาวะสุญญากาศระหว่างกระบวนการชูวิต 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 ออกไก่ และปลาแซลมอน พบว่า เนื้อวัวและเนื้อไก่ที่เติมโซเดียมแลคเตทปริมาณ 4.8 เปอร์เซ็นต์ และเก็บที่

อุณหภูมิ 4 หรือ 8 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บได้มากกว่า 90 วัน ที่จะสามารถเกิดสารพิษขึ้นได้ ส่วนปลาแชลมอนจะมีอายุการเก็บที่สั้นกว่า ดังนั้นการเติมโซเดียมแลคเตทในปริมาณที่มากกว่า 2.4 เปอร์เซ็นต์ และเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส ในแต่ละผลิตภัณฑ์ จะช่วยยับยั้งสารพิษได้ดีและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า

Mass et al. (1989) ได้ศึกษาผลของการใช้ระดับความเข้มข้นของสารโซเดียมแลคเตทในการเกิดสารพิษของเชื้อ *Clostridium botulinum* ในผลิตภัณฑ์ไก่วงซูวีต โดยนำไก่วงมาฉีดน้ำไบรน์ โดยใช้ระดับความเข้มข้นของสารโซเดียมแลคเตทที่ร้อยละ 2, 2.5, 3 และ 3.5 จากนั้นนำมาบรรจุลงถุงสุญญากาศ ใช้อุณหภูมิซูวีตที่ 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

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

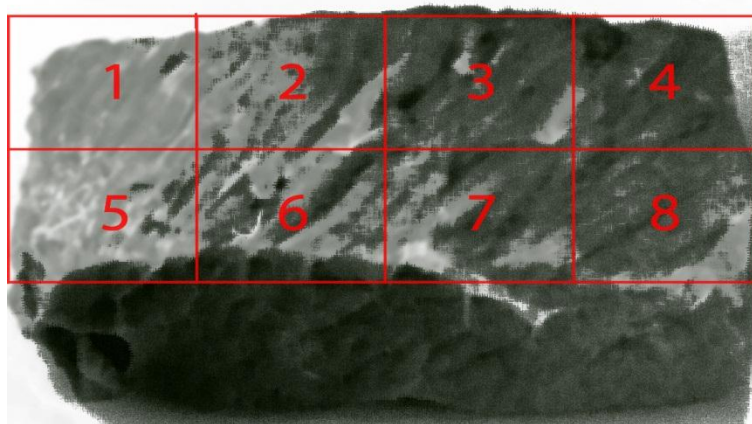
3.1 การศึกษาวิธีการผลิตสเต็มเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีด

3.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำเนื้อโคพื้นเมืองส่วนไบบว (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 เพื่อให้ น้ำเกลือกระจายตัวเข้าเนื้ออย่างสม่ำเสมอ



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

3.1.3 การเตรียมผงปรุงรส

เตรียมส่วนผสมปรุงรสเด็ก ได้แก่ พริกไทยดำ พริกป่นปาปริก้า ผงหอมใหญ่ โรสแมรี่สด นำส่วนผสมมาชั่งตามปริมาณสูตรดังตารางที่ 3.1 จากนั้นนำเนื้อสับที่ผ่านการฉีดยาละลายโซเดียมแลคเตทแล้วนำมาพอกกับผงปรุงรสเด็กโดยใช้อัตราส่วน เนื้อต่อผงปรุงรส เป็น 1 ต่อ 1 แล้วนำไปบรรจุในถุงสุญญากาศ ก่อนเข้าสู่กระบวนการชูวีต

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการหมักเนื้อสับ

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

ที่มา: (ดัดแปลงจาก Karen, 2013)

3.1.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการชูวีตเนื้อสับ

3.1.4.1 การกำหนดสภาวะการทดลองในกระบวนการชูวีต

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการชูวีตเนื้อสับ โดยใช้เทคนิคพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology: RSM) วางแผนการทดลองแบบ Central composite design (CCD) 3 ขั้ว โดยศึกษาผลของตัวแปร 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิในการชูวีต 55 – 65 องศาเซลเซียส และเวลาในการชูวีต 24 – 48 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Baldwin, 2012) แสดงดังตารางที่ 3.2 บรรจุตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 3.4.1.3 ลงในถุง Laminated low density polyethylene (LLDPE) จากนั้นนำไปปิดผนึกสุญญากาศ นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่ทำการควบคุมอุณหภูมิที่ระยะเวลาต่างกัน จากนั้นทำให้เย็นทันทีโดยควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อสับที่ผ่านกระบวนการชูวีตไปวิเคราะห์คุณภาพในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 3.2 สภาวะที่ใช้ในการผลิตเนื้อสัตว์ด้วยกระบวนการซูวีต

