กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดในอกไก่สำหรับใช้ในธุรกิจบริการอาหาร

BRINE INJECTION COMBINATION WITH SOUS-VIDE PROCESS IN CHICKEN BREAST FOR FOODSERVICE BUSINESSES

ณัฐพร จารุเนตร

NATTHAPHON CHARUNET

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริการอาหารและการจัดการ

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2568

KMITL-2025-FI-M-055-491

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRINE INJECTION COMBINATION WITH SOUS-VIDE PROCESS

IN CHICKEN BREAST FOR FOODSERVICE BUSINESSES

NATTHAPHON CHARUNET

A THESIS 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

2025

KMITL-2025-FI-M-055-491

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2025

SCHOOL OF FOOD INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดในอกไก่สำหรับใช้ในธุรกิจบริการอาหาร

ชื่อนักศึกษา นางสาวณัฐพร จารุเนตร

รหัสประจำตัว 65086008

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หลักสูตร เทคโนโลยีการบริการอาหารและการจัดการ

พ.ศ. 2568

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์

บทคัดย่อ

กระบวนการซูวีดเป็นกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบ โดยบรรจุวัตถุดิบในสภาวะสุญญากาศ นำไปให้ความร้อนภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและเวลา ก่อนการนำมาลดอุณหภูมิลงที่ 0-4 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากกระบวนการซูวีดเป็นกระบวนการที่ใช้ระยะเวลานาน โดยเฉพาะเนื้อสัตว์ที่มีความเหนียว งานวิจัยนี้จึงนำกระบวนการบรายน์มาใช้ร่วมกับการซูวีด เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้ออกไก่ ที่เป็นไก่ไข่ปลดระวางสำหรับใช้ในธุรกิจบริการอาหาร โดยศึกษาปริมาณสารละลายน้ำบรายน์และระยะเวลาในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวาง โดยฉีดสารละลายน้ำบรายน์ในเนื้ออกไก่ที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ใช้เวลาในการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 0-3 ชั่วโมง เพื่อศึกษาร้อยละปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการซูวีด ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณสารละลายน้ำบรายน์และระยะเวลาในการซูวีด ส่งผลต่อคุณภาพด้านต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 มีปริมาณผลผลิตสูงสุด การสูญเสียน้ำหนักต่ำสุด ส่งผลให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำและมีความชุ่มฉ่ำเนื้อมากที่สุด นอกจากนี้พบว่าเนื้ออกไก่ที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชั่วโมง ทำให้เนื้อมีความแน่นและแข็งน้อยที่สุด เมื่อนำเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการซูวีดและฉีดสารละลายน้ำบรายน์ในสภาวะดังกล่าวไปปรุงอาหารเทียบกับเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางปกติ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับซูวีด มีคะแนนคุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความชอบโดยรวมสูงกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : ไก่ไข่ปลดระวาง กระบวนการบรายน์ การซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Brine injection and sous-vide process in chicken breast for foodservice businesses

Student Miss Natthaphon Charunet

Student ID. 65086008

Degree Master of Science

Program Foodservice Technology and Management

Year 2025

Thesis advisor Asst.Prof.Dr.Soraya Kerdpiboon

Abstract

Sous-vide is a technique of cooking food in vacuum bags, heating at controlled temperature and time before cooling to 0-4°C. However, the limitation of sous-vide is using long time, especially tough meat. This research was to study brine solution process combination with sous-vide cooking to improve the qualities of chicken breast, achieved from the spent laying hen, and its application in foodservice businesses. The levels of brine solution of 0%, 5%, 10% and 15% were injected to the breast and sous-vide cooking at 60°C for 0-3 hrs. The percentage of sous-vide yield and sous-vide loss, water holding capacity (WHC), color parameters, texture and sensory evaluation were examined. The results indicated that level of brine solution and time of sous-vide significantly affected the qualities of the chicken breast ($p \leq 0.05$). The chicken breast which was injected with brine solution of 10% had the highest sous-vide yield and the lowest sous-vide loss. This induced the chicken breast presented the highest WHC, softest and juiciest texture. Besides, results were found that sous-vide cooking time for 3 h resulted chicken breast with the highest firmness and the lowest hardness. The chicken breast with brine injection of 10% combination with sous-vide cooking time for 3 h was cooked compared to normal chicken breast (control) and the sensory evaluation was found that chicken breast with brine injection and sous-vide cooking had higher score in appearance, color, aroma, taste, softness, juiciness and overall liking than control ($P \leq 0.05$).

Keywords : Spent laying hen, Brining, Sous-vide process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดในอกไก่สำหรับใช้ในธุรกิจบริการอาหาร สำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาด้วยความกรุณาเอาใจใส่ ตลอดจนสนับสนุนเครื่องมือและงบประมาณที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ และอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ สถานที่เพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัย

นอกจากนั้นผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโทท่านอื่นๆ ที่ให้คำปรึกษาและกำลังใจ ช่วยผลักดันจนเล่มวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

หากมีข้อผิดพลาดประการใดในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยข้อน้อมรับ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป และต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ หวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ

ณัฐพร จารุเนตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II
กิตติกรรมประกาศ..... III
สารบัญ..... IV
สารบัญตาราง..... VI
สารบัญภาพ..... VII

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 ไก่ไข่ปลดระวาง..... 3
2.2 การแปรรูปไก่ไข่ปลดระวาง..... 4
2.3 องค์ประกอบของเนื้อสัตว์..... 5
2.4 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่..... 8
2.5 การใช้สารละลายน้ำบรายน์..... 10
2.6 กระบวนการซูวีด..... 16
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 19

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
3.1 วัตถุดิบ..... 24
3.2 อุปกรณ์..... 24
3.3 สารเคมี..... 25
3.4 วิธีการทดลอง..... 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด..... 31

4.2 ผลของระยะเวลาในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด.....39

4.3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด..... 46

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 49

5.2 ข้อเสนอแนะ.....49

บรรณานุกรม.....50

ภาคผนวก.....60

ประวัติผู้เขียน..... 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลโภชนาการเฉพาะส่วนเนื้อ(ไม่มีหนัง) 100 กรัม ของเนื้อไก่..... 8

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบ กรดไขมัน และกรดอะมิโนของเนื้อไก่ไข่ปลดระวางดิบ....9

ตารางที่ 4.1 ร้อยละปริมาณผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน.....34

ตารางที่ 4.2 คุณภาพด้านสีด้านในและด้านนนอกของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน.....36

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis ของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน.....37

ตารางที่ 4.4 ร้อยละปริมาณผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน..... 41

ตารางที่ 4.5 คุณภาพด้านสีของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีดแตกต่างกัน.....43

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis ของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีดแตกต่างกัน..... 44

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดและเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด..... 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 3.1 การวัดความสามารถในการอุ้มน้ำ ด้วยวิธี Filter Paper Press Method (FPPM) 27
ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งการวัดสี.....27
ภาพที่ 4.1 ภาพตัดขวางแสดงเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ปริมาณน้ำบรายน์แตกต่างกัน.....38
ภาพที่ 4.2 ภาพตัดขวางแสดงเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้เวลาซูวีดแตกต่างกัน.....45
ภาพที่ 4.3 ภาพตัดขวางแสดงเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางย่างที่ไม่ได้ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด และเนื้ออกไก่ที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด.....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

เนื้อไก่ เป็นวัตถุดิบที่ได้รับความนิยมในการผลิตอาหารทั่วโลก สามารถดัดแปลงเป็นอาหารได้หลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมของแต่ละท้องถิ่น สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการย่าง ทอดอบ บาร์บีคิว เป็นต้น นอกจากนี้เนื้อไก่ยังถือเป็นเนื้อสัตว์ที่ดีต่อสุขภาพมากกว่าเนื้อแดง เนื่องจากมีคอเรสเตอรอลและกรดไขมันอิ่มตัวที่น้อยกว่า ซึ่งเนื้อไก่ที่รับประทานกันในปัจจุบันมาจากหลายสายพันธุ์ ไม่ว่าจะเป็นไก่เนื้อพันธุ์ ไก่บ้าน ไก่พื้นเมือง รวมถึงพันธุ์ไข่

ไก่พันธุ์ไข่ จะเริ่มออกไข่เมื่ออายุประมาณ 20-21 สัปดาห์ และจะเริ่มปลดระวางอายุประมาณ 80 สัปดาห์ เมื่อไก่ไข่ถูกปลดระวางจากการให้ไข่ จะนำไปชำแหละขายเป็นเนื้อ แต่เนื่องจากไก่ไข่ปลดระวางเป็นไก่ที่มีอายุมากจึงส่งผลให้เนื้อมีคุณภาพต่ำ มีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หยาบกว่าไก่ที่มีอายุน้อย มีความสามารถในการกักเก็บน้ำของเนื้อน้อย เนื่องจากปริมาณคอลลาเจนโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกมัดแน่น และการเกิด intermolecular crosslink ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่สูงตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวมาก นอกจากนี้ยังมีไขมันสูง ทำให้เนื้อที่ได้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษา ส่งผลให้คุณภาพเนื้อด้านต่างๆด้อยลง จึงไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีราคาถูก ทำให้เกษตรกรต้องเผชิญกับภาวะราคาตกต่ำอย่างต่อเนื่อง (อังสุมา และคณะ, 2563) และยิ่งเนื้อไก่ผ่านกระบวนการการให้ความร้อนในการปรุงสุก ยิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัส โดยความร้อนส่งผลให้โครงสร้างกล้ามเนื้อไก่เกิดการคลายตัวและเปลี่ยนสภาพ โดยช่วงอุณหภูมิ 55-65 องศาเซลเซียส กล้ามเนื้อจะเกิดการหดตัวและเกิดการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ ในช่วงอุณหภูมิ 75-85 องศาเซลเซียส เกิดการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อทำให้ช่องว่างระหว่างกล้ามเนื้อมีปริมาณลดลง ในขณะที่ช่วงอุณหภูมิ 85-95 องศาเซลเซียส ไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนจะเกิดการหดตัวและเสียสภาพ ส่งผลให้เนื้อสัตว์มีเนื้อสัมผัสที่แห้งและแข็ง (กมลทิพย์ และภารดี, 2564) แนวทางในการใช้สารละลายน้ำบรายน์ร่วมกับการซูวีดมาใช้ โดยเลือกใช้กับส่วนของอกไก่ เนื่องจากเป็นส่วนที่มีไขมันน้อยที่สุดและมีลักษณะแห้งหยาบ โดยนำอกไก่ของไก่ไข่ปลดระวางมาทำการบรายน์ (Brining) ซึ่งเป็นกระบวนการการนำเนื้อสัตว์ไปแช่น้ำเกลือ โดยอาจใส่ส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาล สมุนไพร หรือเครื่องเทศเพื่อเพิ่มความหอม สามารถใช้ได้กับเนื้อสัตว์ทุกชนิด ซึ่งการบรายน์มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความนุ่มชุ่มชื้น เพิ่มกลิ่นรสให้กับผลิตภัณฑ์ โดยเกลือจะไปละลายไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ มีบทบาทที่สำคัญในการห่อหุ้มน้ำ (สุภาพร, 2549) หลังจากนั้นนำมาผ่านกระบวนการซูวีดจนกระทั่งเนื้ออกไก่มีระดับความนุ่ม เนื่องจากความร้อนส่งผลให้โปรตีนเกิดการคลายตัว (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2559) กระบวนการซูวีดเป็นกระบวนการแปรรูป โดยการนำวัตถุดิบอาหารมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศก่อนการให้ความร้อน ภายใต้สภาวะควบคุมอุณหภูมิและเวลา ส่งผลต่อคุณลักษณะของอาหารได้แก่ ความนุ่มของเนื้อสัตว์ สี และคุณค่าทางโภชนาการของผักและผลไม้บางชนิด เป็นต้น (เบญญาภา, 2563) นอกจากนี้ยังมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอกไก่ไข่ปลดระวางให้เหมาะสมในการนำมาใช้ในธุรกิจบริการอาหาร

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ศึกษาผลของปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวาง โดยกำหนดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ในปริมาณที่เหมาะสมจากตอนที่ 1 โดยกำหนดอุณหภูมิคงที่ที่ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาตั้งแต่ 0-3 ชั่วโมง และส่วนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่เหมาะสมในการฉีดเข้าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง

1.3.2 ทราบระยะเวลาในการซูวีดที่เหมาะสมในการให้ความร้อนเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง

1.3.3 ทราบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไก่ไข่ปลดระวาง

ไก่ไข่ปลดระวางเป็นไก่ที่มีอายุมากและหมดช่วงอายุการให้ไข่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ทำให้มีการผลิตไข่ที่ลดลง จึงมีการปลดออกจากการให้ไข่และนำมาชำแหละขายเป็นเนื้อไก่สด (ภูธฤทธิ์และคณะ, 2563) โดยปกติแม่ไก่ไข่ที่เลี้ยงตามธรรมชาติจะผลิตไข่ได้เป็นเวลาหลายปี แต่ในอุตสาหกรรมการผลิตไข่มักจะเลี้ยงแม่ไก่ไว้เพียง 18 เดือนเท่านั้น เริ่มจากการเลี้ยงลูกไก่ในโรงเลี้ยงลูกไก่ช่วง 0-8 สัปดาห์ ก่อนจะถูกส่งไปยังฟาร์มหรือโรงเรือนเลี้ยงไก่รุ่น และจะถูกเลี้ยงจนถึงอายุประมาณ 18-20 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ เพื่อผลิตไข่จนถึงอายุประมาณ 72 สัปดาห์ (Seidler, 2003)

สายพันธุ์ไก่ไข่ที่เลี้ยงในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไก่พันธุ์แท้ และไก่พันธุ์ลูกผสม

ไก่พันธุ์แท้ เป็นไก่ที่มีลักษณะเฉพาะตัวชัดเจน ได้รับการคัดเลือกและผสมพันธุ์มาเป็นอย่างดีจนมี ลักษณะประจำพันธุ์คงที่ คือมีลักษณะเหมือนบรรพบุรุษทั้งรูปร่าง ขนาด สีและอื่นๆ เคยได้รับความนิยมมากในสมัยหนึ่ง เนื่องจากให้ไข่ดกและฟองโต ต่อมามีการปรับปรุงสายพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น ไก่พันธุ์แท้จึงได้รับความนิยมลดลง ไก่ไข่พันธุ์แท้ที่ยังมีเลี้ยงในประเทศไทย เช่น พันธุ์โร๊ดไอซ์แลนด์ เรด (Rhode Island red) หรือที่เรียกกันว่าไก่โร๊ด มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี มีขนาดตัวที่ใหญ่กว่าไก่พันธุ์เล็กฮอร์น ใช้เลี้ยงในพื้นที่ชนบท สีของไข่มีสีน้ำตาล โร๊ดไอซ์แลนด์เรดมี 2 ชนิด คือ ชนิดหงอนกุหลาบ (Rose comb) และชนิดหงอนจักร (Single comb) โดยหงอนจักรจะเป็นที่นิยมเลี้ยงมากกว่า เนื่องจากให้ไข่ค่อนข้างดี เป็นไก่ประเภทกึ่งเนื้อกึ่งไข่ เริ่มให้ไข่เมื่ออายุประมาณ 5 เดือนครึ่ง ให้ไข่ปีละประมาณ 280-300 ฟอง เมื่อโตเต็มที่เพศผู้จะมีน้ำหนักตัว 3.1-4.0 กิโลกรัม ส่วนเพศเมียมีน้ำหนัก 2.4-4.0 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีสายพันธุ์บาร์พลีมัทร็อค (Barred Plymouth rock) หรือที่เรียกกันว่าไก่บาร์ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นไก่ประเภทกึ่งเนื้อกึ่งไข่ โดยจะเริ่มให้ไข่เมื่ออายุประมาณ 5 เดือนครึ่ง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี เมื่อโตเต็มที่เพศผู้จะมีน้ำหนักตัวประมาณ 3.6-4.3 กิโลกรัม ส่วนเพศเมียมีน้ำหนักตัวประมาณ 2.7-3.7 กิโลกรัม ส่วนพันธุ์เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร (Single comb white leghorn) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอิตาลี เป็นสายพันธุ์ที่เป็นที่นิยมเลี้ยงมาก เนื่องจากให้ผลผลิตไข่เร็วและสูง ไข่มีขนาดใหญ่ และกินอาหารน้อย ลักษณะของเปลือกไข่จะเป็นสีขาว ทนต่ออากาศร้อนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มให้ไข่เมื่ออายุประมาณ 4 เดือนครึ่ง ให้ไข่ปีละประมาณ 300 ฟอง เมื่อโตเต็มที่เพศผู้มีน้ำหนัก 2.2-2.9 กิโลกรัม เพศเมียมีน้ำหนัก 1.8-2.2 กิโลกรัม

ไก่พันธุ์ลูกผสม (Hybrid breeds) เป็นไก่ที่นิยมเลี้ยงกันในเชิงการค้ามากที่สุด เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่ถูกผสมและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตสูง และทนต่อสภาพอากาศในประเทศไทย (กานดา และชลัท, 2560) น้ำหนักของไก่ไข่ปลดระวางจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่เกิดจนถึงวัยเจริญพันธุ์อายุประมาณ 16-24 สัปดาห์ หนังจากนั้นน้ำหนักจะยังคงเพิ่มขึ้นแต่ในอัตราที่ช้ามาก ไก่ไข่ที่สายพันธุ์เล็ก เช่น โบแวนส์ ไวท์เล็กฮอร์น จะมีน้ำหนักตัวประมาณ 1,400 กรัม เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ และจะมีน้ำหนักประมาณ 1,500-1,800 กรัม เมื่ออายุ 70 สัปดาห์ แต่หากเป็นไก่ไข่สายพันธุ์ใหญ่ เช่น โลแมน บราวน์ จะมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่า โดยมีน้ำหนักสูงถึง 1,700 กรัม เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ และจะมีน้ำหนัก 2,000 กรัม เมื่ออายุ 70 สัปดาห์ โดยขน เลือดและเครื่องใน จะมีประมาณร้อยละ 5-7, 2-7 และ 30 ของน้ำหนักไก่ แต่เมื่อนำมาถอนขนแล้ว จะมีส่วนของเนื้อเยื่อแข็ง เช่น กระดูก และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ประมาณร้อยละ 33 ของน้ำหนักไก่ ส่วนที่เหลือจะเป็นเนื้อเยื่อนุ่ม เช่น หนัง เนื้อ และอวัยวะภายใน (Fan และWu, 2022)

2.2 การแปรรูปไก่ไข่ปลดระวาง

ไก่ไข่ปลดระวางสามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลายแตกต่างกันไปตามแต่ละประเทศและภูมิภาคทั่วโลก โดยทวีปอเมริกาและยุโรปมักจะนำไก่ไข่ปลดระวางมาแปรรูปเป็นน้ำมัน หรือนำมาป่นเป็นอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มโปรตีนในอาหาร เนื่องจากไก่ไข่ปลดระวางมีกระดูกที่เล็กและเปราะบาง ทำให้มีความยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายทางเทคนิคในการผลิตเนื้อสัตว์ในอุตสาหกรรม ในขณะที่แถบเอเชีย ไม่ว่าจะเป็นเกาหลี อินเดีย ไทย จะนำมาแปรรูปเป็นซุปไก่ ขนมกรุบกรอบ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป เช่น ไส้กรอก, cutlet, jerky, patties, tikka, kachori เป็นต้น จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่จะขายไก่ไข่ปลดระวางแบบทั้งตัว ไม่ว่าจะในรูปแบบสดหรือปรุงสุกแล้ว เนื่องจากไก่ไข่ปลดระวางมีปริมาณน้ำหนักน้อย เนื้อมีความเหนียวมากยากแก่การนำมาประกอบอาหาร (Wang และคณะ, 2024)

ดังนั้นงานวิจัยส่วนใหญ่จึงเน้นการปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้านความนุ่ม และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ไม่ว่าจะเป็นการใช้สารสกัดจากขิง จากงานวิจัยของ Bhaskar และคณะ (2006) ได้ใช้ขิงผงในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไก่ไข่ปลดระวาง Abdalla และคณะ (2013) ได้ศึกษาการปรับปรุงความนุ่มของเนื้อไก่ไข่ปลดระวางโดยใช้ใบมะละกอ Sharma และ Vaidya (2018) ได้ศึกษาการใช้เอนไซม์โปรตีเอสจากผลกีวี่ในการปรับปรุงความนุ่มของเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง รวมถึง Kantale และคณะ (2019) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารที่ทำให้นุ่มจากธรรมชาติและสังเคราะห์ที่มีต่อคุณภาพของเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง พบว่าเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักด้วยขิง ใบมะละกอ กีวี่หรือสับปะรด มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบเหล่านี้มีเอนไซม์ซิสเทอีนโปรตีเอสที่มีหน้าที่ช่วยย่อยสลายโปรตีนเป็นส่วนประกอบ จึงทำให้เนื้อไก่มีความนุ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยบางส่วนที่ศึกษาการนำเนื้อไก่ไข่ปลดระวางไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอาหารสำหรับคนหรืออาหารสัตว์ เช่น งานวิจัยของ Umaraw และChauhan (2018) ได้ศึกษาการใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางผงทดแทนแป้งในขนมปังโฮลวีท โดยใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางผงทดแทนแป้งร้อยละ 30 พบว่าการทดแทนแป้งด้วยเนื้อไก่ไข่ปลดระวางผงไม่ส่งผลต่อคุณภาพของขนมปัง และยังได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ชิมด้วย งานวิจัยของ Anna และAnnal (2018) ได้ศึกษาคุณภาพและการยอมรับระหว่างนักเก็ตที่ทำจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางอิมัลชันและเนื้อไก่ไข่ปลดระวางบด พบว่านักเก็ตที่ทำจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางอิมัลชัน มีค่าพีเอช ความคงตัวของอิมัลชัน น้ำหนักผลผลิตและการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่านักเก็ตที่ทำจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางบด ในขณะที่นักเก็ตที่ทำจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางบดมีค่าความชื้นสูงกว่า และเมื่อนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่านักเก็ตที่ทำจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางอิมัลชันได้รับการยอมรับสูง ส่วนนักเก็ตที่ทำจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางบดได้รับการยอมรับในระดับปานกลาง ดังนั้นเนื้อไก่ไข่ปลดระวางจึงสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทั้งในรูปแบบอิมัลชันและแบบบด รวมถึงงานวิจัยของ Kumar และคณะ (2015) ได้ศึกษาการเตรียมและการเก็บรักษาเนื้อสเปรดที่พัฒนาจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง โดยนำเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมาแปรรูปเป็น Spread meat เนื่องจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความเหนียวและแข็ง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่เนื่องจากเนื้อของไก่ไข่ปลดระวางอุดมไปด้วยโปรตีนและโอเมก้า 3 จึงนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า โดยนำมาทำสเปรดสำหรับทาขนมปัง

