

ผลของการซูวีดที่มีต่อคุณลักษณะของคอหมูหมัก

EFFECT OF SOUS-VIDE COOKING ON CHARACTERISTICS OF
MARINATED PORK SHOULDER

วีรยุทธ เลิศยुरวัฒน์

WEERAYUTH LERDYURAWAT

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริการอาหารและการจัดการ

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2024-FI-M-055-487

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF SOUS-VIDE COOKING ON CHARACTERISTICS OF
MARINATED PORK SHOULDER

The seal of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang is a circular emblem. It features a central five-tiered umbrella (parasol) with a sunburst at the top. Flanking the central umbrella are two smaller, three-tiered umbrellas. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the text "สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" in Thai script.

WEERAYUTH LERDYURAWAT

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOODSERVICE TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
SCHOOL OF FOOD INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2024

SCHOOL OF FOOD INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลของการชูวิตที่มีต่อคุณลักษณะของคอหมูหมัก

ชื่อนักศึกษา นายวีรยุทธ เลิศยุรวุฒน์

รหัสประจำตัว 64608043

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

หลักสูตร เทคโนโลยีการบริการอาหารและการจัดการ

พ.ศ. 2567

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสธยา เกิดพิบูลย์

บทคัดย่อ

คอหมูย่างเป็นเมนูที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายที่มีในร้านอาหารและรวมถึงอาหารริมทาง กระบวนการเตรียมโดยการหมักเนื้อหมูส่วนสันคอมีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสและรสชาติที่ดี ทั้งนี้กระบวนการชูวิตสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพโดยเฉพาะความนุ่ม ชุ่มชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของกระบวนการชูวิตที่มีต่อคุณลักษณะของเนื้อหมูที่ผ่านการหมักร่วมกับการชูวิต โดยมีการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ การจัดลำดับความชอบและการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองพบว่า สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกสำหรับการนำไปพัฒนาได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง เมื่อนำสูตรที่คัดเลือกได้ไปศึกษาช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการชูวิต พบว่า การชูวิตที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นที่ดีกว่าระยะเวลา 0.5 ชั่วโมง อีกทั้งคอหมูหมักที่ผ่านการชูวิตและย่าง ได้รับคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงระหว่างชอบปานกลางจนถึงชอบมากในทุกคุณลักษณะที่ประเมิน

คำสำคัญ: สันคอหมู, การหมัก, การย่าง, คอหมูย่าง

Independent Study Title	Effect of sous-vide cooking on characteristics of marinated pork shoulder
Student	Mr. Weerayuth Lerdyurawat
Student ID.	64608043
Degree	Master of Science
Program	Foodservice Technology and Management
Year	2024
Thesis advisor	Asst. Prof. Dr. Soraya Kerdpi boon

Abstract

Grilled pork shoulder is a well known menu which is served in restaurant and street food. The preparation process to marinate pork shoulder helps improve its flavor and taste. Moreover, sous-vide cooking could help improve tenderness and juiciness of meat products. This research aimed to study the effect of sous-vide cooking on characteristics of pork shoulder after marinating and sous-vide cooking. The physical characteristics, ranking test and preference test for sensory evaluation of the products were observed. It was found that the desired basic formula which was chosen to process development had sensory attribute in the range of moderate like. In addition, the sous-vide cooking at 60°C for 1-2 h induced marinated pork shoulder with more firmness than 0.5 h. In addition, the grilled marinated pork shoulder had and well as moderate like in all sensory attributes.

Keyword: Pork shoulder, marinate, grill, grilled pork shoulder.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
สารบัญ.....	III
สารบัญตาราง.....	IV
สารบัญภาพ.....	V
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ชั้นส่วนของเนื้อสัตว์.....	4
2.2 ส่วนผสมที่นิยมใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์.....	5
2.3 กระบวนการแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน.....	8
2.4 กระบวนการซูวีด.....	17
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	21
3.1 วัตถุดิบ.....	21
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย.....	22
3.3 วิธีการทดลอง.....	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	33
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	40
เอกสารอ้างอิง.....	41
ภาคผนวก.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติผู้เขียน.....53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 วิธีการแปรรูปเนื้อสัตว์และอุณหภูมิที่ใช้.....	9-10
2.2 การเปลี่ยนแปลงโปรตีนสัตว์ในระหว่างการให้ความร้อน.....	11
3.1 ขั้นตอนการหมักคอหมูหมัก 3 สูตร.....	25-28
4.1 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการจัดลำดับความชอบ.....	33
4.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Preference test.....	34
4.3 ค่าสีและเนื้อสัมผัสของคอหมูหมักที่ชูวิดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน.....	35
4.4 วัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและการสูญเสียน้ำหนักในการชูวิด.....	37
4.5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของคอหมูย่างที่ผ่านการหมักและชูวิด.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ชิ้นส่วนองค์ประกอบของหมู.....	4
3.1 การวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ.....	30
3.2 เครื่องวัดสี.....	30
3.3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส.....	31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื้อหมูเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน ที่จำเป็นต่อร่างกายจึงเป็นวัตถุดิบที่ได้รับความนิยมมากในการนำมาประกอบอาหาร นำมาปรุงเมนูอาหารได้หลากหลายประเภท “เนื้อหมู” เป็นหนึ่งในวัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้ทำอาหาร เนื่องจากสามารถนำมารังสรรค์เป็นเมนูอาหารที่หลากหลาย หาทานได้ง่าย และที่สำคัญคือมีรสชาติที่อร่อยและเป็นที่ชื่นชอบสำหรับทุกเพศ ทุกวัย เนื้อหมูแปรรูป ถูกนำมาผ่านกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ เช่น การบ่ม การรมควัน การหมัก การคั่ว การเผา การอบแห้ง การตากแห้ง และการบรรจุกระป๋อง เพื่อให้ง่ายต่อการรับประทาน หรือเพื่อให้ร้านอาหารสามารถเก็บรักษาเนื้อหมูได้นานยิ่งขึ้น เนื้อหมูแปรรูปเป็นวัตถุดิบที่ทำให้ร้านอาหารนั้นรังสรรค์เมนูที่หลากหลาย ตัวอย่างเนื้อหมูที่ผ่านการแปรรูป เช่น ไส้กรอก แฮม เบคอน กุนเชียง หมูแผ่น หมูแดดเดียว ซึ่งนำเนื้อหมูแปรรูปมาทำเป็นเมนูอาหารต่างๆ ดังนี้ หมูแดดเดียวทอดกระเทียม ผัดผักโรตีสายรุ้ง เบคอนไส้กรอก กว๊านจ๊วย หมูยอต้มยำ ลาบเบคอนทอด หมี่ซั่วหมูแผ่น เป็นต้น

“คอหมู” หรือ “สันคอหมู” เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ในตำแหน่งคอหมูลงไปถึงส่วนคาง เป็นชิ้นส่วนที่มีการแทรกของไขมันอยู่มาก เนื้อสัมผัสมีความแน่น เหนียว นุ่ม ตัดมัน เนื้อหมูส่วนนี้ เป็นเนื้อส่วนที่มันแทรกอยู่ตามเนื้อ ส่วนมากนิยมนำมาทำเมนูประเภท คอหมูย่าง คอหมูทอด หมูปิ้ง สเต็กหมู หมูแดง และน้ำตกหมู ไขมันที่แทรกมีส่วนสำคัญที่ทำให้เนื้อหมูมีความนุ่ม ผู้บริโภคนิยมรับประทาน และได้รับความนิยมในการเลือกซื้อ เพราะคอหมูเป็นส่วนที่มีความนุ่มจากมันที่แทรกอยู่ระหว่างเนื้อกำลังดี และยังเป็นเนื้อหมูที่มีคุณค่าในการทำอาหารสูง มันไม่มาก และก็ไม่น้อยไป (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2561) อย่างไรก็ตาม แม้ว่า เนื้อหมูจะเป็นเนื้อที่ได้รับความนิยมในการบริโภค (Raloff, 2003) การนำเนื้อหมูมาแปรรูปเป็นเมนูอาหารสำหรับการเสิร์ฟในปริมาณมากๆ ยังคงเป็นข้อจำกัดในด้านบริการอาหาร โดยเฉพาะตำแหน่งที่มีทั้งไขมันแทรก เนื้อแดง และอาจมีผงผิด ซึ่งทำให้ใช้เวลาในการเตรียมหรือการปรุงเพื่อปรับปรุงคุณภาพในเบื้องต้นก่อนการนำไปแปรรูป เช่น อาจต้องมีการหมักข้ามคืน เพื่อให้เครื่องปรุงแทรกซึมเข้าไปในคอหมู และให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้นเนื่องจากเอนไซม์ย่อยโปรตีนที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ดังนั้นแนวทางในการใช้กระบวนการที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพของเนื้อส่วนคอหมู ให้มีความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ และสามารถผลิตได้ทีละมากๆ เพื่อธุรกิจบริการที่สะดวกมากขึ้น จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจและการทดลองใช้ เพื่อให้สามารถผลิตได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการซูวีต เป็นกระบวนการที่มีการนำหลักการทางด้าน โมเลคิวลาร์ แกสโตรโนมี (Molecular gastronomy) ซึ่งเป็นการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหาร เพื่อทำให้เกิดเป็นอาหารรูปแบบที่แปลกใหม่ (Baldwin, 2012) โดยนำอาหารบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และแปรรูปโดยการความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน จากนั้นทำให้อุณหภูมิต่ำ 0-4 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ทำให้อาหารเป็นพิษ และเกิดการเน่าเสีย อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีต ทำให้เนื้อสัมผัสนุ่ม ชุ่มชื้น มีสีสม่ำเสมอและมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอาหารที่น้อยกว่าให้ความร้อนแก่อาหารโดยตรง (Creed, 1995; โสธยา, 2567) วัตถุดิบที่มีการใช้กระบวนการซูวีตมีหลากหลายชนิด ทั้งในผัก ผลไม้ สัตว์น้ำ เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่ และเนื้อแกะ ซึ่งวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการซูวีตจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป (Komoltri, 2012; Jose et al., 2012; Roldan et al., 2013) แนวทางในการนำกระบวนการซูวีตมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบเนื้อหมู จึงเป็นวิธีการที่มีความน่าสนใจ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการจัดและการบริการอาหาร และในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งมีการนำวัตถุดิบสด และวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการเตรียมในบางส่วน มาแปรรูปเพื่อการเสิร์ฟในเมนูต่างๆ ตามความต้องการของผู้บริโภค

สำหรับการนำกระบวนการซูวีตมาปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบเนื้อสัตว์นั้น มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งพบว่า สามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะความนุ่มของเนื้อได้ (Juneija, 2006; Jose et al., 2012; Roldan et al., 2013) อย่างไรก็ตาม แนวทางในการใช้กระบวนการร่วม โดยการใช้การหมักด้วย ส่วนประกอบและเครื่องเทศ และกระบวนการซูวีตซึ่งช่วยให้สามารถเตรียมได้ที่ปริมาณมาก และลดโอกาสการปนเปื้อนข้ามของวัตถุดิบที่ผ่านการเตรียมจากผู้ประกอบอาหาร เพื่อปรุงเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมขึ้น ขอบจากผู้บริโภค จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงผลของการซูวีตที่มีต่อคุณลักษณะของคอหมูที่มีการหมักร่วมกับการใช้เวลาในการซูวีต ผลจากงานวิจัยสามารถเป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับการต่อยอดพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในชิ้นส่วนที่มีทั้ง โปรตีน และ ไขมัน เป็นองค์ประกอบอยู่ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน สำหรับการผลิต และแปรรูปในธุรกิจบริการอาหารต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตคอหมูหมัก

1.2.2 การศึกษาผลของกระบวนการซูวีตที่มีต่อคุณลักษณะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคอหมูหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการหมักคอกหมู โดยการคัดเลือกสูตรที่ได้รับความนิยมและการยอมรับ อย่างน้อย 3 สูตร มาทำการผลิตคอกหมูหมัก เพื่อทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานโดยการใช้การประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม ตลอดจนกระบวนการปรับสูตร หรือกระบวนการทางสถิติ เพื่อให้ได้รับคะแนนการยอมรับไม่น้อยกว่า 7 คะแนนจาก 9 คะแนน

1.3.2 นำสูตรพื้นฐานที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 1.3.1 มาศึกษาผลของการชูวิดที่มีต่อคุณลักษณะของคอกหมูที่ผ่านการหมักตามในข้อ 1.3.1 ทำการประเมินคุณลักษณะ ประกอบด้วย ลักษณะเชิงสัมผัส ความสามารถในการอุ้มน้ำ การสูญเสียน้ำหนักแล้วการให้ความร้อน ลักษณะเนื้อสัมผัส และการประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบผลของกระบวนการชูวิด ที่มีต่อคุณลักษณะของเนื้อหมูที่ผ่านการหมัก

1.4.2 สามารถเตรียมผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณมากเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการให้บริการในธุรกิจการบริการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชิ้นส่วนของเนื้อสัตว์

ชิ้นส่วนต่างๆของเนื้อสัตว์ได้แก่ เนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อวัว เนื้อปลา เนื้อแกะ เป็นต้น สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า โดยการแปรรูปเป็นเมนูต่างๆ เช่น คอหมูย่าง ซึ่งมีการนำวัตถุดิบมาปรุงรสหรือหมักเป็นระยะเวลาสั้นเพื่อเพิ่มความนุ่ม แล้วทำให้สุกรวดเร็ว ด้วยวิธีการ ปิ้ง ย่าง หรือ อบ และจัดเสิร์ฟในลำดับต่อไป ชิ้นส่วนต่างๆของเนื้อหมูที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นเมนูอาหารหลากหลายแสดงรายละเอียดตามภาพที่ 2.1



จากภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูแบ่งเป็นชิ้นส่วนต่างๆ โดยชิ้นส่วนหลักที่ได้รับความนิยมในการนำมาปรุงอาหารและแปรรูป ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

หัวหมูและคอหมู โดยหัวหมู เป็นส่วนที่ถูกตัดมาเป็นหัวๆ โดยนอกจากจะเป็นส่วนที่ใช้ในประเพณีการไหว้แล้ว หัวหมูส่วนมากนำมา นึ่ง ทำพะโล้ ซึ่งในส่วนนี้ก็จะมีส่วนประกอบอื่นๆ ของหมูรวมอยู่ด้วย คือ หูหมู เป็นกระดูกอ่อนๆ และลิ้นหมู ซึ่งเป็นที่นิยมนำมาอย่างทานกับน้ำจิ้ม ส่วนคอหมู เป็นส่วนที่มีไขมันแทรก มีความนุ่ม ตัดมัน ส่วนมากมักนิยมนำมาทำเมนูประเภท คอหมูย่าง คอหมูทอด และน้ำตกหมู

สำหรับชิ้นส่วนที่นิยมบริโภคในส่วนเนื้อ และมีผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จัก ประกอบด้วย สันนอก สันใน และสะโพก โดยสันนอก เป็นส่วนที่เนื้อมียุ่ปริมาณมาก อยู่บริเวณด้านนอกลำตัว มีไขมันในระดับปานกลาง จึงทำให้มีความนุ่ม ทำอาหารได้หลากหลายเมนู เช่น สเต็กหมู หมูทอด หมูสะเต๊ะ เป็นต้น สำหรับส่วนของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สันใน เป็นส่วนที่ได้รับความนิยมมากที่สุดส่วนหนึ่ง เพราะเป็นส่วนที่มีความนุ่มมาก แต่มีสัดส่วนของไขมันที่น้อย เนื่องจากเป็นส่วนที่หมูไม่ค่อยเคลื่อนไหว สามารถนำมาทำเมนูได้หลากหลาย เช่น ทำหมูแดง หมูปิ้ง หมูย่าง และทำสติกเป็นพอร์คชอปสันใน สำหรับสะโพกจะเป็นส่วนที่มีความเหนียวมากที่สุดของหมู เนื่องจากว่าเป็นส่วนที่อยู่ต่อขึ้นมาจากขาหลัง เป็นส่วนที่หมูใช้งานเยอะจึงทำให้เนื้อแข็งส่วนมากมักนำไปทำเมนูที่มีการต้มนานๆ อาทิ ซุป แกง เป็นต้น

สำหรับหัวไหล่ แบ่งเป็นสับกระดูกกระเบิดอีกแหลม เป็นส่วนที่ตัดออกมาแล้วมันจะมีทรงแหลมๆ หมูมีเนื้อไหล่ 2 ก้อน น้ำหนักต่อกันประมาณ 4-5 กิโลกรัม ส่วนขาหน้าขึ้นมาจนถึงหัวไหล่ของหมู เป็นส่วนที่อาจไม่ค่อยคุ้นกันมากนักเนื่องจากมักเป็นส่วนที่ถูกนำไปแปรรูปเป็นอาหารต่างๆ อาทิ ไส้กรอก หมูยอ แฮม เป็นต้น เป็นเนื้อที่ไม่เหนียวแต่ไม่ได้นุ่มมาก สามารถนำมาทำเมนูอาหารได้หลากหลายเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ยังมีขาหน้าขาหลัง เป็นส่วนของขาทั้งหมดยกเว้นเท้า มีไขมันเยอะมาก แต่เป็นของโปรดของหลายคนโดยเฉพาะเมนูขาหมูพะโล้ และมีส่วนของเท้า หรือคากิ ที่อยู่ต่อจากขาหน้าและขาหลัง เป็นส่วนอุ้งเท้าของหมู เป็นเอ็นผสมมัน มักใส่ไว้กับพะโล้หรือต้มยำ

สำหรับส่วนของสามชั้น มีไขมันในปริมาณมากรวมกับเนื้อที่นุ่มมีหนังอยู่ด้านบนนอกนิยมนำมาทำเมนูประเภท หมูสามชั้นทอด หมูกรอบ ต้มจืดใส่หมูสามชั้น หมูสามชั้นหวาน เป็นต้น และสุดท้ายคือซี่โครง จะแบ่งเป็น ซี่โครงแก่จะมีความแข็ง มีเนื้อติดรอบๆ เนื้อนุ่ม มันสวดย กับ ซี่โครงอ่อนที่จะเป็นกระดูกอ่อนของหมูสามารถทานได้ นิยมนำมาทำเมนูประเภท กระดูกหมูตุ๋น ซี่โครงหมูย่าง ต้มแซบซี่โครงหมู ซี่โครงหมูผัดพริกแกง ซี่โครงหมูผัดพริกเผา ซี่โครงหมอบน้ำผึ้ง ซี่โครงหมูทอดกระเทียม กุนเชียงหมู เนื้อสัน กุนเชียงหมู หมูหยอง หมูหยองกระปุก หมูหยองซอง หมูหยองกล่อง หมูหยองทองแท่ง หมูหยองทองเส้น หมูหยองกรอบคั่ว ไส้กรอก เบคอน แฮม หมูแดดเดียว หมูยอ หมูแผ่น เป็นต้น

2.2 ส่วนผสมที่นิยมใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

วัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) คือ เป็นส่วนผสมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการปรุงอาหารเพื่อรสชาติ กฎหมายอนุญาตให้ใช้กับเนื้อสัตว์ทุกชนิดได้ ปริมาณการใช้จะถูกกำหนดด้วยรสชาติและกลิ่น บทบาทของเกลือเพิ่มสกดโปรตีนโครงสร้าง ลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยเพิ่มรสชาติให้ผลิตภัณฑ์ (รัตใจ ปศุณพุลสิน, 2557)

เกลือ เป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการเตรียมและแปรรูปเนื้อสัตว์มานาน และมีวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย มีคุณสมบัติในการเพิ่มรสชาติให้กับเนื้อสัตว์ ช่วยละลายโปรตีนในเนื้อที่โดยเฉพาะโปรตีนไมโอซินและแอคติน อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการทำงานกับไนไตรท์ ในรูปของโซเดียมไนไตรท์ ในการปรับปรุงด้านสีของเนื้อสัตว์หลังการให้ความร้อน การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ *Clostridium* ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

botulinum อย่างไรก็ตามการใช้เกลือในปริมาณความเข้มข้นสูงเกลือจะทำหน้าที่ในการลดค่า Aw ส่งผลให้บริเวณผิวหน้าของเนื้อแห้ง (พัชรินทร์ และประกายแก้ว, 2555)

การแช่น้ำเกลือในเนื้อสัตว์ เป็นขั้นตอนเบื้องต้นก่อนนำไปปรุงสุก ช่วยให้เนื้อที่สุกแล้วมีความนุ่มชุ่มฉ่ำ โดยเกลือจะทำหน้าที่ละลายไมโอไฟบริลลาโปรตีน(Myofibrillar protein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ โดยโปรตีนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการกักน้ำ(สุภาพร, 2549) นอกจากนี้เกลือจะแตกตัวให้ประจุบวก (Na^+ หรือ K^+) และประจุลบ (Cl^- หรือ S^-) เกลือสามารถละลายน้ำได้ง่าย ทำให้ความแรงของออสโมติกของน้ำเพิ่มขึ้น ในการหมักเนื้อจะใช้เกลือในรูปของสารละลาย โดยที่ค่าความแรงของออสโมติกของเหลวภายในเนื้อจะมีค่าต่ำกว่าสารละลายเกลือจึงเกิดกระบวนการออสโมซิส สารละลายเกลือจะแพร่ผ่านเข้าไปภายในเนื้อจนกระทั่งถึงจุดสมดุล ชับซ้อน เกลือจะมีผลต่อ ไมโอไฟบริลลาโปรตีน ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญในไมโอไฟบริลลาโปรตีนที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับคุณภาพของเนื้อ ความสามารถในการจับน้ำของเนื้อ คือโปรตีนแอคติน และโปรตีนไมโอซิน โดยเกลือจะทำให้เกิดการคลายตัวของไมโอไฟบริลลาโปรตีน และสามารถละลายได้ในสารละลายน้ำเกลือ การคลายตัวของไมโอไฟบริลลาโปรตีนเป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างประจุของ Cl^- การเพิ่มประจุในโมเลกุลของโปรตีนทำให้โปรตีนมีความสามารถในการจับน้ำเพิ่มขึ้น และแรงผลักระหว่างประจุ ส่งผลให้ช่องว่างระหว่างโปรตีนแอคตินและโปรตีนไมโอซินเพิ่มขึ้น สามารถรับน้ำเข้าไปภายในโครงสร้างได้มากขึ้น (พัชรินทร์ และประกายแก้ว, 2555) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Alino และคณะ (2010) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำเกลือที่มีต่อความดันบวมน้ำของเนื้อหมู พบว่าเนื้อหมูที่ผ่านการแช่น้ำเกลือที่ความเข้มข้น 2.5-25% เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีความดันบวมน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักและความหนาของเนื้อหมูมีการเปลี่ยนแปลง โดยเนื้อหมูที่แช่น้ำเกลือที่ความเข้มข้น 5% มีความดันบวมน้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 30% จากเดิม

เครื่องเทศ (Spices) หมายถึง พืชที่มีสารประกอบที่ให้กลิ่นรสไม่ว่าจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของพืชก็ตามทั้งนี้วัตถุประสงค์ของการใช้เครื่องเทศ คือ เพื่อให้กลิ่นและรสชาติกับอาหารมากกว่าการให้สารอาหารกับร่างกาย แต่ถึงอย่างไรก็ตามเครื่องเทศก็ได้รับการยอมรับว่ามีสารที่ให้ประโยชน์กับร่างกายจนมีการนำไปสกัดเป็นอาหารเสริมหรือยาอย่างแพร่หลาย เครื่องเทศมีมากมายหลายชนิดและแต่ละชนิดก็มีหลายสายพันธุ์ สำหรับประเทศไทยเครื่องเทศที่นิยมผลิตและบริโภคมากได้แก่ กระเทียม พริกไทย และขิง เป็นต้น (จิรภา เหลืองอรุณเลิศ, 2547) แต่อัจฉราพร พันธุ์รักสรวงษ์ (2537) ได้ให้ความหมายของเครื่องเทศว่าเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่เป็นพืชผักหรือส่วนสกัดของพืชผัก โดยมีแต่สารที่เป็นธรรมชาติเท่านั้น นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในการปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร และผลิตภัณฑ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลทราย หรือ น้ำตาลปีบ น้ำตาลจะช่วยลดรสเค็มที่มีผลมาจากเกลือ และป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่จะถูกดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป เนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้ง แข็งกระด้าง และน้ำตาลยังทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน เมื่อผ่านการให้ความร้อน ทำให้เกิดมีสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อดูน่ารับประทาน อีกทั้งน้ำตาลช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไนไตรท์ออกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนเตรทที่เหลืออยู่ในเนื้อมีน้อยลง และเกิดสีแดงเร็วขึ้น (Monsternom, 2021)

เบคกิ้งโซดา (Baking Soda) หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate : NaHCO_3) ผลที่ได้ขึ้นพบว่าการใช้ โซเดียมไบคาร์บอเนต 3 % ทำให้เนื้อหมูมีการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น และมีค่าความเหนียว (Comparable load) ต่ำที่สุด แสดงว่าเนื้อมีความนุ่มมากที่สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนั้น อธิบายได้ว่ามาจากการที่ bicarbonate ion ที่แทรกอยู่ในเนื้อหมูเมื่อได้รับความร้อนจนสูงจะทำให้เกิดฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide : CO_2) ซึ่งจะช่วยให้ค่าความเหนียวต่ำนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับอีกหนึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับการฉีดสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (STPP) และโซเดียมไบคาร์บอเนต ลงไปในเนื้อซี่โครงหมูที่ปรุงสุก (งานวิจัย Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin) พบว่าเนื้อซี่โครงหมูมีค่าความเหนียวที่ลดต่ำลงเนื่องจากแก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับความร้อนเช่นกัน นั้นแสดงว่าการเกิดฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2 นั้นจะทำให้โครงสร้างของเนื้อหมูมีรูพรุนที่เกิดจากฟองแก๊ส แล้วทำให้เนื้อหมูนั้นนุ่มมาก ๆ นั่นเอง เพราะฉะนั้น การหมักหมูด้วย เบคกิ้งโซดา (Baking Soda) หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate : NaHCO_3) จะทำให้หมูนุ่มละมุนลิ้นแทบจะละลายในปากเลย แต่ก็ต้องใส่ในปริมาณที่พอเหมาะประมาณ 1-2 ช้อนชา กับหมูประมาณ 200 กรัม ไม่เช่นนั้นจะทำการรสชาติของหมูหมักของเรานั้นสูญเสียรสชาติหมูไปนั่นเอง ประมาณ 1-2 ช้อนชา กับหมูประมาณ 200 กรัม รู้แบบนี้แล้วลองไปทำดูแล้วเราจะมีหมูนุ่มกินแบบจุใจเลย

