การใช้การซูวีดร่วมกับความดัน
เพื่อการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ

APPLICATION OF SOUS-VIDE COOKING COMBINED WITH PRESSURE TO PRODUCE TENDER CHICKEN BREAST FOR ELDERLY

ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์
NUTTAPON SURAPHANTAPISIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-055-304

การใช้การซูวีดร่วมกับความดัน
เพื่อการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ

APPLICATION OF SOUS-VIDE COOKING COMBINED WITH PRESSURE TO PRODUCE TENDER CHICKEN BREAST FOR ELDERLY

ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

NUTTAPON SURAPHANTAPISIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-055-304

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF SOUS-VIDE COOKING COMBINED WITH PRESSURE TO PRODUCE TENDER CHICKEN BREAST FOR ELDERLY

NUTTAPON SURAPHANTAPISIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-AI-M-055-304

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018

AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้การซูวีดร่วมกับความดันเพื่อการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ

APPLICATION OF SOUS-VIDE COOKING COMBINED WITH PRESSURE TO PRODUCE TENDER CHICKEN BREAST FOR ELDERLY

ชื่อนักศึกษา นายณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

รหัสประจำตัว 58608033

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกรุทร	
ดร.สวามินี นวลแขกุล	
รศ.ดร.ระติพร มูลสาร	

วัน / เดือน/ ปีที่ 27 มิถุนายน 2561 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 31 เดือน ก.ค. พ.ศ 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้การซูวีดร่วมกับความดันเพื่อการผลิตเนื้อออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ

ชื่อนักศึกษา นาย ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

รหัสนักศึกษา 58608033

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์

บทคัดย่อ

การใช้การซูวีดร่วมกับความดันเพื่อลดระยะเวลาในการผลิตเนื้อออกไก่นุ่มสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการปรุงอาหารสำหรับผู้สูงอายุ เป็นกระบวนการที่น่าสนใจ งานวิจัยนี้ ศึกษาลักษณะทางกายภาพการเปลี่ยนแปลงของเนื้อออกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1-8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเนื้อออกไก่ต้มแบบทั่วไปโดย ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ปริมาณผลผลิต ความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) น้ำหนักสูญหาย สี ค่าความแข็ง ค่าแรงการเคี้ยว ค่าแรงสปริง และ ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เนื้อออกไก่ซูวีดมีปริมาณผลผลิต ค่า WHC และ ค่าสีแดงลดลง แต่มีน้ำหนักสูญหาย และความสว่างเพิ่มขึ้น ตามลำดับ ขณะที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อออกไก่ซูวีดมีค่าความแข็ง และแรงการเคี้ยวลดลง แต่ค่าแรงสปริงกลับเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่ 1-5 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มเวลาเป็น 6 – 8 ชั่วโมงกลับให้ผลในทางตรงกันข้าม

สำหรับการทดสอบการยอบรับทางประสาทสัมผัสของเนื้อออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ พบว่าการซูวีดเป็นเวลา 3 และ 4 ชั่วโมง ผู้สูงอายุให้คะแนนการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสได้แก่ความนุ่มและความชุ่มฉ่ำและความชอบโดยรวมสูงที่สุด โดยเฉพาะเนื้อออกไก่ซูวีดนาน 4 ชั่วโมงมีค่าความแข็ง 51.92 นิวตัน ค่าแรงสปริง 0.03 และค่าแรงการเคี้ยว 16.34 วินาทีตามลำดับ

การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการซูวีดเนื้อออกไก่ร่วมกับการใช้ความดัน ด้วยการทดลองแบบพื้นผิวตอบสนองโดยวิธี Central Composite Design มี 2 ตัวแปร คือ ที่ช่วงความดัน 0 - 2 บาร์ และช่วงเวลา 2 – 4 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าปัจจัยตอบสนอง ได้แก่ ปริมาณผลผลิต ความสามารถในการอุ้มน้ำ น้ำหนักสูญหาย สี ค่าความแข็ง ค่าแรงการเคี้ยว และค่าแรงสปริง โดยกำหนดให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าสีแดง และ ค่าแรงการเคี้ยว เป็นปัจจัยตอบสนองที่มีอิทธิพลมากที่สุด ผลการทดลอง พบว่า เวลาและความดัน มีอิทธิพลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของเนื้อออกไก่ ซูวีดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้อออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส ร่วมกับการใช้ความดัน คือ การใช้ภายใต้ความดัน 2 บาร์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 33 นาที จะได้เนื้อออกไก่ซูวีดที่มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเป็นร้อยละ 45.02 ค่าสีแดงเป็น 3.38 และค่าแรงการเคี้ยวเป็น 16.20 วินาที ส่งผลให้เนื้อออกไก่ซูวีด มีค่าปัจจัยค่าความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.61 จัดว่าเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ดี

ผลจากการสอบถามผู้บริโภคที่มีต่อการตัดสินใจเลือกเมนูเนื้อออกไก่ซูวีด พบว่าเมนูจากเนื้อออกไก่ที่ผู้บริโภคสนใจบริโภคคือ ไก่อบซอสพริกไทยดำ จากนั้นจึงนำเนื้อออกไก่ซูวีดมาผลิตเป็นเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ และ จากการประเมินความ
ชอบของผู้สูงอายุ พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด ผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ พบว่า ความชื้นร้อยละ 73.86 ไขมันทั้งหมดร้อยละ 1.76 โปรตีนร้อยละ 22.38 คาร์โบไฮเดรททั้งหมดร้อยละ 0.74 ไขมันอิ่มตัวร้อยละ 0.62 และ เถ้าร้อยละ 1.26 นอกจากนี้เนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ 100 กรัม มีโคเลสเตอรอล 63.74 มิลลิกรัม โซเดียม 218.31 มิลลิกรัม แคลเซียม 21.90 มิลลิกรัม เหล็ก 0.38 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.035 มิลลิกรัม และ วิตามินบี 2 0.039 มิลลิกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Application of sous-vide cooking combined with pressure to produce tender chicken breast for elderly

Student Mr. Nuttapon Suraphantapisit

Student ID 58608033

Program Food Service and Catering Technology

Degree Master of Science

Year 2018

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Soraya Kerdpiboon

ABSTRACT

Using of sous-vide combination with pressure to produce tender chicken breast for the elderly was designed to reduce production time and achieved an interesting product. In this study, the changes of chicken breast after sous-vide at cooking temperature of 60 ° C for 1-8 hours were investigated. Analysis of physical properties consisting of cook yield , water holding capacity (WHC) , cooking loss , color (L*, a*, b*), hardness , springiness and chewiness were performed . The results showed that increasing of the sous-vide cooking time induced sample with decreasing of the cook yield , color (a^*) and WHC , while the cooking loss and color (L^*) were increased , respectively. The texture profile of chicken breast sous-vide had a lower hardness and chewiness, whereas the springiness increases in the cooking period of 1-5 hours, however increasing of cooking time 6 - 8 hours, the result were in contrast with first cooking period.