2.3 องค์ประกอบของเนื้อสัตว์

2.3.1 กล้ามเนื้อ

เนื้อสัตว์เป็นส่วนที่รับประทานได้ของสัตว์ ซึ่งหมายถึงเนื้อเยื่อต่างๆที่อยู่รวมกันเป็นกล้ามเนื้อ ซึ่งมนุษย์สามารถใช้เป็นอาหารได้ และยังหมายรวมถึงอวัยวะที่บริโภคได้จากสัตว์และรวมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูปให้อยู่ในรูปต่างๆโดยใช้เนื้อเยื่อเหล่านี้ด้วย โดยเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อแยกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ กล้ามเนื้อโครงร่างหรือกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ และ กล้ามเนื้อหัวใจ

กล้ามเนื้อโครงร่างหรือกล้ามเนื้อลาย (Skeleton muscle) เป็นกล้ามเนื้อในร่างกายของสัตว์เป็นกล้ามเนื้อส่วนที่ร่างกายบังคับได้ การทำงานของกล้ามเนื้อควบคุมโดยระบบ ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย มีประมาณร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักร่างกาย ส่วนมากจะติดอยู่กับกระดูกโดยตรง แต่มีบางส่วนที่ติดอยู่กับเส้นเอ็น กระดูกอ่อนและหนัง กล้ามเนื้อลายในไก่ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ กล้ามเนื้อบริเวณอก ในขณะที่กล้ามเนื้อที่เล็กที่สุดคือ กล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตา กล้ามเนื้อลายมีส่วนประกอบหลักคือ ไมโอไฟบริล (myofibril) ไมโอไฟบริลหลายอันรวมกัน เรียกว่า เส้นใยกล้ามเนื้อ (muscel fiber) มีหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ เมื่อนำมาตัดขวางและส่องกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นลักษณะหน้าตัดกลม ซึ่งเกิดจากการเรียงตัวกันของ myofilament 2 ชนิด ได้แก่ แอคติน ซึ่งเป็น myofilament ชนิดบาง และไมโอซิน ซึ่งเป็น myofilament ชนิดหนา โดยแต่ละเส้นใยจะถูกห่อหุ้มด้วยแผ่นเนื้อเยื่อบางๆอีกชื่อว่า endomysium เส้นใยเหล่านี้จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในระหว่าง 10-180 ไมครอน ซึ่งขนาดของเส้นใยที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น เพศ อายุ ระดับโภชนาการ ฯลฯ ไมโอไฟบริลหลายอันรวมกัน จะเรียกว่า มัดกล้ามเนื้อ (muscle bundle) หรือ fasciculi และจะหุ้มอีกชั้นด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ที่เรียกว่า epimysium โดยแผ่นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนี้ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันประเภทคอลลาเจน (Collagen) และอิลาสติน (Elastin) (เบญญาภา, 2563; ธัชนนท์, 2554)

ในการค้าสัตว์ปีก ส่วนของกล้ามเนื้อลายจะเป็นส่วนที่นิยมนำมาแปรรูปเพื่อบริโภคมากที่สุด โดยจะแบ่งสีของกล้ามเนื้อเป็น 2 แบบ ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของสีกล้ามเนื้อ หากมีสัดส่วนของเส้นใยสีขาว (white fiber) มากกว่าเส้นใยสีแดง (red fiber) จะเรียกว่า เนื้อสีขาว (white meat) ซึ่งหมายถึงกล้ามเนื้อบริเวณอก แต่หากมีสัดส่วนของเส้นใยสีแดง (red fiber) มากกว่าเส้นใยสีขาว (white fiber) จะเรียกว่า เนื้อสีเข้ม (dark meat) ซึ่งหมายถึงเนื้อบริเวณขา โดยกล้ามเนื้อส่วนใหญ่จะมีส่วนผสมทั้งเส้นใยสีขาวและเส้นใยสีแดง ซึ่งสัดส่วนของเส้นใยดังกล่าวจะมีผลต่อความแตกต่างของการเผาผลาญและการทำงานที่สำคัญระหว่างเนื้อสีเข้มและเนื้อสีขาว (ธัชนนท์, 2554)

กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle) กล้ามเนื้อเรียบจะควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) เป็นส่วนประกอบของเนื้อสัตว์ในปริมาณต่ำ ส่วนมากจะพบกล้ามเนื้อเรียบในบริเวณผนังของเส้นเลือดในระบบทางเกิดอาหาร ทางเดินหายใจ และนอกจากนั้นจะพบทั้งกล้ามเนื้อเรียบในอวัยวะบางชนิด เช่น ลิ้น เป็นต้น เส้นใยกล้ามเนื้อเรียบมีรูปร่างยาวเรียวคล้ายกระสวย (spindle-shape) มีนิวเคลียสเพียงอันเดียวและอยู่บริเวณกึ่งกลางของเส้นใยกล้ามเนื้อไม่มีลายตามขวางเหมือนกล้ามเนื้อลาย โดยเส้นใยของกล้ามเนื้อเรียบจะอยู่ด้วยกันอย่างไม่เป็นระเบียบ และไม่เห็นกล้ามเนื้อเรียบเป็นรูปร่างชัดเจนเหมือนกล้ามเนื้อลาย โดยจะมองเห็นแอคตินได้ชัดเจน แต่ไมโอซินนั้นจะมองไม่เห็น เนื่องจากโครงสร้างของซาร์โคเมียร์ไม่จัดเรียงตัวเป็นแถบเหมือนกับโครงสร้างของกล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อหัวใจ (เบญญาภา, 2563; ธัชนนท์, 2554)

กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle) กล้ามเนื้อหัวใจเป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อชนิดพิเศษ ที่พบได้เฉพาะในหัวใจเท่านั้น ต่างจากกล้ามเนื้ออื่นๆ เนื่องจากมีการหดตัวและคลายตัวเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอตลอดเวลา กล้ามเนื้อหัวใจมีลักษณะและคุณสมบัติที่ผสมผสานระหว่างกล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อเรียบ คือ มีการจัดเรียงของเส้นใยแอคตินและไมโอซินที่เป็นระเบียบ ทำให้เห็นว่ามีลายตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวางเช่นเดียวกับเส้นใยกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อลาย แต่ภายในจะมีเพียงนิวเคลียสเดียวหรือสองนิวเคลียสต่อเซลล์ ในขณะที่กล้ามเนื้อลายจะมีหลายนิวเคลียสอยู่ในเซลล์เดียว นอกจากนี้กล้ามเนื้อหัวใจจะมีนิวเคลียสอยู่ในใจกลางเซลล์และทำงานอยู่นอกเหนือการควบคุมของสมอง หรือควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) เช่นเดียวกันกับกล้ามเนื้อเรียบ (เบญญาภา , 2563; ธัชนนท์, 2554)

2.3.2 โปรตีนเนื้อสัตว์ (Meat protein)

เนื้อสัตว์ประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 16-20 ถือเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากอุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid) ในปริมาณที่เพียงพอต่อร่างกายมนุษย์ และร่างกายสามารถนำเอาไปใช้ได้ง่าย ซึ่งโปรตีนในเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่ได้จากกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อไขมัน สามารถแบ่งประเภทของโปรตีนตามความสามารถในการละลายได้ 3 ชนิด (สัญชัย, 2547) ได้แก่ โปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ โปรตีนซาร์โคพลาสมิค และ สโตรมอลโปรตีน

โปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Myofibrillar protein) มีประมาณร้อยละ 50-55 ของโปรตีนทั้งหมด ซึ่งเป็นโปรตีนที่พบมากที่สุดในเนื้อสัตว์ โปรตีนชนิดนี้ทำหน้าที่เกี่ยวกับการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ สามารถละลายในสารละลายเกลือ โดยโปรตีนที่พบมากที่สุดในเส้นใยกล้ามเนื้อคือ ไมโอซิน แอคติน โทรโปนิน และโทรโปไมโอซิน (กมลทิพย์ และภารดี, 2564)

โปรตีนซาร์โคพลาสมิค (Sarcoplasmic protein) มีประมาณร้อยละ 30-34 ของโปรตีนทั้งหมด เป็นโปรตีนที่ละลายน้ำและสามารถละลายได้ในสารละลายเกลืออ่อนๆ จะห่อหุ้มรอบเส้นใยย่อย ซึ่งละลายอยู่ในส่วนของซาร์โคพลาสซึม จึงเรียกว่าซาร์โคพลาสมิคโปรตีน ซึ่งโปรตีนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเผาผลาญพลังงานและการทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อ โดยมีหน้าที่หลักในการส่งออกซิเจนและกระบวนการเมตาบอลิซึมในกล้ามเนื้อ จึงมีส่วนสำคัญต่อคุณภาพและสีของเนื้อสัตว์ ซึ่งประกอบไปด้วย ไมโอโกลบิน ฮีโมโกลบิน ไซโตโครม และเอนไซม์ต่างๆ (กมลทิพย์ และภารดี, 2564)

สโตรมอลโปรตีน (Stromal protein) พบประมาณร้อยละ 10-15 ของโปรตีนทั้งหมด เป็นโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำและทนความร้อน เป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อ ทำหน้าที่เชื่อมและยึดให้ส่วนต่างๆในร่างกายสัตว์ติดกัน เสริมความแข็งแรง ความยืดหยุ่นและโครงสร้างให้กับเนื้อเยื่อ จึงส่งผลต่อความเหนียวและความแข็งของเนื้อหลังปรุงสุก ในโครงกระดูกจะทำหน้าที่ยึดกล้ามเนื้อให้ติดกับกระดูก อีกทั้งยังเป็นส่วนประกอบสำคัญในหลอดเลือด ทำหน้าที่ห่อหุ้มเส้นใยประสาทในบางส่วน โดยเฉพาะในกล้ามเนื้อจะห่อหุ้มตั้งแต่กล้ามเนื้อทั้งก้อน เรียกว่า อีพิไมเซียม (Epimysium) ห่อหุ้มมัดกล้ามเนื้อเรียกว่า เพอริไมเซียม (Perimysium) และห่อหุ้มหน่วยที่เล็กที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกล้ามเนื้อคือ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) เรียกว่า เอนโดไมเซียม (Endomysium) (กมลทิพย์ และภารดี, 2564)

2.4 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่

เนื้อไก่ถือเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่หาได้ง่ายและมีสารอาหารที่จำเป็นอื่นๆต่อการทำงานของร่างกาย และมีไขมันอิ่มตัวในปริมาณต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะส่วนของอกไก่ โดยเนื้อไก่จะมีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 56-72 ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของซากไก่ โดยซากไก่ที่มีอายุน้อยจะมีความชื้นมากกว่าซากไก่ที่มีอายุมาก เนื้อไก่ปรุงสุกมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 23-35 ซึ่งสูงกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ ส่วนปริมาณไขมันจะขึ้นอยู่กับอายุ และเพศของไก่ ไก่เพศเมียจะมีปริมาณไขมันมากว่าไก่เพศผู้ (ธัชนนท์, 2554) โดยเนื้อไก่ 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 73.61 โปรตีน 21.53 ไขมัน 5.21 และเถ้า 1.07 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเพศ และอายุของไก่ด้วย นอกจากนี้เนื้อไก่ยังเป็นแหล่งวิตามิน แร่ธาตุ ไม่ว่าจะเป็นแคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม แคลเซียม เหล็ก กำมะถัน คลอรีน และไอโอดีน และยังกรดอะมิโนหลายชนิดด้วย (Kartikasari และคณะ, 2023; Gordana และคณะ, 2017)

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลโภชนาการเฉพาะส่วนเนื้อ(ไม่มีหนัง) 100 กรัม ของเนื้อไก่

สารอาหารและอื่นๆ	อกไก่	น่องไก่	สะโพก	ปีก
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	114	119	119	126
โปรตีน (กรัม)	21.2	20.6	19.7	22.0
ไขมันรวม (กรัม)	2.6	3.4	3.9	3.5
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	0.6	0.9	1.0	0.9
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (กรัม)	0.8	1.1	1.2	0.8
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (กรัม)	0.8	0.8	1.0	0.8
คอเรสเตอรอล (มิลลิกรัม)	64	77	83	57
โซเดียม (มิลลิกรัม)	116	88	86	81
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.4	1.0	1.0	0.9

ที่มา : คณัณสิณี (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ไก่ไข่ปลดระวาง เป็นไก่ที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง ถือเป็นแหล่งโปรตีนที่ดี มีโอเมก้า 3 สูงและมีคอเรสเตอรอลต่ำโดยเฉพาะส่วนอก โดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 67 ของน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อวัว เนื้อหมูและเนื้อแกะ มีปริมาณอยู่ที่ร้อยละ 42, 57 และ 46 ของน้ำหนัก ในขณะที่มีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 20 ของน้ำหนัก (Sarkar และคณะ, 2020)

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบ กรดไขมัน และกรดอะมิโนของเนื้อไก่ไข่ปลดระวางดิบ

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)	กรดไขมัน	กรดอะมิโน
ซากไก่ไข่ปลดระวาง[a]	59.8	18.5	14.9	5.3		
ไก่ไข่ปลดระวางทั้งตัว[b]	58.2	17.9	19.1	4.5		Glu, Gly, Asp, Leu, Arg, Pro, Lys
ไก่ไข่ปลดระวางทั้งตัว[c]	67.7	17.1	14.1	2.1		
ไก่ไข่ปลดระวางทั้งตัว[d]	60.1	21.4	16.3	2.2	SFA(28%), MUFA(50%), PUFA(22%)	
อกไก่ไข่ปลดระวาง	72.0	22.9	1.5	1.5		Glu, Leu, Arg, Lys, Asp
อกไก่ไข่ปลดระวาง	73.9	21.7	3.8	1.3	SFA(38%), MUFA(33%), PUFA(29%)	

ที่มา: Fan และWu (2022)

เนื่องจากไก่ไข่ปลดระวางเป็นไก่ที่มีอายุมาก จึงทำให้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียว เนื่องจากมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หยาบกว่าไก่ที่อายุน้อยกว่า มีร้อยละการอุ้มน้ำน้อย เนื่องจากมีปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย (Insoluble Collagen) สูง ซึ่งคอลลาเจนจะส่งผลต่อความนุ่มของเนื้อ หากมีปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลายน้ำในปริมาณสูงจะส่งผลให้เนื้อมีความเหนียว รวมถึงเนื้อของไก่ไข่ปลดระวางยังมีโครงสร้างเส้นใยของกล้ามเนื้อที่มัดแน่น การเกิด Intermolecular Crosslink ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไก่ไข่ปลดระวางมีสูงตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความเหนียวมาก เกิดปัญหาเคี้ยวยาก นอกจากนี้ยังพบว่าไก่ที่มีอายุมากจะมีไขมันสะสมในซากสูง ทำให้เนื้อที่ได้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษา และส่งผลให้คุณภาพเนื้อด้านต่างๆด้อยลง จึงทำให้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเป็นเนื้อที่มีคุณภาพต่ำ (อังสุมา และคณะ, 2563; ภูธฤทธิ์ และคณะ, 2563)

2.5 การใช้สารละลายน้ำบรายน์

กระบวนการบรายน์ เป็นเทคนิคการประกอบอาหารที่มีมาแต่โบราณ โดยนำวัตถุดิบอาหาร เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผัก ผลไม้มาแช่หรือฉีดด้วยน้ำเกลือ ซึ่งเป็นวิธีการถนอมอาหารแบบหนึ่ง (Food preservation) เพื่อให้อาหารมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น และในหลายกรณีมีการนำวัตถุดิบอาหารมาหมักก่อนนำมาบริโภคเป็นผลิตภัณฑ์ (Kim และคณะ, 2023) การแช่น้ำเกลือเป็นการลดความชื้น (Moisture content) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (Water activity) ของอาหาร โดยน้ำในอาหารจะออสโมซีส (Osmosis) ออกมา ช่วยควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (Microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) แต่เนื่องจากการแพร่ของน้ำเกลือเข้าไปในเนื้อต้องใช้เวลานาน เนื่องจากเนื้อมีองค์ประกอบที่ซับซ้อน ดังนั้นหลายกรณีของการบรายน์ (Brining) จะใช้วิธีการอื่นร่วมด้วย เช่น Tumbling, High pressure, Ultrasound (Jin และคณะ, 2023) นอกจากนี้กระบวนการบรายน์ยังช่วยเพิ่มรสชาติให้กับเนื้อ ช่วยให้โปรตีนในเนื้อสัตว์ละลาย เกิดการคลายตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อมีความนุ่มชุ่มฉ่ำ เนื่องจากการแช่น้ำเกลือช่วยกักเก็บน้ำไว้ให้เนื้อ ทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) มากขึ้น โดยในระหว่างการแช่น้ำเกลือ จะเกิดกระบวนการถ่ายเทขึ้น โดยน้ำในเนื้อสัตว์จะเคลื่อนย้ายออกจากเนื้อสัตว์ไปสู่น้ำเกลือ ในขณะที่สารละลายในน้ำเกลือจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่เนื้อสัตว์ (Alarcon-RoJo และคณะ, 2015; Alino และคณะ, 2010)

การนำเนื้อสัตว์ไปแช่น้ำเกลือ เป็นขั้นตอนเบื้องต้นก่อนนำเนื้อสัตว์ไปปรุงสุก จะช่วยให้เนื้อที่สุกแล้วมีความนุ่มชุ่มฉ่ำ โดยเกลือจะทำหน้าที่ละลายไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน (Myofibrillar protein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ โดยโปรตีนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการห่ออุ้มน้ำ (สุภาพร, 2549) นอกจากนี้เกลือจะแตกตัวให้ประจุบวก (Na+ หรือ K+) และประจุลบ (Cl- หรือ S-) ทำให้ความแรงของอิออนของน้ำเพิ่มขึ้น เกิดการผลักกันระหว่างประจุ ทำให้เกิดการคลี่ออกของไมโอไฟบริลลาร์ ส่งผลให้ช่องว่างระหว่างโปรตีนแอคตินและโปรตีนไมโอซินเพิ่มขึ้น สามารถรับน้ำเข้าไปภายในโครงสร้างได้มากขึ้น (พัชรินทร์ และประกายแก้ว, 2555) และเมื่อนำเนื้อสัตว์ไปแช่ในน้ำเกลือจะเกิดกระบวนการที่เรียกว่าออสโมซิส เนื่องจากค่าความแรงของอิออนของของเหลวภายในเนื้อจะมีค่าต่ำกว่าสารละลายเกลือ สารละลายเกลือจะแพร่ผ่านเข้าไปภายในเนื้อจนกระทั่งถึงจุดสมดุล ซึ่งมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญเกี่ยวข้องกับคุณภาพของเนื้อ ความสามารถในการจับน้ำของเนื้อ และเพื่อให้เนื้อสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุด ส่วนประกอบของน้ำบรายน์จึงจำเป็นต้องมีการผสมสารที่ช่วยยึดจับน้ำลงในสารละลาย เช่น โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมฟอสเฟต โซเดียมแลคเตต กัมโพลีแซคคาไรด์ แป้งดัดแปร เป็นต้น (Xiong, 2005)

2.5.1 เกลือ

เกลือ เป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการเตรียมและแปรรูปเนื้อสัตว์มานาน มีวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย นอกจากจะมีคุณสมบัติในการเพิ่มรสชาติ ถนอมอาหาร และยังช่วยปรับปรุงคุณภาพของอาหาร เช่น เนื้อสัมผัส ความปลอดภัย โดยเฉพาะโซเดียมคลอไรด์ที่ถูกใช้เป็นสารเติมแต่งและสารกันบูดในอาหารมานาน อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการทำงานกับไนไตรท์ ในรูปของโซเดียมไนไตรท์ ในการปรับปรุงด้านสีของเนื้อสัตว์หลังการให้ความร้อน การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ Clostridium botulinum (พัชรินทร์ และประกายแก้ว, 2555; Wang และคณะ, 2023)

เกลือถือเป็นหนึ่งในสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียและแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ โดยเกลือทำให้เกิดการสร้างความดันออสโมติกภายในและภายนอกเซลล์จุลินทรีย์ และขัดขวางการแลกเปลี่ยนสารต่าง ๆ ที่จุลินทรีย์ต้องการเพื่อรักษากิจกรรมทางสรีรวิทยาปกติของตัวเอง นอกจากนี้การแตกตัวของเกลือ Na+ และ Cl– ยังมีความสามารถในการดึงดูดโมเลกุลน้ำอย่างแรง ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถดึงน้ำมาใช้เพื่อรักษากิจกรรมทางสรีรวิทยาปกติได้ ซึ่งจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Hipgrave และคณะ, 2016; Zhang และคณะ, 2017)

เกลือเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เกลือจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ในเนื้อ โดยเกลือจะละลายโปรตีนไมโอไฟบริล กระตุ้นการอุ้มน้ำของโปรตีน เพิ่มการยึดเกาะ ความสามารถในการเก็บน้ำ และอิมัลชันของกล้ามเนื้อ ซึ่งทั้งหมดนี้มีผลต่อความนุ่ม การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุง และความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ซึ่งน้ำในเนื้อสัตว์จะอยู่ภายในไมโอไฟบริล อยู่ในช่องว่างระหว่างไมโอซินและแอคติน ดังนั้นช่องว่างระหว่างไมโอซินและแอคตินจึงเป็นตัวกำหนดความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ โดยไอออนคลอไรด์ที่เกิดจากการแตกตัวของเกลือจะจับกับโมเลกุลโปรตีนที่มีประจุบวก ในขณะที่ไอออนโซเดียมจะรวมตัวกันเพิ่มประจุบวกให้กับโปรตีนกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการผลักกันของประจุระหว่างโมเลกุล จึงเกิดเป็นช่องว่างให้น้ำเข้าไปได้ ส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเพิ่มขึ้น (Wang และคณะ, 2023)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

ฟอสเฟต คือเกลือของกรดฟอสฟอริกที่มีอยู่ในรูปแบบทางเคมีต่าง ๆ ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มอัลคาไรด์ฟอสเฟต เช่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ไพโรฟอสเฟต หรือโมโนฟอสเฟต เป็นต้น ฟอสเฟตเป็นหนึ่งในสารยึดเกาะทางเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการปรับโครงสร้าง เช่น ไส้กรอก ฟอสเฟตช่วยในการสกัดและละลายโปรตีนไมโอไฟบริล การใช้ฟอสเฟตในปริมาณที่เหมาะสมสามารถช่วยเสริมคุณสมบัติที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย เช่น เพิ่มความสามารถในการเก็บน้ำ ซึ่งช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส คุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส การปกป้องสี ชะลอการเกิดออกซิเดชัน และยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ (Xue และคณะ, 2016; Erdogdu และคณะ, 2007)