น้ำปลา (Fish Sauce) น้ำปลาจัดเป็นอุตสาหกรรมขอสปรุงรส และจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ การผลิตน้ำปลาไทยส่วนใหญ่มีแหล่งผลิตตั้งอยู่จังหวัดชายฝั่งทะเล การผลิตน้ำปลาแต่ละปีเป็นการผลิตเพื่อตอบสนองการบริโภคภายในประเทศครัวเรือน ธุรกิจร้านอาหารจากการสำรวจพบว่าคนไทยเฉลี่ยบริโภคน้ำปลาคนละ 17-20 มิลลิลิตร สำหรับส่วนที่เหลือส่งออกไปยังต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา

น้ำปลาเป็นผลิตภัณฑ์จากปลาหมัก ไม่ต้องใช้เทคนิคซับซ้อน ส่งผลให้อาหารหมักมีบทบาทสำคัญ (Chaveesuk และคณะ 1993; Lopetcharat และคณะ 2001; Phithakpol และคณะ 1995; Tanasupawat และ Komagata, 1995) ในชีวิตคนไทย เป็นเครื่องปรุงที่รู้จักกันมานานแล้ว ผลิตมากในแถบเอเชีย มีชื่อแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค เช่น ไทย (น้ำปลา) มาเลเซีย (บูดู) อินโดนีเซีย (Ketjab-ikan) เวียดนาม และ กัมพูชา (nouc-mam) ญี่ปุ่น (อิชิรุ) จีน (ยี่สุ) และ เกาหลี (aekjeot) น้ำปลาจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดในจำนวนผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทั้งหมด ในแต่ละปีจะผลิตเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณมาก ผลิตเพื่อบริโภคแล้ว ยังส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ น้ำปลาเป็นของเหลวใส มีสีน้ำตาล มีรสชาติเค็ม เนื่องจากเกิดการย่อยสลายโปรตีนในตัวปลา เช่น ปลาไส้ตัน ปลากระตัก กับเกลือ ในอัตรา 2:1 ถึง 6:1 ขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศ ใช้เวลา 6-18 เดือนในการหมักแบบ anaerobic น้ำปลาที่ได้จะมีไนโตรเจน ประมาณ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร อีก 80% จะอยู่ในรูปของกรดอะมิโนซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ หลังจากนั้นจะนำของเหลวไปตกตะกอน เป็นเวลา 2-12 สัปดาห์ ทำให้ได้น้ำปลาเกรดเอ ส่วนกากปลาที่เหลือนำมาใช้ผลิตน้ำปลาเกรดต่ำ โดยเติมน้ำเกลือ แต่งสี เติมสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเพื่อเพิ่ม สีสรร และคุณภาพของน้ำปลาเกรดต่ำ (วิเชียร, 2510)

2.3 กระบวนการแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน

เนื้อสัตว์เป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นเมนูและผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายด้วย กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่พบเห็นในท้องตลาด ณ ปัจจุบันนี้ มีทั้งการใช้ความร้อนในรูปแบบต่างๆ เช่น การระเหิด การใช้สารละลาย การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ การใช้รังสี เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์มีทั้งแบบที่เก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง หรือ เก็บที่อุณหภูมิต่ำ ขึ้นอยู่กับสถานะและวิธีการที่ใช้ในการแปรรูป การใช้ความร้อนมีการใช้ร่วมกับการแปรรูปเนื้อสัตว์ เช่น กระบวนการใช้สารละลายเกลือในการฉีดยา หรือ การแช่ในเนื้อสัตว์ การแปรรูปผลิตภัณฑ์อิมัลชัน โดยสถานะ เครื่องมือที่ใช้ในการให้ความร้อนซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะกระบวนการ หรือลักษณะวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

กระบวนการให้ความร้อนในการแปรรูปเนื้อสัตว์เป็นที่นิยมในวงการอุตสาหกรรมอาหารอย่างมาก ระดับการให้ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป แบ่งเป็น การให้ความร้อนในระดับที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เรียกว่า ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชัน (Pasteurization) และการให้ความร้อนในระดับที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เรียกว่า ความร้อนระดับสเตอริไลเซชัน (Sterilization) การใช้ความร้อนแก่เนื้อสัตว์มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการปรับปรุงกลิ่นรสชาติ อีกทั้งยังเพิ่มความหลากหลายในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ กระบวนการให้ความร้อน แบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ การให้ความร้อนแห้ง และ การให้ความร้อนเปียก

การให้ความร้อนแห้ง (Dry thermal processing) คือการให้ความร้อนโดยผ่านตัวกลางถ่ายเทความร้อนที่เป็นลมร้อนหรืออากาศร้อน เช่น การทำแห้งหรือการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบต่างๆ ได้แก่ เครื่องอบแห้งลมร้อน เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ หรือการตากแดด เป็นต้น เป็นการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความร้อนแห้ง ได้แก่ เนื้ออบแห้ง (Jerky) เนื้อย่าง (Dried beef) สเต็ก (Steak) การใช้ความร้อนแห้งอาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะของเนื้อสัมผัสเหนียวและเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ เกิดกลิ่นรสเฉพาะของผลิตภัณฑ์ เช่น สเต็ก การใช้ความร้อนแห้งสามารถใช้ร่วมกับการแปรรูปวิธีอื่น เช่น ทำไส้กรอกรมควัน มีการทำไส้กรอกสุกโดยการต้ม และมีการรมควันเพื่อให้สีผิวของไส้กรอกมีสีเข้มขึ้น และ มีความชื้นลดลง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ความร้อนแบบเปียก (Moist thermal processing) เป็นการให้ความร้อนโดยผ่านตัวกลางถ่ายเทความร้อนที่เป็นของไหล ได้แก่ น้ำหรือน้ำไอน้ำ ยกตัวอย่าง กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อนแบบเปียก ได้แก่ การทำเนื้อกระป๋อง การตุ๋น การต้ม หรือการใช้ความร้อนร่วมกันกับการใช้ความดัน ผลผลิตที่เกิดขึ้นผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบเปียก ได้แก่ ไส้กรอก ลูกชิ้น เนื้อกระป๋อง เป็นต้น

การแบ่งวิธีการให้ความร้อนแก่เนื้อสัตว์ตามชนิดของตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนได้แก่

การใช้อากาศร้อน โดยการใช้ลมร้อน เช่น การอบแห้ง (Drying) การอบ (Roasting) หรือการย่าง (Grilling) โดยผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการใช้อากาศร้อน จะมีการสูญเสียน้ำที่อยู่ในเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังพบผิวของผลผลิตที่มีลักษณะแห้ง และมีสีที่ผิวของผลผลิตที่เข้มขึ้น เช่น เนื้อและหมูที่ผ่านการอบหรือย่าง

การใช้น้ำร้อน ไอน้ำร้อนเป็นตัวกลางในการถ่ายเทและทำให้เนื้อสัตว์ถูกถ่ายเทความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงถึงระดับที่ทำให้เนื้อสุก

การใช้น้ำร้อนภายในสภาวะความดันที่กำหนด ยกตัวอย่างผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตเนื้อสัตว์กระป๋อง

การทอดในน้ำมัน ผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการทอดโดยน้ำมัน ได้แก่ หมูฝอย เนื้อฝอย โดยการทอดเนื้อสัตว์ในน้ำมันส่งผลให้ผลผลิตดูดซับปริมาณน้ำมันอย่างสูงมาก แนวทางในการลดปริมาณน้ำมันในเนื้อสัตว์ที่ผ่านการทอดในน้ำมัน ได้แก่ การทอดในสภาวะสุญญากาศ เป็นต้น

อื่นๆ ได้แก่ การใช้ไมโครเวฟ และ การย่าง

การแปรรูปเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่ มีขั้นตอนการแปรรูปโดยอาศัยกระบวนการต่างๆหลายกระบวนการร่วมกัน เช่น การแปรรูปแฮม และ เบคอน มีการฉีดสารละลายน้ำเกลือร่วมกับการให้ความร้อนโดยการต้ม และอาจมีการรมควัน หรือการอบแห้งเพื่อให้สีผิวดูน่ารับประทาน เป็นต้น

กระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์โดยใช้ความร้อนมีหลายวิธี ในแต่ละวิธีก็มีช่วงอุณหภูมิที่ใช้และมีประสิทธิภาพในการกระจายหรือการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกัน โดยศึกษารายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 วิธีการแปรรูปเนื้อสัตว์และอุณหภูมิที่ใช้

ตัวกลางถ่ายเทความร้อน	อุณหภูมิที่ใช้	ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน
Dry air (roast, baking)	Up to 200°C	พอใช้
Water (stewing, braising)	Up to 100°C	ดี
Water under pressure	100 - 125°C	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moist or saturated air (steaming)	Up to 100°C	ดีมาก
Moist or saturated air under pressure (retorting)	100 - 125°C	ดีมาก
Fat or oil (frying)	150 - 190°C	ดีมาก
Metal	Up to 200°C	ดีมากในตำแหน่งที่สัมผัสโลหะ
Radiation	Depends of conditions	ดีมาก
Grilling	ขึ้นกับแหล่งกำเนิดความร้อน	ดีมาก

แหล่งที่มา: ดัดแปลงจาก Ranken (2000)

ผลของการให้ความร้อนที่มีต่อองค์ประกอบของเนื้อสัตว์

เมื่อเนื้อสัตว์ได้รับความร้อนในระหว่างการแปรรูป จะเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเนื้อสัตว์ การเปลี่ยนแปลงต่างๆดังกล่าวมาข้างต้น จะเกิดขึ้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆหลายประการ ได้แก่ วิธีการในการให้ความร้อน อุณหภูมิ และเวลาที่เนื้อสัตว์ได้รับความร้อน และรวมไปถึงสถานะที่มีการเก็บรักษาเนื้อสัตว์หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนต่างๆ สำหรับการให้ความร้อนแก่เนื้อสัตว์นั้น ส่งผลดังนี้

ผลต่อโปรตีน

ความร้อนส่งผลต่อโปรตีนชนิดต่างๆที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ โปรตีนที่ได้รับความร้อนอาจมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป เช่น การสูญเสียความสามารถในการละลาย เกิดการรวมตัว ตกตะกอน และเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (Protein denaturation) เป็นต้น โปรตีนแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติในช่วงอุณหภูมิต่างๆ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2.2

ตาราง 2.2 พบว่า ซาร์โคพลาสซึมโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถละลายได้ในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติของโปรตีนเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 40 – 60 องศาเซลเซียส ส่วนโปรตีนไมโอไฟบริลลา ได้แก่ แอคติน และ ไมโอซิน ที่มีการเชื่อมต่อกันเป็นแอคโตไมโอซินในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชัน จะเกิดการคลายตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส ส่วนโปรตีนแอคตินและไมโอซินจะมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติของโปรตีนที่อุณหภูมิระหว่าง 45 – 80 องศาเซลเซียส สำหรับโปรตีนคอลลาเจนจะมีการสูญเสียความสามารถในการละลายที่ 60 – 70 องศาเซลเซียส โดยจะเปลี่ยนเป็นเจลลาตินในระหว่างช่วงอุณหภูมิดังกล่าว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงโปรตีนสัตว์ในระหว่างการให้ความร้อน

การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนสัตว์	อุณหภูมิ (°C)
Sarcoplasmic proteins	
สูญเสียการละลายและเกิดการเสียสภาพ	40 - 60
Myofibrillar protein	
เสียสภาพ	40 - 50
ตกตะกอน	57 - 75
Actomyosin คลายตัว	< 70
Myosin สูญเสียความสามารถในการละลาย	45 - 50
Myosin เสียสภาพ	53 - 65
Acytin สูญเสียความสามารถในการละลาย	< 80
Tropomyosin and troponin เสียสภาพ	30 - 70
Collagen	
ละลาย	60 - 70
หดตัว	60 - 75
เปลี่ยนเป็นเจลาติน	65
การสลายตัว	60 - 80

แหล่งที่มา: ดัดแปลงจาก Cross et al. (1986)

การเปลี่ยนสี ความร้อนส่งผ่านให้ไมโอโกลบินในโปรตีนเปลี่ยนสีจากสีแดง เป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ ยกเว้นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหมักโดยใช้สารไนไตรท์ เมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้วยังคงมีสีแดงหรือสีชมพู เช่น ไส้กรอกที่การเติมเกลือไนไตรท์ในส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยับยั้งเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน (Proteolytic enzymes) เมื่อสัตว์เสียชีวิต เอนไซม์ยังมีการย่อยสลายโปรตีน ส่งผลให้โปรตีนเกิดการเน่าเสีย โดยการใช้ความร้อนที่ 55 – 60 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนอันเนื่องมาจากเอนไซม์ดังกล่าวได้ (Lawrie, 1991)

ผลต่อไขมัน

กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อน ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนแล้ว ความร้อนยังส่งผลต่อไขมันที่อยู่ในเนื้อสัตว์ ดังนี้

ความสามารถในการละลาย ปกติไขมันที่อุณหภูมิ 37 – 40 องศาเซลเซียส มีสถานะเป็นของเหลว ขึ้นกับแหล่งของไขมัน ชนิดของไขมัน และสัดส่วนความอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวของไขมันที่เป็นองค์ประกอบ

การเปลี่ยนแปลงกลีนิกรส ไขมันที่อยู่ในเนื้อสัตว์แต่ละชนิดเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เนื้อสัตว์แต่ละชนิดมีกลิ่นและกลีนิกรสชาติที่แตกต่างกัน การให้ความร้อนส่งผลให้ไขมันเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และยังส่งผลให้เกิดกลีนิกรสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เกิดจากกรดกลูตามิกและอนุพันธ์ (Thippareddi and Sanchez, 2006)