The sensory evaluation by 9-point hedonic scale was used to examine the preference test of chicken breast meat for the elderly. It was found that chicken breast sous-vide cooking at 60 ° C for 3 and 4 hours had highest mean score in tenderness , juiciness and overall liking , compared to other. Chicken breast after sous-vide cooked at 3 and 4 hours had hardness of 51.92 newton , springiness of 0.034 and chewiness 16.34 seconds, respectively.

Studying of sous-vide at temperature of 60 ° C combination with pressure to produce tender chicken breasts was optimized using the response surface methodology (RSM) with central composite design . The experimental was set up using pressure range of 0 – 2 bars and time range of 2 – 4 hours , while responses of cook yield , WHC, cooking loss, color (L* a* b*) , hardness , springiness and chewiness were investigated. WHC , color (a^*) and chewiness were importance response factor for chicken breast. It was found that pressure and time affected physical properties of chicken breast sous-vide cooked with significantly different ($P \leq 0.05$). The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

optimized condition of chicken breast sous-vide at temperature of 60 °C was found to be pressure of 2 bars with sous-vide time of 2 hours 33 seconds, represented composite desirability of 0.61 point (good level). This condition displayed predicted values to chicken breast sous-vide with water holding capacity of 45.02 % and cooking loss of 6.15 %,color (a^*) of 3.376 and chewiness of 16.198 seconds, respectively

Consumer survey in sous-vide chicken breast menu was found that chicken breast sous-vide in black pepper sauce was accepter from elderly. Then this menu was desired for production for sensory evaluation. The result showed that all the attributes had the liking scores of like moderately to like very much. Chemical analytsis of the chicken breast sous-vide in black-pepper sauce were 73.86, 1.76 , 22.38 , 0.74 , 0.62 and 1.26 percent of moisture content,total fat,protein ,total carbohydrate, saturated fat and ash respectively. Besides , 100 grams of product had 63.74 , 218.31 , 21.90, 0.38 , 10.035 and 20.039 milligram of cholesterol , sodium , calcium , iron , vitamin B1 and vitamin B2 , respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์จากหลายท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์ ที่ได้ให้เกียรติมาเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำ ปรึกษา ถ่ายทอดความรู้ แนวคิด ให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินการและดูแลเอาใจใส่ในการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิดเสมอมา รวมถึงการตรวจสอบแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร.ยุพร พืชกมุทร และ ดร. สวามินี นวลแขกุล อาจารย์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง และ รศ.ดร. ระติพร มูลสาร เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจทานแก้ไข ชี้แนะต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเขียนวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยจาก กองทุนวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ รวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการปฏิบัติงานวิทยานิพนธ์เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังแรงใจให้มีมานะอดทนมาโดยตลอดจนทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III
กิตติกรรมประกาศ..... V
สารบัญ..... VI
สารบัญตาราง.....
สารบัญภาพ.....
บทที่ 1 บทนำ .
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 ผู้สูงอายุ..... 3
2.2 กระบวนการซูวีดในผลิตภัณฑ์อาหาร..... 5
2.3 การประยุกต์ใช้ความดันในการแปรรูปอาหาร..... 6
2.4 เนื้ออกไก่ ประโยชน์และคุณภาพเนื้ออกไก่..... 8
2.5 วิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว 12
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 12
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีดาเนินการทดลอง
3.1 วัสดุอุปกรณ์..... 16
3.2 สารเคมี..... 16
3.3 เครื่องมือวิเคราะห์..... 16
3.4 วิธีการดำเนินงาน..... 17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง
4.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้ออกไก่นุ่มที่ผ่านกระบวนการซูวีดซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้สูงอายุ..... 22
4.2 ผลของการซูวีดเนื้ออกไก่ร่วมกับการใช้ความดัน 28
4.3 ผลการสำรวจความต้องการบริโภคเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ..... ... 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.4 ผลการทดสอบความชอบเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ…….. 38
4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการ…….. 40

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการทดลอง…….. 42
5.2 ข้อเสนอแนะ…….. 42

บรรณานุกรม…… 43

ภาคผนวก.. …….. 49
ก. การทดลองเบื้องต้น…… 50
ข. การวิเคราะห์ทางกายภาพ…… 51
ค. การประเมินผลทางประสาทสัมผัส…… 56
ง. ค่าทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้ออกไก่ซูวีด…….. 64

ประวัติผู้วิจัย..... 66

.

.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 พลังงานที่ได้รับจากเนื้อไก่ 100 กรัม (หนึ่งหน่วยบริโภค 302 กิโลแคลอรี) 10

2.2 การใช้อุณหภูมิและเวลาเพื่อการพาสเจอร์ไรซ์เนื้ออกไก่ที่มีไขมันร้อยละ 5 (7 log10 lethality)..... 11

2.3 การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาเพื่อซูวีดเนื้ออกไก่..... 11

3.1 ภาวะที่ใช้ในการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มด้วยกระบวนการซูวีด..... 20

4.1 ปริมาณผลผลิต WHC น้ำหนักสูญหาย และค่าสีของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1–8 ชั่วโมงเปรียบเทียบตัวอย่างควบคุม..... 22

4.2 ค่าสีของน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 – 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที..... 26

4.3 ค่าเฉลี่ย Hardness, springiness และ chewiness ของเนื้ออกไก่ซูวีดที่ 60 องศาเซลเซียส เวลา 1 - 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบ ตัวอย่างควบคุมที่ต้มสุกในน้ำเดือดนาน 25 นาที..... 27

4.4 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส เนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 5 ชั่วโมง 27

4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิต WHC น้ำหนักสูญหาย ค่าสี L* a*และ b* ค่าความแข็ง ค่าแรงการเคี้ยวและค่าแรงสปริงของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสภายใต้ความดัน 0 1 และ 2 บาร์ เป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ..... 29

4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อคุณภาพเนื้ออกไก่สำหรับ Response Surface Quadratic Model..... 30

4.7 สมการที่ทำนายได้จากการใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนองของแต่ละปัจจัย..... 37