สภาวะที่	อุณหภูมิในการซูวีต (องศาเซลเซียส)	เวลาในการซูวีต (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

3.1.4.2 การตรวจสอบคุณภาพ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1) วัดสี

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

2) วัดค่าความนุ่ม ด้วย Warner-Bratzler blade

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

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

คำนวณผลของน้ำหนักเนื้อดิบและน้ำหนักเนื้อสัตว์สุก ตามสูตรดังนี้

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

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

W_r = น้ำหนักตัวอย่างเนื้อดิบ (Weight of raw sample, g)

4) วัดความสามารถในการอุ้มน้ำ (ดัดแปลงจาก Zheng, 1998)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสับเตี๊ยม 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) วัดการสูญเสียของน้ำ (ดัดแปลงจาก Young and Lyon, 1997)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสับเตี๊ยมก่อนการทำให้สุก 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 = น้ำหนักตัวอย่างหลังการทำให้สุก (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 สามารถนำมาสร้างและคัดเลือกแบบจำลอง (model) ของสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการชุ้มน้ำได้ จำนวนการทำซ้ำ 5 ครั้ง ที่จุดศูนย์กลาง (Central point of design) (0, 0) สร้างแบบจำลองผลของตัวแปรอิสระทั้ง 2 สิ่งในการทดลองคือ อุณหภูมิและเวลา ต่อคุณภาพในด้านต่าง ๆ ของเนื้อสับเตี๊ยม โดยใช้สมการพหุนาม (polynomial model) ตามแบบ Lazic (2004) เป็นตัวอธิบาย โดยวิธีการทางสถิติที่ใช้คือ วิธีกำลังสองที่น้อยที่สุด (the least square method) เพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยฟังก์ชันที่ใช้เรียกว่า fitted response function

เมื่อ Y คือค่าการทำนายค่าของตัวแปร (response) ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความนุ่ม ปริมาณผลผลิต ความสามารถในการอุ้มน้ำและการสูญเสียของน้ำหลังให้ความร้อน ส่วน X_1 คือ temperature level และ X_2 คือ time level, β_0 คือ constant value, β_1 และ β_2 คือ linear 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 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อสัตว์

3.1.5 การเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพเนื้อสัตว์สุกต่อเนื้อโคขุนและโคนำเข้า

นำตัวอย่างเนื้อสัตว์จากเนื้อโคนำเข้า คือเนื้อสัตว์ส่วนสันในจากประเทศออสเตรเลีย ประเทศสหรัฐอเมริกา (ตามกระทรวง เกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA)) และเนื้อสัตว์โคขุนในประเทศไทย คือ เนื้อสัตว์ส่วนสันในและส่วนใบวัวจากโคขุนกำแพงแสน และเนื้อสัตว์ส่วนใบวัวจากโคขุนพินยาง คำ ซึ่งทำการวัดโดยใช้เนื้อดิบนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพกับเนื้อสัตว์สุกที่ได้จากการหาสภาวะที่เหมาะสมแล้ว การวัดค่าแรงเฉือนที่แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสัตว์ โดยจะหั่นเนื้อสัตว์ให้มีขนาด $1.0 \times 2.0 \times 0.5$ 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 การเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการสุก

เมื่อได้อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการสุกเนื้อสัตว์ส่วนสันในท้องที่คัดเลือกสภาวะจากข้อ 3.1.4 โดยนำมาเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์โคพื้นเมืองไทยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการสุก โดยนำมาผ่านกรรมวิธีการอย่างเพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ

3.1.6.1 การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมเนื้อสัตว์สุกที่ได้จากการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมแล้วซึ่งเป็นเนื้อ สัตว์ที่มีการใส่ผงปรุงรสและฉีดยาน้ำเกลือ กับเนื้อดิบส่วนสันในท้องที่ปราศจากการปรุงแต่ง นำมาผ่านกรรมวิธีการอย่างในข้อ 3.4.4.2 ต่อไป

3.1.6.2 กรรมวิธีการย่างเนื้อสัตว์

กรรมวิธีการย่างเนื้อสัตว์

ตั้งกระทะย่างใช้ไฟแรง เทน้ำมันมะกอก 5 กรัม ร่อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก Suriaatmaja et al, 2013) จากนั้นนำเนื้อสัตว์สุกตัวอย่างให้มีสีน้ำตาลรอบด้าน ใช้ระยะเวลาอย่างประมาณ 1 นาที

กรรมวิธีการย่างเนื้อสัตว์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการสุก

ตั้งกระทะย่างใช้ไฟปานกลาง เทน้ำมันมะกอก 5 กรัม นำเนื้อสัตว์สุกตัวอย่าง ขณะย่างใช้โทโมคอปเปิ้ลวัตถุดิบใจกลางของเนื้อให้มีอุณหภูมิสูงถึง 70 องศาเซลเซียส (สัญชัย, 2534) จึงยกขึ้นพักไว้

3.1.6.3 การตรวจสอบทางกายภาพเพื่อเปรียบเทียบเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการสุก

1) วัดสี

ทำการวัดสี โดยนำเนื้อสัตว์สุกหั่นออกเป็น 3 ส่วน โดยหั่นขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้หัววัดสีวางทับในแนวหน้าตัดของเนื้อสัตว์ 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) จากนั้นหั่นเนื้อสเต็มชิวิตให้มีขนาด 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1.7 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสเต็มชิวิต

นำเนื้อสเต็มที่ผลิตได้จากสภาวะการชิวิตที่เหมาะสมในข้อ 3.1.4 ทำการทดสอบการใช้งานในรูปแบบ Home Use Test โดยบรรจุเนื้อสเต็มชิวิตที่ผลิตได้ปริมาณ 200 กรัมในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ นำให้เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารจำนวน 20 ท่าน ซึ่งผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์จะต้องทดสอบตามแบบประเมินที่อธิบายคำแนะนำและวิธีการแปรรูปเนื้อสเต็มชิวิต และให้คะแนนแบบสอบถามพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่มและการยอมรับโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale

3.2 การศึกษาวิธีการผลิตมันเนื้อที่ผ่านกระบวนการชิวิต

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

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

3.2.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักเนื้อส่วนน่องด้วยกระบวนการชิวิต

นำเนื้อที่เตรียมได้ในข้อ 3.2.1 มาฉีกน้ำโปรตีนที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเนื้อมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศ จากนั้นนำไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ทำการต้มที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และเวลาในการหมัก 6 12 และ 18 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Myhrvold, 2011) จากนั้นนำไปทำให้เย็นโดยเร็วที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Armstrong and Meilveen, 2000; Meng and Genigeorgis, 1994) โดยสภาวะที่ใช้ในการชิวิตเนื้อน่องลาย แสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3.3 นำตัวอย่างไปวัดสี ลักษณะเนื้อสัมผัส การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการชิวิต และร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก ทำการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการชิวิตเนื้อน่องลาย โดยเปรียบเทียบกับเนื้อน่องที่แปรรูปโดยวิธีการดั้งเดิม (ต้มที่น้ำเดือด นาน 12 ชม)

ตารางที่ 3.3 สภาวะที่ใช้ในการชวืดเนื้อน่องลาย

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 การศึกษาส่วนผสมของน้ำไบรมีในการหมักเนื้อส่วนน่องชวืด

นำสภาวะที่เหมาะสมในการชวืดที่ได้จากข้อ 3.2.2 มาฉีดด้วยน้ำไบรมี 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% เปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้มีการฉีดสารละลายน้ำไบรมี (ดัดแปลงจาก Vaudagna et al., 2008) หลังจากฉีดสารละลายน้ำไบรมีแล้ว ทิ้งไว้ 1 ชม จากนั้นนำเนื้อไปแช่น้ำหนัก บรรจุในสภาพสุญญากาศ ทิ้งไว้ที่ 4°C นาน 6 ชม เพื่อให้น้ำไบรมีซึมผ่านเข้าไปในเนื้อ ก่อนการนำไปชวืด นำตัวอย่างไปวัดสี และการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการชวืด และร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก

3.2.4 การวิเคราะห์คุณภาพ

1) วัดค่าความแน่นเนื้อ ด้วย Warner-Bratzler blade

การวัดค่าแรงเฉือนที่แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสัตว์ชวืด ด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้ Warner-Bratzler blade ตามวิธีการของ Wattanachant et al (2005) โดยการกำหนด Cross-head speed 2 mm/s ใช้ 5-Kg load cell หลังจากนั้นหั่นเนื้อสัตว์ชวืดให้มีขนาด 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 $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$ ตามวิธีการของ คนที่ 10 รายงานค่า Chewiness ค่า Cohesiveness ค่า Gumminess และค่า Springiness

3) วัดสี

ทำการวัดสี โดยนำเนื้อสเต็มชูวิตหั่นออกเป็น 3 ส่วน โดยหั่นขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้หัววัดสี วางทาบบนตัวอย่างในแนวหน้าตัดของเนื้อสเต็ม และอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L^* , a^*) ทำการวัดแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4) วัดค่าร้อยละสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการชูวิต

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสเต็มชูวิตก่อนและหลังจากกระบวนการชูวิต และคำนวณร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการชูวิต ตามสมการที่ 1)