ผลต่อความชื้น

การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ การให้ความร้อนส่งผลให้น้ำในอาหารเกิดการระเหย ผิวของผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง ค่า Water activity (Aw) ลดลง จุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้แล้วความร้อนยังสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปโดยใช้ความร้อนยังสามารถเก็บรักษาได้นาน ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับ ชนิดของการถ่ายเทความร้อน สภาวะที่ใช้ ได้แก่ อุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อน อีกทั้งปริมาณความชื้นที่ยังคงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย เป็นต้น

อัตราการให้ความร้อนยังส่งผลต่อปริมาณการสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์เช่นกัน โดยให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผิวมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และทำให้น้ำที่ผิวของเนื้อสัตว์มีการสูญเสียความชื้นสูงด้วยเช่นกัน สำหรับการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อย่างช้าๆ ส่งผลให้ภายในและภายนอกของเนื้อสัตว์มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน อัตราการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์ที่ภายในและที่ผิวมีค่าคงที่และยังส่งผลให้มีการสูญเสียความชื้นน้อยกว่า (Ranken, 2000)

กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อน

การพาสเจอร์ไรเซชัน

การให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรเซชัน (Pasteurization) หมายถึงการให้ความร้อนในระดับที่สามารถทำลายเอนไซม์ต่างๆ รวมถึงเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ไม่สร้างสปอร์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิที่ใช้สำหรับการให้ความร้อนระดับนี้ เป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส สำหรับเนื้อสัตว์ที่ผ่านการปรุงสุกแล้วเพื่อความปลอดภัยในการบริโภค เนื้อสัตว์ที่ผ่านการปรุงสุกแล้วแต่ยังไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรเซชัน อาจมีเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทนความร้อนอยู่ได้ เช่น *Salmonella* และ *Escherichia coli* เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้เกิดโรคได้หากบริโภคเนื้อสัตว์ที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรเซชัน

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์การให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์นี้ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น สปอร์ของ *CL botulinum* และ *Bacillus spp.* ปกติการให้ความร้อนระดับนี้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะใช้ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ผลิตภัณฑ์ที่มีการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรเซชันนี้ มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก ประกอบกับความร้อนที่ใช้ในระดับอุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ยังไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างสปอร์ ที่อาจคงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนโดยพาสเจอร์ไรเซชันจึงต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และสัตว์ปีกที่ผ่านการแปรรูปโดยให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชัน ได้แก่

แฮมและเบคอน

เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีการใช้สารละลายน้ำบราายน์ ซึ่งมีส่วนประกอบ เกลือ ไนไตรท์ โพสเฟต เป็นต้น ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ร่วมกับการให้ความร้อนโดยการต้ม หรืออาจมีการรมควัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่น รส สี ที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

เนื้อ / หมูตุ๋น

กระบวนการตุ๋นเป็นกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบอาหารที่เป็นชิ้นในสารละลายหรือส่วนที่เป็นของเหลว โดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยสารละลายหรือของเหลว ที่เรียกว่า น้ำสต็อก (Stock solution) ที่เสริมให้เกิดกลิ่น รส และคุณสมบัติแก่เนื้อสัตว์ที่ผ่านการตุ๋นมากขึ้น เช่น เครื่องปรุง เครื่องเทศ น้ำมัน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋น มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการต้ม โดยทั่วไป เนื้อสัตว์ในแต่ละชนิด รวมถึงตำแหน่งของเนื้อสัตว์ มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน บางชนิดมีส่วนประกอบของ โปรตีน ไขมัน พังผืด และส่วนเนื้อเยื่อที่ติดกระดูก ซึ่งกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานๆ ความร้อนส่งผลให้ส่วนขององค์ประกอบต่างๆ มีความนุ่มมากขึ้น (Li et al., 2017) จากงานวิจัยของ Saipao and Kerdpiroon (2018) ที่แสดงให้เห็นว่ากระบวนการตุ๋นเนื้อหมูส่วนสะโพกสามารถทำได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 75 – 85 องศาเซลเซียส นาน 4 – 8 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชัน เช่น ลูกชิ้น หมูยอ ไส้กรอก

ผลิตภัณฑ์เนื้อบดละเอียด หรือผลิตภัณฑ์อิมัลชัน เนื้อบดละเอียดเมื่อนำไปแปรรูปโดยสับผสมกับส่วนผสมหลักๆ เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำในเนื้อสัตว์ โปรตีน actin และ myosin (Myofibrillar protein) ในเนื้อสัตว์ ซึ่งมีสมบัติละลายในน้ำเกลือเข้มข้นที่อุณหภูมิต่ำ จะถูกบดให้มีขนาดเล็กลง ส่งผลให้โปรตีนทั้ง 2 ชนิด ถูกทำให้ละลาย และจัดเรียงตัวเป็น actomyosin ซึ่งทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ในการทำให้น้ำที่เป็นน้ำที่มีอยู่ในโปรตีนสามารถอยู่รวมกับไขมัน เกิดลักษณะโครงสร้างร่างแหโดยไขมันอยู่ในสถานะ disperse phase จะกระจายตัวอยู่ในส่วนของโปรตีนซึ่งอยู่ในสถานะ continuous phase ผลิตภัณฑ์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อมะละเอียดยิ่ง เรียกว่า ผลิตภัณฑ์อิมัลชัน โดยการรวมตัวของโปรตีนและไขมันในเนื้อสัตว์ดังกล่าวเป็น oil in water emulsion

การทำผลิตภัณฑ์เนื้อมะละเอียดยิ่ง หรือผลิตภัณฑ์อิมัลชัน จะใช้เครื่องสับผสมในการผสมส่วนของ โปรตีน ไขมัน และ น้ำ จนเนื้อที่ได้มีความเนียน เหนียว เรียกว่า แบทเทอร์ (Batter) สัดส่วนของโปรตีน: ไขมัน: น้ำ ที่เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์อิมัลชันคือ 50:30:20 ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการขึ้นรูปเป็น ผลิตภัณฑ์หลายชนิด ได้แก่ ไส้กรอกอิมัลชัน ลูกชิ้น หมูยอ มีทโลฟ

วัตถุดิบและเทคนิคการผลิต

เนื้อสัตว์ ใช้เนื้อแช่เย็น เนื้อไม่ควรมีเอ็น กระดูกติดมา เนื้อและมันต้องผ่านการบดหยาบให้มีขนาด ประมาณ 3 – 6 มิลลิเมตร เนื้อและมัน ควรแช่เย็น ไว้ที่ 1 – 4 องศาเซลเซียส ก่อนการผลิต เนื้อที่ผ่านการ แช่เย็นอาจมีการใส่เกลือเข้าไปหมัก เพื่อช่วยให้เนื้อมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น

กระบวนการสับผสม ในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชัน ต้องสับผสมให้ขึ้นเนื้อมีขนาดเล็กมาก เพื่อให้ สามารถสกัดโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ให้ออกมาได้มากที่สุด โปรตีนดังกล่าว ได้แก่ โปรตีน แอคติน และไม โอซิน ซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำเกลือ ดังนั้นในระหว่างการสับผสมจึงมีการเติมเกลือลงไปเพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพในการสกัดโปรตีน โปรตีนดังกล่าว ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ช่วยให้ไขมัน และน้ำ สามารถรวมตัวอยู่ด้วยกันได้ โดยการสับระยะแรกควรใส่น้ำแข็งลงไป 1 ใน 3 ของน้ำแข็งทั้งหมด ควบคุม อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ให้ได้ประมาณ 0 – 4 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงใส่ส่วนไขมัน และส่วนผสมอื่น ลง ไปในระหว่างการสับส่วนผสม ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 14 องศาเซลเซียส ทั้งนี้หากอุณหภูมิเกิน จะทำ ให้ส่วนผสมไม่คงตัวและเนื้อของผลิตภัณฑ์ไม่แน่น

การสเตอริไลเซชัน

การให้ความร้อนในระดับสเตอริไลเซชัน (Sterilization) เป็นการให้ความร้อนที่สามารถทำลาย เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และทำให้อาหารเน่าเสียรวมทั้งสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและทำให้อาหารเป็นพิษ สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จัดอยู่ในกลุ่ม low – acid food ระดับการให้ความร้อนเป็นระดับการฆ่าเชื้อ ทางการค้า (Commercial sterilization) สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อ Bacillus stearothermophilus ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อระดับนี้สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลเซชัน ได้แก่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่าน กระบวนการให้ความร้อนและบรรจุกระป๋อง (Can) หรือบรรจุถุงพาว์ (Pouch) โดยระดับความร้อนที่ใช้ ในการฆ่าเชื้อมีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยปกติใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (Clostridium botulinum (Hambleton, 1992) ส่วนระยะเวลาการฆ่า เชื้อขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่นำมาบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาชนะบรรจุที่ใช้สำหรับกระบวนการให้ความร้อนในระดับเตอริไรเซชัน ควรเป็นภาชนะบรรจุที่ทนความร้อนได้สูง เช่น กระป๋อง ซึ่งสามารถวางจำหน่ายได้ที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังมีการนำถุงเพอร์มาใช้บรรจุเนื้อสัตว์ ถึงแม้ว่าการใช้ถุงเพอร์มาจะมีข้อจำกัดในด้านรูปร่างของภาชนะบรรจุที่ไม่สะดวกในการวางผลิตภัณฑ์ซ้อนกัน แต่การใช้ pouch ใช้เวลาในการถ่ายเทความร้อนจากระบบเข้าสู่ชิ้นเนื้อน้อยกว่ากรณีการบรรจุกระป๋อง ส่งผลให้เกิดการสูญเสียกลีรอส ลี ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้อยกว่ากรณีการบรรจุกระป๋อง

การทำแห้ง

การทำแห้ง (Drying) เป็นการลดความชื้น หรือการกำจัดปริมาณน้ำออกจากอาหาร มีผลทำให้การเจริญของจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาทางเคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกิดขึ้นในอาหารช้าลง โดยการทำแห้งเริ่มจากความร้อนจากบรรยากาศที่อยู่รอบๆ ถ่ายเทไปที่ผิวของอาหาร จากนั้นความร้อนจะเข้าไปข้างในอาหาร ขณะเดียวกันน้ำในอาหารจะเคลื่อนที่มายังผิวหน้าของอาหาร และระเหยเป็นไอออกมา โดยไอที่ออกมาจะถูกลมพัดออกไปสู่บรรยากาศรอบนอกของอาหาร ทำให้อาหารแห้ง

อัตราการทำแห้ง (Drying Rate) แบ่งเป็น 3 ช่วง ช่วงเริ่มแรก น้ำในอาหารมีอัตราเร็วในการทำแห้งค่อยๆ เพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้องจนถึงอุณหภูมิที่อบแห้ง ช่วงที่สองเป็นช่วงที่อัตราเร็วในการทำแห้งเริ่มคงที่ เนื่องจากน้ำในอาหารเคลื่อนที่ออกมาที่ผิวหน้าด้วยอัตราเร็วเท่ากับน้ำที่ระเหยออกจากผิวหน้าไปสู่ชั้นบรรยากาศ และช่วงสุดท้ายของการทำแห้งเป็นช่วงที่อัตราเร็วในการทำแห้งลดลง เนื่องจากความชื้นในอากาศลดน้อยลง จนน้ำเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าของอาหารไม่ต่อเนื่อง ผิวหน้าของอาหารเริ่มแห้ง และอุณหภูมิที่ผิวหน้าของอาหารสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อความชื้นลดลงจนน้ำในอาหารไม่สามารถระเหยออกมาได้ สำหรับวัตถุประสงค์ทางการเกษตรมีลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนอาจมีช่วงอัตราการทำแห้งช่วงสุดท้าย ในหลายช่วงย่อย (Kerdpiroon et al., 2007)

ผลิตภัณฑ์เนื้ออบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้ความสนใจมาก เนื่องจากกระบวนการอบแห้งเนื้อไม่ซับซ้อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิห้อง มีนักวิจัยหลายท่านศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการอบแห้งเนื้อและผลิตภัณฑ์ (Albrigh, 2003; Konieczny et al., 2007; Choi et al., 2008; Yang et al., 2009) ทั้งนี้ในระหว่างกระบวนการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหาร น้ำในอาหารมีการเคลื่อนที่จากภายในมายังที่ผิว และจากผิวไปสู่บรรยากาศ ทำให้ลักษณะเฉพาะของอาหารเปลี่ยนแปลง และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกลและเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความหนาแน่นของอาหาร การเกิด การหดตัวของอาหาร ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ เป็นต้น ปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพและการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคทั้งสิ้น

อาหารที่ผ่านการทำแห้งจะมีปริมาณน้ำอิสระที่ลดลง ซึ่งปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (Water Activity, Aw) เป็นปัจจัยบ่งชี้ ถึงปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์ สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ดังนั้น การทำแห้งจึงเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหาร ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้มีค่า Aw ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโต เช่น *Salmonella* spp. ไม่สามารถเจริญได้ที่ Aw ต่ำกว่า 0.95 *CL botulinum* ไม่สามารถเจริญได้ที่ Aw ต่ำกว่า 0.94 *Staphylococcus aureus* ไม่สามารถเจริญได้ที่ Aw ต่ำกว่า 0.86 และจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ที่ Aw ต่ำกว่า 0.60 เป็นต้น (Barbosa-Canovas, 2020)