4.8 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้ออกไก่ซูวีด..... 36

4.9 คะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจบริโภคเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ..... 38

4.10 จำนวนผู้บริโภคที่ให้ระดับความพึงพอใจบริโภคเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)..... 39

4.11องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการผลิตภัณฑ์เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซ๊อสพริกไทยดำ.... 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

4.1 ปริมาณและสีของน้ำจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 – 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 25 นาที 25

4.2 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ของเนื้ออกไก่ซูวีด..... 31

4.3 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่า WHC ของเนื้ออกไก่ซูวีด..... 31

4.4 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าน้ำหนักสูญหายของเนื้ออกไก่ซูวีด.... 32

4.5 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าความสว่าง(L*) ของเนื้ออกไก่ซูวีด.... 33

4.6 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความ ดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าสีแดง (a*) ของเนื้ออกไก่ซูวีด..... 33

4.7 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความ ดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าเหลือง (b*) ของเนื้ออกไก่ซูวีด..... 34

4.8 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าความแข็งที่ได้ของเนื้ออกไก่ซูวีด..... 34

4.9 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าแรงการเคี้ยวของเนื้ออกไก่ซูวีด..... 35

4.10 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าแรงสปริงของเนื้ออกไก่ซูวีด..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ประเทศไทยมีแนวโน้มของจำนวนประชากรสูงอายุหรือกลุ่มคนที่มีอายุ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไปเพิ่มขึ้น โดยในปี 2557 มีจำนวนผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 14.8 ของประชากรทั้งประเทศ หรือมากกว่าสิบล้านคน (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย,2559) ซึ่งประชากรไทยกลุ่มวัยทำงานเปลี่ยนสถานะมาเป็นกลุ่มคนสูงอายุช่วงต้นสูงถึง 5 ล้านคน กลุ่มคนเหล่านี้ยังมีความต้องการในการบริโภคอาหารที่หลากหลายเหมือนกับกลุ่มคนในวัยทำงาน แต่ด้วยการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกายทำให้เกิดข้อจำกัดในการเลือกบริโภคอาหารที่มีความหลากหลายได้น้อยลง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกลุ่มผู้สูงอายุ ประกอบด้วย การมีความสามารถในการเคี้ยวและการกลืนที่เปลี่ยนแปลงไป ความสามารถในการย่อยที่เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ความสามารถในการรับรู้ทางประสาทสัมผัส และรวมถึงลักษณะทางร่างกาย เช่น น้ำหนัก ความสามารถในการกลืน เป็นต้น (ปิยะภัทร, 2556 ; สุรเกียรติ,2559)

แนวทางในการผลิตวัตถุดิบเนื้อสัตว์ที่มีความนุ่ม โดยให้เป็นวัตถุดิบอาหารที่ไม่มีการเติมแต่งสารเคมีสำหรับเป็นทางเลือกให้กลุ่มคนสูงอายุสามารถบริโภคได้มากขึ้น สามารถช่วยให้กลุ่มประชากรสูงอายุได้รับสารอาหารแหล่งโปรตีนจากเนื้อสัตว์ ซึ่งมีกรดอะมิโนที่สมบูรณ์และครบถ้วน กระบวนการซูวีด (sous vide) เป็นวิธีการที่มีศักยภาพ และ ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบ เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ ผักและผลไม้ โดยนำวัตถุดิบมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน เพื่อให้วัตถุดิบมีสี ลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นที่ต้องการ และลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ กระบวนการซูวีดเนื้ออกไก่โดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถช่วยให้เนื้ออกไก่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มมากขึ้น จึงเป็นวิธีการที่สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบ และส่งผลให้ประชากรไทยโดยเฉพาะกลุ่มของผู้สูงอายุ สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อนุ่ม ที่มีโปรตีนสูง และย่อยง่ายได้ แต่กระบวนการซูวีดยังมีข้อจำกัด คือ มีการใช้ระยะเวลาในกระบวนการที่ค่อนข้างนาน ดังนั้น แนวคิดในการใช้ความดัน ซึ่งเป็นวิธีการที่นำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารให้การถนอมอาหารมีความปลอดภัยและการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาหาร โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัสของเนื้ออกไก่ มาใช้ร่วมกันกับกระบวนการซูวีดแบบปกติเพื่อลดระยะเวลาในการซูวีดลง จึงเป็นแนวทางที่มีความเป็นไปได้ในการผลิตวัตถุดิบอาหารที่มีคุณภาพ และการใช้ระยะเวลาในการแปรรูปน้อยลง ทั้งยังเป็นการประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการผลิตได้ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเนื้ออกไก่ที่ผ่านกระบวนการซูวีดร่วมกับการใช้ความดันเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผู้สูงอายุยอมรับได้ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยเน้นที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อออกไก่โดยศึกษาภาวะอุณหภูมิ และความดันที่เหมาะสมจากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อออกไก่ที่ผลิตโดยกระบวนการซูวีดร่วมกับความดัน ผลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคและอุปกรณ์ควบคุมความดันเพื่อกำหนดภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อออกไก่นุ่ม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้ออกไก่นุ่มที่ผ่านกระบวนการซูวีด และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้สูงอายุ

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของกระบวนการซูวีดเนื้ออกไก่ร่วมกับการใช้ความดัน

1.2.3 เพื่อผลิตเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยนี้จะครอบคลุมการศึกษาภาวะที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการซูวีดเนื้ออกไก่ที่ผลิตโดยกระบวนการซูวีดแบบปกติ เพื่อให้ได้เนื้อนุ่มตามความต้องการของผู้สูงอายุ จากนั้นเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่นุ่มที่ผลิตโดยกระบวนการซูวีด และการซูวีดภายใต้สภาวะการควบคุมความดัน แล้วจึงกำหนดภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้ออกไก่ซูวีดเพื่อผลิตเป็นเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดสำหรับกลุ่มของผู้สูงอายุ และการตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุ คือ กลุ่มคนที่มีอายุ 60 ปี บริบูรณ์ขึ้นไป ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าประเทศไทยมีจำนวนและสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องโดยในปี 2553 2558 และ 2563 พบว่า ประเทศไทยมีผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 11.7 13.8 และ 16.8 ของประชากรทั้งประเทศ ทั้งนี้แนวโน้มของผู้สูงอายุในปี 2568 คาดว่ามีจำนวนผู้สูงอายุประมาณร้อยละ 20 ของประชากรทั้งประเทศโดยประมาณเท่ากับ 14.5 ล้านคนเป็นผู้สูงอายุในช่วงวัยต้น (อายุ 60-69 ปี) สูงถึงร้อยละ 56.5 และอยู่ในช่วงวัยกลาง (อายุ 70-79 ปี) และวัยปลาย (อายุ 80 ปีขึ้นไป) ร้อยละ 29.9 13.6 ตามลำดับ (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2559) จากข้อมูลเห็นได้ว่าประชากรกลุ่มวัยทำงานเปลี่ยนสถานะเป็นคนสูงอายุ จนทำให้มีผู้สูงอายุในช่วงต้นสูงถึง 5 ล้านคนในปี 2558 กลุ่มคนดังกล่าว ยังคงมีความต้องการในการบริโภคอาหารที่หลากหลาย เหมือนกับกลุ่มคนในวัยทำงาน แต่ด้วยการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกายอาจทำให้เกิดข้อจำกัดในการเลือกบริโภคอาหารที่มีความหลากหลายได้