หน้าที่ของฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีหลากหลาย เช่น ฟอสเฟตช่วยแยกคอมเพล็กซ์แอคโตไมโอซิน (actomyosin complex) ที่เกิดขึ้นในช่วง rigor mortis โดยจับกับแคลเซียม (Ca^{2+}) และแมกนีเซียม (Mg^{2+}) ไอออน ซึ่งแคลเซียมทำหน้าที่สร้างสะพานเชื่อมระหว่างแอกตินและไมโอซินระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อ ฟอสเฟตจึงช่วยลดการเชื่อมโยงระหว่างโปรตีน เพิ่มพื้นที่สำหรับกักเก็บน้ำในเนื้อเยื่อ ฟอสเฟตยังมีหน้าที่ในการควบคุมค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้คงอยู่ในช่วง 6.0 ถึง 6.6 จึงทำให้เนื้อมีสีแดงคงทนดีขึ้น ซึ่งทำให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์เนื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่งผลให้ค่า pH ของโปรตีนอยู่ห่างจากจุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ซึ่งเป็นจุดที่โปรตีนจับน้ำได้น้อยที่สุด โปรตีนจึงจับกับน้ำได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ฟอสเฟตเพิ่มแรงผลักทางไฟฟ้าสถิต (electrostatic repulsive forces) เนื่องจากฟอสเฟตทำให้ค่า pH ของโปรตีนเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้เส้นใยโปรตีนมีประจุลบมากขึ้นจากกระบวนการฟอสฟอริเลชัน (Phosphorylation) เส้นใยโปรตีนจึงเกิดการพองตัวมากขึ้น จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ ซึ่งการที่โปรตีนไมโอซินและแอคตินมีประจุเป็นลบมากขึ้น ทำให้เกิดแรงผลักทางประจุระหว่างโมเลกุลโปรตีน ส่งผลให้เกิดการขยายช่องว่างระหว่างแอกตินและไมโอซิน ทำให้สามารถกักเก็บน้ำในช่องว่างเหล่านี้ได้มากขึ้น ฟอสเฟตยังช่วยเพิ่มความแรงไอออนิก (ionic strength) ของเนื้อสัตว์ ซึ่งนำไปสู่การพองตัวของเส้นใยกล้ามเนื้ออย่างรุนแรงและการกระตุ้นโปรตีน (Petracci และคณะ, 2013) และเนื่องจากฟอสเฟตทำให้โมเลกุลเนื้อสัตว์เรียงตัวเป็นตาข่าย จึงสามารถกักเก็บของเหลวที่ให้กลิ่นรสไว้ได้ด้วย รวมถึงสามารถกั้นไม่ให้เลือดและของเหลวในเนื้อไหลออกมา ผลิตภัณฑ์จึงมีรสชาติดีขึ้น นอกจากนี้ฟอสเฟตยังช่วยสกัดโปรตีนไมโอซินออกมาเชื่อมชิ้นเนื้อ และช่วยดึงโมเลกุลโปรตีนที่ละลายน้ำได้มารวมกัน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีความเหนียวและยืดหยุ่นมากขึ้น (กรรวี, 2559)

มีรายงานในงานวิจัยหลายชิ้นเกี่ยวกับผลของฟอสเฟตในการเพิ่มความสามารถในการจับน้ำของกล้ามเนื้อ เพื่อควบคุมการสูญเสียน้ำธรรมชาติในกล้ามเนื้อ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียหายจากการแช่แข็ง ลดการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงและการละลายน้ำแข็ง ปรับปรุงคุณสมบัติเนื้อสัมผัส และช่วยคงสีของผลิตภัณฑ์ปลา อย่างไรก็ตาม ผลของฟอสเฟตยังขึ้นอยู่กับวิธีการใช้และความเข้มข้นที่นำมาใช้ด้วย ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการนำฟอสเฟต มาประยุกต์กับผลิตภัณฑ์มีหลายรูปแบบ เช่น การฉีด การหมัก การพ่น และการแช่ (Erdogdu และคณะ, 2007)

2.5.3 น้ำตาลทราย

น้ำตาลนอกจากจะช่วยลดรสเค็มที่มีผลมาจากเกลือในน้ำบรายน์ ทำให้เนื้อสัตว์มีรสชาติที่กลมกล่อมแล้ว น้ำตาลยังมีผลต่อในกล้ามเนื้อด้วย โดยน้ำตาลมีบทบาทในการช่วยทำให้โปรตีนคงตัวต่อการเสื่อมสภาพจากความร้อน เนื่องจากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางหน้าที่ของโปรตีนด้านเนื้อสัมผัส ทำให้โปรตีนถูกปรับเปลี่ยนทั้งแบบพันธะโควาเลนต์หรือไม่โควาเลนต์ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการตกตะกอนของโปรตีน ซึ่งน้ำตาลจะช่วยให้โปรตีนคงตัวจากการเสื่อมสภาพที่เกิดจากความร้อนได้ โดยการสร้างพันธะกับโปรตีนหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีน ทำให้โปรตีนมีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงและไม่เกิดการเสื่อมสภาพได้ง่ายเหมือนโปรตีนที่ไม่มีน้ำตาลช่วย โดยน้ำตาลจะช่วยเพิ่มแรงตึงผิวของน้ำ ทำให้โปรตีนไม่สูญเสียความชุ่มชื้นง่าย น้ำตาลจะจับกับส่วนที่มีขั้วบนผิวโปรตีน และช่วยให้ส่วนที่ไม่ชอบน้ำของโปรตีน จับตัวกันแน่นขึ้น ทำให้โครงสร้างไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการให้ความร้อน อีกทั้งน้ำตาลยังช่วยให้เนื้อสัตว์เกิดสีน้ำตาลผ่านปฏิกิริยาเมลลาร์ดและคาราเมลไลเซชั่น ซึ่งปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นปฏิกิริยาการทำให้สีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์ เกิดขึ้นเองระหว่างคาร์บอนิลและอะมิโน ส่วนใหญ่เกิดในรูปของน้ำตาลรีดิวซ์และหมู่อะมิโนของโปรตีน ส่วนปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่นหรือการย่อยสลายน้ำตาล จะเกิดขึ้นเมื่อมีการให้ความร้อนกับน้ำตาลที่อุณหภูมิสูงโดยไม่มีหมู่อะมิโน ซึ่งทั้งสองปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับค่า pH เวลาและอุณหภูมิ นอกจากนี้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและชนิดของสารตั้งต้นก็มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเช่นกัน (Wongwiwat และWattanachant, 2014) นอกจากนี้น้ำตาลยังช่วยป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่จะถูกดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป เนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้ง แข็งกระด้าง อีกทั้งน้ำตาลช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไนตริกออกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนเตรทที่เหลืออยู่ในเนื้อมีน้อยลง และเกิดสีแดงเร็วขึ้น (Monstermom, 2021)

2.5.4 แป้ง (starch)

ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการแปรรูป มักจะใช้แป้งเป็นสารทำให้ข้น รวมทั้งเป็นสารช่วยในการสร้างเจล การกักเก็บน้ำ และการเพิ่มปริมาตร เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส นอกจากนี้แป้งที่ได้รับการดัดแปลงบางประเภทสามารถใช้เพื่อให้ลักษณะของไขมันจำลอง เรียกว่า fat mimetic โดยการปรับปรุงคุณสมบัติของการสัมผัสในปากที่เกิดจากการเพิ่มปริมาตรและการกักเก็บความชื้น และยังสามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีความคงตัวในกระบวนการแช่แข็งหรือการละลายของน้ำที่ถูกทำให้เป็นเจลในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แป้งธรรมชาติที่มาจากพืชหลายชนิดมีอัตราส่วนของอะไมโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอะไมโลเพกตินที่แตกต่างกัน ซึ่งจะให้คุณสมบัติทางการทำงานเฉพาะตัวสำหรับแป้งแต่ละประเภท แม้ว่าอะไมโลสและอะไมโลเพกตินจะประกอบด้วยโมโนเมอร์เดียวกัน (D-glucopyranose) แต่เนื่องจากความแตกต่างในประเภทของพันธะ มวลโมเลกุล และรูปร่างของพอลิเมอร์ จึงทำให้แสดงคุณสมบัติการทำงานที่แตกต่างกัน โดยแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะให้ความแข็งแรงของเจลที่สูงขึ้น โครงสร้างเชิงเส้นของโมเลกุลอะไมโลสสามารถละลายในสารละลายได้ง่าย และเมื่อถูกความร้อนโมเลกุลเหล่านี้จะจัดเรียงตัวเองโดยเชื่อมโยงกันด้วยพันธะไฮโดรเจนในรูปแบบของตาข่ายเจล ซึ่งช่วยสร้างเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในระหว่างกระบวนการแปรรูป เมื่อเก็บรักษาโมเลกุลอะไมโลสจะเริ่มกลับมาประสานกันอีกครั้ง ทำให้มีช่องว่างน้อยลง ซึ่งจะผลักโมเลกุลน้ำออกจากตาข่ายเจล แล้วแป้งจะเริ่มตกผลึกใหม่หรือย้อนกลับ (retrograde) กระบวนการนี้จะกำหนดปริมาณการสูญเสียของน้ำจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการปรุงในระหว่างการเก็บรักษา โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งจะมีผลต่อความคงตัวในระยะยาวของผลิตภัณฑ์ โมเลกุลอะไมโลเพกตินที่มีลักษณะเป็นกิ่งก้านไม่สามารถจัดเรียงตัวได้ง่ายเหมือนกับอะไมโลส ดังนั้นจึงให้พันธะไฮโดรเจนและความแข็งแรงของเจลที่อ่อนกว่า อะไมโลเพกตินมีบทบาทเกี่ยวกับความยืดหยุ่นและความหนืดของเจลแป้ง แป้งที่มีอะไมโลเพกตินสูงจะปรุงได้ง่ายกว่าและมักจะเจลาติไนซ์ได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งที่มีอะไมโลสสูง (Feiner, 2006b)

แป้งแต่ละประเภทมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่แตกต่างกันเมื่อถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และผ่านกระบวนการให้ความร้อน เช่น การพองตัวของเม็ดแป้ง ความหนืด การสูญเสียการหักเหของแสง ความร้อนที่ดูดซับ และอุณหภูมิการเกิดเจล จึงต้องรู้จักเลือกใช้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่แตกต่างกันเหล่านี้ร่วมกับการปรับสูตรผลิตภัณฑ์และเทคนิคการแปรรูปให้เหมาะสม ในขณะเดียวกันต้องตอบสนองความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้บริโภค จะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการค้นคว้าแป้งดัดแปรชนิดใหม่หรือการผสมแป้งชนิดต่าง ๆ อย่างเหมาะสม (Petracci และคณะ, 2013)

แป้งดัดแปรถือเป็นวัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งทำให้ไม่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เน้นฉลากสะอาด (Clean Label) เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดสำหรับฉลากสะอาด จึงได้มีการพัฒนาแป้ง “เนทีฟฟังก์ชันนัล” (Native Functional Starches) พิเศษ เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพดเหนียว ซึ่งผลิตด้วยการปรับแต่งทางกายภาพออกสู่ตลาด (Petracci และคณะ, 2013) ซึ่งแป้งเหล่านี้มีวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีที่ดีขึ้น เช่น ความทนทานต่อการเกิดรีโทรเกรดเดชันและแสดงคุณสมบัติคล้ายกับแป้งที่ผ่านการดัดแปลงทางเคมี แต่มีข้อได้เปรียบในด้านสถานะฉลากสะอาด แป้งเหล่านี้มีจำหน่ายในตลาด 2 รูปแบบ ได้แก่ แป้งปรับปรุง แป้งปรุง (Cook-Up Starches): ซึ่งผ่านการพรีเจลาติไนซ์ (Pre-Gelatinized) และมักใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ปรุงสุกแล้ว เนื่องจากสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จับน้ำได้ในระหว่างการให้ความร้อน และแป้งพองตัวเย็น (Instant or Cold Swelling Starches): สามารถจับน้ำได้ตั้งแต่ในส่วนผสมของเนื้อก่อนการปรุง (Feiner, 2006b)

โดยแป้งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมมีหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นแป้งมันฝรั่งและแป้งมันสำปะหลังซึ่งเป็นแป้งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากไก่ แป้งมันฝรั่งมีข้อดีบางประการ เช่น จุดหลอมเหลวต่ำ (60-65 องศาเซลเซียส) ความสามารถในการจับน้ำสูง และความหนืดสูง ซึ่งทำให้มันเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ แป้งมันสำปะหลังมักใช้เพื่อให้เนื้อสัตว์มีพื้นผิวที่เงางามและเนียนเรียบ รวมถึงรสชาติที่เป็นกลาง

แป้งธัญพืชชนิดดั้งเดิมและชนิดผ่านกระบวนการพรีเจลาติไนซ์ ที่ได้จากข้าวสาลีและข้าวเป็นหลักมักถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อบดในอัตราส่วนร้อยละ 1-3 เพื่อช่วยในการกักเก็บน้ำทั้งในสภาวะเย็นและร้อน ยึดเกาะอนุภาคเนื้อสัตว์ และเพิ่มเนื้อสัมผัสที่ต้องการ รวมถึงช่วยปรับปรุงคุณสมบัติในการขึ้นรูปของเนื้อบดละเอียด เช่น ในกระบวนการผลิตแฮมเบอร์เกอร์หรือไก่นักเก็ต ทั้งแป้งและโปรตีนในแป้งธัญพืชมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการทำงานของสูตรเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการใช้แป้งเผือกเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่ผ่านกระบวนการเสริมและปรับโครงสร้างใหม่ ซึ่งการพรีเจลาติไนซ์ของแป้งธัญพืชช่วยเพิ่มคุณสมบัติการพองตัวและการดูดซึมน้ำของแป้งและโปรตีนในสภาวะเย็น รวมถึงช่วยให้เกิดการเจลาติไนซ์ที่สมบูรณ์ในแป้งหรือโปรตีน แม้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องปรุงด้วยอุณหภูมิปลายทางต่ำ ความแตกต่างหลักระหว่างคุณสมบัติการทำงานของผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในตลาดขึ้นอยู่กับประเภทของธัญพืช พันธุ์พืช รวมถึงระดับการพรีเจลาติไนซ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดด้วยความร้อน เช่น การอบแป้งด้วยเครื่องอบแบบดรัมเทียบกับการปรุงด้วยไอน้ำของธัญพืชแล้วตามด้วยการทำให้แห้งและบด (Petracci และคณะ, 2013) ส่วนแป้งประเภทอื่นๆ เช่น ควินัว ข้าว ข้าวโพด ข้าวเหนียว ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโพดที่มีอะไมโลสสูง ถูกดัดแปลงด้วยออคทินิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์ (Octenyl Succinic Anhydride - OSA) และการให้ความร้อน พบว่าแป้งควินัวมีความสามารถในการสร้างอิมัลชันสูงที่สุดในทั้งสองรูปแบบการดัดแปลง (Timgren และคณะ, 2013) เช่น ไส้กรอกที่ใช้แป้งข้าวโพดเหนียวพื้นฐานมีรูพรุนที่ใหญ่และไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่ไส้กรอกที่ใช้แป้งข้าวโพด OSA มีโครงสร้างจุลภาคที่กะทัดรัดกว่าและคุณภาพเนื้อสัมผัสดีขึ้น ในทางกลับกันการให้ความร้อนและความชื้นกับแป้งข้าวไม่ได้ส่งผลต่อความหนืดของสารละลายแป้ง (Song และคณะ, 2010)

ดังนั้นการดัดแปลงแป้งโดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและควบคุมการสร้างพันธะไฮโดรเจนจึงเป็นวิธีปฏิบัติที่พบได้บ่อย เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการทำงานของแป้งในสูตรผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีการดัดแปลงแป้งพื้นฐานทั้งทางกายภาพและเคมีหลายรูปแบบเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการเกิดเจล การพองตัว ความหนืด การดูดซับความร้อน คุณสมบัติเนื้อสัมผัส และความสามารถในการจับน้ำ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกซิไดซ์แป้งมันฝรั่งโดยใช้ทองแดงทำให้เกิดคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีที่แตกต่างเมื่อเทียบกับการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Pieprzyk และคณะ, 2012)

2.6 กระบวนการซูวีด

กระบวนการซูวีดเป็นกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบ โดยบรรจุในสภาวะสุญญากาศก่อนการให้ความร้อนภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลา ซึ่งอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทเนื้อสัตว์ สายพันธุ์ ตำแหน่งชิ้นส่วน หรือขนาดของวัตถุดิบอาหารโดยในระหว่างการให้ความร้อน อุณหภูมิจะถ่ายโอนความร้อนจากน้ำผ่านถุงสุญญากาศและเข้าสู่อาหาร ทำให้อาหารสุกทั่วถึงและสม่ำเสมอ ส่งผลต่อการเพิ่มกลิ่นรส ความนุ่ม คุณภาพของสี และลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบไม่ได้มีการสัมผัสกับน้ำโดยตรง อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีดสามารถนำมาปรุงเพิ่มเติม หรือรับประทานได้ทันที หรืออาจนำไปเก็บรักษาไว้ก่อนที่อุณหภูมิ 0-3 องศาเซลเซียส โดยนำผ่านการให้ความร้อนอีกครั้งก่อนการบริโภค (กมลทิพย์ และภารดี, 2564)

สำหรับอาหารบางประเภท (เช่น เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์) อาจใช้เวลาปรุงนานถึง 48 ชั่วโมงหรือมากกว่านั้น ด้วยเทคนิคนี้สามารถรักษาความชุ่มฉ่ำตามธรรมชาติของอาหารไว้ได้โดยไม่สุกจนเกินไป ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการซูวีดเพียงพอที่จะทำให้โปรตีนบางชนิดเปลี่ยนสภาพโครงสร้างและคุณสมบัติ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์ โปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน โดยเฉพาะคอลลาเจน จะหดตัวและละลาย ส่วนโปรตีนไมโอไฟบริลาร์ เช่น ไมโอซินและแอกทิน จะหดตัวทั้งแนวขวางและแนวยาว ขณะที่โปรตีนซาร์โคพลาสมิกจะรวมตัวและเกิดเจล ตามที่นักวิจัยกล่าว ระดับและประเภทของการเปลี่ยนสภาพ การหดตัวและการขยายตัวของโปรตีนในเนื้อสัตว์ขึ้นอยู่กับอัตราการส่งผ่านความร้อน อุณหภูมิ และระยะเวลา โดยโปรตีนซาร์โคพลาสมิกเริ่มรวมตัวและเกิดเจลที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส และถึงจุดสูงสุดที่ประมาณ 60 องศาเซลเซียส ความนุ่มของเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60–70 องศาเซลเซียส เนื่องจากคอลลาเจนละลายและการยึดเกาะระหว่างเส้นใยลดลง ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เส้นใยคอลลาเจนจะเริ่มหดตัว และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 65 องศาเซลเซียส การหดตัวจะรุนแรงขึ้น ทำให้โครงสร้างเกลียวสามชั้นของคอลลาเจนแตกออกซึ่งสามารถละลายในน้ำได้ จึงช่วยเพิ่มความนุ่มของเนื้อสัตว์ (Singh และคณะ, 2023)

การนำกระบวนการซูวีดมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ จากงานวิจัยและบทความต่างๆ พบว่ามีการให้ความร้อน 2 ลักษณะ คือ การใช้อุณหภูมิต่ำระยะเวลานาน ช่วยให้เนื้อมีความนุ่มขึ้นโดยยังคงมีสีชมพูของเนื้ออยู่ จึงสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน และช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการไว้ โดยเฉพาะวิตามินบี 3 และ12 นอกจากนี้ยังช่วยเรื่องความรู้สึกในปากเมื่อทานอาหาร ทำให้รับกลิ่นรสได้ดีขึ้นด้วย (ณัฐพล, 2561; Singh และคณะ, 2023) สำหรับการให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนโดยการใช้อุณหภูมิสูงระยะเวลาสั้น จะอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 70-100 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร พบว่าเมื่อใช้ความร้อนในระดับสูง ทำให้เกิดการรวมกลุ่มเป็นก้อนของโปรตีน เนื่องจากโปรตีนไมโอโฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ ทำให้มีลักษณะแข็งขึ้น และเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 70 องศาเซลเซียส ระหว่างสายเปปไทด์ของออกโตไมโอซินจะเกิดพันธะไดซันไฟต์ ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (ณัฐพล, 2561)

เมื่อเปรียบเทียบการแปรรูปวัตถุดิบด้วยกระบวนซูวีดกับการแปรรูปวิธีอื่น เช่น การทอด การอบ การย่าง ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่รุนแรงและใช้อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำที่อยู่ในเนื้อปริมาณมาก เกิดการสูญเสียสารอาหาร และยังทำให้วัตถุดิบบริเวณรอบนอกหรือผิวหน้าแห้งและแข็ง แต่ด้านในยังไม่สุก ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของอาหารในระดับอุตสาหกรรม ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอกัน (เบญญาภา, 2563) ในขณะที่การแปรรูปด้วยกระบวนการซูวีดสามารถให้ความแม่นยำและความสม่ำเสมอที่ดีกว่า ควบคุมระดับความสุกได้ดีขึ้น ลดจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยที่อุณหภูมิต่ำ และมีตัวเลือกในเรื่องเนื้อสัมผัสมากกว่าวิธีปรุงอาหารแบบดั้งเดิม นอกจากนี้การบรรจุในสภาวะสุญญากาศยังช่วยเพิ่มการถ่ายเทความร้อน ลดการสูญเสียสารอาหารลงในสภาพแวดล้อมการปรุง ลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนใหม่ ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร และลดการสูญเสียรสชาติและสีที่เป็นเอกลักษณ์ (Zavadlav และคณะ, 2020)