การทำแห้งมีหลายวิธี การเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และความสะดวกในการใช้ ซึ่งในปัจจุบันได้ มีการออกแบบเครื่องมือ มาใช้เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพในการทำแห้ง เช่น การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน เป็นการใช้อากาศร้อนพัดผ่านอาหารเพื่อทำให้อาหารแห้งจำนวนมากแห้งตามที่ต้องการ และมีความชื้นสม่ำเสมอ ขนาดของอุปกรณ์มีทั้งขนาดเล็ก และใหญ่สามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม ซึ่งเครื่องทำแห้งโดยใช้ลมร้อนมีหลายแบบ เช่น เครื่องทำแห้งแบบถาด (Tray Dryers) เครื่องทำแห้งแบบอุโมงค์ (Tunnel Dryers) และเครื่องทำแห้งแบบสายพาน (Belt Dryers) นอกจากนี้ ยังมีการทำแห้งด้วยวิธีอื่น เช่น การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) และการทำแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum Drying) ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือเฉพาะเจาะจง รวมถึงค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นด้วย (นฤมล, 2557 ; วิไล, 2557)

การย่าง

การย่าง (Grilling) เป็นกระบวนการให้ความร้อนอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมมากในเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่ เนื่องจากความร้อนที่ส่งผลโดยตรงต่อกรดอะมิโนในโปรตีนเนื้อสัตว์ และกรดไขมันเนื้อสัตว์ ทำให้คุณลักษณะของกลิ่น กลิ่นรส สี และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการย่าง อย่างไรก็ตามการสัมผัสความร้อนสูงจากอุปกรณ์ที่ใช้ย่าง ส่งผลให้เกิดการระเหยน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เนื้อสัตว์สูญเสียความชุ่มฉ่ำ ส่งผลให้เนื้อแห้ง แข็ง เป็นต้น นอกจากนี้ความร้อนส่งผลให้ไขมันในเนื้อสัตว์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Talbot, 2016) การรับประทานเนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ที่ผ่านการย่างอย่างต่อเนื่อง ย่อมไม่เกิดผลดีต่อร่างกาย สถานะการย่างที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อการบริโภค ตาม USDA (2022) แนะนำสถานะในการย่างไก่ ในแต่ละส่วน ให้อุณหภูมิใจกลาง 165 องศาฟาเรนไฮต์ เนื้อวัว 160 องศาฟาเรนไฮต์ เนื้อสแต็กในกรณีเป็นเนื้อดิบ ทั้ง หมู วัว ไก่ แกะ ลูกวัว มีอุณหภูมิใจกลาง 145 องศาฟาเรนไฮต์ และคงไว้ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าว 3 นาที ส่วนเนื้อหมูทุกส่วน ควรมีอุณหภูมิใจกลาง 160 องศาฟาเรนไฮต์

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ได้รับความนิยมในการย่าง และสามารถขายได้ในราคาสูง ได้แก่ เนื้อสแต็ก ที่สามารถกำหนดระดับความสุกได้ตามอุณหภูมิใจกลางของเนื้อสัตว์ที่ผ่านการให้ความร้อนในขณะย่างหรืออบ นอกจากนี้ หมูย่าง หมูที่ผ่านการปรุงรสก่อนย่าง ไก่ย่างที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภคในระดับครัวเรือน และในระดับอุตสาหกรรม รวมทั้งเครื่องปรุง และส่วนผสมต่างๆ ล้วนส่งผลต่อการกำหนดสถานะในการให้ความร้อนในการย่าง กลิ่นรส และความพึงพอใจของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กระบวนการซูวีต

กระบวนการซูวีต (Sous-vide process) เป็นกระบวนการใช้ในการแปรรูปและประกอบอาหาร โดยใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรเซชัน มีการนำวัตถุดิบอาหารต่างๆ เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ นำมาบรรจุในถุงหรือภาชนะที่ทนความร้อน ก่อนใส่อากาศออกเพื่อปิดปากถุงให้สนิท นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส และเวลาที่ถูกกำหนด (Schafheitle, 1990) ต่อจากนั้นนำวัตถุดิบทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 0-3 องศาเซลเซียส (Baldwin, 2012) เพื่อหยุดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่ออาหาร รวมทั้งหยุดการเจริญเติบโต ทำลายจุลินทรีย์บางกลุ่ม

กระบวนการซูวีต เป็นกระบวนการนำหลักการทางด้าน โมเลคิวลาร์ แกสโตรโนมี (Molecular gastronomy) เป็น การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหารที่จะทำให้เกิดอาหารรูปแบบใหม่แปลกใหม่ (Baldwin, 2012) นำอาหารมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และแปรรูปด้วยความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน ทำให้อุณหภูมิต่ำ 0-4 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ทำให้อาหารเป็นพิษ และเกิดการเน่าเสียได้ อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีต จะให้เนื้อสัมผัสที่นุ่ม ชุ่มชื้น มีสีสม่ำเสมอและเกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอาหารที่น้อยกว่าการให้ความร้อนกับอาหารโดยตรง (Creed, 1995) วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการซูวีตมีหลายชนิด ทั้งในผัก ผลไม้ สัตว์น้ำ เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่ และเนื้อแกะ ซึ่งวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการซูวีตจะมีลักษณะแตกต่างกันไป (Klomoltri, 2012; Jose et al., 2012; Roldan et al., 2013) และรวมถึงกระบวนการที่ใช้การซูวีตร่วมกับวิธีอื่น เช่น การซูวีตร่วมกับความดัน ในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อสัตว์ ทั้งเนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อโคพื้นเมือง เป็นต้น (ณัฐพล , 2561; เบญญาภา, 2563; Chotigavin et al., 2022; Chotigavin et al., 2023) พบว่ากระบวนการซูวีตใช้สภาวะการแปรรูปที่อุณหภูมิต่ำ และเวลาที่เหมาะสม ส่งผลให้ได้เนื้อที่ผ่านการซูวีต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแปรรูปที่น้อย มีค่าความเป็นสีแดงที่ดี มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มมากกว่าเนื้อที่ผ่านการแปรรูปแบบดั้งเดิม (เช่น ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด และการนำเนื้อที่ผ่านและไม่ผ่านการซูวีตมาปรุงสุกก่อนการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพ)

กระบวนการซูวีตมีข้อดี คือ วัตถุดิบอาหารถูกบรรจุในถุงสุญญากาศก่อนนำไปให้ความร้อนในสภาวะที่ควบคุม ความร้อนถูกถ่ายเทผ่านถุงสุญญากาศไปที่วัตถุดิบอาหารได้เพียงพอ ป้องกันการเกิดการปนเปื้อนของอาหารในระหว่างการผลิต และการเก็บรักษา สามารถป้องกันการเกิดกลิ่นรสที่เกิดจากการเกิดออกซิเดชัน และยังช่วยเก็บรักษากลิ่นรสที่ดีของวัตถุดิบ รวมทั้งป้องกันการสูญเสียความชื้นที่อยู่ในอาหาร (Church และ Parsos, 2000) นอกจากนี้การซูวีตยังสามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะความนุ่มและความฉ่ำของเนื้อสัตว์ (Church และ Parsons, 2000; Schafheitle, 1990) กระบวนการซูวีตส่งผลให้วัตถุดิบเกิดการสูญเสียน้ำหนักที่น้อย (Supaphon et al., 2020) เมื่อเทียบกับวิธีการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารโดยตรงซึ่งสูญเสียน้ำหนักที่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการซูวิตด้วยวิธีการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส จากข้อมูลในบทความวิจัยต่างๆ (Mar et al., 2013) (Jose และ Antonio, 2012) พบว่า มีกระบวนการแปรรูปที่มีการใช้กระบวนการซูวิตใน 2 ลักษณะ คือ

1) การใช้อุณหภูมิต่ำ – เวลานาน (LTLT : Low Temperature – Long Time) เป็นการใช้ความร้อนต่ำ โดยจากผลงานวิจัยของ Vaudagna และคณะ (2002) พบว่าการซูวิตเนื้อวัวส่วนสะโพกที่อุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส ช่วยให้เนื้อคอกหมูมีความนุ่มขึ้น 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 อุณหภูมิที่ใช้ในช่วง 70-100 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fandos และคณะ (2005) ได้ทำการซูวิตเนื้อปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา Massimiliano และคณะ (2004) ได้ทำการซูวิตเนื้อวัวส่วนสะโพก พบว่าการซูวิตที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เนื้อวัวมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะวิตามินบี 12 สูง และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น เนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูงทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการรวมกลุ่มเป็นก้อนโปรตีนที่แข็งขึ้นและเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 70 องศาเซลเซียส ระหว่าง สายเปปไทด์ของแอกโตไมโอซินจะเกิดพันธะไดซัลไฟด์ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (Cross et al., 1986)

มีงานวิจัยนำเทคนิคการซูวิตไปใช้ปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบ ในเนื้อสัตว์หลายชนิด ได้แก่ การนำกระบวนการซูวิตไปปรับปรุงคุณภาพด้านกายภาพ ด้านสีและเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่ (Komoltri, 2012) การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะความนุ่มของเนื้อแกะ (Roldan et al., 2013) และปรับปรุงสมบัติเชิงกายภาพและเคมีเนื้อส่วนแก้มของหมู (Jose et al., 2012) เป็นต้น งานวิจัยของ Kongpeam et al. (2015) มีการนำกระบวนการซูวิตมาปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อสันท้องของโคพื้นเมืองของไทยซึ่งมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียว คุณค่าทางโภชนาการสูง และมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเนื้อโคขุนและเนื้อโคที่นำเข้าจากต่างประเทศประมาณ 2-3 เท่า ผลการทดลองพบว่า กระบวนการซูวิตสามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเนื้อสันท้อง ซึ่งเป็นส่วนที่เหนียวของโคพื้นเมือง ทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะด้านความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำของเนื้อที่ไม่แตกต่างจากเนื้อโคขุนพันธุ์กำแพงแสนของไทยที่ตำแหน่งเดียวกัน

ผลของกระบวนการซูวิตที่มีต่อคุณลักษณะของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์

กระบวนการซูวิตที่มีต่อคุณลักษณะของเนื้อสัตว์ และสัตว์ปีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีงานวิจัยที่นำเทคนิคการซูวิดไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบ โดยเฉพาะเนื้อสัตว์หลายชนิด ได้แก่ การนำกระบวนการซูวิดไปปรับปรุงคุณภาพด้านกายภาพ ทั้งด้านสีและเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่ (Komoltri, 2012) การปรับปรุงคุณลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะความนุ่มของเนื้อแกะ (Roldan et al., 2013) และการปรับปรุงสมบัติเชิงกายภาพและเคมีของเนื้อส่วนแก้มของหมู (Jose et al., 2012) เป็นต้น จากผลการวิจัยของ Kongpeam et al. (2015) ที่มีการนำกระบวนการซูวิดมาใช้ในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อพื้นท้องของโคพันธุ์พื้นเมืองของไทยซึ่งมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียว แต่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง และมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อโคขุนและเนื้อโคที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ประมาณ 2 – 3 เท่า ผลจากการทดลองพบว่า กระบวนการซูวิดสามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อตำแหน่งพื้นท้อง ซึ่งเป็นส่วนที่เหนียวเป็นอันดับต้นของโคพันธุ์พื้นเมือง ทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะในด้านความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำของเนื้อที่ไม่แตกต่างจากเนื้อโคขุนสายพันธุ์กำแพงแสนของไทยที่ตำแหน่งเดียวกัน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Meng และคณะ (1994) ได้ศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมแลคเตทและอุณหภูมิการเก็บในการยับยั้งเชื้อ *Clostridium botulinum* ที่สามารถเกิดขึ้นในสภาวะสุญญากาศระหว่างกระบวนการซูวิด โดยใช้อัตราส่วนของสารโซเดียมแลคเตท คือ ร้อยละ 0 2.4 และ 4.8 และที่เก็บอุณหภูมิ 4, 8, 12, และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด คือ เนื้อวัว ออกไก่ และปลาแซลมอน พบว่าเนื้อวัวและเนื้อไก่ที่มีการเติมโซเดียมแลคเตท ร้อยละ 2.4 หรือ 4.8 และเก็บที่อุณหภูมิ 4 หรือ 8 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บได้มากกว่า 90 วัน ที่สามารถเกิดสารพิษขึ้นได้ ส่วนปลาแซลมอนจะมีอายุการเก็บที่สั้นกว่า ดังนั้น การเติมโซเดียมแลคเตทในปริมาณที่มากกว่า ร้อยละ 2.4 และเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส ในแต่ละผลิตภัณฑ์ จะช่วยยับยั้งสารพิษได้ดีและยืดอายุการเก็บรักษานานกว่า

Juneja (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการชะลอการเจริญเติบโตของ *Clostridium perfringens* โดยใช้สารโซเดียมแลคเตท ในการซูวิดผลิตภัณฑ์ไก่หมัก โดยการเติมอัตราส่วนโซเดียมแลคเตท คือ ร้อยละ 0 1.5 3 และ 4.8 ในผลิตภัณฑ์ไก่หมักและนำไปผ่านกระบวนการซูวิดที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำมาเก็บแช่เย็นในอุณหภูมิแต่ละระดับ คือ 4, 9 และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่า การเติมโซเดียมแลคเตท ร้อยละ 1.5 และเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ส่งผลให้การเจริญเติบโตของเชื้อได้ชะลอลดลงถึง 29 ชั่วโมง ส่วนการเติมโซเดียมแลคเตทร้อยละ 3.0 หรือ 4.8 เก็บที่อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส ใน 648 ชั่วโมง ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อเกิดขึ้น