2.1.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผู้สูงอายุที่มีความสัมพันธ์กับโภชนาการ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกลุ่มผู้สูงอายุ ประกอบด้วย การมีความสามารถในการเคี้ยวและการกลืนที่เปลี่ยนแปลงไปความสามารถในการย่อยที่เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ความสามารถในการรับรู้ทางประสาทสัมผัส และรวมถึงลักษณะทางร่างกาย เช่น น้ำหนักความสามารถในการกลืน เป็นต้น (สุรเกียรติ, 2559)

ในการเปลี่ยนแปลงด้านการบริโภคนั้น ผู้สูงอายุต้องสูญเสียฟัน และ มีการผลิตน้ำลายออกมามีปริมาณน้อยลง ส่งผลต่อการเคี้ยวและการกลืน และ อาจทำให้เกิดการสำลักได้นอกจากนี้ผู้สูงอายุจะมีอวัยวะรับรู้ทางประสาทสัมผัสทั้งในด้านการดมกลิ่นการรับรู้รสชาติที่น้อยลง ผู้สูงอายุส่วนใหญ่จึงเบื่ออาหาร นอกไปจากนี้ ผู้สูงอายุยังมีฮอร์โมนที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้การใช้กลูโคสในการสร้างพลังงานมีความผิดปกติ อีกทั้งกล้ามเนื้อในระบบลำไส้ที่มีความแข็งแรงน้อยลง ระบบการย่อยอาหารที่เปลี่ยนแปลงอาจมีการอักเสบของกระเพาะอาหาร ทำให้ผู้สูงอายุไม่อยากบริโภคอาหาร ในด้านองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความต้องการพลังงานที่ลดลง กระบวนการขับถ่ายปัสสาวะ การอั้นปัสสาวะที่มีประสิทธิภาพที่ลดลง ทำให้ผู้สูงอายุไม่อยากดื่มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ความต้องการอาหารและสารอาหารของผู้สูงอายุ

กลุ่มคนสูงอายุมีความจำเป็นต้องควบคุมความต้องการสารอาหารและพลังงานให้มีสภาวะสมดุลกับความต้องการของร่างกาย (สุรเกียรติ , 2559) โดยเฉพาะสารอาหารดังต่อไปนี้

2.1.2.1 น้ำ ผู้สูงอายุที่มีลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะการกลืนและอาการสำลักเมื่อมีการบริโภคอาหารที่เป็นของเหลวทำให้อาจมีการดื่มน้ำที่น้อยลงด้วย อาจส่งผลให้ร่างกายมีการขาดน้ำ

2.1.2.2 พลังงาน ผู้สูงอายุมีการใช้จ่ายพลังงานที่ลดลง จึงควรมีการควบคุมสารอาหารในกลุ่มที่ให้พลังงานได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน ยังเป็น สารอาหารที่จำเป็นสำหรับผู้สูงอายุ แต่ควรมีการกำหนดและควบคุมปริมาณการบริโภคที่ให้พลังงาน การควบคุมแหล่งอาหารที่ให้พลังงานควรเป็นโปรตีนมากกว่าคาร์โบไฮเดรตและไขมัน เนื่องจากสามารถให้พลังงานและซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และไม่เกิดการสะสมในร่างกายในปริมาณมาก

2.1.2.3 คาร์โบไฮเดรตและเยื่อใย คาร์โบไฮเดรตยังจำเป็นสำหรับผู้สูงอายุเนื่องจากใช้เป็นแหล่งพลังงานแต่ควรควบคุมไม่ให้มีการบริโภคมากจนเกิดสะสมในรูปของกรดไขมันไม่จำเป็นต่อร่างกายและนำมาซึ่งโรคต่าง ๆ

2.1.2.4 โปรตีน มีความสำคัญ และ จำเป็นต้องได้รับโปรตีนที่มีความสมบูรณ์และครบถ้วน

2.1.2.5 วิตามินบี 12 มีส่วนสำคัญ ต่อการป้องกันการถูกทำลายของเซลล์สมอง วิตามินบี 12 ได้จากแหล่งอาหารในกลุ่มเนื้อสัตว์สัตว์ น้ำในผักและผลไม้แทบจะไม่มีวิตามินบี 12

2.1.2.6 วิตามินดี กลุ่มผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่อการขาดวิตามินดี จึงควรดื่มนมเพื่อการสร้างเสริมและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูก

2.1.2.7 แคลเซียม มีความจำเป็นมากโดยเฉพาะสำหรับผู้หญิงสูงอายุ

2.1.2.8 เหล็ก โดยเฉพาะในผู้หญิงสูงอายุมีส่วนในการช่วยบำรุงเลือดและการทำงานของกระเพาะอาหาร

2.2 กระบวนการซูวีดในผลิตภัณฑ์อาหาร

กระบวนการซูวีดเป็นกระบวนการแปรรูปอาหาร โดยการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไลท์เป็นระยะเวลานานกับมีการนำหลักการทางด้านโมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี (Molecular gastronomy) มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหารเพื่อให้เกิดเป็นอาหารในรูปแบบที่แตกต่างจากเดิม โดยมีการนำวัตถุดิบมาบรรจุในถุงทนความร้อนในสภาวะสุญญากาศก่อนแปรรูปโดยการให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนดังกล่าว อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีดจะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มชุ่มชื้น มีสีที่สม่ำเสมอและลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอาหาร (Creed, 1995 ; Baldwin, 2012 ; โสรยา, 2561)