2.6.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการซูวีด

2.6.1.1 ความนุ่มชุ่มฉ่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการซูวีดจะมีความนุ่มชุ่มฉ่ำ ในส่วนของเนื้อสัตว์การเปลี่ยนแปลงความนุ่มของเนื้อสัตว์เกี่ยวข้องกับโครงสร้างกล้ามเนื้อไมโอไฟบริลและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน สภาวะที่เนื้อนุ่มขึ้นอยู่กับการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเมื่อสัมผัสกับความร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมจะช่วยให้โปรตีนในเนื้อไม่หดตัวเร็วเกินไป เนื่องจากคอลลาเจนในเนื้อจะค่อยๆแตกตัวกลายเป็นเจลาตินเมื่อถูกปรุงที่อุณหภูมิประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส ในส่วนของผักความนุ่มเกิดจากการทำให้เพคตินที่ยึดเกาะเซลล์ไว้ด้วยกันเกิดการละลาย โดยความนุ่มและความฉ่ำของเนื้อมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก เทคนิคการปรุงแบบอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานทำให้เนื้อนุ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ลดความฉ่ำของเนื้อ เนื่องจากความฉ่ำของเนื้อจะเพิ่มขึ้นได้เมื่อลดระยะเวลาการปรุง นอกจากนี้การบรรจุในถุงสุญญากาศยังช่วยลดการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์ เนื้อจึงมีความนุ่มชุ่มฉ่ำ (Domingguez-Hernandez และคณะ, 2018; Sila และคณะ, 2006)

2.6.1.2 สี การเปลี่ยนแปลงของสีในเนื้อแดงมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของไมโอโกลบิน (Oz และคณะ, 2017) เนื้อที่ปรุงด้วยกระบวนการซูวีดจะมีชั้นสีน้ำตาลที่บางกว่าการปรุงด้วยอุณหภูมิสูง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดและคาราเมลไลเซชั่น ทำให้มีค่าสีเหลือง (b*) ที่สูงกว่าเนื้อที่ใช้อุณหภูมิต่ำ และค่าความแดง (a*) ของเนื้อจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลมากขึ้น ในขณะที่เนื้อที่ปรุงในอุณหภูมิต่ำแบบพอเหมาะจะมีสีชมพูแดง (Botinestean และคณะ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2016; Trbovich, 2017) ในสัตว์เนื้อขาว เช่น เนื้อไก่ เมื่อนำไปผ่านกระบวนการซูวีดจะมีสีสว่างขึ้น แต่จะมีค่าสีแดง (a*) ที่สูงกว่าเนื้อไก่ที่ปรุงด้วยวิธีอื่นๆ เนื่องจากโปรตีนในเนื้ออยู่ในรูปดีออกซีไมโอโกลบิน ซึ่งทนความร้อนได้ดีกว่าออกซีไมโอโกลบิน (Naveena และคณะ, 2017; Silva และคณะ, 2016) ในเนื้อปลา จะมีสีบราวน์อ่อนที่ผิวเนื้อปลา ขณะที่เนื้อด้านในจะมีสีแดง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำลายโปรตีน, การออกซิเดชัน, ปฏิกิริยาเมลลาร์ด และการผลิตสารประกอบที่มีสีต่างๆ เนื้อปลาที่ผ่านกระบวนการซูวีดจะมีค่าความสว่าง (L*) ที่สูง ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของน้ำที่ผิว ขณะที่ค่า b* จะเพิ่มขึ้นจากการสร้างเมตไมโอโกลบินในระหว่างการปรุง (Llave และคณะ, 2018; Oz และSeyyar, 2016) ซึ่งการปรุงด้วยกระบวนการซูวีดจะทำให้เกิดสีที่อ่อนกว่าการปรุงแบบดั้งเดิม

2.6.1.3 กลิ่นรส สารระเหยในเนื้อสัตว์จะถูกปล่อยเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส ดังนั้นการปรุงอาหารด้วยกระบวนการซูวีดที่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 70 องศาสเซลเซียสจะมีกลิ่นรสที่อ่อน เนื่องจากกลิ่นรสของเนื้อจะมาจากสารประกอบที่ไม่ระเหยและผลิตภัณฑ์จากการสลายตัวของไขมัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสารระเหยจะถูกปล่อยออกมาจากการสลายตัวของกรดอะมิโน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลา (Domingguez-Hernandez และคณะ, 2018)

2.6.1.4 เนื้อสัมผัส ความหนืด ความยืดหยุ่นและความแข็งของเนื้อเกิดจากเวลาและอุณหภูมิในการปรุงอาหาร โดยกระบวนการซูวีดจะละลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทำให้เนื้อนุ่มและลดความแข็ง และการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง เนื่องจากกระบวนการซูวีดใช้อุณหภูมิที่ต่ำในการปรุง โดยที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสโปรตีนซาร์โคพลาสมิกจะสร้างเจลทำให้เนื้อนุ่มและเคี้ยวง่าย และความเหนียวของเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 65 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงส่งผลให้ความสามารถในการกักเก็บน้ำของกล้ามเนื้อลดลง (Ayub และAhmad, 2019) ในส่วนของผัก เยื่อหุ้มเซลล์ของผักส่วนใหญ่จะไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้เนื้อสัมผัสยังคงกรอบและนุ่มตามที่ต้องการ (Singh และคณะ, 2023)

2.6.2 ข้อดีและข้อจำกัดของกระบวนการซูวีด

การแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการซูวีดสามารถเพิ่มมูลค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารได้ และยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร สามารถให้ความสม่ำเสมอและผลลัพธ์ที่สามารถทำซ้ำได้ เนื่องจากสามารถควบคุมเวลาและอุณหภูมิในการปรุงอาหารได้ดีกว่า นอกจากนี้กระบวนการซูวีดยังใช้งานง่ายและไม่ต้องการให้พนักงานได้รับการฝึกอบรมเป็นพิเศษ ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานและส่งเสริมการใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารซูวีด อีกทั้งการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการซูวีดยังสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนและแบคทีเรียที่สามารถสืบพันธุ์ได้ เช่น Bacillus และ Clostridium ให้หมดฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียกลิ่นหอมและรสชาติ รวมถึงความชื้น การรักษาคุณค่าทางโภชนาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ เช่น เฮเทอโรไซคลิกแอมีนและไฮโดรคาร์บอนอะโรมาติก การเพิ่มความชุ่มฉ่ำและความนุ่มของเนื้อสัตว์ และการป้องกันการออกซิเดชันของสีในพืช

แม้ว่าการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการซูวีดจะมีข้อดีหลายประการ แต่ก็มีข้อเสียสำคัญ คือการขาดความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่ไม่ได้มีการควบคุมอุณหภูมิหรือเวลาอย่างถูกต้อง อาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ เช่น Clostridium botulinum ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคโบทูลิซึม (Botulism) ได้ ใช้ระยะเวลาในการปรุงที่นาน อาจไม่เหมาะกับการผลิตอาหารในระดับอุตสาหกรรมที่ต้องการความรวดเร็วหรือในสถานการณ์ที่ต้องการปรุงอาหารในเวลาสั้นๆ นอกจากนี้การใช้การปรุงอาหารแบบซูวีดยังต้องใช้เครื่องมือเฉพาะและการฝึกอบรมโดยเฉพาะ รวมถึงมีต้นทุนที่สูง จึงทำให้การแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการซูวีดมีการยอมรับวิธีการนี้จากผู้ผลิตอาหารและผู้กำกับดูแลที่ลดลง ซึ่งเป็นปัญหาหลักของการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการซูวีด (Singh และคณะ, 2023)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อังสุมา และคณะ (2563) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ซาก ปริมาณคอเรสเตอรอลและคอลลาเจนในเนื้ออกไก่และสะโพกไก่ไข่ที่มีอายุ 75 และ 80 สัปดาห์ พบว่าปริมาณคอเรสเตอรอลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในไก่ที่อายุเพิ่มขึ้น ซึ่งเนื้อสะโพกไก่มีปริมาณคอเรสเตอรอลสูงกว่าเนื้อส่วนอก ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในไก่ไข่ที่อายุมากขึ้น เนื่องจากไพริดิโนรีนซึ่งเป็นสารประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเส้นใยคอลลาเจน สำหรับสัตว์ที่โตเต็มวัยจะมีปริมาณมากตามอายุของสัตว์ที่เพิ่มขึ้น

ภูธฤทธิ์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาการใช้น้ำสับปะรดร่วมกับสารละลายเกลือต่อคุณลักษณะด้านบริโภคของเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ทำการทดลองโดยนำเนื้อไก่ไข่ปลดระวางหมักในน้ำสับปะรดและสารสะลายเกลือในอัตราส่วน 0:0, 0:100, 100:0, 25:75, 50:50 และ 75:50 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมในเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่หมักด้วยน้ำสับปะรดร่วมกับสารละลายเกลือที่อัตรา 25:75 สูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวนแบคทีเรียรวม ค่าสี (L*,a*,b*) ค่าความสดใส ค่าความเหนียว ค่าความยืดหยุ่น ค่าแรงขบกัด ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา และค่าวอเตอร์แอคติวิตีไม่พบความแตกต่างในทางสถิติ ในขณะที่ร้อยละการสูญเสียน้ำขณะปรุงสุกพบว่า เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่หมักด้วยน้ำสับปะรดร่วมกับสารละลายเกลือที่อัตรา 25:75 มีร้อยละการสูญเสียน้ำขณะปรุงสุกต่ำที่สุด (22.62) เนื่องจากน้ำสับปะรดมีคุณสมบัติในการช่วยย่อยเส้นใยโปรตีน ซึ่งมีเอนไซม์ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาติคือโบรมีเลน โดยจะเข้าไปย่อยโปรตีนเนื้อสัตว์ทำให้เนื้อนุ่ม ประกอบกับสารละลายเกลือที่ช่วยย่อยคอลลาเจน ไขมัน พังผืด และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันได้ ส่งผลให้โปรตีนเสียสภาพ จับกับน้ำได้มากขึ้น

Chotigavin และคณะ (2021) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและพื้นผิวของเนื้อสัตว์ในระหว่างกระบวนการซูวีด โดยทำการเปรียบเทียบอกไก่และเนื้อวัวไทยที่ผ่านกระบวนการ ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 ถึง 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1-7.5 ชั่วโมง กับเนื้อสัตว์ที่ใช้การปรุงแบบดั้งเดิม พบว่าค่า L* (lightness) และค่า a* (redness) ของไก่อกที่ปรุงแล้วไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิการปรุงหรือเวลา ในขณะที่สีของเนื้อวัวที่ปรุงแล้วขึ้นกับทั้งอุณหภูมิและเวลา เนื่องมาจากการใช้อุณหภูมิสูงและใช้เวลาในการปรุงนานทำให้เนื้อสัตว์มีค่าร้อยละปริมาณผลผลิตหลังการซูวีดต่ำ และมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหลังการซูวีด แต่มีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนซ้ำต่ำ และเมื่อดูภาพพื้นผิวของตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานในการปรุง ทำให้เห็นถึงช่องว่างระหว่างเส้นใยที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวอย่างที่ผ่านการปรุงด้วยกระบวนการซูวีด โดยอกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และเนื้อวัวที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง และ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เป็นผลิตภัณฑ์ที่นุ่มที่สุดจากการวัดด้วยค่าแรงเฉือนที่ต่ำที่สุด

Chotigavin และคณะ (2023) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคซูวีดร่วมกับความดันที่มีผลต่อคุณสมบัติของกล้ามเนื้อวัวท้องถิ่น โดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และความดัน 101, 200 หรือ 300 kPa เป็นเวลา 0-4 ชั่วโมง พบว่าเนื้อวัวที่ได้รับความดันมีสีสว่างขึ้นเล็กน้อย และตัวอย่างที่ปรุงเป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่ 200 kPa มีความอิ่มตัวของสีแดงมากกว่า ซึ่งการใช้ความดันที่ 200 kPa จะช่วยเพิ่มค่าค่าร้อยละปริมาณผลผลิตหลังการซูวีด ในขณะที่ลดค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการซูวีด โดยเนื้อวัวที่ใช้เวลาในการปรุง 4 ชั่วโมงที่ความดัน 200-300 kPa มีค่าอยู่ที่ร้อยละ 78 ส่วนเนื้อวัวที่ใช้ความดัน 101 kPa มีค่าอยู่ที่ร้อยละ 67 การปรุงที่ความดัน 200-300 kPa จึงทำให้เนื้อวัวมีความนุ่มกว่าการใช้ความดันที่ 101 kPa หลังจากผ่านไป 2 ชั่วโมง จากการประเมินทางประสามสัมผัสของเนื้อวัวที่ใช้เทคนิคซูวีดร่วมกับความดันพบว่า มีคะแนนความพึงพอใจในเรื่องความนุ่มและความชุ่มฉ่ำมากกว่าตัวอย่างควบคุม จากการส่องกล้อง (SEM) ทำให้เห็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเนื้อวัวที่ใช้เทคนิคซูวีดร่วมกับความดันที่กระจายและมีกล้ามเนื้อที่หย่อนกว่าเนื้อที่ต้มหรือดิบ จากการ Electrophoretic profiles แสดงให้เห็นว่าเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหนาและบางจะลดลงตามเวลาการปรุง อย่างไรก็ตาม myosin heavy chain มีความไวต่อความร้อนและความดัน จากการ Reducing conditions แสดงให้เห็นว่าความดันและความร้อนจะกระตุ้นพันธะไดซัลไฟด์ และจากการศึกษาโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ FTIR แสดงให้เห็นว่าการปรุงที่ 200 kPa ทำให้เกิดการลดลงของ α-helix มากที่สุด และทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ β-structures มากกว่าเนื้อวัวที่ไม่ได้ต้ม

Karki และคณะ (2022) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการซูวีดต่อคุณภาพของเนื้อซี่โครงวัว โดยนำไปซูวีดที่อุณหภูมิ 60, 65 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12, 24 และ 36 ชั่วโมง โดยพิจารณาจากตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ค่าสี, ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก, ค่าร้อยละการหดตัว, ค่าร้อยละคอลลาเจนที่ละลายน้ำได้, Myofibrillar Fragmentation Index (MFI), ค่าแรงเฉือนและการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่าการหดตัว การสูญเสียน้ำหนัก สัดส่วนของคอลลาเจนที่ละลายน้ำได้และ MFI เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้นจนถึง 70 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง ค่าแรงเฉือนและค่าความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมีค่าต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่เวลา 36 ชั่วโมงเท่ากัน เนื่องจากความร้อนที่สูงขึ้นทำให้คอลลาเจนละลายมากขึ้นและเส้นใยโปรตีนในเนื้อแตกตัวมากขึ้น โดยมีผลมาจากสภาพแวดล้อมในบรรจุภัณฑ์ที่มีความชื้นและแรงดันสูงจากไอน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ถุงลามิเนตช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไมโอโกลบินที่มีสีแดงเป็นเมตไมโอโกลบินที่มีสีน้ำตาล จึงทำให้ค่าสีของตัวอย่างไม่แตกต่างกัน และเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 34.06 ชั่วโมงเหมาะสมในการซูวีดเนื้อซี่โครงวัวมากที่สุด

Kerdpiboon และคณะ (2018) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้ออกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดและการยอมรับในผู้สูงอายุ โดยนำเนื้ออกไก่บรรจุลงในถุงสุญญากาศและนำไปผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาแตกต่างกันตั้งแต่ 1-8 ชั่วโมง และนำมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ที่ใช้การปรุงอาหารแบบปกติที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พบว่าเนื้ออกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดเป็นเวลา 3,4 และ 5 ชั่วโมง มีค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความเคี้ยวได้ (Chewiness) ต่ำที่สุด โดยมีค่าอยู่ที่ 40.05-60.01 N. และ 11.24-16.88 ตามลำดับ แต่มีค่าความยืดหยุ่น (Springness) สูงสุด โดยมีค่าอยู่ที่ 0.03-0.04 และเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ ที่มีอายุระหว่าง 60-70 ปี โดยใช้ตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการซูวีด 3,4 และ 5 ชั่วโมง พบว่าเนื้ออกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ได้รับการยอมรับมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ

Nyum และคณะ (2023) ได้ศึกษาผลของการใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดต่อคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ เนื้อสัมผัส จุลชีววิทยาและปริมาณกรดอะมิโนอิสระ (FAA) ของอกไก่ โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ในการบรายน์ร้อยละ 0 และ 3 อุณหภูมิในการซูวีด 60 และ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 45, 90 และ 135 นาที จากการทดลองพบว่าการสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงปริมาณความชื้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น โดยอกไก่ที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 135 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงมากกว่าเนื้ออกไก่ที่ใช้เวลา 45 นาที และเนื้ออกไก่ที่ใช้อุณหภูมิในการซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงน้อยกว่าเนื้ออกไก่ที่ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในขณะที่การบรายน์จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงได้ สีของอกไก่แต่ละตัวอย่างแตกต่างกันเล็กน้อย เนื้อสัมผัสของอกไก่พบว่าอุณหภูมิ เวลาในการซูวีด และกระบวนการบรายน์ ส่งผลต่อความแข็ง (Hardness) การเกาะติด (Cohesiveness) และความยืดหยุ่น (Springiness) แต่ไม่ส่งผลต่อการยึดเกาะ (Adhesion) โดยการบรายน์จะช่วยลดค่าความแข็ง (Hardness) ที่ใช้ระยะเวลาซูวีดนาน (135 นาที) ทั้งอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) มีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่าเนื้ออกไก่สด จึงสรุปได้ว่าคุณภาพของเนื้ออกไก่ที่ปรุงด้วยวิธีซูวีดจะลดลงเมื่ออุณหภูมิการปรุงและระยะเวลาการปรุงเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นและเวลาการปรุงที่ยาวนานขึ้นจะทำให้เนื้อมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น ในขณะที่การบรายน์ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการบรายน์

Park และคณะ (2020) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในกระบวนการซูวีด ที่มีต่อเคมีฟิสิกส์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ พบว่าเนื้ออกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี ใช้แรงเฉือนที่ต่ำ และมีความนุ่มสูงกว่าเนื้อไก่ที่ใช้เตาอบลมร้อน โดยอกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน แรงเฉือน (Shear force) และความแข็ง (Hardness) ต่ำกว่าอกไก่ที่ใช้เตาอบลมร้อน แต่เนื่องจากมีกลิ่นรสที่น้อยกว่าอกไก่ที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ดังนั้นอกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง จึงเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้โดยที่เนื้ออกไก่ไม่สูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ

Zhang และคณะ (2023) ได้ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณสมบัติเคมีฟิสิกส์ เนื้อสัมผัสและกลิ่นรสของเนื้อเป็ดซูวีด ทำการทดลองโดยนำเนื้อเป็ดมาบรายน์ที่ความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 ระยะเวลาบรายน์ 4, 6, 8, 10 และ 12 ชั่วโมง และอุณหภูมิในการบรายน์ 4, 8, 12, 16 และ 20 องศาเซลเซียสก่อนนำไปซูวีด พบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำเกลือเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มของเกลือทำให้เกิดการออกซิเดชันของไมโอโกลบินเป็นเมตไมโอโกลบิน ในขณะที่ค่าความสว่าง (L*) ลดลง เนื่องจากการลดการกระเจิงของแสงจากการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการกักเก็บน้ำ การสูญเสียน้ำหนักกลดลง เนื่องจากเกลือช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ในทางตรงกันข้ามค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำเกลือ และกลิ่นรสของเนื้อเป็ดที่ใช้น้ำบรายน์ร้อยละ 12 มีค่าสูงที่สุด ในขณะที่เมื่อระยะเวลาในการบรายน์เพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) และการสูญเสียน้ำหนัก ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) ค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้น และกลิ่นรสของเนื้อเป็ดที่ใช้เวลาในการบรายน์ร้อยละ 8 มีค่าสูงที่สุด และเมื่ออุณหภูมิในการบรายน์เพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และการสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักลดลง ในขณะที่อุณหภูมิในการบรายน์ไม่ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อเป็ด โดยอุณหภูมิในการบรายน์ที่ 8 องศาเซลเซียสมีค่าความสว่างและค่าสีแดงในระดับปานกลาง รวมถึงมีกลิ่นรสที่ดีที่สุด ดังนั้นความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 11.69 ใช้เวลาบรายน์ 8.03 ชั่วโมง และอุณหภูมิในการบรายน์ 7.35 องศาเซลเซียสจึงเหมาะสมแก่การบรายน์เนื้อเป็ดก่อนนำไปซูวีดมากที่สุด

Supaphon และคณะ (2021) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของเนื้อวัวไทยพื้นเมืองระหว่างกระบวนการซูวีด โดยนำเนื้อวัวไทยพื้นเมืองมาผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2-36 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน พบว่าในช่วง 6 ชั่วโมงแรกของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เส้นใยกล้ามเนื้อมีการหดตัวตามแนวขวาง และในช่วง 2 ชั่วโมงแรกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เกิดการหดตัวและขยายตัวของเส้นใยกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่ขึ้นอยู่กับการถ่ายเทของน้ำ ซึ่งการขยายตัวสูงสุดเกิดขึ้นที่เวลา 12 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างที่ปรุงด้วยอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส มีความแปรปรวนมากกว่าตัวอย่างที่ปรุงด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งเห็นได้จากพื้นที่ตัดขวางของไมโอไฟบริลลาร์ที่ใหญ่กว่า ในขณะที่การหดตัวของเส้นใยที่มากเกินไปถูกพบในทุกช่วงของอุณหภูมิและเวลา และมีความสัมพันธ์กับเส้นใยหยักที่อยู่ติดกัน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างที่เกิดขึ้นในไมโตคอนเดรีย อาจเนื่องมาจากบทบาทการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนด้วยความร้อนและโครงสร้างทางจุลภาคที่คล้ายคลึงกันระหว่างเส้นใยที่หดตัวมากเกินไปและเส้นใยที่หดตัวจากความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ไก่ไข่ปลดระวาง อายุ 80 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัมต่อตัว	จากตลาดบางพระ
3.1.2 เกลือป่น	ตรา ปรุงทิพย์
3.1.3 น้ำตาลทราย	ตรา มิตรผล
3.1.4 น้ำเปล่า	ตรา คริสตรัล
3.1.5 ซอสหอยนางรม	ตรา สามแม่ครัว
3.1.6 ซีอิ๊วขาว	ตรา เด็กสมบูรณ์
3.1.7 กระเทียม	จากตลาดบางพระ
3.1.8 พริกไทยดำ	ตรา ไร่ทิพย์

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 ถุงสุญญากาศพลาสติกชนิด Nylon/LLDPE ลายนูน ขนาด 15x20 เซนติเมตร หนา 190 ไมครอน	
3.2.2 เครื่องบรรจุสุญญากาศ	
3.2.3 อ่างควบคุมอุณหภูมิ	(WNB 7-45, Memmert, Germany)
3.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง	(Pioneer, USA)
3.2.5 เครื่องวัดสี	(CR-400,Konica Minolta)
3.2.6 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	(TA.XT plus, Stable Micro Systems, England)
3.2.7 เครื่องกดทับ	
3.2.8 กระดาษกรอง เบอร์ 4	(Whatman, China)
3.2.9 เข็มฉีดยาและไซลิงค์	(Nipro, Japan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 เครื่องครัว