Vaudagna และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารละลายเกลือที่มีผลต่อเนื้อโคอาเจนตินาที่ปรุงสุกด้วยกระบวนการซูวิด โดยการทดลองนั้นได้ใช้สารโซเดียมคลอไรด์ (NaCl ร้อยละ 0-เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) และโซเดียมไตรฟอสเฟต (STPP ร้อยละ 0-0.5) ลงในเนื้อโค (Semitendinosus) แล้วจึงนำไปผ่านกระบวนการซูวิดที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (55-75 องศาเซลเซียส) จากนั้นได้นำมาทำการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยผลการทดลอง พบว่าการใช้ ร้อยละ 0.25 STPP+ ร้อยละ 1.20 NaCl และ ร้อยละ 0.25 STPP+ ร้อยละ 0.70 NaCl ภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 60-65 องศาเซลเซียสให้ผลดีที่สุด

Jose และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการซูวิดเนื้อหมู โดยใช้แก้มหมูผ่านกระบวนการซูวิดที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่แตกต่างกันที่ 5 และ 12 ชั่วโมง และการบรรจุที่แตกต่างกันระหว่างบรรจุสุญญากาศและไม่ใช้สุญญากาศ จากนั้นได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลง พบว่าเนื้อหมูที่ผ่านการซูวิดที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะรักษาความชื้นและลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่า ($P=0.054$) เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ($P<0.01$) ตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสแสดงค่าความสว่างและค่าสีแดงที่สูง

Szerman และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารเสริมคุณภาพกับเวย์โปรตีนในเนื้อโคที่มีการซูวิด พบว่าเนื้อโคที่ใช้ ร้อยละ 0.025 STPP+ ร้อยละ 1.25 NaCl มีปริมาณ total yield เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 106.5) เมื่อเทียบกับตัวแปรอื่นๆ นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้ STPP + NaCl ยังช่วยลดค่าแรงเฉือนในตัวผลิตภัณฑ์มากกว่าตัวแปรควบคุมอีกด้วย

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบ

วัสดุดิบหลัก ประกอบไปด้วย

3.1.1 สันคอหมู จากแหล่งที่มา บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด

3.1.2 พริกไทย ตรามือ

3.1.3 น้ำตาลปีบ จากแหล่งที่มา บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด

3.1.4 ซอสหอยนางรม ตรามะนาว

3.1.5 ซอสปรุงรสฝาเขียว ตรากุเขาทอง

3.1.6 เบคกิ้งโซดา จากแหล่งที่มา บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด

3.1.7 ซีอิ๊วขาว ตราดอกสมบูรณ์

3.1.8 ลูกผักชี จากแหล่งที่มา บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด

3.1.9 น้ำมันงา ตรามังกรคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 น้ำเย็น

3.2 อุปกรณ์วิจัย

3.2.1 อุปกรณ์ประกอบอาหาร ประกอบด้วย

3.2.1.1 อ่างผสม

3.2.1.2 ชามใหญ่

3.2.1.3 ชามเล็ก

3.2.1.4 ช้อน

3.2.1.5 โต้ะ

3.2.1.6 ช้อนกินข้าว

3.2.1.7 ทัพพี

3.2.1.8 ส้อม

3.2.1.9 กล้องแช่

3.2.1.10 พลาสติกแรป

3.2.1.11 ตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.12 เตาอบ

3.2.1.13 ที่คืบอาหาร

3.2.1.14 จาน

3.2.1.15 มีด

3.2.1.16 ถุงสุญญากาศ

3.2.2 ถุงสุญญากาศพลาสติกชนิดNylon/LLDPE ลายnun 8 ขนาด 15x20 เซนติเมตร หนา 190 ไมครอน

3.2.3 เครื่องซีลสุญญากาศ DZ-500

3.2.4 นาฬิกาจับเวลา

3.2.5 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.6 เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง (รุ่น METTLER TOLEDO , ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

3.2.7 เครื่องชูวิต (รุ่น memmert , ประเทศเยอรมนี)

3.2.8 กระดาษกรอง (Filter paper) S&S, Germany

3.2.9 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) (TA-Xt plus, ประเทศอังกฤษ)

3.2.10 เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter) (Konica Minolta CR 400 , ประเทศไทย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.11 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง Mettler (Toledo MS204 , ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

3.2.12 อุปกรณ์สำหรับประเมินทางประสาทสัมผัส เช่น แก้วน้ำ ถ้วยชิม

3.2.13 แบบประเมินทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Ranking test

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำเนื้อส่วนคอหมูจากห้างสรรพสินค้า บรรจุในกล่องโฟม ควบคุมอุณหภูมิ 4°C เมื่อมาถึงสถานที่ผลิต จึงนำมาล้างทำความสะอาด จากนั้นตัดแต่งเนื้อหมูส่วนสันคอให้มีขนาด 300 - 400 กรัมต่อชิ้น

3.3.2 การศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตคอหมูหมัก

คัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ได้รับความนิยมในการหมักเนื้อจำนวน 3 สูตร จากแหล่งที่มา

แตกต่างกัน คือ 1.สูตร 1 (ที่มา : คอหมูย่างกับน้ำจิ้มแจ่วแซ่ๆหอมนุ่มอร่อยไม่จืดร้านดัง (กินได้อร่อย

ด้วย , 2561) 2.สูตร 2 (ที่มา : คอหมูย่าง ครั้วพิศพิไล (ครั้วพิศพิไล , 2563)) และ 3.สูตร 3 (ที่มา : คอ

หมูย่างตามสั่ง (ขึ้นห้าง) (พลพรรคนักปรุง, 2563)) โดยรายละเอียดของการผลิตแสดงในตารางที่ 3.1 ทำ

การหมัก เนื้อหมูสันคอ จากนั้นนำเนื้อมาผ่านการให้ความร้อนโดยการย่าง จนมีอุณหภูมิใจกลางเท่ากับ 75

องศาเซลเซียส แล้วจึงนำคอหมูหมักมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน มี

ช่วงอายุระหว่าง 25 - 45 ปี ทำการประเมิน โดยการจัดลำดับความชอบ ที่ระดับ 1 - 3 คะแนน โดย 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ไม่ชอบมากที่สุด 2 คือ ชอบเป็นอันดับที่ 2 และ 3 คือ ชอบมากที่สุด และการประเมินความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม กำหนดระดับความชอบจาก 9 คะแนน ถึง 1 คะแนน โดย 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด 8 หมายถึง ชอบมาก 7 หมายถึง ชอบปานกลาง 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึง เฉยๆ 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการหมักคอกหมัก 3 สูตร

ชื่อสูตร	ส่วนผสม	วิธีการทำ
1.สูตร 1	คอกหมู 500 กรัม พริกไทยเม็ด 3.5 กรัม กระเทียมไทย 5 กรัม น้ำตาลปีบ 5 กรัม ซอสหอยนางรม 20 กรัม ซอสปรุงรสฝาเขียว 7.5 กรัม น้ำปลา 7.5 กรัม	1.ล้างคอกหมู 1,000 กรัม ทำความสะอาดให้เรียบร้อย ตัดแต่งมันให้เรียบร้อย 2.หั่นให้ขนาดพอดีกับเตา หั่นครึ่ง 3.เตรียมเครื่องใช้หมัก ล้างทำความสะอาดกระเทียมใช้ทั้งเปลือก ปรุงรสด้วย พริกไทยเม็ดโขลกละเอียด ตามด้วยกระเทียม ใส่ลงไปโขลกให้เข้ากันแบบหยาบ ผสมน้ำตาลปีบ ซอสหอยนางรม ซอสปรุงรสฝาเขียว น้ำปลาแท้ ผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		4..ใส่คอหมูลงไปคลุกเคล้าน้ำหมัก (ใช้มือที่ล้างทำความสะอาด) ขยำเนื้อหมู 5.นำเนื้อหมูหมักค้ำไว้ในตู้เย็น 1 คืน ควบคุมอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส (ปิดพลาสติกแร็ป) 6.นำเนื้อหมูเข้าเตาอบ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
--	--	---

ที่มา : คอหมูย่างกับน้ำจิ้มแจ่วแซ่บๆหอมนุ่มอร่อยไม่จ้อร้านดัง (กินได้อร่อยด้วย , 2561)

ชื่อสูตร	ส่วนผสม	วิธีการทำ
2.สูตร 2	คอหมู 500 กรัม เบคกิ้งโซดา 5 กรัม น้ำมันหอย 7.5 กรัม ซีอิ๊วขาว 5 กรัม ซอสปรุงรส 7.5 กรัม พริกไทยเม็ด 5 กรัม น้ำมันงา 10 กรัม น้ำตาลปีบ 5 กรัม	1.เตรียมหมู ล้างทำความสะอาด ตัดแต่ง 2.ใส่เบคกิ้งโซดา นวดให้ทั่วชิ้น หมู พักไว้ 3.เตรียมอ่างให้น้ำตาลปีบ ตาม ด้วยเครื่องปรุง ซอสปรุงรส น้ำมันหอย ซีอิ๊วขาว น้ำมันงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เกลือ 0.5 กรัม	และพริกไทยป่น ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำเย็นลงไป คนให้เข้ากัน 4.จากนั้นนำเนื้อหมูที่นวด กับเบคกิ้งโซดาแล้ว มาผสมกับ น้ำหมักให้เข้ากัน 5.ใส่กล่องปิดฝา 6.หมักเนื้อหมูไว้ในตู้แช่ที่ อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส 7.นำหมูไปอบ ไฟบนล่าง 250 องศา เวลา 20 นาที
--	----------------	---

ที่มา : คอหมูย่าง ครั้วพิศพิไล (ครั้วพิศพิไล , 2563)

ชื่อสูตร	ส่วนผสม	วิธีการทำ
3.สูตร 3	คอหมู 500 กรัม รากผักชี 30 กรัม พริกไทย 7.5 กรัม	โขลกพริกไทย กระเทียม ราก ผักชี ให้ละเอียด 2.เอาส้อมจิ้มเนื้อหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	กระเทียม	30 กรัม	3.นำหมูมาใส่ซอสอย่างผสม แล้ว
	ซีอิ๊วขาว	30 กรัม	ใส่สามเกลอที่โขลก ส่วนผสม
	ซอสหอยนางรม	15 กรัม	ทั้งหมดลงไปนวดคลุกเคล้า ตาม
	น้ำตาลทราย	7.5 กรัม	ด้วยเครื่องปรุงต่างๆ นวดให้เข้า
			กัน
			4.หมักทิ้งไว้ 15 นาที
			5.นำคอกหมูเข้าเตาอบไฟบนล่าง
			250 องศา เวลา 20 นาที

ที่มา : คอกหมูย่างตามสั่ง (ขึ้นห้าง) (พลพรรคนักปรุง, 2563)

3.3.3 การศึกษาผลของกระบวนการชวิตที่มีต่อคุณลักษณะของคอกหมูหมัก

โดยนำสูตรการหมักคอกหมูที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.3.2 โดยเป็นสูตรที่มีระดับความชอบสูงสุด และมีคะแนนความชอบที่สูง มาทำการผลิตคอกหมูหมัก เพื่อทำการชวิตที่อุณหภูมิ 60°C นาน 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที จากนั้นนำมาทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C นาน 30 นาที เพื่อการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสต่อไป

3.3.4 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ในข้อที่ 3.3.3 นำมาตรวจสอบกายภาพดังนี้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.1 ปริมาณผลผลิตร้อยละหลังให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีต โดยการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างก่อน

และหลังการซูวีตที่ระยะเวลาต่างๆ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ การทดลอง จากนั้นนำมาคำนวณหาร้อยละ

ผลผลิตเพื่อแสดงค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักตามสมการที่แสดงดังต่อไปนี้

$$\% \text{Sous-vide yield} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังการซูวีต}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการซูวีต}} \right) \times 100$$

น้ำหนักตัวอย่างก่อนการซูวีต

$$\% \text{Sous-vide loss} = 100 - \% \text{Sous-vide yield}$$

3.3.4.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) ด้วยวิธี Filter Paper Press Method

(FPPM) โดยนำตัวอย่างคอหมูดิบ คอหมูหมัก และ คอหมูที่ผ่านการซูวีต มาหั่นขนาดน้ำหนัก 0.3 กรัม

วางบนกระดาษกรองเบอร์ 1117 กดทับเป็นเวลา 5 นาที วัดพื้นที่จากจุดศูนย์กลางไปยังบริเวณที่น้ำ

กระจายไปถึง (A1) และวงใน (A2) โดยวัดพื้นที่ของน้ำที่ดูดซึมอยู่บนกระดาษกรองด้วยเครื่องวัด

Planimeter และทำการคำนวณพื้นที่วงแหวนของน้ำที่ถูกบีบออกจากเนื้อ (Area of the ring of fluid)

โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ การทดลอง พื้นที่วงแหวนของน้ำที่ถูกบีบออกจากเนื้อ = A1-A2

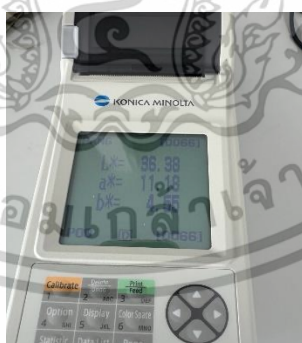
(โสธยา, 2567)

ลักษณะการกระจายของน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ

3.3.4.3 วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Colorimeter แสดงดังภาพที่ 3.2 ที่แสดงถึงค่า L^* (lightness), a^* (redness) และ b^* (yellowness) หลังการชูวัด ที่ผิวด้านนอกของคอกหมู โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำการทดลอง



ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดสี

3.3.4.4 วิเคราะห์เนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) โดยตัดตัวอย่างที่ผ่าน