กระบวนการซูวีดเป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส นิยมใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบสดและกึ่งสุกกึ่งดิบ เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ ผัก ผลไม้ หรืออาหารหวาน โดยการบรรจุวัตถุดิบในสภาวะสุญญากาศ การนำไปผ่านความร้อนระยะเวลาต่างๆ กันตามชนิดสายพันธุ์ ตำแหน่งชิ้นส่วนของวัตถุดิบอาหาร ในระหว่างที่มีการให้ความร้อน อุณหภูมิจะถ่ายโอนความร้อนจากน้ำ ผ่านถุงสุญญากาศ และเข้าสู่อาหารภายใน ทำให้อาหารสุกทั่วถึง และสม่ำเสมอ ส่งผลต่อความนุ่ม เพิ่มกลิ่นรส การคงคุณภาพของสี และลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบไม่มีการสัมผัสกับน้ำโดยตรง อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีดสามารถนำมาปรุงเพิ่มเติมหรือจัดเสิร์ฟได้ทันที หรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 - 3 องศาเซลเซียส โดยผ่านการให้ความร้อนอีกครั้งก่อนการบริโภค

สำหรับการนำกระบวนการซูวีดมาใช้ในการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีข้อมูลจากบทความวิจัยต่าง ๆ (Mar และคณะ 2013; Jose และ Antonio, 2012) พบว่า มีการให้ความร้อน 2 ลักษณะ คือ การใช้อุณหภูมิต่ำระยะเวลานาน โดยจากผลการวิจัยของ Vaudagna และคณะ (2002) พบว่าการซูวีดเนื้อวัวส่วนสะโพกที่อุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส ช่วยให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น โดยยังคงมีสีแดงชมพู ระเรื่อของเนื้ออยู่ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนได้ และช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการไว้โดยเฉพาะวิตามินบี 3 และ12 สำหรับการให้ความร้อนอีกลักษณะ คือ การใช้อุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ระหว่าง 70-100 องศาเซลเซียส ส่วนเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหาร โดยจากงานวิจัยของ Massimiliano และคณะ (2004) ได้ทำการซูวีดเนื้อวัวส่วนสะโพก พบว่า การซูวีดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เนื้อวัวมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะวิตามินบี 12 สูง และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้นเนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูง ทำให้โปรตีนไมโอโฟบริลเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการรวมกลุ่มเป็นก้อนโปรตีนที่แข็งขึ้น และ เมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 70 องศาเซลเซียส ระหว่างสายเปปไทด์ของแอกโตไมโอซินจะเกิดพันธะไดซันไฟด์ ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (Cross และคณะ, 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การประยุกต์ใช้ความดันในการแปรรูปอาหาร

การใช้ความดันสูงในการแปรรูปอาหารเป็นกระบวนการแปรรูปที่ไม่ใช้ความร้อน (non thermal processing) หรือ อาจทำให้เกิดความร้อนขึ้นน้อยมาก เกิดจากการกดอัดในระหว่างการให้ความดัน (pressurization) หรือ ที่เรียกว่า (Magapascal , MPa) ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการกำหนดกระบวนการแปรรูปโดยการใช้ความดัน ประกอบด้วย อุณหภูมิ ระดับความดัน และระยะเวลาที่ใช้ การใช้ความดันในการแปรรูปอาหารมีข้อดี คือ ช่วยลดระยะเวลาในการแปรรูป ประหยัดพลังงานความร้อน และ ลดความเสี่ยงต่อการเกิด over process ในผลิตภัณฑ์บางชนิดได้ (Barba และคณะ, 2015; โสรยา, 2561)

อาหารที่ผ่านการแปรรูปภายใต้ความดันสูง ยังคงคุณค่าทางอาหารไว้ได้มากเนื่องจาก มีการเกิดความร้อนน้อยกว่ากรณีการแปรรูปโดยใช้ความดันปกติและสามารถรักษาสี รวมถึงลักษณะปรากฏของอาหารได้ดี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารยังคงรักษาความสด และรสชาติ ได้ใกล้เคียงกับธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแปรรูปอาหารที่ใช้ความร้อน (เบญจวรรณ , 2548) ซึ่งสอดคล้องกับ Sikes และ Tume (2014) ที่ใช้ความดันสูง (200 MPa 76 องศาเซลเซียส 20 นาที) ในการแปรรูปเนื้อสเต็ก ทำให้เนื้อวัวมีความนุ่ม และมีความชื้นสูง การสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าร้อยละ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้ความร้อนปกติ ที่สูญเสียน้ำหนักมากกว่าร้อยละ 30 ตามหลักการของกระบวนการใช้ความดันสูงในการแปรรูปและถนอมรักษาอาหาร (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, 2555) adiabatic heat อยู่ในช่วงตั้งแต่ 100-1000 Mpa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ผลของความดันสูงต่อจุลินทรีย์

ความดันมีผลต่อจุลินทรีย์ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1.1 ผลของความดันต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์ แบคทีเรียส่วนใหญ่สามารถเจริญ ได้ที่ความดันระหว่าง 20 – 30 MPa ส่วนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่ความดันที่สูงกว่า 40 - 50 MPa เรียกว่า barophiles ความดันสูงระดับปานกลาง (ระหว่าง 300 – 600 MPa) สามารถทำลายเซลล์ (vegetative cells) ของ จุลินทรีย์ได้ โดยความดันสูงระดับนี้สามารถทำลายผนังเซลล์ (cell wall) และเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ทำให้แวคคิวโอล (vacuoles) ภายในเซลล์แตก

2.3.1.2 ผลของความดันสูงต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของจุลินทรีย์ ได้แก่ การหยุดการเคลื่อนที่ (cessation of motility) แบคทีเรียที่เคลื่อนที่ได้ โดยส่วนใหญ่จะหยุดการเคลื่อนที่เมื่อให้ความดันต่อเนื่องที่ 20 – 40 MPa ตัวอย่างเช่น ที่ความดัน10MPa พบว่า *E. coli, Vibrio* และ *Pseudomonas* จะยังคงมี แฟลกเจลลา (flagella) แต่เมื่อเพิ่มความดันเป็น 40 MPa พบว่าเชื้อเหล่านี้จะสูญเสียอวัยวะดังกล่าว และในแบคทีเรียบางชนิดพบว่าจะสามารถกลับมาเคลื่อนที่ได้อีกครั้ง แบคทีเรียที่อยู่ในระยะ log phase จะทนต่อความดันสูงได้น้อยกว่า ทำลายได้ง่ายกว่าเซลล์ที่อยู่ในระยะ stationary phase ระยะ death phase และสปอร์ของแบคทีเรีย (bacterial spore)