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

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

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

5) วัดค่าร้อยละสูญเสียน้ำหนัก (ดัดแปลงจาก Young and Lyon, 1997)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อสเต็มชูวิตก่อนการทำให้สุก 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)

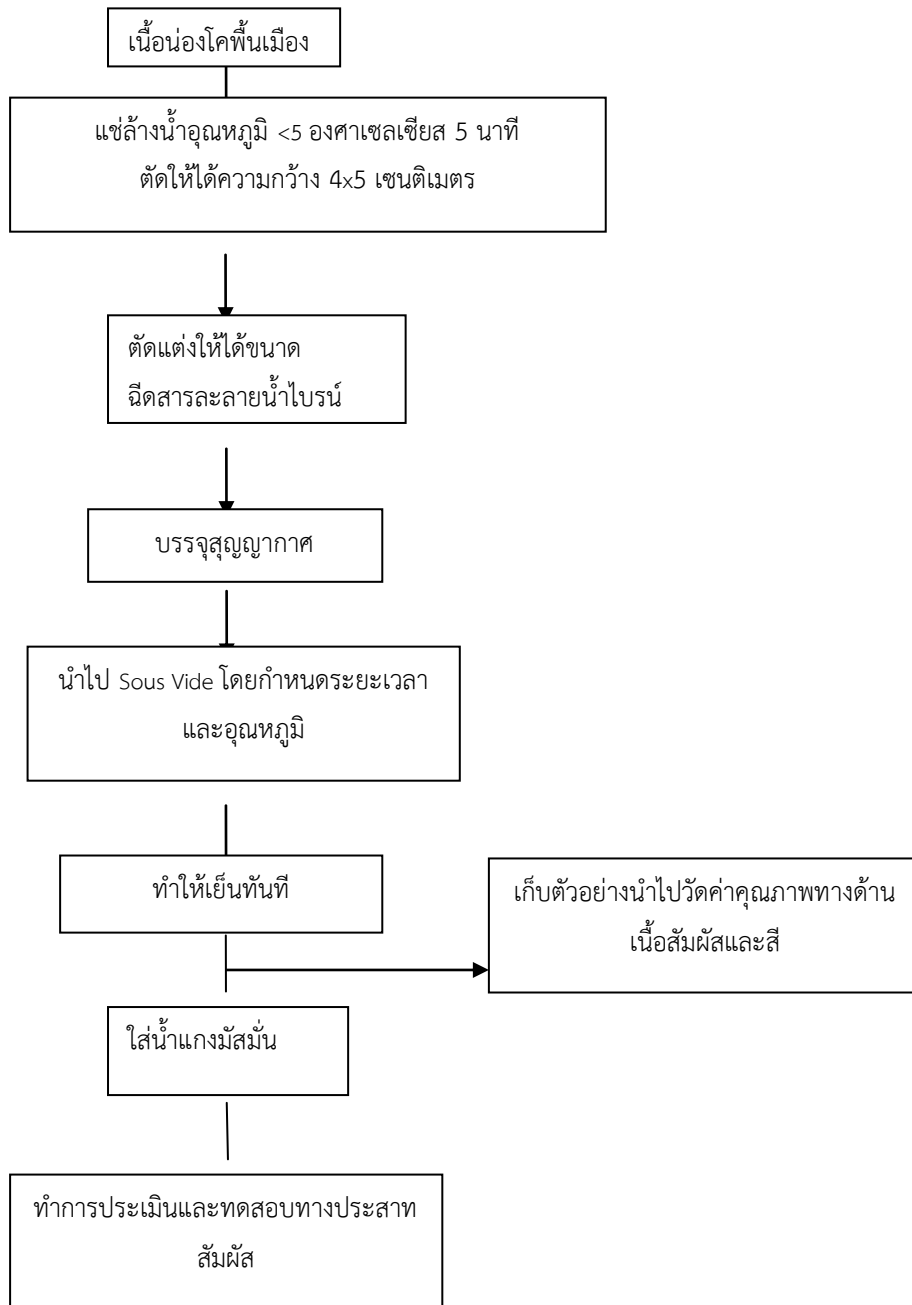
3.2.5 การวางแผนการทดลอง

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการชูวิตประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก 3 ระดับ และระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก 3 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD และการศึกษาส่วนผสมของน้ำโปรตีนในการหมักเนื้อส่วนน่องชูวิต การทดลองมี 1 ปัจจัย 3 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD

3.2.6 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมัสมั่นเนื้อชูวิต

นำเนื้อน่องชูวิต ที่ผ่านการคัดเลือกสภาวะในการผลิตจากข้อ 3.2.3 และ 3.2.4 มาผลิตมัสมั่นเนื้อชูวิต โดยมีวิธีการผลิตแสดงดังภาพที่ 3.2 โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 40 ท่าน ทดสอบความแตกต่างของมัสมั่นเนื้อที่ผลิตจากเนื้อที่ผ่าน และไม่ผ่านกระบวนการชูวิต โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน

ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่มและการยอมรับโดยรวม วิเคราะห์โดยใช้ Triangle test ผู้ทดสอบ 40 คน



ภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาวิธีการผลิตสติกเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวิต

4.1.1 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณภาพเนื้อสติก

การศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการซูวิตเนื้อสติกใช้เทคนิคพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology) ในการออกแบบการทดลองโดยใช้การทดลองแบบ Central Composite Design เพื่อศึกษาผลของสภาวะการซูวิตที่อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกัน มีผลต่อค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความนุ่ม ปริมาณผลผลิต การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน และความสามารถในการอุ้มน้ำ เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเพื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิและเวลาในการซูวิตเนื้อสติกที่มีต่อค่าตอบสนอง 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) ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการชงวีตที่มีต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ (ตารางที่ 4.1) พบว่าข้อมูลที่ได้มีค่าตอบสนองของสมการ (model) คือ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความนุ่ม การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน และความสามารถในการอุ้มน้ำ ที่สามารถทำนายผลได้ เนื่องจากในแต่ละค่าตอบสนองมี lack of fit ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และมีค่าสัมประสิทธิ์การอธิบาย (Coefficient, R^2) ของค่าตอบสนองอยู่ในช่วง 0.94-0.98 แสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะนำสมการจากตารางที่ 4.2 สมการกำลังสอง (Quadratic model) เพื่อทำนายถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการชงวีตที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสัตว์โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าตอบสนองมีรายละเอียดดังนี้

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^*)

พบว่าอุณหภูมิและเวลาในการชงวีตส่งผลต่อค่าความสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.1) โดยระยะเวลาการชงวีตนาน 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มของค่าความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับระยะเวลาอื่น (ตารางที่ 4.3) เนื่องจากการใช้ระยะเวลาในการแปรรูปที่นานขึ้นส่งผลให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติและเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนของซาร์โคพลาสมิกโปรตีนและไมโอไฟบริลลาโปรตีน ที่ส่งผลทำให้เกิดความสว่างกระจายตัวเพิ่มขึ้น (Christensen et al., 2011 and Nikmaram et al., 2011) จึงมีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่างเพิ่มสูงขึ้น

3) ค่าความนุ่ม (Tenderness)

พบว่าการใช้อุณหภูมิกับระยะเวลาร่วมกันส่งผลต่อค่าความนุ่มของเนื้อสัตว์ชงวีตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.1) คืออุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง พบว่ามีค่าแรงเฉือนลดลง ขณะที่การชงวีตอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ในทุกช่วงเวลา ค่าความนุ่มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4.3) เนื่องจากการใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลานาน ทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เนื้อสัตว์จึงมีความแห้งและแข็งขึ้น (Cross et al, 1986)

4) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)

พบว่าการใช้อุณหภูมิและระยะเวลาส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูง คือ 65 องศาเซลเซียส ในทุกๆช่วงเวลาดังกล่าวส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง (ตารางที่ 4.3) ซึ่งผลมาจากเมื่อเนื้อสัตว์ได้รับความร้อน โครงสร้างของโปรตีนในเนื้อเกิดการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ ทำให้ช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อและรอบๆเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเอนโดไมเซียลดลง และมีการหดตัวมากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสีย น้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง (Offer and Trinick, 1983) และมีปริมาณผลผลิตลดลง

5) การสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน (Cooking loss)

การนำเนื้อสัตว์มาหาค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนโดยวิธีการนึ่งจนอุณหภูมิใจกลางขึ้นเนื้อเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้อุณหภูมิและเวลาในการชุกต่างกัน ส่งผลต่อค่าการสูญเสีย น้ำหนักหลังให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ทั้งนี้ผลของการสูญเสีย น้ำหนักอาจมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตและความสามารถในการอุ้มน้ำในแต่ละตัวอย่างของเนื้อสัตว์ที่ชุกโดยการชุกที่อุณหภูมิสูงคือ 65 องศาเซลเซียส ในทุกช่วงเวลา ค่าการสูญเสีย น้ำหนักหลังการให้ความร้อนต่ำสุดคือร้อยละ 0.84 ขณะที่การใช้อุณหภูมิต่ำคือ 55 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าการสูญเสีย น้ำหนักหลังให้ความร้อนสูงสุดคือร้อยละ 12.44 ทั้งนี้เป็นผลมาจากการให้ความร้อนกับเนื้อโปรตีนจึงเสียสภาพธรรมชาติ ทำให้เกิดการสูญเสีย น้ำจากโครงสร้างของโปรตีน และความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนลดลง (Vaudagna et al, 2002) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลคุณลักษณะทางกายภาพต่อเนื้อสติกซูวีต