3.2.11 อุปกรณ์สำหรับประเมินทางประสาทสัมผัส เช่น แก้วน้ำ ถ้วยชิม

3.2.12 แบบประเมินทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point Hedonic Scale

3.3 สารเคมี

3.3.1 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Chemrich)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมเนื้ออกไก่ โดยนำไก่ไข่ปลดระวาง ที่ได้จากตลาดบางพระ ศรีราชา ชลบุรี มาแล่เอาแต่เนื้ออก ล้างทำความสะอาด ตัดแต่งเอาหนัง ไขมัน และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่รอบนอกเนื้อออก ให้มีน้ำหนักต่อชิ้นประมาณ 70 กรัม

3.4.2 การเตรียมสารละลายน้ำบรายน์

3.4.2.1 เตรียมสารละลายน้ำบรายน์

น้ำเปล่า	1	ลิตร
เกลือป่น	15	กรัม
น้ำตาลทราย	7	กรัม
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	10	กรัม

3.4.2.2 วิธีทำสารละลายน้ำบรายน์

นำน้ำเปล่า เกลือป่น น้ำตาลทราย และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตผสมให้เข้ากันจนละลาย และนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปทดลอง

3.4.3 การเตรียมน้ำหมักสำหรับหมักเนื้ออกไก่

ซีอิ๊วขาว 5 กรัม

ซอสหอยนางรม 15 กรัม

กระเทียม 10 กรัม

พริกไทยดำป่น 3 กรัม

3.4.4 ศึกษาผลของปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

นำเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางจากข้อ 3.4.1 นำมาฉีดสารละลายน้ำบรายน์จากข้อ 3.4.2 ที่ปริมาณร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักเนื้ออกไก่ จากนั้นบรรจุตัวอย่างลงในถุง Laminate low density polyethylene (LLDPE) และนำไปปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และนำมาลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วด้วยการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำทั้ง 4 ตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.4.4.1 ค่าร้อยละปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide yield)

นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดมาคำนวณค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide yield) ดังสมการที่ (3.1) (ดัดแปลงวิธีการจาก Kerdpiboon และคณะ, 2019) ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

$$\%\text{Sous-vide yield} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังการซูวีด}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการซูวีด}} \times 100 \qquad (3.1)$$

3.4.4.2 ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide loss)

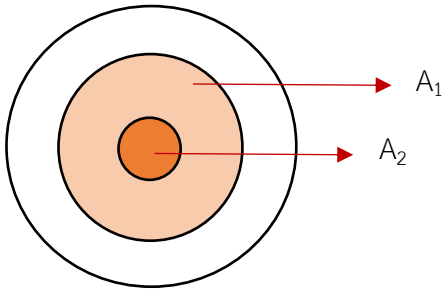
นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดมาคำนวณค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide loss) ดังสมการที่ (3.2) (ดัดแปลงวิธีการจาก Kerdpiboon และคณะ, 2019) ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

$$\%\text{Sous-vide loss} = 100 - \%\text{Sous-vide yield} \qquad (3.2)$$

3.4.4.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)

ตรวจวัดความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) ด้วยวิธี Filter Paper Press Method (FPPM) (ดัดแปลงวิธีการจาก Barge และคณะ, 1991) โดยนำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการ บรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด มาหั่นเป็นชิ้นน้ำหนัก 0.3 กรัม วางลงบนกระดาษกรอง เบอร์ 4 เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 110 มิลลิเมตร กดทับเป็นเวลา 2 นาที หลังกดทับนำตัวอย่างมาวัดพื้นที่ที่น้ำกระจายออก ดังสมการที่ (3.3) ดังภาพที่ 3.1 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 การวัดความสามารถในการอุ้มน้ำด้วยวิธี Filter Paper Press Method (FPPM)

พื้นที่วงแหวนของน้ำที่ถูกบีบออกจากเนื้อ = $A_1 - A_2$ (3.3)

โดย A_1 = พื้นที่จากจุดศูนย์กลางไปยังบริเวณที่น้ำกระจายไปถึง

A_2 = พื้นที่วงในที่เนื้อถูกกดทับ

3.4.4.4 ค่าสี (Color)

นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด วัดค่าสี (L*, a*, b*)ด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter CR-400 โดยวัดทั้งด้านในและด้านนอกของเนื้ออกไก่ 3 ตำแหน่ง ดังภาพที่ 3.2 รายงานค่าสีใน ระบบ CIE ประกอบด้วยค่าสี L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) ค่าสี a* เป็นค่าสีแดง (redness) และค่าสี b* เป็นค่าสีเหลือง (yellowness) (ดัดแปลงวิธีการจาก Young และWest, 2001) ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งการวัดสี

ที่มา: เบญญาภา (2563)

3.4.4.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis)

นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด หั่นให้เป็นสี่เหลี่ยม มีขนาด กว้างxยาวxหนา เท่ากับ 1.5x1.5x1.5 ซม. นำไปวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA.XT plus โดยใช้หัววัดแบบ P/50 อัตราการเคลื่อนที่ของหัววัด (Test speed) 2 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางที่ใช้วัดค่าตัวอย่าง (distance) ร้อยละ 50 วัดเนื้อสัมผัสโดยแสดงเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสในรูปค่า Hardness (N), Springiness และ Chewiness (N) (ดัดแปลงวิธีการจาก เบญญาภา, 2563) การทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

3.4.5 ศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

นำเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.4 บรรจุลงในถุง Laminate low density polyethylene (LLDPE) และนำไปปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนซูวีด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 ชั่วโมง และนำมาลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วด้วยการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำทั้ง 4 ตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.4.5.1 ค่าร้อยละปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide yield)

นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดมาคำนวณค่าร้อย ละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด ดังสมการที่ (3.1) (ดัดแปลงวิธีการจาก Kerdpiboon และคณะ, 2019) ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

$$\%\text{Sous-vide yield} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังการซูวีด}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการซูวีด}} \times 100 \qquad (3.1)$$

3.4.5.2 ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide loss)

นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดมาคำนวณค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด ดังสมการที่ (3.2) (ดัดแปลงวิธีการจาก Kerdpiboon และคณะ, 2019) ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

$$\%\text{Sous-vide loss} = 100 - \%\text{Sous-vide yield} \qquad (3.2)$$

3.4.5.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)

ด้วยวิธี Filter Paper Press Method (FPPM) (ดัดแปลงวิธีการจาก Barge และคณะ, 1991) โดยนำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดมาสับให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.3 กรัม วางลงบนกระดาษกรอง เบอร์ 4 เส้นผ่านศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 110 มิลลิเมตร กดทับเป็นเวลา 2 นาที หลังกดทับนำตัวอย่างมาวัดพื้นที่ที่น้ำกระจายออก ดังสมการที่ (3.3) ดังภาพที่ 3.1 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

พื้นที่วงแหวนของน้ำที่ถูกบีบออกจากเนื้อ = $A_1 - A_2$ (3.3)

โดย A_1 = พื้นที่จากจุดศูนย์กลางไปยังบริเวณที่น้ำกระจายไปถึง

A_2 = พื้นที่วงในที่เนื้อถูกกดทับ

3.4.5.4 ค่าสี (Color)

นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter CR-400 โดยวัดทั้งด้านในและด้านนอกของเนื้ออกไก่ 3 ตำแหน่ง ดังภาพที่ 3.2 รายงานค่าสีใน ระบบ CIE ประกอบด้วยค่าสี L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) ค่าสี a* เป็นค่าสีแดง (redness) และค่าสี b* เป็นค่าสีเหลือง (yellowness) (ดัดแปลงวิธีการจาก Young และ West, 2001) ทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

3.4.5.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis)

นำตัวอย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด หั่นให้เป็นสี่เหลี่ยม มีขนาด กว้าง×ยาว×หนา เท่ากับ 1.5x1.5x1.5 ซม. นำไปวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA.XT plus โดยใช้หัววัดแบบ P/50 อัตราการเคลื่อนที่ของหัววัด (Test speed) 2 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทางที่ใช้วัดค่าตัวอย่าง (distance) ร้อยละ 50 วัดเนื้อสัมผัสโดยแสดงเนื้อสัมผัสในรูปค่า Hardness (N), Springiness และ Chewiness (N) (ดัดแปลงวิธีการจากเบญญาภา, 2563) การทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำการทดลอง

3.4.6 ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

นำอกไก่ที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.4 มาหมักด้วยซีอิ๊วขาว ซอสหอยนางรม เกลือและพริกไทย บรรจุลงในถุง Laminate low density polyethylene (LLDPE) และนำไปปิดผนึกแบบสุญญากาศ แช่ทิ้งไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดโดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.5 และนำมาลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วด้วยการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านการฉีดสารละลายน้ำบรายน์และซูวีดมาหมักด้วยซีอิ๊วขาว ซอสหอยนางรม เกลือและพริกไทย จากนั้นนำตัวอย่างทั้งสองมาย่างจนกระทั่งเนื้ออกไก่มีอุณหภูมิใจกลาง 70 องศาเซลเซียส และนำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 1x2x1 ซม. ให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อวิเคราะห์ความชอบของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยประเมินคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความชอบโดยรวม ซึ่งการให้คะแนนความชอบเป็นดังนี้ ไม่ชอบมากที่สุด (1), ไม่ชอบมาก (2), ไม่ชอบปานกลาง (3), ไม่ชอบเล็กน้อย (4), เฉยๆ (5), ชอบเล็กน้อย (6), ชอบปานกลาง (7), ชอบมาก (8) และ ชอบมากที่สุด (9)

3.4.7 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการศึกษากระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดในอกไก่สำหรับใช้ในธุรกิจบริการอาหาร วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วย Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป การประเมินทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี T-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวาง ที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

จากการศึกษาผลของปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด ได้ผลการทดลองแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 ค่าร้อยละปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide yield)

จากการวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง โดยทำการคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักเนื้ออกไก่เริ่มต้นกับน้ำหนักไก่ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด (ร้อยละ 85.77) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 5 เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ได้ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ และเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 15 โดยมีค่าร้อยละ 84.06, 81.96 และ 81.16 ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากเกลือและโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตโดยประจุของคลอไรด์ (Cl^-) และฟอสเฟต (PO_4^{3-}) จะไปจับกับประจุบวกในโมเลกุลของโปรตีน ให้โปรตีนมีความเป็นประจุลบมากขึ้น เพิ่มความสามารถในการจับกับโมเลกุลของน้ำได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดแรงผลักระหว่างประจุที่เหมือนกันภายในโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อ ช่วยเพิ่มช่องว่างระหว่างเส้นใยแอคตินและไมโอซิน ทำให้รับน้ำเข้าไปในโครงสร้างของเนื้อได้มากขึ้น เนื้อจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากขึ้น (ประกายแก้ว, 2554) แต่หากใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตและความสามารถในการอุ้มน้ำได้ โดยเมื่อนำตัวอย่างที่ใส่โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้ใส่เกลือและสารเพิ่มเติมในน้ำบรายน์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (Lopez และคณะ, 2012) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Detienne และWicker (1999) พบว่าเนื้อหมูที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ที่มีโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเพิ่มน้ำหนักผลผลิตได้ดีเท่ากับเนื้อหมูที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ที่มีเกลือร้อยละ 1.5 ร่วมกับโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.3 หรือ 0.45 ดังนั้นเกลือจึงมีความสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณผลผลิตและความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยเมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้นปริมาณผลผลิตจะเพิ่มขึ้นด้วย (Faithong และคณะ, 2006) แต่หากใช้ความเข้มข้นของเกลือที่สูงจะทำให้มีการสร้างพันธะระหว่างโปรตีนที่แข็งแรงขึ้น ในขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโปรตีนโดยเฉพาะโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับไมโอไฟบริลล์ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสและลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการเก็บน้ำ และทำให้น้ำหนักลดลงระหว่างการหมัก ซึ่งทำให้ผลผลิตต่ำที่สุด (Barat และคณะ, 2009; Du และคณะ, 2013) ดังนั้นเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 จึงมีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด

4.1.2 ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide loss)

จากการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด โดยทำการคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง ดังแสดงในตารางที่ 4. 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 15 และเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ได้ฉีดสารละลายน้ำบรายน์มีการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด โดยมีค่าร้อยละ 18.84 และ 18.05 ตามลำดับ รองลงมาเป็นเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 5 โดยมีค่าร้อยละ 15.94 ในขณะที่เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด โดยมีค่าร้อยละ 14.23 เนื่องจากเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 มีค่าร้อยละปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการซูวีดและค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสูงที่สุด นอกจากนี้ความเข้มข้นของเกลือในน้ำบรายน์ ที่ส่งผลต่อพันธะระหว่างโมเลกุลและภายในโมเลกุลของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลต่อโครงสร้างและการเสียสภาพของโปรตีน โดยการใช้เกลือที่ความเข้มข้นสูงโปรตีนจะเกิดการสร้างพันธะระหว่างโปรตีนที่แข็งแรง พร้อมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อและขับน้ำออกมา (Dehydration) (Thorarinsdottir และคณะ, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Moholisa และคณะ (2014) พบว่าเมื่อฉีดสารละลายน้ำบรายน์เข้าไปในเนื้ออกไก่ร้อยละ 15 ของน้ำหนัก มีการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนน้อยกว่าเนื้ออกไก่ที่ไม่ได้ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ และเนื้ออกไก่ที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 30 ของน้ำหนัก นอกจากนี้การที่เนื้อสัตว์ได้รับความร้อนกล้ามเนื้อจะเกิดการหดตัว ทำให้ช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจึงลดลง เป็นสาเหตุของการสูญเสียน้ำ (กมลทิพย์ และภารดี, 2564) จึงทำให้เนื้ออกไก่ที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 15 และเนื้ออกไก่ที่ไม่ได้ฉีดสารละลายน้ำบรายน์มีการสูญเสียน้ำหนักหลังซูวีดมากที่สุด

4.1.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) ของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมากที่สุด (17.49 cm^2) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 5 เนื้ออกไก่ดิบ เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ได้ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ และเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 15 โดยมีค่า 16.33, 15.17, 14.90 และ 12.34 cm^2 ตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำหลังการบรายน์เกิดจากการใช้เกลือร่วมกับโซเดียมไตรโพลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสเฟต โดยโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะแยกคอนเพล็กซ์แอคโตไมโอซินออกจากกัน ส่วนเกลือจะช่วยเพิ่มความแรงไอออนิก (Ionic strenght) ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการละลายของโปรตีนกล้ามเนื้อดีขึ้น โปรตีนที่ละลายน้ำได้จะมีความสามารถในการจับน้ำได้สูง (Petracci และคณะ, 2013) นอกจากนี้อาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของเกลือ โดยหากใช้สารละลายเกลือในความเข้มข้นต่ำ จะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการบวมน้ำมากขึ้นและมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีขึ้น ที่ความเข้มข้นของเกลือสูง โปรตีนจะเสียสภาพและขับน้ำออกมา ทำให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลดลง (Thorarinsdottir และคณะ, 2003) เนื่องจากสารละลายเกลือที่ความเข้มข้นสูง ทำให้ลดการละลายน้ำของโปรตีน ซึ่งเกลือจะแตกตัวและดึงดูดโมเลกุลของน้ำเข้ามาล้อมรอบโมเลกุลของเกลือแทนโมเลกุลของโปรตีน ทำให้เกิดพันธะที่แข็งแรงของโมเลกุลน้ำและเกลือ (Graiver และคณะ, 2006) เมื่อโปรตีนละลายได้น้อยลง ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Graver และคณะ (2006) พบว่าเมื่อนำเนื้อหมูแช่ในสารละลายน้ำบรายน์ที่ความเข้มข้น 5 g/L. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่เมื่อนำเนื้อหมูแช่ในสารละลายน้ำบรายน์ 140 g/L. เส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการบวมน้ำ ในขณะที่เนื้อหมูที่แช่ในสารละลายน้ำบรายน์ 330 g/L. เส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการกระจัดกระจายและสูญเสียน้ำ รวมถึงงานวิจัยของ Ozuna และคณะ (2013) ที่นำเนื้อหมูมาบรายน์โดยใช้เกลือ 50 และ 100 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร พบว่ามีการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) ส่วนเนื้อหมูที่นำมาบรายน์โดยใช้เกลือ 150 และ 200 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ไม่มีการดูดซับหรือลดลงของน้ำ โดยมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกับเนื้อสด ในขณะที่เนื้อหมูที่นำมาบรายน์โดยใช้เกลือ 240 และ 280 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร พบว่ามีการคายน้ำเกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าหากใช้ความเข้มข้นของเกลือต่ำจะเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของกล้ามเนื้อเนื้อโดยการละลายโปรตีน ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อปรากฏการณ์ “salting-in ในขณะที่หากใช้ความเข้มข้นของเกลือ สูงจะลดความสามารถในการอุ้มน้ำและทำให้กล้ามเนื้อเนื้อหดตัว ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ “salting-out”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ร้อยละปริมาณผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน

Treatment	%Sous-vide yield	%Sous-vide loss	Water Holding Capacity (cm^2)
Raw	-	-	15.17 ± 0.52^{ab}
Control	81.96 ± 2.10^{c}	18.05 ± 0.10^{a}	14.90 ± 2.79^{b}
5% Salt	84.06 ± 2.01^{b}	15.94 ± 2.01^{b}	16.33 ± 2.67^{ab}
10% Salt	85.77 ± 1.70^{a}	14.23 ± 1.70^{c}	17.49 ± 1.92^{a}
15% Salt	81.16 ± 1.40^{c}	18.84 ± 1.40^{a}	12.34 ± 2.28^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c กำกับที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\leq0.05$)

4.1.4 ค่าสี (Color)

จากการวิเคราะห์ค่าสีแบบ CIE (L*,a* และ b*) ด้วยเครื่องวัดสี โดยจำแนกค่าสีเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) โดยวัดจากชิ้นของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง พบว่าค่าความสว่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 มีค่าความสว่าง สูงที่สุดทั้งด้านในและด้านนอกของเนื้ออกไก่ ดังตารางที่ 4.2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 มีปริมาณของน้ำในเนื้อสูงที่สุด ซึ่งปริมาณของน้ำในเนื้อขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเกลือ โดยเนื้ออกไก่ที่มีปริมาณน้ำในเนื้อสูง จะมีค่าความสว่างสูงขึ้นตาม อย่างไรก็ตามงานวิจัยของ Lopez และคณะ (2012) ได้ศึกษาความเข้มข้นของเกลือที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต การยอมรับทางประสาทสัมผัสของอกไก่ต้มที่ใช้เครื่องนวดเนื้อสุญญากาศ พบว่าค่าความสว่างจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้น ซึ่งการลดลงของค่าความสว่าง เกิดจากการเพิ่มขึ้นของความแรงไอออน ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการจับน้ำของโปรตีน ยิ่งโปรตีนจับกับน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้มีน้ำด้านนอกเนื้อที่ใช้ในการสะท้อนมาก จึงทำให้มีค่าความสว่างสูง

ค่าสีแดงและค่าสีเหลือง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเนื้ออกไก่ดิบมีค่าสีแดงสูงสุดทั้งด้านนอกและด้านในของเนื้อ เนื่องจากในเนื้อสัตว์จะมีไมโอโกลบินซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนที่พบในกล้ามเนื้อของเนื้อสัตว์ เป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ทำให้เนื้อสัตว์มีสีแดง แต่เมื่อเนื้อสัตว์ถูกนำไปให้ความร้อน ทำให้ไมโอโกลบินเกิดการเสียสภาพ ค่าสีแดงจึงลดลง ในขณะที่เนื้ออกไก่ที่ผ่านความร้อนด้วยการซูวีดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของ Ciobotaru และคณะ (2023) พบว่าเมื่อฉีดปริมาณน้ำบรายน์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเนื้ออกไก่ที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 12 มีค่าสีแดงสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของเกลือ ทำให้ค่าสีแดงลดลง โดยเกลือจะไปกระตุ้นการเกิดออกซิเดชันและการเสียสภาพของไมโอโกลบิน (Bae และคณะ, 2018) ในขณะเดียวกันงานวิจัยของ Villamonte และคณะ (2013) พบว่าเนื้อหมูที่บรายน์ด้วยความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 3 มีค่าสีแดงสูงที่สุด รองลงมาเป็นเนื้อหมูที่บรายน์ด้วยความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 1.5 และสุดท้ายเป็นเนื้อหมูที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการบรายน์

ค่าสีเหลือง พบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการซูวีดมีค่าสีเหลืองสูงกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางดิบทั้งด้านนอกและด้านในของเนื้ออกไก่ เนื่องจากไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อเมื่อผ่านความร้อนทำให้เกิดการเสียสภาพเป็นเมทไมโอโกลบิน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปรุงสุกมีสีน้ำตาล (Gambaro และคณะ, 2023) จึงทำให้เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการซูวีดมีค่าสีเหลืองสูงกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางดิบ แต่อย่างไรก็ตามการออกซิเดชันของไมโอโกลบินมีขีดจำกัดจากการใช้ถุงสุญญากาศ เนื่องจากไมโอโกลบินไม่ได้รับออกซิเจนจึงอยู่ในรูปของดีออกซีไมโอโกลบิน ซึ่งเกิดออกซิเดชันเป็นเมทไมโอโกลบินได้ยาก จึงทำให้สีของเนื้ออกไก่ไม่เป็นสีน้ำตาลชัดเจน (Rezler และคณะ, 2023)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 คุณภาพด้านสีด้านในและด้านนนอกของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน

Treatment	Raw	Control	5% Salt	10% Salt	15% Salt
Inner					
L*	60.79±0.66^{c}	82.11±1.08^{b}	83.44±2.49^{ab}	84.40±1.09^{a}	82.84±0.92^{b}
a*	6.29±1.12^{a}	3.16±0.89^{b}	3.16±1.07^{b}	2.57±2.40^{b}	2.54±0.57^{b}
b*	3.31±0.31^{b}	7.63±1.11^{a}	7.31±0.81^{a}	7.00±1.10^{a}	6.91±0.50^{a}
Outer					
L*	58.62±0.32^{b}	79.90±1.22^{a}	80.71±1.30^{a}	80.86±0.91^{a}	80.56±0.90^{a}
a*	5.10±0.92^{a}	2.82±0.79^{b}	2.46±0.54^{bc}	2.28±0.82^{bc}	2.00±0.47^{c}
b*	3.35±0.13^{c}	10.78±1.46^{a}	9.68±0.65^{b}	9.91±0.62^{ab}	10.41±0.60^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-b กำกับที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.1.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis)