ความดันสูงระดับปานกลางมีผลทำให้อัตราการเจริญและการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ลดลง ส่วนความดันที่สูงมากจะทำลายจุลินทรีย์ได้ ขนาดของความดันสูงที่สามารถยับยั้งการขยายพันธุ์และการเจริญจะมีค่าที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดและสปีซีส์ (species) ของจุลินทรีย์

2.3.1.3 การทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย กล่าวคือสปอร์ของแบคทีเรีย (bacterial spore) ที่มีการปนเปื้อนอยู่ในอาหารสามารถทำลายได้โดยการใช้ความร้อน (thermal processing) แต่จะมีผลเสียคือทำให้คุณภาพอาหารด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ลดลง ในทางกลับกันพบว่า ที่อุณหภูมิต่ำอัตราการทำลายสปอร์จะเพิ่มขึ้นเมื่อความดันสูงที่ใช้เพิ่มขึ้น

การใช้ความดันสูงในการทำลายสปอร์พบว่า อุณหภูมิมีบทบาทที่สำคัญมาก ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลรองลงมาได้แก่ ค่า pH และวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity) โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มงอกของสปอร์จะมีความแตกต่างกันไปตามระดับของความดันสูง และการยับยั้งการงอกของสปอร์จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อ pH มีค่าปานกลางและมีประสิทธิภาพต่ำสุดเมื่อค่า pH สูงหรือต่ำเกินไป สำหรับตัวถูกละลายที่ไม่แตกตัวเป็นอิออนที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำมีผลเล็กน้อยในการยับยั้งสปอร์ด้วยความดันสูง

2.3.2 ผลของความดันสูงต่อปฏิกิริยาของเอนไซม์

การสูญเสียกิจกรรมเอนไซม์เนื่องจากความดันสูงมีสาเหตุจากความดันสูง ทำให้โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในโมเลกุล (intramolecular structures) เกิดการเปลี่ยนแปลง การใช้ความดันสูงระหว่าง 1,000 – 3,000 บรรยากาศ ในการยับยั้งพบว่าเอนไซม์บางชนิดอาจคืนกิจกรรม (reversible) ได้ เช่น lactate dehydrogenase ใน *Bacillus stearothermophilus* ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลเอนไซม์ และ ถ้าใช้ความดันสูงเกินกว่า 3,000 บรรยากาศ การคืนกิจกรรมระหว่างการเก็บรักษาหรือในขณะลำเลียงขนส่งจะมีโอกาสเกิดน้อยลง (Ogawa และคณะ,1990)

2.3.3 ผลของความดันสูงต่อปฏิกิริยาชีวเคมี

ผลของการใช้ความดันสูงต่อระบบทางชีวภาพ เช่น การทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนเนื่องจากความดันสูง ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ โครงสร้างของโปรตีน ขนาดของความดันสูงที่ใช้ อุณหภูมิ ค่า pH และองค์ประกอบของตัวทำละลาย ปฏิกิริยาการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน เนื่องจากความดันสูงบางครั้งอาจผันกลับได้ (reversible) แต่การกลับคืนสภาวะเดิม (renaturation) หลังจากหยุดให้ความดันสูง อาจใช้เวลานานทำให้ไขมันแข็งตัว และ เมมเบรนเยื่อหุ้มเซลล์แตกสลายซึ่ง เป็นผลทำให้สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้

ความดันสูงมีผลในการยับยั้งปฏิกิริยาในกระบวนการหมัก (fermentation) โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหมักที่สภาวะความดันสูง แตกต่างจาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักที่ความดันปกติ การใช้ความดันสูงระหว่าง 200 – 300 MPa เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แก่โยเกิร์ต สามารถป้องกันไม่ให้เกิดกรดแลกติกในปริมาณที่สูงเกินไป ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตแบบต่อเนื่อง โดยที่ความดันสูงสามารถยับยั้งการเจริญ และ คงปริมาณของแบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) ไว้ที่ระดับเริ่มต้นได้ การใช้ความดันสูงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จะใช้ความดันอยู่ในช่วง 260 ถึง 600 MPa โดยวัตถุดิบจะถูกบรรจุในถุงพลาสติก แล้วปิดผนึกแบบสุญญากาศ จากนั้นนำมาให้ความดันในหม้อหรือถัง (Vessel) ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความดัน และเวลาให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ Picouet และ คณะ (2011) ปรับปรุงคุณภาพของเนื้อปลาแซลมอนโดยใช้ความดันที่ 310 MPa พบว่าเนื้อปลามีความแน่นลดลงเมื่อเพิ่มความดันสูงขึ้นและสามารถช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้นาน 6 วัน

2.4 เนื้ออกไก่ ประโยชน์และคุณภาพเนื้ออกไก่

จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลก ทำให้ความต้องการบริโภคอาหารโปรตีนจากเนื้อสัตว์โดยเฉพาะเนื้อไก่ปรับตัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อไก่เป็นอาหารโปรตีนที่มีไขมันต่ำและมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ประเภทอื่น ๆ เช่น เนื้อสุกร เนื้อโค และจากการที่นายกสมาคมส่งเสริมการเลี้ยงไก่แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และประธานกรรมการบริหาร บริษัทในเครือฉวีวรรณกรุ๊ป เผยถึงสถานการณ์การส่งออกเนื้อไก่ไทยในตลาดต่างประเทศ ช่วงไตรมาส 2 ของปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2559 ว่ามีแนวโน้มที่ดีขึ้น แม้เศรษฐกิจ และสถานการณ์การส่งออกของไทยในสินค้าหลายประเภทจะมีทิศทางลดลง โดยปัจจัยที่ทำให้ตลาดส่งออกเนื้อไก่ไทยไม่ได้รับผลกระทบจากภาวะเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นทั่วโลกมาจากความต้องการของตลาดที่ยังมีอยู่สูง โดยเฉพาะตลาดในประเทศญี่ปุ่นที่มีความต้องการเนื้อไก่ปรุงสุก และเนื้อไก่ดิบจากไทยจำนวนมาก โดยเป้าหมายการส่งออกเนื้อไก่ไทยไปยังต่างประเทศ ในปี 2559 จะสูงกว่าปี 2558 ที่มีปริมาณการส่งออกรวมทั้งสิ้น 6.8 แสนตัน มูลค่ารวมเกือบ 8 หมื่นล้านบาท (MGR Online, 2559) จึงเป็นความน่าสนใจที่เลือกใช้เนื้อออกไก่เป็นวัตถุดิบเพื่อนำมาปรับปรุงความนุ่มและความชุ่มน้ำเพื่อนำมาใช้สำหรับปรุงอาหารผู้สูงอายุและอาจพัฒนาไปสู่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเพื่อการส่งออกต่อไป