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 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อสติกซูวีต

การใช้เทคนิคพื้นที่ผิวตอบสนองในการออกแบบการทดลองสามารถนำข้อมูลที่ได้มาทำนายค่าที่เหมาะสม ในการทดลองนี้สามารถทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อสติกซูวีต โดยใช้การพิจารณาจากค่า Desirability ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่สามารถกำหนดค่าของคุณลักษณะตัวแปรตามที่ต้องการได้ เช่น สูงสุด ต่ำสุด หรืออยู่ในช่วงที่กำหนด (Derringer and Suich, 1980) เมื่อกำหนดช่วงของค่าตอบสนองที่มีผลมาจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการซูวีตเนื้อสติก สามารถทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีตเนื้อสติกได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเตี๊ยกเนื้อชูวีด

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

Solution: Temperature 60°C, Time 36 hrs

Composite desirability = 0.81

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการชูวีดเนื้อเตี๊ยก โดยการกำหนดให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าต่ำสุดเนื่องจากค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กับสีขาว่า ถ้าสว่างมากแสดงว่าเนื้อที่มีสีซีด อีกทั้งสีเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคเลือกซื้อในผลิตภัณฑ์อาหารเนื่องจากเป็นสิ่งจูงใจในการบริโภค (Savell et al., 1989; Forbes et al., 1974) โดย Jeremiah et al. (1972) ได้รายงานไว้ว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเนื้อวัวที่มีสีเข้มกว่าเนื้อวัวสีซีดจาก นอกจากนี้กำหนดให้ค่าความนุ่ม มีค่าต่ำสุด เนื่องจากผลงานวิจัยของ Christensen et al. (2011) พบว่าเนื้อวัวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เนื้อวัวจะมีความนุ่มมากขึ้น (Bouton, & Harris, 1981) กำหนดให้ความสามารถในการอุ้มน้ำ มีค่าสูงสุดเนื่องจากแสดงถึงความแข็ง ความชุ่มฉ่ำและลักษณะที่ปรากฏของเนื้อสัตว์ (Offer et al., 1989) กำหนดให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการให้ความร้อน มีค่าต่ำสุด เพราะว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกัน จากการกำหนดช่วงของค่าตอบสนอง สามารถทำนายจุดหรือช่วงที่เหมาะสมของสภาวะการชูวีดเนื้อเตี๊ยก โดยข้อมูลจากการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการชูวีดเนื้อเตี๊ยกมีปัจจัยคุณภาพต่างๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้นพบว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 36 ชั่วโมง โดยที่สภาวะการชูวีดเนื้อเตี๊ยกนี้มีค่า composite desirability เท่ากับ 0.81 จัดว่าเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ดีมากคือระหว่าง 1.00-0.80 (Lazic, 2004) และมีค่า desirability ของค่าความสว่าง (L^*) ค่าความนุ่ม การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนและความสามารถในการอุ้มน้ำ อยู่ในช่วง 0.46 ถึง 0.89 และทำนายผลเนื้อเตี๊ยกชูวีดที่มีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 68.15 ค่าความนุ่มเท่ากับ 23.46 นิวตัน ความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 77.64 และการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนเท่ากับ 6.15

1) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่าการชูวีดเนื้อเตี๊ยกที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อมีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อมีการใช้อุณหภูมิที่สูงหรือชูวีดในระยะเวลาอันยาวนานในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อเตี๊ยกมีแนวโน้มการลดลงของค่าความเป็นสีแดง (a^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.5) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sikes (2014) ได้ทำการวัดค่าสีของเนื้อเตี๊ยก โดย

เนื้อสัตว์มีค่าความเป็นสีแดงลดลง เมื่อใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 60-76 องศาเซลเซียส และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ทำให้เนื้อสัตว์มีค่าสีแดงต่ำสุดและเนื้อสัตว์มีลักษณะปรากฏเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น