กระบวนการปรุงแล้วให้มีขนาด 1.5x1.5x1.5 ซม. (กว้างxยาวxหนา) นำไปวัดลักษณะสัมผัส ได้แก่ ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุ่มฉ่ำ(Juiciness) และความแน่น(Firmness) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer. (TA-Xt plus, England)

แสดงดังภาพที่ 3.3 ตามวิธีของ Roldan et al. (2013) วางตัวอย่างในการทดสอบให้หัววัดอยู่ในแนว

ตัดขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้หัววัดแบบ P/50 อัตราการเคลื่อนที่ของหัววัด 2 มิลลิเมตร/วินาที โดย

ดัดแปลงวิธีจาก เบญญาภา(2563) ทำการทดลองทั้งหมด 6 ซ้ำการทดลอง



ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

3.3.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำคอหมู มาหมักด้วยเครื่องปรุงรส และนำบรรจุในถุงสุญญากาศพลาสติกชนิด Nylon/LLDPE

ในสภาวะสุญญากาศ แช่ทิ้งไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำ

คอหมูมาผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวิตที่เหมาะสมจากข้อ 8.3.2 มาลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็ว

ด้วยการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และคอหมูหมักด้วยเครื่องปรุงและซูวิตมา

ทำการอบด้วยไฟกลาง เป็นเวลา 15 นาที จนคอหมูมีอุณหภูมิใจกลาง 70 องศาเซลเซียส มาทดสอบทาง

ประสาทสัมผัส ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1 Ranking test เพื่อวิเคราะห์ความชอบของผู้บริโภค กับผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ด้วยวิธี

Ranking test เพื่อให้ผู้ทดสอบชิมเลือกว่าชอบผลิตภัณฑ์ใดมากกว่ากัน และมีการทดสอบ Preference

test โดยประเมินคุณลักษณะทางด้าน สี รสชาติ ความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำ และความชอบโดยรวม ซึ่งการ

ให้คะแนนความชอบเป็นดังนี้ ชอบมากที่สุด(=9), ชอบมาก(=8), ชอบปานกลาง(=7), ชอบเล็กน้อย(=6),

เฉยๆหรือบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ(=5), ไม่ชอบเล็กน้อย(=4), ไม่ชอบปานกลาง(=3), ไม่ชอบมาก(=

2) และไม่ชอบมากที่สุด(=1) โดยนำผลจากแบบประเมินผลิตภัณฑ์คอกหมูย่างมาแปรผลทางสถิติ

(Statistic) มาใช้ในการวิเคราะห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตคอกหมูหมัก

จากการผลิตคอกหมูหมักจากแหล่งอ้างอิงที่มีความน่าเชื่อถือจำนวน 3 สูตร โดยนำมาผลิตคอกหมูหมักและอบ เพื่อให้ผู้ทดสอบประเมินการรับรู้ทางประสาทสัมผัส จำนวน 40 คน ในการจัดลำดับความชอบ และการให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการจัดลำดับความชอบ

	สูตร1	สูตร2	สูตร3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	2.49±0.61	2.43±0.77	2.24±0.76
สี ^{ns}	2.27±0.69	2.51±0.69	2.16±0.76
กลิ่น ^{ns}	1.92±0.68	2.27±0.77	2.03±0.65
รสชาติ	1.70±0.81 ^a	2.43±0.69 ^b	1.92±0.55 ^a
เนื้อสัมผัส	2.08±0.72 ^a	2.54±0.69 ^b	2.35±0.72 ^{ab}
ความชอบโดยรวม	1.87±0.71 ^a	2.57±0.65 ^b	2.00±0.67 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่าเฉลี่ยของข้อมูล $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยจากผลการจัดลำดับความชอบ โดยกำหนดให้ในกรณีที่ชอบมากที่สุด ผู้ประเมินจะให้ลำดับความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่ในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้บริโภคจัดลำดับความชอบในสูตรที่ 2 อยู่ที่ลำดับสูงที่สุด รองมาเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร 3 และสูตร 1 ตามลำดับ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุจากส่วนผสมที่ใช้ในการหมักหมมมีความแตกต่างกัน เช่นสูตรที่มีส่วนของน้ำตาล นอกจากจะให้สีเข้มแล้วยังให้กลิ่นรสที่หอมมากขึ้น หรือแม้แต่ว่าสูตรที่มีส่วนผสมของเกลือ หรือส่วนประกอบของโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งมีสมบัติในการละลายโปรตีนในเนื้อสัตว์ จึงทำให้ในระหว่างการหมัก และการนำไปปรุงสุก ทำให้ผู้บริโภคสามารถจัดลำดับความชอบในด้านเนื้อสัมผัสได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

นอกจากนี้มีการประเมินระดับความชอบในคอกหมูย่างที่ผลิตจากแต่ละสูตร โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 คะแนน ซึ่งหมายถึงไม่ชอบมากที่สุด ไปจนถึง 9 คะแนน ซึ่งหมายถึงชอบมากที่สุด ผลการประเมินแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี preference test

	สูตร1	สูตร2	สูตร3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.19±1.37	7.30±1.70	6.78±1.11
สี	6.60±1.42 ^{ab}	7.16±1.57 ^a	6.30±1.71 ^b
กลิ่น ^{ns}	6.32±2.19	7.16±1.55	6.76±1.61
รสชาติ	6.05±1.99 ^b	7.86±1.06 ^a	6.43±1.59 ^b
เนื้อสัมผัส	6.68±1.58 ^b	7.54±1.24 ^a	7.08±1.88 ^{ab}
ความชอบโดยรวม	6.46±1.59 ^b	7.65±1.27 ^a	6.51±1.87 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่าเฉลี่ยของข้อมูล ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการประเมินคะแนนความชอบที่แสดงในตารางที่ 4.2 ที่แสดงค่าทางสถิติผลของลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมของคอกหมูหมัก 3 สูตร พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นในด้านลักษณะปรากฏและ สี ที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยพบว่าคอกหมุยจากสูตร 2 ได้รับคะแนนความชอบในด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่สูงที่สุด ($P\leq 0.05$) อีกทั้งมีคะแนนความชอบที่มากกว่า 7 คะแนนในทุกคุณลักษณะ จึงสรุปได้ว่า สูตรที่มีความชอบสูงที่สุดที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์สั่นคอหมุย คือ สูตรที่ 2 จึงได้คัดเลือกสูตรดังกล่าวไปศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการชวีตต่อไป

4.2 ผลของการชวีตที่มีต่อคุณลักษณะของคอกหมุยหมัก

จากการศึกษาสูตรและวิธีการหมักคอกหมุยในข้อที่ 4.1 จึงได้การหมักคอกหมุยโดยใช้สูตรที่ 2 มาศึกษาผลของกระบวนการชวีตที่มีต่อคุณลักษณะของคอกหมุย ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ 60 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่กำหนดไว้ 0, 30, 60, 90 และ 120 ตามที่กำหนด หลังจากทำให้ตัวอย่างเย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียสแล้วจึงได้แบ่งเนื้อเป็น 2 ส่วน คือส่วนดิบ เพื่อการวิเคราะห์ สี เนื้อสัมผัส และเนื้อส่วนที่สุก มีการนำคอกหมุยหมักที่ผ่านการย่าง ให้ผู้ประเมิน 40 คน ได้ทดสอบ เพื่อวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าสี และเนื้อสัมผัส ของ คอกหมุยหมักที่ชวีตในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

เวลาชวีต (ชั่วโมง)	L*	a* ^{ns}	b*	Firmness (g)
0.0	40.43±6.21 ^b	11.25±3.14	6.98±2.90 ^b	3618.92±933.10 ^b
0.5	51.68±5.47 ^a	10.90±2.95	12.32±2.24 ^a	4229.91± 837.09 ^a
1.0	53.40±3.66 ^a	10.23±2.79	12.10±1.11 ^a	2873.32± 621.65 ^c
1.5	51.80±2.98 ^a	11.18±1.85	12.91±2.18 ^a	2851.35± 695.27 ^c
2.0	51.61±3.74 ^a	10.29±3.03	12.83±2.50 ^a	2795.71± 611.56 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวดิ่ง ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 แสดงสมบัติทางกายภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์คอกหมูหมักสูตรที่ 2 พบว่า ค่า L^* คือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) สูตร 2 เวลาชง 1.0 ชั่วโมง มีค่า L^* คือค่าความสว่าง (Lightness) มากที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิที่ set ไว้ 60 องศาเซลเซียส ค่า a^* คือค่าความแดง-เขียว (Redness-Greenness) ของทั้ง 5 ช่วงเวลาชง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวดิ่ง ($P > 0.05$) ค่า b^* คือค่าความเหลือง-น้ำเงิน (Yellowness-Blueness) ของช่วงเวลา 0.0 นาที มีค่าน้อยที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ผลของการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คอกหมูหมักสูตรที่ 2 พบว่า สูตร ช่วงเวลาที่ 0.5 นาที มีค่า Hardness มากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับที่ ระยะเวลาอื่น ทั้งนี้การใช้อุณหภูมิในการชงที่เพิ่มมากขึ้น ระยะเวลาในการชงที่นานขึ้นส่งผลให้เส้นใย กล้ามเนื้อของคอกหมูมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ หลังจากได้รับความร้อนในช่วงแรก เส้นใยและกล้ามเนื้อมีลักษณะแน่นและหดตัว อาจเนื่องมาจากโปรตีน ขาดการสูญเสียสภาพจึงเกิดการรวมตัวกัน (Baldwin, 2012) จากนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการหดตัวและ สูญเสียน้ำจึงสังเกตเห็นช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่ชัดเจนมากขึ้น (Nikmaram, 2012)

สำหรับการตรวจวัดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการชง และความสามารถในการอุ้มน้ำของคอก หมูหมักที่ชงที่ระยะเวลาต่างๆ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 วัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและการสูญเสียน้ำหนักในการชวืด

เวลาในการชวืด (ชั่วโมง)	ความสามารถในการอุ้มน้ำ (เซนติเมตร) ^{ns}	Sous vide loss (%)
0.0	0.92±0.93	1.45±0.47 ^d
0.5	0.85±0.21	2.82±1.61 ^{cd}
1.0	1.14±0.16	6.14±1.10 ^{bc}
1.5	1.26±0.38	9.61±3.72 ^{ab}
2.0	1.37±0.74	10.87±0.11 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวดิ่ง ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลของความสามารถในการอุ้มน้ำ พบว่า ระยะเวลาที่ในการชวืดไม่ส่งผลให้คอหมูหมักมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ส่วนในกรณีของความสามารถในการอุ้มน้ำ พบว่า เวลา 0.0 นาที มีค่า % sous vide loss มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามระยะเวลาการชวืดนานมากขึ้น เนื่องจากสันคอหมูหมักชวืด 0.0 นาที นั้น ผลิตภัณฑ์ยังไม่ได้ได้รับความร้อน แต่ตัวเนื้อสัตว์อาจได้รับแรงดันเนื่องจากการบรรจุสุญญากาศ เมื่อนำมาชั่งน้ำหนักจึงพบว่าผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักหายไปเล็กน้อย โดยการชวืดที่ระยะเวลานานขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การที่โปรตีนในเนื้อสัตว์ได้รับความร้อน จึงเกิดการรวมตัวกันของโปรตีนและมีการเสียน้ำออกจากตัวโปรตีนเนื่องจากการเสียสภาพของโปรตีน (denaturation) (โสธยา, 2567)

ทั้งนี้ในการบริโภคเนื้อสัตว์ สิ่งที่สำคัญในการตระหนักคือการใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรค กระบวนการชวืดที่อุณหภูมิ 60 องศา จึงมีความจำเป็นต้องชวืดในอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมดังกล่าว

สรุป ระยะเวลาที่กำหนดในกระบวนการชวืดคอหมูหมัก สูตรที่ 2 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้ค่าที่มีความสว่างมากที่สุด การอุ้มน้ำ พบว่า เวลาที่กำหนด 2.0 ชั่วโมง มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด และเมื่อนำคอหมูหมักที่ผ่านการชวืดนาน 2 ชั่วโมง ไปย่าง และให้ผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสของคอกหมุ่อย่างที่ผ่านการชวูวิดมาก่อนแล้ว ส่งผลให้ผู้ประเมิน ให้คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ที่ระดับคะแนน สูงกว่า 7.0 คะแนน ในทุกคุณลักษณะ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของคอกหมุ่อย่างที่ผ่านการหมักและชวูวิด

การประเมินทางประสาทสัมผัส	คะแนน
ลักษณะปรากฏ	7.55±0.95
สี	7.08±1.26
กลิ่น	7.55±1.22
รสชาติ	7.05±1.41
เนื้อสัมผัส	7.58±1.39
ความชอบโดยรวม	7.37±1.17

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คอกหมุ่หมักสูตรที่ 2 ผ่านกระบวนการชวูวิด ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ทางสถิติ ลักษณะปรากฏ ของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 สี ของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 กลิ่น ของผลิตภัณฑ์ มี ของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 รสชาติ ของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 เนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 จึงสรุปได้ว่าคอกหมุ่หมักสูตร 2 ผ่านกระบวนการชวูวิด อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาชวูวิด 120 นาที เนื้อสุกที่อุณหภูมิใจกลาง 70 องศาเซลเซียส และผ่านการย่าง 15 นาที เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนสูงสุดที่จะนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์คอกหมุ่หมักผ่านกระบวนการชวูวิดต่อไป อย่างไรก็ตามเนื้อที่ผ่านการชวูวิดมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น ค่าร้อยละผลผลิตจึงลดลง (ผศ.ดร.โสธยา เกิดพิบูลย์ , การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองด้วยกระบวนการชวูวิด,) พบว่าปัจจัยที่ทำให้เนื้อหมุ่ผ่านกระบวนการที่อุณหภูมิชวูวิดต่ำจะรักษาความชื้นและลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่า ($P=0.054$) (Jose และคณะ) เช่นเดียวกันกับอุณหภูมิที่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า ($P < 0.001$) ตัวอย่างอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แสดงค่าความสว่างและค่าสีแดงมากที่สุด
 ($P = 0.007$) วิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการชงวีตคอฟหมักสูตร 2 ทำให้คอฟนุ่ม น่ารับประทาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1.สูตรคอกหมูหมัก สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

2.อุณหภูมิที่เหมาะสมในการชวีตคอกหมูหมัก อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของการชวีตที่มีต่อคุณลักษณะของคอกหมูหมัก เป็นหัวข้อที่น่าสนใจในการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการพัฒนา ต่อยอดผลิตภัณฑ์คอกหมูหมักที่ผ่านกระบวนการชวีต และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กมลทิพย์ กรรไพบรา และภาวดี พลไชย. 2564. การปรับปรุงเนื้อสัมผัสสอไก่เบตงพร้อมรับประทาน.