2.4.1 ประโยชน์ของเนื้ออกไก่ (ดัดแปลงจาก Minipop, 2559)

เนื้ออกไก่ จัดเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดีเพราะมีแคลอรี่ต่ำมีคุณสมบัติดูดซับเครื่องปรุงได้ดี เมื่อนำมาประกอบอาหารจึงมีรสชาติดีกว่า เนื้อสัตว์อื่น ๆ และมีโปรตีนสูงกว่าส่วนอื่น แต่ให้ไขมันต่ำเพียงร้อยละ 8.2 เท่านั้น ส่วนผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและเสริมสร้างกล้ามเนื้อ พบว่า เนื้ออกไก่ เหมาะที่จะเป็นตัวเลือกแรก ๆ โดยจากสูตรอาหารของนักเพาะกายหลาย ๆ สูตรที่ใช้เนื้อไก่ส่วนอกเป็นอาหารเพื่อเสริม สร้างกล้ามเนื้อและในทางแพทย์แผนจีน เนื้อไก่เป็นยาที่ฤทธิ์ร้อนหรือเป็นหยาง มีรสหวาน เหมาะที่จะใช้บำรุงร่างกาย ช่วยให้กระดูกและเส้นเอ็นแข็งแรง

2.4.2 คุณสมบัติของเนื้อไก่

2.4.2.1 ช่วยเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้ เนื้อไก่จะมีสารอาหารประเภทวิตามินบี 3 ไนอาซินจะช่วยเสริมสร้างระบบการเรียนรู้ให้กับร่างกาย การกินเนื้อไก่จะช่วยบำรุงดีเอ็นเอหรือยีนทางพันธุกรรมในร่างกายทำให้เราสามารถตอบสนองการเรียนรู้ในแต่ละช่วงอายุได้ดียิ่งขึ้น

2.4.2.2 ช่วยรักษาต่อมไทรอยด์ การกินเนื้อไก่จะช่วยบำรุงต่อมไทรอยด์กับเราได้เป็นอย่างดี ที่มีสารซีลีเนียมที่เป็นแหล่งรวมไอโอดีนที่จะช่วยบำรุงต่อมไทรอยด์ได้เป็นอย่างดี

2.4.2.3 บำรุงสายตา เนื้อไก่ถือเป็นแหล่งอาหารที่มีวิตามินเอ ที่ช่วยบำรุงเรื่องสายตาของเราให้ดียิ่งขึ้น แน่นอนว่าการกินเนื้อก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบำรุงสายตาตัวเอง

2.4.2.4 เสริมสร้างภูมิต้านทานโรค เนื้อไก่จะช่วยบำรุงร่างกายได้หลายอย่าง ซึ่งเนื้อไก่เองถือเป็นแหล่งรวมเหล็ก ที่จะช่วยต้านทานภูมิคุ้มกันในร่างกายได้

2.4.2.5 เสริมสร้างและซ่อมแซมกล้ามเนื้อ สำหรับผู้สูงอายุแน่นอนว่าเนื้อไก่เป็นแหล่งของโปรตีนที่จะช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ทั้งยังบำรุงผิว เส้นผม เล็บและกระดูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.6 ต้านทางโรคซึมเศร้าได้เนื้อไก่มีสารทริปโตเฟนที่เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ที่สามารถต้านทางอาการซึมเศร้าได้ไม่แปลกที่หลายคนกินเนื้อไก่มาก ๆ แล้วจะมีอารมณ์ที่แปรปรวนไปมาก เพราะว่ามีสารเซโรโทนินที่ช่วยในการนอนหลับได้

2.4.3 ข้อมูลโภชนาการ

เนื้อไก่ 100 กรัมมีองค์ประกอบทางเคมีแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 พลังงานที่ได้รับจากเนื้อไก่ 100 กรัม (หนึ่งหน่วยบริโภค 302 กิโลแคลอรี)

สารอาหาร	จำนวน	หน่วย
วิตามินเอ	809.00	หน่วยสากล
วิตามินบี 1 (ไทอะมีน)	0.08	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2 (ไรโบฟลาวิน)	0.16	มิลลิกรัม
แคลเซียม	14.00	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	200.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.50	มิลลิกรัม
โปรตีน	18.00	กรัม
ไขมัน	25.00	กรัม
วิตามินบี 3 (ไนอะซิน)	8.00	มิลลิกรัม
น้ำ	55.90	กรัม

ที่มา : กรมอนามัย, 2530

2.4.4 การปรุงอาหารเนื้ออกไก่

การปรุงอาหารเนื้ออกไก่โดยวิธีการแบบดั้งเดิมต้องใช้อุณหภูมิสูง 74 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วินาที เพื่อให้เนื้อสุกและปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่จะมีผลต่อเนื้อสัมผัสที่จะแห้ง เหนียว และรสชาติจืดชืดเพราะสูญเสียน้ำออกไปมาก

Kenji López-Alt (2015) กล่าวไว้ว่า กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (USDA) แนะนำการใช้อุณหภูมิและเวลาเพื่อการพาสเจอร์ไรส์เนื้ออกไก่ ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การใช้อุณหภูมิและเวลาเพื่อการพาสเจอร์ไรส์เนื้ออกไก่ที่มีไขมันร้อยละ 5 (7 $\log_{10}$ lethality)

อุณหภูมิ	เวลา	อุณหภูมิ	เวลา
136°F (58°C)	68.4 นาที	155°F (68°C)	47.7 วินาที
140°F (60°C)	27.5 นาที	160°F (71°C)	14.8 วินาที
145°F (63°C)	9.2 นาที	165°F (74°C)	ทันที (Instant)
150°F (66°C)	2. 8 นาที		

ที่มา : Kenji López-Alt (2015)

จากตารางที่ 2.2 แสดงว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นไปจาก 140 องศาฟาเรนไฮต์ / 60 องศาเซลเซียส มีผลต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ แต่จะมีผลต่อความน่ารับประทานมากมีคำอธิบายดังนี้ การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาฟาเรนไฮต์/ 50 องศาเซลเซียส มีผลทำให้เนื้ออกไก่มีสีขาวขุ่นเนื่องจากโปรตีนมายโอซินสูญเสียสภาพธรรมชาติ จับตัวกันเป็นก้อนมีผลต่อการกระเจิงแสง (scatter light)