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของอกไก่ไข่ปลดระวางด้วยเครื่อง Texture analyzer วิเคราะห์ในรูปแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ร่วมกับการซูวีด มีค่าความแข็งและความเคี้ยวได้สูงที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่ผ่านการซูวีดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งค่าความแข็งและความเคี้ยวได้ โดยค่าความแข็งมีค่าอยู่ที่ 4588.12, 4228.68, 4193.56 และ 4788.74 N ตามลำดับ และค่าความเคี้ยวได้มีค่าอยู่ที่ 1334.06, 1214.16, 1133.45 และ 1374.67 N ตามลำดับ ในขณะที่เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางดิบมีค่าความแข็งและค่าความเคี้ยวได้ต่ำสุด ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ที่ 1844.03 และ 445.51 N ตามลำดับ ส่วนค่าความยืดหยุ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าความแข็งและแรงที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในเนื้อ ซึ่งเกลือและโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ส่งผลให้แรงที่ใช้ในการกระทำกับชิ้นเนื้อมีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอกไก่ที่ไม่ได้เติมเกลือและโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในน้ำบรายน์ (ประกายแก้ว, 2554) โดยเมื่อใช้ความเข้มข้นของเกลือต่ำพบว่ามีการละลายของโปรตีนและการขยายตัวของไมโอไฟบริลจากแรงผลักกันของประจุ ซึ่งสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ Salting in ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเพิ่มขึ้นเนื้อจึงเกิดการบวมขึ้น ทำให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น แต่หากความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่ฉีดเข้าไปในอกไก่มีความเข้มข้นสูงสูงกว่าร้อยละ 9-10 โปรตีนจะสร้างพันธะระหว่างกันที่แข็งแรงขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวและขับน้ำออกมา ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ Salting out ทำให้เนื้อมีความแข็ง (Ozuna และคณะ, 2013) และเนื่องจากความเข้มข้นของเกลือส่งผลต่อการแพร่ของน้ำเกลือ ปริมาณของน้ำที่เข้าสู่กล้ามเนื้อ และโปรตีนที่ถูกสกัดออกมา ดังนั้นหากใช้ความเข้มข้นของเกลือที่สูงจะส่งผลทำให้สกัดโปรตีนออกมาลดลง ซึ่งโปรตีนที่ถูกสกัดออกมาจะส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อและเนื้อสัมผัส ยิ่งถูกสกัดออกมามากเนื้อจะมีความสามารถอุ้มน้ำมาก และมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม โดยความเข้มข้นของเกลือสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 6-9 (Thorarinsdottir และคณะ, 2003) ส่วนเนื้อดิบเนื่องจากไม่ได้ผ่านความร้อนจึงไม่เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อและสูญเสียน้ำ ดังนั้นเนื้อออกไก่ที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 15 จึงมีค่าความแข็งและค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น สอดคล้องกับการทดลองของ Du และคณะ (2010) พบว่าเนื้อเป็ดที่ความเข้มข้นของเกลือต่ำ (เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 5) จะมีความแข็งน้อยกว่าเนื้อเป็ดที่ใช้ความเข้มข้นของเกลือสูง (เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 25) แต่เนื้อเป็ดที่ใช้ความเข้มข้นของเกลือสูงมีการเกิดโปรตีโอไลซิส (Proteolysis) มากกว่าเนื้อเป็ดที่ใช้ความเข้มข้นของเกลือต่ำกว่า ดังนั้นเนื้อเป็ดที่ใช้ความเข้มข้นของเกลือปานกลาง (เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 15) จึงเหมาะสมสำหรับการแช่น้ำเกลือแบบเปียก (Wet-curing)

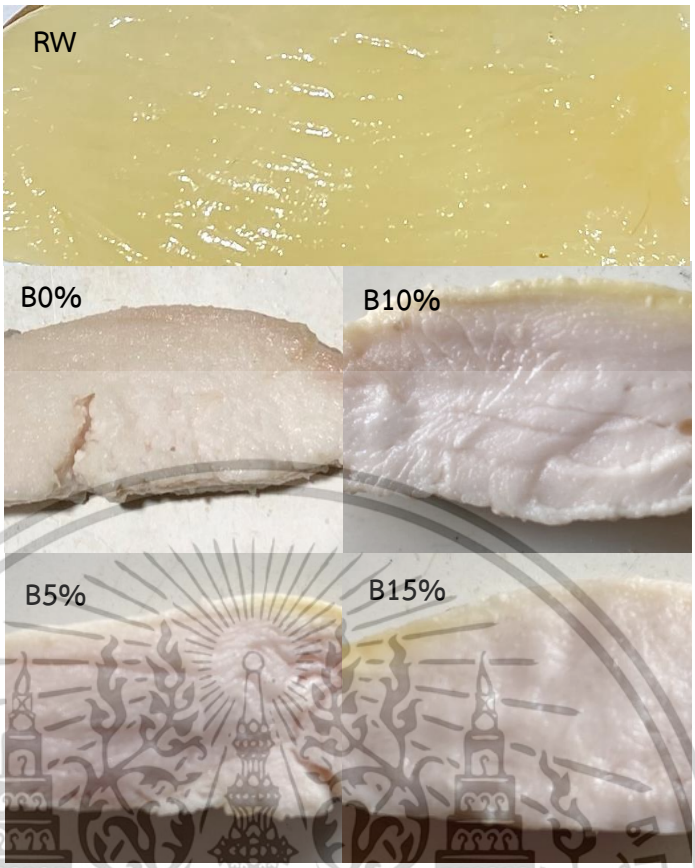
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis ของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน

Treatment	Hardness(N)	Springiness^{ns}	Chewiness(N)
Raw	1844.03±1621.78^{b}	0.54±0.10	445.51±526.35^{b}
Control	4588.12±679.08^{a}	0.53±0.02	1334.06±203.64^{a}
5% Salt	4228.68±337.96^{a}	0.53±0.05	1214.16±215.71^{a}
10% Salt	4193.56±524.90^{a}	0.51±0.03	1133.45±81.01^{a}
15% Salt	4788.74±805.01^{a}	0.55±0.03	1374.67±277.71^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-b กำกับที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns = non-significant ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ภาพตัดขวางแสดงเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ปริมาณน้ำบรายน์แตกต่างกัน

หมายเหตุ Rw หมายถึง เนื้ออกไก่ดิบ

B0% หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางหลังการชูวีดที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณร้อยละ 0 ของน้ำหนักอกไก่

B5% หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางหลังการชูวีดที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักอกไก่

B10% หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางหลังการชูวีดที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักอกไก่

B15% หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางหลังการชูวีดที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณร้อยละ 15 ของน้ำหนักอกไก่

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านร้อยละปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการชูวีด ร้อยละการสูญเสียน้ำหนังหลังกระบวนการชูวีด ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ค่าสี และลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณร้อยละ 10 มีร้อยละปริมารผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังกระบวนการซูวีดและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสูงที่สุด ในขณะที่ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีดต่ำสุด ส่งผลให้เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณร้อยละ 10 มีความชุ่มฉ่ำมากที่สุด และจากภาพที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยเนื้อดิบ (Rw) จะมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่เห็นชัดเจน มีการเกาะตัวกันแน่นของเส้นใยกล้ามเนื้อ เมื่อนำเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ได้ใช้กระบวนการบรายน์มาซูวีด (B0%) จะเห็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ชัด มีความหยาบ และเกาะกันแน่นขึ้น เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในขณะที่เนื้ออกไก่ที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด จะเห็นความชัดของเส้นใยกล้ามเนื้อและช่องว่างระหว่างเส้นใยเล็กลงจากการละลายของไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนและการบวมของเส้นใยกล้ามเนื้อเนื่องจากปริมาณน้ำในเนื้อที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำบรายน์ที่ฉีดในอกไก่เพิ่มขึ้น แต่หากปริมาณสารละลายน้ำบรายน์ที่ฉีดในอกไก่มากเกินไป จะทำให้ไม่เห็นเส้นใยกล้ามเนื้อ เนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการเสียสภาพจากความเข้มข้นของเกลือที่มากเกินไป ส่งผลให้ความสามารถในการกักเก็บน้ำของเนื้อลดลง ดังนั้นเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ร้อยละ 10 จึงเหมาะสมในการนำไปใช้ในการศึกษาระยะเวลาในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด และการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

4.2 ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวาง ที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

จากการศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการซูวีดที่มีต่อคุณภาพของอกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด ได้ผลการทดลองแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ค่าร้อยละปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide yield)

จากการวิเคราะห์น้ำหนักผลผลิตหลังให้ความร้อน พบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 1 ชั่วโมง มีร้อยละน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุด (ร้อยละ 82.42) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาในการซูวีดเพิ่มขึ้นร้อยละน้ำหนักผลผลิตจะลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของเวลาทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ ไมโอไฟบริลลาร์เกิดการหดตัว ทำให้น้ำในเนื้อถูกขับออกมา ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจึงลดลง (Ramane และคณะ, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kerdpiboon และคณะ (2019) พบว่าเนื้ออกไก่ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดเป็นเวลา 1-8 ชั่วโมง มีร้อยละน้ำหนักผลผลิตลดลงและร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาในการซูวีดเพิ่มขึ้น โดยร้อยละน้ำหนักผลผลิตลดลงจากร้อยละ 90.45 จนถึงร้อยละ 79.57 ในขณะที่ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 9.55 จนถึงร้อยละ 20.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด (%Sous-vide loss)

จากการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน พบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชั่วโมง มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนสูงที่สุด (ร้อยละ 22.50) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับค่าน้ำหนักผลผลิตหลังให้ความร้อนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อใช้เวลาในการซูวีดนานขึ้น จากผลงานวิจัยของ Zhang และคณะ (2022) ได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการซูวีดต่อคุณภาพของเนื้อเป็ด พบว่าระยะเวลาในการซูวีดส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่าง โดยค่าการสูญเสียน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการซูวีด (Christensen และคณะ, 2011) เนื่องจากระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้ไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนหดตัวเพิ่มขึ้น พื้นที่ระหว่างแอคตินและไมโอซินลดลง ส่งผลให้การขับน้ำของเซลล์เพิ่มขึ้น (Baldwin และคณะ, 2012) ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการใช้เวลาที่สั้นกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Karki และคณะ (2022) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการซูวีดต่อคุณภาพของเนื้อวัว พบว่าเนื้อวัวที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 36 ชั่วโมง มีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือเนื้อวัวที่ใช้เวลาซูวีด 24 ชั่วโมง และเนื้อวัวที่ใช้เวลาซูวีด 12 ชั่วโมง มีค่าการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chang และคณะ (2023) พบว่าเนื้ออกเป็ดที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด 2 ชั่วโมง มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (ร้อยละ 24.56) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้ออกเป็ดที่ผ่านการให้ความร้อน 1 และ 1.5 ชั่วโมง โดยมีค่าการสูญเสียน้ำหนักอยู่ที่ร้อยละ 19.55 และ 20.82 ตามลำดับ อาจเกิดจากความสามารถในการกักเก็บน้ำของคอลลาเจน เนื่องจากคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเนื้อสัตว์ มีความสามารถในการกักเก็บน้ำ ซึ่งช่วยเพิ่มความชุ่มฉ่ำและเนื้อสัมผัสที่นุ่มของผลิตภัณฑ์ เมื่อสัมผัสความร้อนเป็นเวลานาน ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เช่น การเสียสภาพ Cross-linking ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำและเนื้อสัมผัสโดยรวม จึงทำให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการปรุง (Wang และคณะ, 2022)

4.2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (0 hr.) มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด เนื่องจากเนื้อสัตว์เมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงพื้นที่และโครงสร้างของโปรตีนกล้ามเนื้อ ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติการกักเก็บน้ำของเนื้อสัตว์ (Pongsetkul และคณะ, 2024) โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงที่สุด (ร้อยละ 15.84) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ผ่านการให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดเหมือนกัน ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rezler และคณะ (2023) พบว่าเนื้อดิบมีปริมาณน้ำในเนื้อสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากเนื้อที่ผ่านการให้ความร้อน เนื่องจากการให้ความร้อนจะทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อตามยาวจากการเสียสภาพของโปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน โดยส่วนใหญ่เป็นไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนและคอลลาเจน ซึ่งการหดตัวของไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนจะลดความสามารถในการกักเก็บน้ำของกล้ามเนื้อ และเมื่อระยะเวลาในการซูวีดเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในเนื้อก็จะลดลงตามความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดปริมาณสารละลายน้ำบรายน์แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ร้อยละปริมาณผลผลิต ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีดที่แตกต่างกัน

Treatment	%Sous-vide yield	%Sous-vide loss	Water Holding Capacity (cm^2)
0 hr.			17.28±3.97[a]
1 hr.	82.42±1.28[a]	17.58±1.28[c]	15.84±1.74[ab]
2 hr.	79.49±2.05[b]	20.51±2.05[b]	14.40±2.21[bc]
3 hr.	77.50±2.11[c]	22.50±2.11[a]	12.84±1.77[c]

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c กำกับที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

4.2.4 ค่าสี (Color)

จากการวิเคราะห์ค่าสีของเนื้ออกไก่ทั้งด้านนอกและด้านในของไก่ไข่ปลดระวาง พบว่าค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความสว่างทั้งด้านนอกและด้านในของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดมีค่าสูงกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (0 hr.) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Christensen และคณะ (2011) พบว่าตัวอย่างเนื้อที่ปรุงด้วยวิธีซูวีทั้งหมด เมื่อเทียบกับเนื้อดิบ จะมีความสว่างเพิ่มขึ้นเนื่องจากการสะท้อนแสง (Reflectance) และการกระจายแสง (Scattering) ที่เพิ่มขึ้นจากโปรตีนซาร์โคพลาสมิกและไมโอไฟบริลที่เสียสภาพและจับตัวกัน ซึ่งแสดงออกผ่านการเพิ่มขึ้นของค่าความสว่าง ส่วนค่าสีแดงทั้งด้านนอกและด้านในของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (0 hr.) มีค่าสูงกว่าเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดเหมือนกันทั้งค่าความสว่างและค่าสีแดง นอกจากนี้ค่าสีเหลืองทั้งด้านนอกและด้านในของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนก็มีค่าสูงกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนเช่นเดียวกัน ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเวลาที่ใช้ในการซูวีดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสัตว์ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อการประเมินคุณภาพของเนื้อสัตว์ในระหว่างการบริโภค โดยการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นระหว่างการปรุงอาหาร แสดงให้เห็นว่าความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไมโกลบินในกล้ามเนื้อ โดยอุณหภูมิที่สูงกว่า 60 °C โดยไมโอโกลบินจะเกิดการเสียสภาพเป็นเมทไมโอโกลบิน (Metmyoglobin) จากการออกซิไดซ์ของดีออกซีไมโอโกลบิน (Deoxymyoglobin) หรือออกซีไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ในเนื้อสด เมื่อปริมาณออกซิเจนมีน้อย จากนั้นเมทไมโอโกลบินจะกลายเป็นโกลบิน-ฮีมิโครโมเจน (Globin-hemichromogen) หรือเฟอริฮีโมโครม (Ferrihemochrome) เมื่อโกลบินถูกทำลายด้วยความร้อน จึงทำให้ค่าสีแดงของเนื้อสัตว์ลดลง (Geileskey และคณะ, 2012; King และWhyte, 2006) และค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อ (Roldan และคณะ, 2013) อย่างไรก็ตามไม่ใช่เนื้อที่ปรุงสุกทั้งหมดจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเฟอริฮีโมโครม (Ferrihemochrome) ทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการเสียสภาพของโกลบินซึ่งมีความไวต่อความร้อนที่แตกต่างกัน การสังเกตนี้ยังได้รับการยืนยันจากการศึกษาของนักวิจัยอื่น ๆ ซึ่งพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและระยะเวลาในการปรุงส่งผลให้ค่าความเหลืองภายในเพิ่มขึ้น (Ismail และคณะ, 2019a) และจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดจึงมีค่าสีแดงต่ำ มีค่าความสว่างและมีค่าสีเหลืองสูงกว่าเนื้ออกไก่ดิบ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อสัตว์ปรุงสุก และส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการประเมินสีของเนื้อสัตว์ปรุงสุก และส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณแสงที่กระเจิง (Rezler และคณะ, 2023; Ortuno และคณะ, 2021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 คุณภาพด้านสีของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีดแตกต่างกัน

Treatment	0 hr.	1 hr.	2 hr.	3 hr.
Inner				
L*	56.62±1.25^{b}	77.53±1.67^{a}	75.60±3.21^{a}	77.56±1.82^{a}
a*	5.28±1.81^{a}	2.11±0.92^{b}	2.76±1.42^{b}	2.32±0.83^{b}
b*	4.35±1.72^{b}	7.76±0.65^{a}	8.90±1.29^{a}	8.38±1.19^{a}
Outer				
L*	55.98±1.82^{b}	74.95±1.06^{a}	73.82±1.80^{a}	74.30±1.26^{a}
a*	4.44±1.26^{a}	1.75±0.49^{b}	1.62±0.78^{b}	1.11±0.58^{b}
b*	5.97±0.87^{c}	10.28±0.46^{b}	11.76±0.76^{a}	11.46±0.86^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-b กำกับที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.2.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis)

จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวาง พบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (0 hr.) มีค่าความแข็งสูงกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบางส่วนเมื่อได้รับความร้อน จะเกิดการละลายและเกิดการเปลี่ยนสภาพของคอลลาเจนเป็นเจลาติน จึงทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น (Rezler และคณะ, 2023) แต่เมื่อเปรียบเทียบเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกระบวนการซูวีดที่แตกต่างกันมาเปรียบเทียบกันพบว่า เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชั่วโมง มีค่าความแข็ง ความเคี้ยวได้และความยืดหยุ่นต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 เนื่องจากระยะเวลาในการซูวีดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีค่าความแข็งลดลงจากการละลายของคอลลาเจนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alahakoon และคณะ (2019) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการซูวีดจาก 12 ชม. เป็น 24 ชม. ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณการละลายของคอลลาเจน เนื่องจากการคลายตัวและการแตกของพันธะระหว่างเส้นใยคอลลาเจน เมื่อระยะเวลาในการซูวีดเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้เนื้อมีค่าความแข็งลดลง นอกจากนี้ระยะเวลาในการซูวีดยังส่งผลต่อค่าความเคี้ยวได้และความยืดหยุ่นของเนื้อ โดยเมื่อระยะเวลาในการซูวีดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความเคี้ยวได้และความยืดหยุ่นลดลงด้วย เนื่องจากเนื้อมีความนุ่มขึ้นและความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง จึงทำให้การคืนรูปของเนื้อจากแรงกดทับลดลง (Karki และคณะ, 2022)

นอกจากนี้งานวิจัยของ Pongsetkul และคณะ (2024) พบว่าเนื้ออกไก่ที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชั่วโมง มีค่าความแข็งและความเคี้ยวได้ต่ำที่สุดที่อุณหภูมิที่ใช้ในการซูวีดเดียวกัน และจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในซูวีดลดลง เนื่องจากกล้ามเนื้อจะค่อยๆอ่อนตัวลง เมื่อใช้อุณหภูมิในการซูวีดระหว่าง 60-70 °C เป็นเวลานานถึง 3 ชั่วโมง

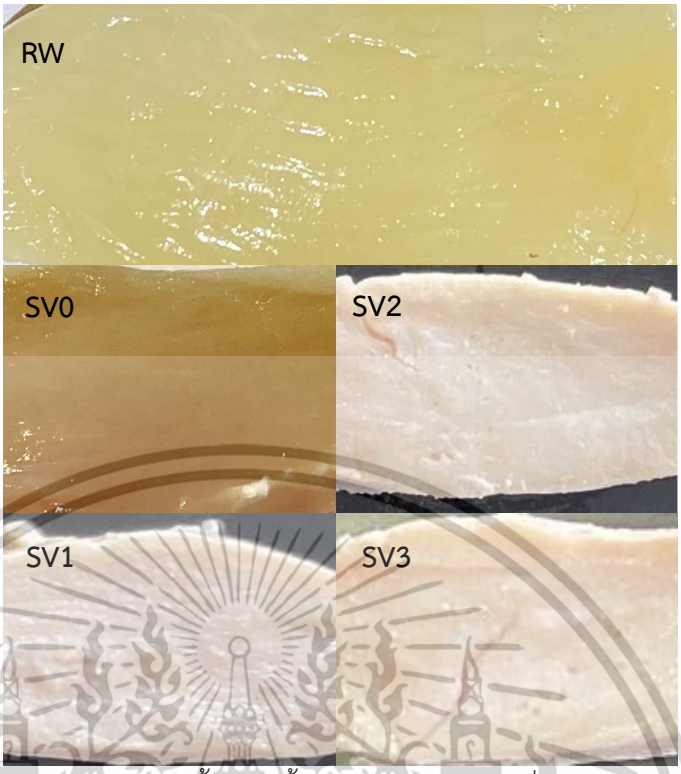
ถึงแม้การใช้ระยะเวลาในการซูวีดนานจะทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น แต่ก็ทำให้เนื้อมีความชุ่มฉ่ำลดลงด้วย (Kurp และคณะ, 2022) เนื่องจากการหดตัวของไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน ทำให้เกิดการขับน้ำออก นอกจากนี้การหดตัวของไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนยังทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย (Sanchez del Pulgar และคณะ, 2012)

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture profile analysis ของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีดแตกต่างกัน

Treatment	Hardness(N)	Springiness	Chewiness(N)
0 hr.	6166.04±2619.01^{a}	0.47±0.03^{c}	2064.87±1356.89^{a}
1 hr.	5140.90±614.24^{ab}	0.55±0.02^{a}	2059.77±565.33^{a}
2 hr.	4800.21±931.82^{ab}	0.55±0.03^{a}	1709.64±403.93^{ab}
3 hr.	4111.02±1061.84^{b}	0.51±0.04^{b}	1156.43±361.05^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-b กำกับที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ภาพตัดขวางเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้เวลาซูวีดแตกต่างกัน