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กรรวิรุฬ พิสน์เทียะ. 2559. การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ทอดฟอสเฟตพร้อมบริโภคน้ำในรี

ทอท์ทเพาซ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ณัฐพล สุรพันธุ์พิศิษฐ์. 2561. การใช้การชุบด้วยความดันเพื่อการผลิตเนื้อไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร. คณะ

อุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เบญญาภา รัตนโรจน์ตระกูล. 2563. คุณลักษณะของเนื้อไก่ในระหว่างกระบวนการชุบด้วยความ

ดัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. คณะอุตสาหกรรม

เกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัชรินทร์ ภักดีฉนวน และประกายแก้ว โกมลตรี. 2555. ผลของสารหมักเนื้อ และเทคนิค Sous Vide ต่อ

คุณภาพของไก่ทอดพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

การอาหารและโภชนาการ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. 2559. การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน.

[ออนไลน์].

สัณชัย จตุรสิทธิ์. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุภาพร โพนตุงแสง. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันโดยวิธีการนวดสุญญากาศ.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

โสธยา เกิดพิบูลย์. 2567. ตำราวิชาการกระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ สัตว์ปีก และไข่. คณะอุตสาหกรรม

อาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สำนักพิมพ์ มินเซอร์วิส ชัพ

พลาย. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อังสุมา แก้วคต ญัฐภัทรา ภมรสุต ญัฐววรรณ คงกระพัน ญันญรัตน์ คุ่มครอง และอัจฉรา ชัยน. 2563.

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ซาก ปริมาณคอเลสเทอรอล และคอเลสเตอรอลในเนื้อไก่ไข่อายุ 75

และ 80 สัปดาห์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 51: 55-65.

Alino, M., Grau, R., Fernandez-Sanchez, A., Arnold, A. and Barat, J.M. 2010. Influence of brine

concentration on swelling pressure of pork meat throughout salting. Meat Science. 86: 600-606.

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

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

Bethany A, Showell, Juhi R, Williams, Marybeth D, Juliette C, Howe, Kristine Y, Patterson,

Janet M, Roseland, Joanne M, Holden. 2012. USDA table of cooking yields for meat and poultry. Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center. Maryland. USA. p. 3.

Bouton, P.E. and Harris, P.V. 1981. Changes in the tenderness of meat cooked at 50-65°C.

Food Science 46: 475-478.

Chotigavin, N., Kerr, W. L., Klaypradit, W. and Kerdpi boon, S. 2023. Novel sous-vide pressure

technique affecting properties of local beef muscle. LWT Food Science and Technology. 175: 114439.

Chotigavin, N., Kerr, W. L., Klaypradit, W. and Kerdpi boon, S. 2021. Sous-vide meat properties

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

as a function of physical and surface changes during processing. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*. 27: 1-10.

Christensen, L., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D. & Christensen, M. 2011. Effect of prolonged heat

treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Science*. 88: 280-285.

Debbarma, L., Chandirasekaran, V., Irshad, A., Sureshkumar, S. and Gopala Krishna Nurthy, T.R. 2021. Effects of Different Thawing Methods on the pH, Water Holding Capacity, Extract Release Volume and TBA Value of Broiler Chicken under Repeated Freeze-Thaw Cycles. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 10: 141-149.

Monsternom. 2021. การหมักเนื้อ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

<http://www.monsternom.net/?p=5424>. 10 พฤษภาคม 2566.

Jin, G., Liu, Y., Zhang, Y., Li, C., He, L., Zhang, Y., Wang, Y. and Cao, J. 2023. Underlying formation mechanisms of ultrasound-assisted brined porcine meat:

The role of physicochemical modification, myofiber fragmentation and histological

organization. *Ultrasonics Sonochemistry*. 94: 106318.

Kim, S., Jeong, H.S., Choi, S.H., Yeo, H. and Lee, D.U. 2023. Accelerated brining kinetics and

NaCl distribution of Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*) using pulsed electric field. *LWT Food Science and Technology*. 179: 114634.

Kim, H., Do, H. W., and Chung, H. 2017. A Comparison of the essential amino acid content and the Retention Rate by Chicken Part according to Different Cooking Methods. 37(5): 626- 634.

Park, C.H., Lee, B., Oh, E., Kim, Y.S. and Choi, Y.M. 2020. Combined effects of sous-vide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat. *Poultry Science*. 99: 3286-3291.

Kerdpi boon, S., Suraphantapisit, N., Pongpaew, P. and Srikalong, P. 2018. Properties Changes

of Chicken Breast during Sous-vide Cooking and Acceptance for Elderly. *CMUJ NS Special Issue on Food and Applied Bioscience to Innovation and Technology*. 18. 156-

166.

Volpato, G. L., Gonçalves-de-Freitas, E. and Castilho, M. F. (2007). Insights into the concept of

fish welfare. *Diseases of Aquatic Organisms*. 75: 165–171.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวัดสี

ทฤษฎีและหลักการ

เครื่องวัดสี Chrome meter เป็นเครื่องมือในการวัดสีของวัสดุต่างๆ โดยการฉายแสงจากหลอดไฟแบบ Pulsed xenon arc (PXA) ลงบนชิ้นตัวอย่าง และจะวัดเฉพาะแสงที่สะท้อนออกมา ในแนวตั้งฉากกับผิววัสดุเท่านั้น เข้าสู่ Optical fiber cable เพื่อทำการวัดสีออกมา โดยการวัดแต่ละรอบครอบคลุมบนพื้นที่รูปวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 มิลลิเมตร

ระบบ CIE $L^* a^* b^*$ เป็นการวัดค่าสีของตัวอย่างด้วยเครื่องวัดสี โดยวัดค่าสีในระบบ CIE โดยค่า L^* คือ ความสว่างของสี (lightness) โดยมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a^* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียว และสีแดงที่อยู่ในตัวอย่าง (redness/greenness) โดยค่า a^+ แสดงถึงความเป็นสีแดง และค่า a^- แสดงถึงความเป็นสีเขียว

b^* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินที่อยู่ในตัวอย่าง (yellowness/blueness) โดยค่า b^+ แสดงถึงความเป็นสีเหลือง และค่า b^- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องวัดสี (Colorimeter: Model CR-400 Chroma meter, Konica Minolta, Japanese)
2. White Plate สำหรับ Calibration

วิธีการ

1. เชื่อมต่ออุปกรณ์ตัวเครื่องเข้ากับหัววัด
2. ทำการ Calibration เครื่องกับแผ่น White Plate ก่อนการใช้งาน
3. จุ่มหัววัดลงบนพื้นผิวตัวอย่างในสถานะของแสงเดียวกัน
4. หน้าจอของตัวเครื่องจะแสดงผล $L^* a^*$ และ b^* และบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

2. การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ดัดแปลงจากวิธีของ Yu *et al.*, 2012)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT plus, Stable Micro Systems, England)

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างคอกหมูหมักชูวีตจากเป็นชิ้นเท่ากันขนาด 3x3x0.5 เซนติเมตร
2. การวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ทดสอบโดยใช้หัววัดชนิด flat plate compression test sms P/25 ทดสอบโดยการให้แรงกด (Compression test) ลงบนตัวอย่างอาหาร จำนวน 2 ครั้ง เป็นการจำลองการใช้ฟันบดอาหาร
3. ตั้งค่าสถานะการวัดดังนี้ Pre test speed: 1 mm/s, Type: Auto, Test speed: 1 mm/s, Force: 5 g, Post test speed: 10 mm/s, load cell: 50 kg, strain: 7.5 %, Return Distance: 30 mm, Time: 5 s, Return speed: 10 mm/s, Contact force: 10 g

วิธีการใช้งานเครื่อง Texture analyzer

1. ทำการเสียบปลั๊กเครื่องสำรองไฟ และเปิดสวิทช์เครื่องมาที่ตำแหน่ง On
2. เปิดคอมพิวเตอร์ และเปิดสวิตซ์ฐานทดสอบ โดยคลิกเมาส์ที่ Program สำหรับการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
3. เริ่มการทำงานเข้าสู่โปรแกรม เลือก TA บนคำสั่ง แล้วเลือก Calibrate force จะมีข้อความขึ้นเตือนให้ผู้ใช้ตรวจสอบว่ามีวัตถุใดๆ กีดขวางหัววัดหรือไม่ ถ้าไม่มีให้ตอบตกลง
4. โปรแกรมจะปรากฏคำสั่งให้ผู้ใช้งาน นำตุ้มน้ำหนักวางบนคานวัด เพื่อทำการ Calibrate
5. นำเอาตุ้มน้ำหนักออกจากคานวัด และเลือกคำสั่ง TA-Calibrate probe โดยกำหนดระยะทางให้มีความสูงกว่าชิ้นตัวอย่างเล็กน้อย
6. ทำการติดตั้งหัววัด เพื่อทำการ Calibrate probe หัววัดจะเคลื่อนลงมาแตะกับฐาน และเคลื่อนกลับไปยังตำแหน่งที่ตั้งค่าไว้

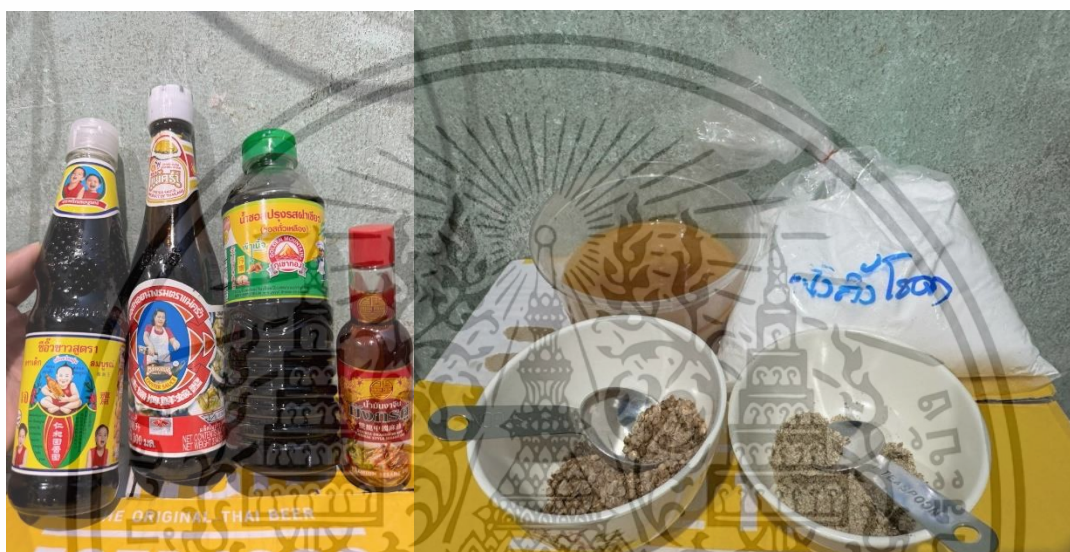
7. จากนั้นเลือกคำสั่ง TA-setting เพื่อกำหนดค่าต่างๆ และทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รูปภาพขั้นตอนกระบวนการชงวีตคอกหมูหมัก



ข 1 การเตรียมวัตถุดิบหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข 2 ขั้นตอนการหมักคอหมูหมัก



ข 3 ขั้นตอนกระบวนการซูวีตคอหมูหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข 4 ผลิตภัณฑ์คอกหมูหมักสูตร 2 ผ่านกระบวนการซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข 5 เก็บผลประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวน 40 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายวีรยุทธ เลิศยววัฒน์

วันเกิด 13 ตุลาคม 2524

ที่อยู่ 111 ซอยจันทน์ 51 แยก 10 วัดพระยาไกร บางคอแหลม กทม. 10120

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา คณะศิลปศาสตร์ เอกอุตสาหกรรมท่องเที่ยว
(ภาษาจีน)

มหาวิทยาลัยรามคำแหง คณะรัฐศาสตร์ สาขาการเมืองการปกครอง

ประวัติการทำงาน

Wonderful Worldwide Co., กรุงเทพฯ, ประเทศไทย (ฝึกงาน)

ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Menam Riverside Hotel, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

NYK Line Co.,Ltd., กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Triple I Interfreight Co.,Ltd., กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Orient Star International Logistics Co.,Ltd., กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Floral Manufacturing Co.,Ltd., กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Quinn International Corp., กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Daika (Thai) Inc.,Ltd., กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

บริษัท ฮงเล้ง การทอ จำกัด, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Freelance Tour Guide & Tour Leader, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

Tongpai World Travel, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้