ตารางที่ 4.5 คุณลักษณะทางกายภาพต่อเนื้อสัตว์สุก

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 ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2) ปริมาณผลผลิต (Yield) พบว่าการใช้อุณหภูมิต่ำหรือการสุกเป็นระยะเวลาสั้นจะทำให้มีปริมาณผลผลิตสูงสุดคือร้อยละ 78.10 (ตารางที่ 4.5) และการสุกอุณหภูมิสูงสุดคือ 65 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณผลผลิตต่ำสุดคือร้อยละ 58.9 ซึ่งความต่างนี้เกิดขึ้นจากการให้ความร้อนในกระบวนการสุก ทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการเสียสภาพและหดตัว (Pearce et al., 2011) น้ำในเนื้อสัตว์ถูกดึงออกมาและทำให้น้ำหนักของอาหารลดลง เมื่อใช้ความร้อนและระยะเวลาในการระเหยน้ำออกมากขึ้น น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ก็จะลดลงตามความร้อนและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (Wituteerasan, 1998)

4.1.3 การเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพเนื้อสัตว์สุกต่อเนื้อโคขุนและโคนาเข้า

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความนุ่มของเนื้อสัตว์จากเนื้อโคนาเข้า คือเนื้อสัตว์ส่วนสันในจากประเทศออสเตรเลีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และเนื้อสัตว์โคขุนในประเทศไทย คือ เนื้อสัตว์ส่วนสันในและ

ส่วนใบบัวจากโคขุนกาแพงแสน และเนื้อเตี๊ยกส่วนใบบัวจากโคขุนโพนยางคา โดยนำมาตรวจสอบทางคุณภาพเพื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเตี๊ยกชนิดที่ได้จากการทำนายสภาวะที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.6 ค่าแรงฉีกของเนื้อเตี๊ยกจากโคนาเข้าและโคขุน

Conditions	Tenderness (N)
เนื้อโคนาเข้าออสเตรเลียส่วนสันใน	16.78±1.12 ^d
เนื้อโคนาเข้าสหรัฐอเมริกาส่วนสันใน	11.30±1.04 ^b
เนื้อโคขุนกาแพงแสนส่วนสันใน	13.09±1.21 ^d
เนื้อโคขุนกาแพงแสนส่วนใบบัว	23.15±1.02 ^a
เนื้อโคขุนโพนยางคาสันใน	22.69±1.68 ^c
เนื้อเตี๊ยกชนิดโคพื้นเมืองไทย (60°C 36 hrs)	23.46 ±2.06

^a ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=6)
^{a,b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

จากผลการทดลองพบว่า การชุกัดเนื้อเตี๊ยกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง แสดงค่าความนุ่ม 23.46 นิวตัน ซึ่งมีความใกล้เคียงกับเนื้อใบบัวจากโคขุนกาแพงแสน คือ ค่าความนุ่ม 22.69 นิวตัน ดังนั้นการชุกัดเนื้อเตี๊ยกส่งผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยมีความนุ่มเท่ากับเนื้อโคขุน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสามารถสอดคล้องกับการทำนายหาสภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิและระยะเวลาในการชุกัด

4.1.4 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของสตั๊กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการชุกัด

1) ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

การเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อเตี๊ยกที่ผ่านกระบวนการชุกัดที่ได้จากการหาสภาวะของอุณหภูมิและระยะเวลาในการชุกัดที่เหมาะสม ต่อเนื้อเตี๊ยกที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการชุกัด โดยผ่านวิธีการย่าง เพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ ดังนี้

2) ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่าสีของสตั๊กเนื้อชุกัดและสตั๊กเนื้อที่ไม่ผ่านกระบวนการชุกัด ดังตารางที่ 4.7 พบว่าค่าความสว่าง (L*) ของสตั๊กเนื้อที่ผ่านกระบวนการชุกัด มีค่าความสว่างต่ำกว่าที่ไม่ได้ผ่านการชุกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของสตั๊กเนื้อที่ผ่านกระบวนการชุกัด จะมีค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงกว่าสตั๊กเนื้อที่ไม่ผ่านกระบวนการชุกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) เนื่องจากสตั๊กเนื้อที่ผ่านกระบวนการชุกัด มีการบรรจุแบบสุญญากาศ โดยใช้ความร้อนเสกัษรทำให้อุณหภูมิภายในความร้อนจากน้ำสู่อาหารภายในได้อย่างคงที่ ทำให้เนื้อสุกทั่วถึงและยังคงสีของเนื้ออยู่ เมื่อนำมาอย่างจึงใช้

ระยะเวลาสั้นกว่า ขณะที่สเด็กที่ไม่ผ่านกระบวนการซูวีด เนื้อสัตว์ผ่านความร้อนโดยตรงกับภาชนะและใช้เวลาในการย่างที่นานกว่า

ตารางที่ 4.7 ค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis ของการเปรียบเทียบสเด็กเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการซูวีด

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

^a ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=2)