หมายเหตุ RW หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางดิบ

SV0 หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 0 ชั่วโมง

SV1 หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 1 ชั่วโมง

SV2 หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 2 ชั่วโมง

SV3 หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชั่วโมง

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด 3 ชั่วโมง มีค่าความแข็งต่ำที่สุด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มมากที่สุด และจากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางดิบมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่เห็นชัดเจน มีการเกาะตัวกันแน่น และเมื่อเริ่มแรกที่นำไปซูวีดเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีลักษณะที่แน่นขึ้น เนื่องจากการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ จะยังเห็นเส้นใยกล้ามเนื้อชัดเจนอยู่ แต่ความแน่นของเส้นใยกล้ามเนื้อและความชัดเจนของเส้นใยกล้ามเนื้อจะลดลงตามระยะเวลาซูวีดที่เพิ่มขึ้น โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชม. มีลักษณะเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีการคลายตัวมากที่สุด ส่งผลให้เนื้อมีความนุ่มมากกว่าเนื้ออกไก่ที่ใช้ระยะเวลาซูวีดน้อยกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chotigavin และคณะ (2021) พบว่าเนื้อไก่ดิบมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่แน่นกว่าเนื้อไก่ที่ผ่านการซูวีด ยังคงมีเนื้อเกี่ยวพันอยู่ และเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้นส่งผลให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันหดตัว ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยกล้ามเนื้อชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชม. จึงเหมาะสมนำไปใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

4.3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

จากตารางที่ 4.7 พบว่าเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ปริมาณร้อยละ 10 ร่วมกับการซูวีดระยะเวลา 3 ชั่วโมง และเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ได้ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดมีคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความชอบโดยรวมมากกว่าเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ได้ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำอยู่ที่ 7.54, 7.42, 7.64, 7.80 และ 7.58 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงความชอบปานกลาง และความชอบโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 8.00 ซึ่งอยู่ในช่วงชอบมาก เนื่องจากเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด มีรสชาติเข้าถึงเนื้อจากสารละลายน้ำบรายน์ที่ฉีดเข้าไปในเนื้อ มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงและมีค่าความแข็งต่ำ จึงทำให้เนื้อที่ได้มีรสชาติที่ดี มีความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ และเนื่องจากเนื้อผ่านการให้ความร้อนด้วยการซูวีดจนกระทั่งเนื้อออกไก่สุก เมื่อนำมาย่างจึงใช้ระยะเวลาที่สั้น ส่งผลให้มีคะแนนลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมสูงตามไปด้วย ดังภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางย่างที่ไม่ได้ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด (T1) จะเห็นเส้นใยกล้ามเนื้อและช่องว่างระหว่างเส้นใยที่ชัดเจน เส้นใยมีขนาดใหญ่ และมีความหยาบ เนื่องจากเนื้อดิบเมื่อถูกความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะเกิดการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว ส่งผลให้น้ำในเนื้อถูกขับออกมาขณะย่าง จึงเห็นเส้นใยกล้ามเนื้อและช่องว่างระหว่างเส้นใยชัดเจน อีกทั้งยังมีความหยาบจากการไม่มีน้ำในเนื้อ เนื้อที่ได้จึงมีความแห้งแข็ง ในขณะที่เนื้อออกไก่ไข่ปลดระวางย่างที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด (T2) จะเห็นเส้นใยกล้ามเนื้อและช่องว่างระหว่างเส้นใยไม่ชัดเจน มีลักษณะเป็นเส้นเล็กๆ เนื่องจากการละลายและการบวมขึ้นของเส้นใยกล้ามเนื้อจากการฉีดสารละลายน้ำบรายน์ จึงทำให้เห็นเส้นใยกล้ามเนื้อและช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อไม่ชัดเจนจากน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างเส้นใย นอกจากนี้การซูวีดยังช่วยให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวอย่างช้าๆ จึงสามารถเก็บน้ำไว้ในเนื้อได้ เนื้อที่ได้จึงมีความนุ่มชุ่มฉ่ำ ลักษณะเส้นใยกล้ามเนื้อจึงแสดงให้เห็นถึงความนุ่มและความชุ่มฉ่ำของเนื้อ ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เนื่องจากตัวอย่างทั้งสองเป็นเนื้ออกไก่ที่ไม่มีหนังเหมือนกัน แต่สารให้กลิ่นรสส่วนมากจะเป็นสารระเหย (Volatile compound) ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปไขมัน จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างของกลิ่นรส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Werenska (2024) พบว่าเนื้ออกห่านที่มีหนัง มีการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสและกลิ่นสูงกว่าเนื้ออกห่านที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีหนัง ($p \leq 0.05$) จึงทำให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ใช้กระบวนการบรายน์ปริมาณร้อยละ 10 ร่วมกับการซูวีดระยะเวลา 3 ชั่วโมง มากกว่าเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ได้ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

ภาพที่ 4.3 ภาพตัดขวางแสดงเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางย่างที่ไม่ได้ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด และเนื้ออกไก่ที่ใช้กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

หมายเหตุ T1 หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับซูวีดย่าง

T2 หมายถึง เนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับซูวีดย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านกระ กระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดและเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ไม่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

คุณลักษณะ	บรายน์ร่วมกับซูวีด	ไม่ผ่านการบรายน์ร่วมกับซูวีด
ลักษณะปรากฏ	7.54±1.09[a]	6.50±1.34[b]
สี	7.42±1.16[a]	6.68±1.30[b]
กลิ่นรส[ns]	7.32±1.25	7.18±1.42
รสชาติ	7.64±1.31[a]	6.98±1.35[b]
ความนุ่ม	7.80±1.09[a]	5.90±1.71[b]
ความชุ่มฉ่ำ	7.58±0.95[a]	5.72±1.67[b]
ความชอบโดยรวม	8.00±0.67[a]	6.52±1.30[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-b กำกับที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns = non-significant ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีดในอกไก่สำหรับใช้ในธุรกิจบริการอาหาร พบว่าปริมาณน้ำบรายน์และระยะเวลาที่ใช้ในการซูวีดส่งผลต่อ ร้อยละปริมาณผลผลิตและการสูญเสียน้ำหนักหลังกระบวนการซูวีด ค่าสี ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของอกไก่ไข่ปลดระวางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้ออกไก่ไข่ปลดระวางที่ฉีดสารละลายน้ำบรายน์ปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนัก และใช้ระยะเวลาในการซูวีด 3 ชั่วโมง มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่ม ชุ่มฉ่ำ ไม่แห้งเหนียว และเมื่อนำไปทดสอบชิม ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความชอบโดยรวมสูงกว่าเนื้ออกไก่ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด เนื่องจากสารละลายน้ำบรายน์มีส่วนผสมของเกลือและโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสม แต่หากใช้ในปริมาณที่มาก ความเข้มข้นของเกลือสูง จะทำให้โปรตีนเกิดการหดตัวและขับน้ำออกมา ส่วนการซูวีดเป็นการใช้อุณหภูมิต่ำเวลานานในการแปรรูปอาหาร จึงช่วยชะลอการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน ทำให้กล้ามเนื้อค่อยๆอ่อนตัวลงเมื่อใช้เวลาในการซูวีดนานขึ้น จึงทำให้เนื้อมีความนุ่ม ฉ่ำน้ำ มากกว่าการให้ความร้อนแก่เนื้อโดยตรงอย่างเดียว ดังนั้นปริมาณน้ำบรายน์และระยะเวลาในการซูวีดอกไก่ไข่ปลดระวาง ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการคำนวณปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ฉีดในอกไก่ไข่ปลดระวาง เพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์
2. การนำงานวิจัยไปต่อยอดสู่กระบวนการผลิตเชิงพาณิชย์ โดยผู้ประกอบการฟาร์มไก่ไข่หรือพ่อค้าคนกลางสามารถนำเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมาแปรรูปด้วยกระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด เพื่อนำไปจำหน่ายให้กับผู้ประกอบการธุรกิจบริการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมลทิพย์ กรรไพเราะ และภารดี พละไชย. 2564. การปรับปรุงเนื้อสัมผัสอกไก่เบตงพร้อมรับประทาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กรรวีร์ พิสันเทียะ. 2559. การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตพร้อมบริโภคในรีทอร์ทเพาช์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กานดา ล้อแก้วมณี และชลัท ทรงบุญธรรม. 2560. การเลี้ยงไก่ไข่ของประเทศไทย. เอกสารเผยแพร่ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ.

คณัณสิณี คงมะกล่ำ. 2564. การสำรวจปริมาณโปรตีนและกลูโคสในผลิตภัณฑ์อกไก่ปั่นพร้อมดื่ม. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์. 2561. การใช้การซูวีดร่วมกับความดันเพื่อการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธัชนนท์ ชิตสกุล. 2554. ผลของการแปรรูปด้วยความดันสูงต่อคุณภาพของเนื้อไก่สด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เบญญาภา รัตนโรจน์ตระกูล. 2563. คุณลักษณะของเนื้ออกไก่ในระหว่างกระบวนการซูวีดร่วมกับความดัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปางวลัย พูลทวี. 2561. 101: สารพัดส่วนไก่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://themomentum.co/chicken-101/. 28 ธันวาคม 2567.

พัชรินทร์ ภักดีฉนวน และประกายแก้ว โกมลตรี. 2555. ผลของสารหมักเนื้อ และเทคนิค Sous Vide ต่อคุณภาพของไก่กอและพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การ อาหารและโภชนาการ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2559. การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน. [ออนไลน์].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าถึงได้จาก:
https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0936/proteindenaturation-การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน. 10 เมษายน 2566.

ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ, จุฑาทิพย์ สุ่นสา, ปิยากร ดวงจินดา, พชร ศรีสุขสวัสดิ์, จันทร์จิรา สิทธิยะ และมนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี. 2563. ประสิทธิภาพของน้ำสับปะรดร่วมกับสารละลายเกลือต่อคุณสมบัติด้านการบริโภคของเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง. วารสารแก่นเกษตร. 48(1): 215-220.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุภาพร โพนตุแสง. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันโดยวิธีการนวดสุญญากาศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

อังสุมา แก้วคต, ณัฐภัทรา ภมรสูต, ณัฐวรรณ คงกระพัน, ณันญรัตน์ คุ้มครอง และอัจฉรา ขยัน. 2563. การเปรียบทียบเปอร์เซ็นต์ซาก ปริมาณคอเลสเตอรอล และคอลลาเจนในเนื้อไก่ไข่ที่อายุ 75 และ 80 สัปดาห์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 51: 55-65.

Abdalla, H., Ali, N., Siddig, F. and Ali, S. 2013. Improving tenderness of spent layer hens meat using papaya leaves (*Carica papaya*). Pakistan Veterinary Journal. 33: 73-76.

Alahakoon, A.U., Oey, I., Bremer, P. and Silcock, P. 2019. Process optimization of pulsed electric fields pre-treatment to reduce the sous vide processing time of beef briskets. International Journal of Food Science and Technology. 54(3): 823-834.

Alarcon-Rojo, A.D., Janacua, H., Rodriguez, J.C., Paniwnyk, L. and Mason, T.J. 2015. Power ultrasound in meat processing. Meat Science. 107: 86-93.

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.

Anna Anandh, M. and Annal Villi, R. 2018. Quality and acceptability of restructured spent hen meat nuggets prepared from spent hen meat emulsion and ground spent hen meat batter. International Journal of Current Microbiology Applied Sciences. 7(2): 220-225.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ayub, H. and Ahmad, A. 2019. Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. International Journal of Gastronomy and Food Science. 17: 100145.

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

Bae, S. M., Cho, M. G., Hong, G. T. and Jeong, J. Y. 2018. Effect on NaCl concentration and cooking temperature on the color and pigment characteristics of presalted ground chicken breasts. Korean Journal for Food Science of Animal Resources. 38(2): 417-430.

Barat, J.M., Alino, M., Fuentes, A., Grau, R. and Romero, J.B. 2009. Mesurement of swelling pressure in pork meat brining. Journal of Food Engineering. 93(1): 108-113.

Bhaskar, N., Sachindra, N., Modi, V., Sakhare, P. and Mahendrakar, N. 2006. Preparation of proteolytic activity rich ginger powder and evaluation of its tenderizing effect on spent-hen muscles. Journal of Muscle Foods. 17(2): 174-184.

Botinestean, C., Keenan, D.F., Kerry, J.P. and Hamill, R.M. 2016. The effect of thermal treatments including sous-vide, blast freezing and their combinations on beef tenderness of M. semitendinosus steaks targeted at elderly consumers. LWT Food Science and Technology. 74: 154–159.

Charunet, N. and Kerdpiboon, S. 2024. “Effect of brine pretreatment on physical properties of sous-vide spent laying hen breast.” 241-248. In **the 26th Food Innovation Asia Conference 2024.** Bangkok : Food Science and Technology Association of Thailand (FoSTAT).

Chotigavin, N., Kerr, W. L., Klaypradit, W. and Kerdpiboon, 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 Kerdpiboon, S. 2021. Sous-vide meat properties as a function of physical and surface changes during processing. Asia-Pacific Journal of Science and Technology. 27: 1-10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Christensen, L., Ertbjerg, P., Dall Aaslyng, M. 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.

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.

Dominguez-Hernandez, E., Salaseviciene, A. and Ertbjerg, P. 2018. Low-temperature longtime cooking of meat: eating quality and underlying mechanisms. Meat Science. 143: 104–113.

Du, L., Zhou, G., Xu, X. and Li, C. 2010. Study on kenetics of mass transfer in water-boiled salted duck during wet-curing. Journal of Food Engineering. 100: 578-584.

Ergogdu, B.S., Ergogdu, F. and Ibrahim Ekiz, H. 2007. Influence of Sodium Tripolyphosphate (STP) treatment and cooking time on cook losses and textural properties of red meats. Journal of Food Process Engineering. 30(6): 685-700.

Faithong, J., Raksakulthai, N. and Chaiyawat, M. 2006. Effect of phosphates and salt on yield and quality of cooked white shrimp (*Penaeus vannamei*). Kasetsart journal. 40: 108-116.

Fan, H. and Wu, J. 2022. Conventional use and sustainable valorization of spent egg-laying hens as functional foods and biomaterials: A review. Bioresources and Bioprocessing. 9(43): 1-18.

Feiner, G. 2006b. Meat products handbook e Practical science and technology. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Gambaro, A., Panizzolo, L.A., Hodos, N., Rosa, G.D., Barrios, S., Garmendia, G., Gago, C. and Martinez-Monzo, J. 2023. Influence temperature and time in sous-vide cooking on physicochemical and sensory parameters of beef shank cuts. International Journal of Gastronomy and Food Science. 32: 100701.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Geileskey, A., King, R. D., Corte, D., Pinto, P. and Ledward, D. A. 1998. The kenetics of cooked meat haemoprotein formation in meat and model systems. Meat Science. 48: 189-199.

Gordana, K., Zlata, K., Manuela, G. and Danica, H. 2018. Quality of chicken meat. Animal Husbandry and Nutrition. 63-94.

Graiver, N., Pinotti, A. and Zaritzky, N. 2006. Diffusion of sodium chloride in pork tissue. Journal of Food Engineering. 77(4): 910-918.

Hipgrave, D.B., Chang, S., Li, X. and Wu, Y. 2016. Salt and sodium intake in China. The Journal of the American Medical Association. 135(7): 703-705.

Ismail, I., Hwang, Y. H., and Joo, S. T. 2019a. Effect of different temperature and time combinations on quality characteristics of sous-vide cooked goat gluteus medius and biceps femoris. Food and Bioprocess Technology. 12: 1000–1009.

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.

Kantale, R.A., Kumar, P., Mehta, N., Chatli, M.K., Malav, O.P., Kaur, A. and Wagh, R.V. 2019. Comparative efficacy of synthetic and natural tenderizers on quality characteristics of restructured spent hen meat slices (RSHS). Food Science Animal of Resources. 39(1): 121.

Karki, R., Bremer, P., Silcock, P. and Oey, I. 2022. Effect of sous vide processing on quality parameters of beef short ribs and optimization of sous vide time and temperature using third-order multiple regression. International Journal of Food and Bioprocess Technology. 15: 1629-1646.

Kartikasari, L. R., Hertanto, B. S. and Nuhriawangsa, A. M. P. 2023. Omega-3 profiles and chemical substances of chicken meat fed diets containing purslane (*Portulaca oleraceae*) meal rich in omega-3 fats. Food Research 7. 1: 35-41.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kerdpiboon, 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.

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. Korean Journal for Food Science of Animal Resources. 37(5): 626- 634.

King, N. J., and Whyte, R. 2006. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. Journal of Food Science, 71, R31–R40.

Kumar, A., Mendiratta, S.K., Ratan Sen, A., Kandeepan, G., Talukder, S., Soni, A., Irshad, A. and Kumar, S. 2015. Preparation and storage stability of meat spread developed from spent hens. Veterinary World. 8(5): 651-655.

Kurp, L., Danowska-Oziewicz, M. and Klebukowska, L. 2022. Sous vide cooking effect on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of pork loin. Applied Sciences. 2022, 12, 2365.

Llave, Y., Shibata-Ishiwatari, N., Watanabe, M., Fukuoka, M., Hamada-Sato, N. and Sakai, N. 2018. Analysis of the effects of thermal protein denaturation on the quality attributes of sous-vide cooked tuna. Journal of Food Processing and Preservation. 42 (1): e13347.

Lopez, K., Schilling, M. W., Armstrong, T. W., Smith, B. S. and Corzo, A. 2012. Sodium chloride concentration affects yield, quality and sensory acceptability of vacuum-tumbled marinated broiler breast fillets. Poultry Science. 91: 1186-1194.

Monstermom. 2021. การหมักเนื้อ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.monstermom.net/?p=5424. 10 พฤษภาคม 2566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moholisa, E., Roodt, E., Bothma, C., de Witt, F. and Hugo, A. 2014. The effect of brine injection level on moisture retention and sensory properties of chicken breast meat. International Congress of Meat Science and Technology. 308-310.

Naveena, B.M., Khansole, P.S., Shashi Kumar, M., Krishnaiah, N., Kulkarni, V.V. and Deepak,S. 2017. Effect of sous-vide processing on physicochemical, ultrastructural, microbial and sensory changes in vacuum packaged chicken sausages. Food Science and Technology International. 23 (1): 75–85.

Ortuno, J., Mateo, L., Rodriguez-Estrada, M. T. and Banon, S. 2021. Effect of sous vide vs grilling methods on lamb meat colour and lipid stability during cooking and heated display. Meat Science. 171: 108287.

Oz, F. and Seyyar, E. 2016. Formation of heterocyclic aromatic amines and migration level of bisphenol-A in sous-vide cooked trout fillets at different cooking temperatures and cooking levels. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 64 (15): 3070–3082.

Ozuna, C., Puig, A., Garcia-perez, J.V., Mulet, A. and Carcel, J.A. 2013. Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and texture properties of pork meat (Longisssimus dorsi) brined at different NaCl concentrations. Journal of Food Engineering. 119: 84-93.

Park, C.H., Lee, B., Oh, E., Kim, Y.S. and Choi, Y.M. 2020. Combined effects of sous-vide cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat. Poultry Science. 99: 3286-3291.

Petracci, M., Bianchi, M., Mudalal, S. and Cavani, C. 2013. Functional ingredients for poultry meat products. Trends in Food Science and Technology. 33: 27-39.

Pietrzyk, S., Juszczak, L., Fortuna, T., qabanowska, M., Bidzinska, E. and B1oniarczyk, K. 2012. The influence of Cu (II) ions on physicochemical properties of potato starch oxidised by hydrogen peroxide. Starch/Starke. 64: 272-280.

Pongsetkul, J., Saengsuk, N., Siriwong, S., Thumanu, K., yongsawatgigul. and Benjakul, S. 2024. A comprehensive study of sous-vide cooked Korat chicken breast processed by various conditions: texture, compositional/structural changes and consumer acceptance. Poultry Science. 103: 103495.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ramane, K., Strautniece, E. and Galoburda, R. 2012. Chemical and sensory parameters of heat treated vacuum-packaged broiler and hen fillet product. Proceeding of Latvia University of Agriculture. 27(1): 54-58.

Roldan, M., Antequera, T., Martin, A., Mayoral, A. I. and 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.

Rezler, R., Krzywdzinska-Bartkowiak, M. and Piatek, M. 2023. The influence of the sous vide cooking time on selected characteristics of pork loin. Molecules. 28: 6102.

Sanchez del Pulgar, J., Gazquez, A. and Ruiz-Carrascal, J. 2012. Phycico-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.

Sarkar, B.K. Upadhyay, S., Gogoi, P., Choudhury, S. and Deuri, D. 2020. Utilization of spent hen in food industry-A review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9(7): 1442-1451.

Seidler, E. 2003. Egg marketing-a guide for the production and sale of eggs. Chapter 1-Egg production. FAO Agricultural Services Bulletin.

Sila, D. N., Smout, C., Elliot, F., Loey, A. V., and Hendrickx, M. 2006. Non-enzymatic depolymerization of carrot pectin: Toward a better understanding of carrot texture during thermal processing. Journal of Food Science, 71(1): E1–E9.

Silva, F.A., Ferreira, V.C., Madruga, M.S. and Estévez, M. 2016. Effect of the cooking method (grilling, roasting, frying and sous-vide) on the oxidation of thiols, tryptophan, alkaline amino acids and protein cross-linking in jerky chicken. Journal of Food Science and Technology. 53 (8): 3137–3146.

Singh, P., Sultan, Z., Pandey, V. K. and Singh, R. 2023. Sous vide processing for food quality enhancement: A review. Food and Humanity. 1: 543-552.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Song, X., Zhu, W., Li, Z. and Zhu, J. (2010). Characteristics and application of octenyl succinic anhydride modified waxy corn starch in sausage. Starch/Starke. 62: 629-636.

Supaphon, P., Kerdpiboon, S., Venien, A., Loison, O., Sicard, J., Rouel, J. and Astruc, T. 2021. Structural changes in local Thai beef during sous-vide cooking. Meat Science. 175: 108442.

Timgren, A., Rayner, M., Dejmek, P., Marku, D. and Sjoo, M. 2013. Emulsion stabilizing capacity of intact starch granules modified by heat treatment or octenyl succinic anhydride. Food Science and Nutrition. 1: 117-124.

Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Bogason, S. G. and Kristbergsson, K. 2004. The effect of various salt concentrations during brine curing of cod (Gadus morhua). International Journal of Food Science and Technology. 39: 79-89.

Trbovich, V.R. 2017. The Effects of Sous-Vide Cooking on Tenderness and Protein Concentration in Young Fed Beef and Cow Semitendinosus Muscles. The Ohio State University.

Villamonte, G., Simonin, H., Duranton, F., Cheret, R. and Lamballerie de, M. 2013. Functionality of pork meat proteins: Impact of sodium chloride and phosphates under high-pressure processing. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 18: 15-23.

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.

Wang, J., Yang, P., Han, D., Huang, F., Li, X., Song, Y., Wang, H., Liu, J., Zheng, J. and Zhang, C. 2022. Role of intramuscular connective tissue in water holding capacity of porcine muscles. Foods. 11(3): 3835.