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

3) ลักษณะเนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของสเด็กเนื้อ ด้วยเครื่อง Texture analyzer ประเมินในรูปแบบ Texture profile analyzer (TPA) ดังตารางที่ 4.7 พบว่าสเด็กเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีด มีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น ความสามารถในการเกาะตัว และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารที่ต่ำกว่าสเด็กเนื้อที่ไม่ผ่านกระบวนการซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่าความแข็งและค่าแรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวของสเด็กเนื้อซูวีดจะให้ผลที่สอดคล้องกับค่าความนุ่มในตารางที่ 4.3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่คงอยู่ภายในโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสามารถในการจับกับน้ำของโปรตีน จาก

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. จากผลการศึกษาวิธีการเตรียมเสต็กเนื้อพร้อมปรุงที่ผ่านกระบวนการซูวีต พบว่า การใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อเสต็กมีค่าปัจจัยค่าความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ 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 เนื้อเสต็กจากโคขุนกำแพงแสนส่วนไบบั่วมีค่าแรงเคี้ยวใกล้เคียงกับเนื้อเสต็กซูวีตที่ที่สภาวะดังกล่าว สำหรับการทดสอบการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของเสต็กเนื้อที่ผ่าน และไม่ผ่านกระบวนการซูวีต พบว่า เสต็กเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีตมีคุณภาพดีกว่าเนื้อที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการซูวีตแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และเมื่อทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์เสต็กเนื้อซูวีตที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า เนื้อเสต็กซูวีตได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ 5.7 ด้านสี 5.15 กลิ่นรส 6.15 ความนุ่ม 6.35 และความชอบโดยรวม 6.15 โดยคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง

2. จากผลการศึกษาวิธีการผลิตมันเนื้อที่ผ่านกระบวนการซูวีต พบว่า อุณหภูมิ และระยะเวลาในการซูวีต ส่งผลให้เนื้ออ่อนมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการซูวีต การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการแปรรูป ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) การซูวีตเนื้ออ่อนที่อุณหภูมิต่ำส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างที่สูง และยังพบว่าการซูวีตเนื้ออ่อนที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียส มีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากการสุกที่อุณหภูมิต่ำ โดยผลการทดลองพบว่าการซูวีตเนื้ออ่อนที่ 80 องศาเซลเซียสนาน 12 ชั่วโมง ส่งผลให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีค่าใกล้เคียงกับเนื้อที่ตุ๋นในแบบปกติ ผลการทดลองพบว่าการนำเนื้อที่มีการเติมสารละลายเกลือ ก่อนการไปซูวีตที่สภาวะดังกล่าว ส่งผลให้เนื้อมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการซูวีต และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ค่าแรงเคี้ยว แรงยึดเกาะ ค่าgumminess และค่าความแน่นเนื้อ ผลการทดสอบความแตกต่างของมันเนื้อที่เตรียมจากเนื้ออ่อนที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง และเนื้ออ่อนซูวีตพบว่าผู้บริโภคจำนวน 8 คนสามารถบอกได้ว่าเนื้ออ่อนที่ผ่านการตุ๋นนาน 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างจากเนื้ออ่อนซูวีต ส่วนผู้บริโภคอีก 32 คน ไม่สามารถบอกความแตกต่างของมันเนื้อที่เตรียมได้จากเนื้อทั้ง 2 กระบวนการผลิตดังกล่าว

บรรณานุกรม

- กรมศุลกากร. 2553. สรุปรูปแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาคอเนื้อ ปี 2555 – 2559. หน้า 58
- จุฬารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. คุณค่าเนื้อโคไทย. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ซัชชญา รักตะกนิษฐ์. 2552. เอกสารประกอบการสอนหลักการประกอบอาหารยุโรป. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- ทิพวรรณ ลิ้มกูร. 2551. พฤติกรรมผู้บริโภคเนื้อโคและผลิตภัณฑ์จากเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- เบญจวรรณ ธรรมธรรักษ์. 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 ธัมวาสร. 2539. การเลี้ยงโคเนื้อแนวทางการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรไทย. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน. 2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เข้าถึงได้จาก http://www.kubeef.com/CO_OP_easy_1.php (3 กันยายน 2558).
- อนุวัตร แจ่มชัด. 2549. สถิติสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- อนุวัตร แจ่มชัด. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สัญญา จตุรสิทธา. 2534. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. โรงพิมพ์เมือง จังหวัดเชียงใหม่. 170 หน้า.
- อนุวัตร แจ่มชัด. 2549. สถิติสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- อนุวัตร แจ่มชัด. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

- 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 เลือกความสุขให้ถูกใจ. <https://www.wongnai.com/food-tips/how-to-order-steak> . Available online 30 December 2015.

- 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 perfringens* 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.

- 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 in meat 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 Vacío*: Montagud Editores SA ISBN-13: 978-8472121003, 192 pp.
- Roldán 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).

- 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.