Wang, R., Lai, J., Xu, G., Zheng, C., Mao, Z. and Zheng, J. 2024. Quality assessment of spent laying hens and analysis of influencing factors. Poultry Science. 104(1): 104596.

Wang, J., Huang, X., Zhang, Y., Li, S., Dong, X. and Qin, L. 2023. Effect of sodium salt on meat products and reduction sodium strategies-A review. Meat Science. 205: 109296.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Werenska, M. 2024. Effect of different sous-vide cooking temperature-time combinations on the functional and sensory properties of goose meat. Poultry Science. 103(6): 103701.

Wongwiwat, P. and Wattanachant, S. 2014. Effect of sigar types on physical attributes and crystalline structure of sweet-dried chicken meat product. International Food Research Journal. 21(6): 2285-2291.

Xiong, Y.L. 2005. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. Food Research International. 38(3): 281-287.

Xue, S., Zou, Y., Chen, X. and Yang, H. 2016. Effects of sodium tripolyphosphate on functional properties of low-salt single-step high-pressure processed chicken breast sausage. International Journal of Food Science and Technology. 51(9).

Zavadlav, S., Blažić, M., Van de Velde, F., Vignatti, C., Fenoglio, C., Piagentini, A. M., Pirovani, M. E., Perotti, C. M., Bursać Kovačević, D., & Putnik, P. 2020%. Sous-vide as a technique for preparing healthy and high-quality vegetable and seafood products. Foods, 9(11), 1537.

Zhang, D., Li, H., Wu, L. and He, Z. 2017. Research progress on reducing sodium chloride content in meat product. Food and Fermentation Industries. 43(11): 238-243.

Zhang, M., Chen, M., Fang. F., Fu, C., Xing, S., Qian, C., Liu, J., Kan, J. and Jin, C. 2022. Effect of sous vide cooking treatment on the quality, Structural properties and flavor profile of duck meat. International Journal of Gastronomy and Food Science. 29: 100565.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ

ผลิตภัณฑ์ อกไก่ไข่ปลดระวางที่ผ่านกระบวนการบรายน์ร่วมกับการซูวีด

ชื่อ.....วันที่.....ชุดที่.....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่าง ตามลำดับที่นำเสนอจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

คะแนน : 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

คุณลักษณะ	**รหัสตัวอย่าง**	
	.....	.....
ลักษณะปรากฏ		
สี		
กลิ่นรส		
รสชาติ		
ความนุ่ม		
ความชุ่มฉ่ำ		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวณัฐพร จารุเนตร
วันเดือนปีเกิด	3 สิงหาคม พ.ศ. 2540
เพศ	หญิง
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตติ์ จังหวัดชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 30/18 หมู่ 6 ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110
สัญชาติ	ไทย
E-mail	Natthaphon_char@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2565-ปัจจุบัน	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการบริการอาหารและการจัดการ คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2559-2563	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาศิลปะการประกอบอาหารและการจัดการครัว วิทยาลัยดุสิตธานี
2556-2559	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง

ประสบการณ์และผลงานวิจัย

2565-ปัจจุบัน	ผู้ช่วยสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก บางพระ
2567	Charunet, N. and Kerdpiboon, S. 2024. “Effect of brine pretreatment on physical properties of sous-vide spent laying hen breast.” 241-248. In **the 26th Food Innovation Asia**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conference 2024. Bangkok : Food Science and Technology Association of Thailand (FoSTAT).

2564-2565 Cook helper โรงแรมฮอลิเดย์อิน สวีท ศรีราชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The 26th Food Innovation Asia Conference 2024: Food Innovation: Trends, Impacts and Solutions for a Sustainable Future 13-14 June 2024, BITEC, Bangkok, THAILAND

Effect of Brine Pretreatment on Physical Properties of Sous-vide Spent Laying Hen Breast

BP-P067

Natthaphon Charunet[1], Soraya Kerdpiboon[2*]

[1] Foodservice Technology and Management, School of Food Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand. 65086008@kmitl.ac.th 2Food Science and Technology, School of Food Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand. E-mail: soraya.ke@kmitl.ac.th

Keywords

Spent laying hen
Brining
Sous-vide

***Correspondence**

Food Science and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand, E-mail: soraya.ke@kmitl.ac.th

ABSTRACT

Spent laying hen is a chicken that reach the end of their egg-laying cycle. Its meat is tough, while it is rich with protein and other nutrients. This research observed the effect of brine pretreatment on properties of sous-vide spent laying hen's breast. The breast was injected with a brine solution at the levels of 0, 5, 10, and 15% by weight before sous vide cooking at 60°C for 1.5 hr. The sous-vide yield, sous-vide loss, color parameters (L*, a*, b*), water holding capacity (WHC) and texture of samples were measured. It was found that brine solution affects sous-vide yield, sous-vide loss, color parameters, WHC, springiness and chewiness of chicken breast ($p \leq 0.05$). However, there was no significant difference in hardness of samples ($p > 0.05$). The results indicated that chicken breast injected with 10% of brine solution showed the highest value in sous-vide yield percentage, lightness and WHC. In contrast, its showed the lowest value in sous-vide loss percentage, redness, springiness and chewiness, compared to other conditions. This experiment could provide the benefits in the market value of spent laying hen and increase the consumer acceptance.

1. INTRODUCTION

Spent laying hen (*Gallus gallus domesticus*) is the chicken that reaches the end of laying cycles. It has less juiciness and tenderness due to high degrees of cross linkages and hence it is limited in economic values (1). In general, spent laying hen is distributed to food processing for rendering into meatball, emulsion sausage or jerky (2). In the western society, they treated the spent laying hen as a by-product disposed by burial, incineration, composting (as fertilizers), rendered to animal feed and pet food, which either create little market value or cause animal welfare and environmental concerns (3). However, spent laying hen is rich in fat and cholesterol content (1), while it is limited in its textural properties. Possibility to improve the texture of spent laying hen and recall back in consumption by human is desired.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In meat and meat qualities researches, both traditional and innovative techniques have been studied to improve textural properties and nutritional value as well as flavor and consumer acceptance of the meat and meat products (4,5). Brining solution has been proved to increase those mentioned properties (6). The injection of sodium chloride into the meat increasing the ionic strength of muscle tissue, denatures the proteins and changing their molecular structure (4). Extraction and solubilization of this muscle protein contribute to meat particle binding, fat emulsification, and water-holding capacity, and thus, it reduces cook losses and improves quality and texture (6). Lopez et al. (5) found that NaCl concentration up to 1.0% increased moisture retention in chicken breast meat during the cooking process. Moreover, using low cooking temperature could maintain juiciness, optimize flavor, color and maximize nutrient levels, while reducing the level of lipid deterioration and protein damage compared with traditional cooking methods (7). Sous-vide cooking is a pasteurization method that placed in heat-stable vacuumized pouches and containers at low temperature between 49 and 71°C for long time and then cooled to 0–3 °C for refrigerated storage (8). There are maximizes the transformation of collagen to gelatin in meat materials, which can significantly enhance the tenderness of meat product, particular in meat having high content of connective tissue. In addition, Sous-vide can minimize shrinkage and moisture loss of the meat (9). Kerdpiboon et al. (10) found that chicken breasts sous-vide cooked at 60°C for 3 to 5 h. had the lowest hardness and chewiness, but the highest value in springiness. The objective of this research is to study the effect of brining treatment on properties of sous-vide spent laying hen.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Meat preparation

Spent laying hen breasts were purchased from Bangpra market in Chonburi, Thailand. The chicken breast was cut, removed the skin, trimmed and weighed approximate 70 g of each breast. The breast was packed in plastic bag and stored overnight at a refrigerated temperature of 4°C before used.

2.2 Brine solution preparation

The brine solution was prepared by mixing the 15 g of NaCl, 10 g of $Na_5P_3O_{10}$ and 7 g of sugar. Then dissolved all ingredients in 1 L of water. The brine was stored at refrigerator before used in the experiment.

2.3 Brine injection treatment and sous-vide process

The samples from 2.1 were injected with brine solution at levels of 0, 5(0.05% NaCl), 10(0.11% NaCl) and 15%(0.16% NaCl) by weight of breast. The samples were vacuumed packed in vacuum bags (Nylon/LLDPE) and then stored at 4°C for 24 hr before sous-vide cooking in a water bath at 60°C for 1.5 hr. Then, samples cooled at 4°C for 30 min.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Properties determination

2.4.1 Sous-vide yield and loss

The sous-vide yield and sous vide loss were calculated from the mass difference before and after cooking (10). Percentage of Sous-vide yield and Sous-vide loss were calculated using equations (1) and (2), respectively.

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

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

2.4.2 Color measurement

The color of sample was measured using a colorimeter (R-400, Konica Minolta, Japan) equipped with a standard illuminant D65 and presented in terms of L^*(lightness), a^*(redness) and b^*(yellowness). At each condition, chicken breast color was measured at 1 area of inner and 3 areas of outer meat. Each treatment was measured in 5 replicate samples.

2.4.3 Texture profile analysis

Sample after cooking was cut into 1.5x1.5x1.5 cm. in vertical of muscle fibers. Texture was measured using a texture analyzer (TA-XT plus, England) and compressed with P/50. Texture parameters for hardness, chewiness and springiness were following the method described by Roldan et al. (11). Test settings were modified as follow; pretest speed of 1 mm/s, test speed of 2 mm/s, posttest speed of 2 mm/s, 20% strain, relaxation time of 5 and force of 5 g.

2.4.4 Water holding capacity

The water holding capacity of samples were measured using Filter Paper Press Method (FPPM) (12). Samples after cooking were minced. The 0.3 g of minced sample was put on filter paper and compressed for 5 min. Water holding capacity was calculated from area of the ring of fluid as described in equation (3).

$$\text{Area of the ring of fluid} = A_1 - A_2 \quad (3)$$

Where A_1 is area from center point to outer edge of ring and A_2 is sample placement area.

2.5 Statistical analyses

The effect of brine concentration was analysed by using one-way analysis of variance (ANOVA) with SPSS software. A significance difference test at 95% confidence level ($P \leq 0.05$) was applied to test differences of evaluated parameters. The Duncan's test was used to determine the differences between samples.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Sous-vide yield and sous-vide loss

Results of sous-vide yield and sous-vide loss was shown in Figure 1. It was found that injection of brine solution into chicken breasts at level of 0-10% weight of sample increased sous-vide yield and decrease sous-vide loss. However, after injected the 15% of brine solution, the sous-vide yield of sample was decreased, whereas sous-vide loss increased. Sodium chloride in brine solution can increased the ionic strength of muscle tissue and induce meat absorbed more water (4). Moreover, the concentration and optimization of salt solution affected cooking yield and cooking loss of meat (13) and this might be reduced sous-vide cooking yield of chicken breast. The higher injection levels the muscle fibers could not hold the excess water injected into meat. In addition, higher concentration of NaCl may cause the stronger protein-protein bonds. Addition of high concentration of salt increased the ionic strength. The salt ions are removed water from around the protein cause protein aggregation and dehydration (14,15).

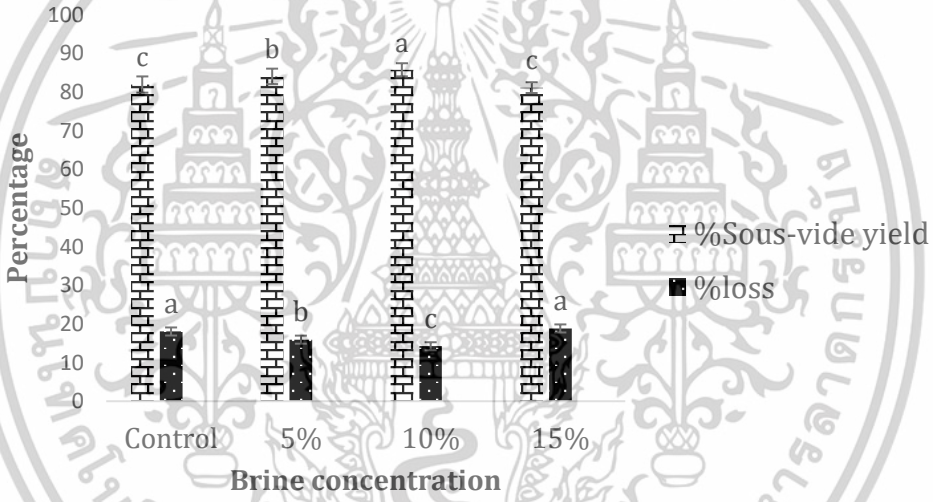


Figure 1. Percentage of sous-vide yield and loss of spent laying hen's breast affected by brine solution with different concentration (Sous-vide at 60°C for 1.5 hr).

3.2 Color analysis

In table 1, they showed a slight difference in the color measurements of inner and outer chicken breasts. In the inner, lightness (L*) value was in the range of 82.11-84.40. The chicken breast was injected with brine solution at 10% had the highest lightness compared with other conditions while redness(a*) and yellowness(b*) value were not significantly different (P>0.05). In the outer of chicken breast, redness (a*) was in the range of 1.99-2.82 and yellowness (b*) was in the range of 9.68-10.78, respectively. The highest value of redness and yellowness were observed when injection with brine solution at 0% (control). The large of amount water retained in the meat, causing greater light reflectance and scattering which increased lightness. Bae et al. (16) reported that ground chicken breasts mixed with 0% NaCl had the highest redness and yellowness value and tended to decrease with increasing NaCl concentration due to the NaCl may reduce the redness of cooked products by promoting oxidative conditions and denaturing myoglobin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Color of inner and outer spent laying hen breast as affected by brine solution with different concentration (Sous-vide at 60°C for 1.5 hr)

Treatment	0% Brine	5% Brine	10% Brine	15% Brine
Inner				
L*	82.11±1.08^{b}	83.44±2.49^{ab}	84.40±1.09^{a}	82.84±0.92^{b}
a*^{ns}	3.16±0.89	3.16±1.07	2.57±2.40	2.54±0.57
b*^{ns}	7.63±1.11	7.31±0.81	7.00±1.10	6.91±0.50
Outer				
L*^{ns}	79.90±1.22	80.71±1.30	80.86±0.91	80.56±0.90
a*	2.82±0.79^{a}	2.70±0.90^{ab}	2.00±0.47^{b}	2.28±0.82^{ab}
b*	10.78±1.46^{a}	9.68±0.65^{b}	9.91±0.62^{b}	10.41±0.60^{ab}

*Values within a column not followed by the same superscript indicate significant difference ($p \leq 0.05$). Values are presented as mean ±SD ($n=5$)

3.3 Water holding capacity (WHC)

The sample injected with a 10% brine solution exhibited the highest WHC while the sample injected with a 15% brine solution has the lowest WHC when compared to the other conditions (Table 2). The increase of brine concentration, which is increased ionic strength, caused the swelling of muscle fiber, increased extractability and solubility of myofibrillar protein and increased the water holding capacity loss (17). Thorarinsdottie et al. (14) stated that at higher salt concentration, proteins had probably denatured that led to less WHC and dehydration of the muscle. Graiver et al. (6) reported that meat was immersed in NaCl 5 g/l causing the essential structure of the myofibrils appeared to be intact. Fibers immersed in NaCl 140g/l showed a swelling while NaCl 330 g/l produced fragmented and dehydrated fibers with a granular appearance.

Ozuna et al. (18) reported that dehydration of meat sample treated in saturated brine (280 Kg/m^3), which was a high brine concentration, increased the osmotic effect due to the salting out phenomenon produced by the insolubilization of proteins that resulted decrease the WHC. On the other hand, the hydration of meat sample treated at the lowest brine concentration (50 Kg/m^3) was not affected the osmotic pressure and the salting in phenomenon.

3.4 Texture profile analysis

The sample that was injected with a brine solution at a concentration of 10% exhibited the lowest value of hardness and chewiness ($p \leq 0.05$). However, there was no significant difference in springiness ($p > 0.05$) (Table 2). The hardness and chewiness were affected by the amount of water in meat. Salt and sodium tripolyphosphate increased the water holding capacity. As a result, the lower force was used to compressed on the meat when compared to chicken breasts without salt and sodium tripolyphosphate in brine solution (19).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2. Water holding capacity and texture of spent laying hen breast as affected by brine solution with different concentration (Sous-vide at 60°C for 1.5 hr)

Treatment	Water holding capacity (%)	Hardness (N)	Springiness^{ns}	Chewiness (N)
0% Brine	14.90±2.79^{b}	4011.28±303.26^{b}	0.53±0.02	1334.06±203.64^{a}
5% Brine	16.33±2.67^{ab}	4193.56±524.90^{ab}	0.51±0.03	1214.16±215.71^{ab}
10% Brine	17.49±1.92^{a}	2962.28±497.38^{c}	0.53±0.05	1133.45±81.01^{b}
15% Brine	12.34±2.28^{c}	4588.12±697.08^{a}	0.55±0.03	1374.67±277.71^{a}

*Values within a column not followed by the same superscript indicate significant difference ($p \leq 0.05$). Values are presented as mean ±SD (*n=10*)

4 CONCLUSIONS

The concentration of brine solution affected the physical properties of sous-vide cooked brined chicken breast. The appropriate of brine concentration could retain the water content of chicken breasts, resulting in increased the sous-vide yield percentage, lightness and WHC. While sous-vide loss percentage, redness, yellowness, hardness, and chewiness were decreased. The chicken breast injection with a brine solution of 10% by weight of sample produced chicken meat with the highest sous-vide yield, lightness value, WHC and the lowest sous-vide loss, redness value, hardness and chewiness. The data from this research can be use to improved the tenderness and juiciness of spent laying hen's breast, which is increased the value of chicken meat.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank School of Food Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang for providing instruments.

6 REFERENCES

[1] Sarkar, B. K., Upadhyay, S., Gogoi, P., Choudhury, S., & Deuri, D. (2020). Utilization of Spent Hen in Food Industry-A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(7), 1442-1451. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.907.165.

[2] Ruksasiri, B. V., Sunsa, J., Duangjinda, P., Srisuksawad, P., Sittiya, J., & Nopparatmaitee. (2020). A Study on the Efficiency of Pineapple Juice Together with Salt Solution on Consumption Properties of Spent Laying Hens. Khon Kaen Agriculture Journal, 48(1), 215-220.

[3] Fan, H., & Wu, J. (2022). Conventional Use and Sustainable Valorization of Spent Egg-Laying Hens as Functional Foods and Biomaterials: A review. Bioresources and Bioprocessing, 9, 43. https://doi.org/10.1186/s40643-022-00529-z.

[4] Astruc, T. (2014). Muscle Structure and Digestive Enzyme Bioaccessibility to Intracellular Compartments. In M. Boland, M. Golding, & H. Singh (Eds.), Food Structure, Digestion, and Health (pp. 193-222). London: Academic Press.

[5] Lopez, K., Schilling, M. W., Armstrong, T. W., Smith, B. S., & Corzo, A. (2012). Sodium Chloride

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Concentration Affects Yield, Quality, and Sensory Acceptability of Vacuum-Tumbled Marinated Broiler Breast Fillets. Poultry Science, 91, 1186-1194. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01733.

[6] Graiver, N., Pinotti, A., Califano, A., & Zaritzky, N. (2006). Diffusion of Sodium Chloride in Pork Tissue. Journal of Food Engineering, 77(4), 910-918. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.018.

[7] Supaphon, P., Astruc, T., & Kerdpiboon, S. (2020). Physical Characteristics an Their Relationship with Surface-physical Properties of Thai Local Beef during Sous-VideProcessing. Agriculture and Natural Resources, 54, 25-32. https://doi.org/10.34044/j.anres.2020.54.1.04.

[8] Chotigavin, N., Kerr, W. L., Klaypradit, W., & Kerdpiboon, S. (2023). Novel Sous-Vide Pressure Technique Affecting Properties of Lacal Beef Muscle. LWT, 175, Article 114439. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114439.

[9] Maheswarappa, N. B., Mohan, K., & Jagadeesh, D. S. (2016). Meat Products Packaging. Reference Module in Food Science. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03221-2.

[10] Kerdpiboon, S., Suraphantapisit, N., Pongpaew, P., & Srikalong, P. (2019). 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(2), 156-166. https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2019.0012.

[11] Roldan, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I., & Ruiz, J. (2013). Effect of Different Temperature–Time Combinations on Physicochemical, Microbiological, Textural and Structural Features of Sous-Vide Cooked Lamb Loins. Meat Science, 93(3), 572–578. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.014.

[12] Barge, M. T., Destefanis, G., Pagano Toscano, G., & Brugiapaglia, A. (1991). Two Reading Techniques of The Filter Paper Press Method for Measuring Meat Water-Holding Capacity. Meat Science, 29(2), 183-189. https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90065-X.

[13] Moholisa, E., Roodt, E., Bothma, C., Witt, F. D., & Hugo, A. (2014). The Effect of Brine Injection Level on Moisture Retention and Sensory Properties of Chicken Breast Meat. 60th International Congress of Meat Science and Technology, 308-311.

[14] Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Bogason, S. G., & Kristbergsson, K. (2004). The Effect of Various Salt Concentrations during Brine Curing of Cod (*Gadus morhua*). International Journal of Food Science and Technology, 39, 79-89. https://doi.org/10.1046/j.0950-5423.2003.00757.

[15] Kasinubol, Y. (2004). Medium Optimization for Production and Characterization of Purified Xylanase from Thermophilic Fungus Thermoascus aurantiacus SL16W (Master's thesis, Chiang Mai University). CMUIR. http://cmuir.cmu.ac.th/handle/6653943832/33834.

[16] Bae, S. M., Cho, M. G., Hong, G. T., & Jeong, J. Y. (2018). Effect of NaCl Concentration and Cooking Temperature on the Color and Pigment Characteristics of Presalted Ground Chicken Breasts. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 38(2), 417-430. https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.2.417

[17] Faithong, J., Raksakulthai, N., & Chaiyawat, M. (2006). Effect of Phosphates and Salt on Yield and Quality of Cooked White Shrimp (*Penaeus vannamei*). Kasetsart Journal (Natural Science), 40(6), 108-116.

[18] Ozuna, C., Cárcel, J. A., García-Pérez, J. V., Peña, R., & Mulet, A. (2015). Influence of Brine Concentration on Moisture and NaCl Transpot During Meat Salting. In: Gutiérrez-López, G., Alamilla-Beltrán, L., del Pilar Buera, M., Welti-Chanes, J., Parada-Arias, E., Barbosa-Cánovas, G.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(eds) Water Stress in Biological, Chemical, Pharmaceutical and Food Systems. Food Engineering Series. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2578-0_47

[19] Komoltri, P. (2011). Effect of Meat Curing Ingredients and Sous Vide Technique on Qualities of Ready to Eat Golek Chicken (Master's thesis, Prince of Songkla University). Psukb. http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/8512.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้