ส่วนการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์/ 60 องศาเซลเซียส มีผลทำให้เนื้ออกไก่มีสีแทน (tan colored) เนื่องจากรงค์วัตถุมายโอโกลบินเปลี่ยนไปเป็นฮีโมโครม ขณะเดียวกันน้ำที่อยู่ในโครงสร้างกล้ามเนื้อถูกปลดปล่อยออกมา สังเกตเห็นการหดตัวเกิดขึ้นจากการที่โปรตีนคอลลาเจนสูญเสียสภาพธรรมชาติ เนื้อจะเริ่มเหนียวขึ้นและการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาฟาเรนไฮต์ / 70 องศาเซลเซียส มีผลทำให้โปรตีนคอลลาเจนหดตัวเนื้อจึงเหนียวและคอลลาเจนบางส่วนละลายไปเป็นเจลลาติน (Kenji López-Alt , 2015 ; Baldwin, 2012)

Yumscience (2014) แนะนำการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาเพื่อซูวีดเนื้ออกไก่ไว้ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาเพื่อซูวีดเนื้ออกไก่

สัตว์ปีก	ความหนา		อุณหภูมิ	เวลา	
	นิ้ว	เซนติเมตร	องศาเซลเซียส	น้อยสุด	มากสุด
เนื้ออกไก่ ติดกระดูก	2	5	63.5+	2.5 ชม.	4-6 ชม.
เนื้ออกไก่ ไม่มีกระดูก	1	2.5	63.5+	1 ชม.	2-4 ชม.

ที่มา : Yumscience (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว

วิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงสร้างพื้นผิว (Response Surface Methodology; RSM) คิดค้นโดย Box ในปี ค.ศ. 1948 เป็นวิธีการที่ใช้เทคนิคทางสถิติ และคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการ หรือใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมต่างๆได้ดี เพื่อหาคุณลักษณะของคุณภาพ (quality characteristic) ของผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าตัวแปรตอบสนอง (response) หรือผลลัพธ์ โดยในการศึกษาหาความสัมพันธ์กับปัจจัยการทดลอง จะต้องมีการวางแผนและออกแบบการทดลองให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลด้วย RSM เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้แผนภาพคอนทัวร์ (contour plot) แสดงผล (อนุวัตร, 2552)

การออกแบบการทดลองใช้วิธี Full fraction factorial ที่อาศัยค่ากลางของข้อมูลจากระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าตอบสนองสูงสุด โดยนิยมออกแบบการทดลอง 2 วิธีคือ Central Composite Design(CCD) และ Box-Behnken Design (BBD) โดยใช้การกระจายระดับข้อมูลออกจากศูนย์กลางเพื่อศึกษาระดับของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าตอบสนองสูงสุด การออกแบบการทดลองแบบ BBD จะเน้นที่จุดรอบ ๆ ค่ากลาง โดยไม่รวมค่าการกระจายในระดับแกน (axial point) และค่าที่มุม (factorial point) ทำให้ค่าคงที่ที่ได้ไม่ครอบคลุมไปสุดของระดับปัจจัย ดังนั้นการออกแบบการทดลองแบบ CCD จึงได้รับความนิยมมากกว่า (Myers และคณะ, 2009)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของวิธี RSM สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 1

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots\ldots, X_k)+E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

โดยที่ Y คือค่าตอบสนอง (response) ซึ่งเป็นตัวแปรตาม และ $X_1, X_2, \ldots X_k$ คือ ตัวแปรที่สนใจซึ่งเป็นตัวแปรต้น E = error term ของความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันของตัวแปร ซึ่งมักใช้สมการลำดับที่หนึ่ง (first order model) หรือสมการลำดับที่สอง (Second order model) หรือสมการโพลิโนเมียล (Polynomial Model) เป็นตัวอธิบาย โดยวิธีการทางสถิติที่ใช้คือ วิธีกำลังสองที่น้อยที่สุด (The Least Square Method) เพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำเพชร (2539) ศึกษาองค์ประกอบของสารอาหาร และ ผลของการประกอบอาหารต่อปริมาณไขมันและวิตามินที่มีในส่วนต่าง ๆ ของ ไก่พันธุ์พื้นบ้าน พบว่า ปริมาณสารอาหารของไก่ต้มที่มีชิ้นส่วนต่าง ๆ มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย โปรตีนมีค่าอยู่ระหว่าง 20.9 กรัม (ปีก) ถึง 28.6 กรัม (อก) ไขมันมีค่าอยู่ระหว่าง 8.7 กรัม (อก) ถึง 19.8 กรัม (ปีก) ต่อน้ำหนักเนื้อ100 กรัม เนื้อไก่ดิบมี โคเลสเตอรอลอยู่ระหว่าง 50 มิลลิกรัม (อก) ถึง 119 มิลลิกรัม(น่อง) ต่อ 100 กรัม ตับและกึ๋นมีโคเลสเตอรอลสูงกว่าส่วนอื่นๆในตับดิบ มีโคเลสเตอรอล 428 มิลลิกรัมส่วนกึ๋นมี 218

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม กรดโอเลอิคมีปริมาณสูงสุดเมื่อเทียบกับกรดไขมันชนิดอื่น ส่วนของไก่ดิบ ไก่ต้มและไก่ทอด โดยมีปริมาณกรดโอเลอิคระหว่างร้อยละ 30-36 รองมา คือ กรดปาล์มมิติก ร้อยละ 22-30 และกรดไลโนเลอิกร้อยละ16-22 ตามลำดับ

Khan และคณะ (2014) ปรับปรุงคุณภาพของเนื้อส่วนอกของเป็ด โดยการให้ความดันสูงและการใช้ความร้อน โดยการนำเนื้อส่วนอกของเป็ดไปให้ความร้อนอยู่ในช่วง 95 - 99 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปให้ความดันที่ 200 MPa อุณหภูมิ 20- 25 องศาเซลเซียส นาน 156 นาที โดยผลการทดลองพบว่า การใช้ความดันสูง และอุณหภูมิต่ำในการแปรรูป ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแปรรูปที่ลดลง มีความสว่างและความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น สีแดงลดลง นอกจากนี้พบว่า การใช้ความดันส่งผลให้โปรตีนไมโอซินและแอคตินเกิดการเสียสภาพ แต่โปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ยังคงอยู่

Carlez และคณะ (1995) ได้ศึกษาผลของการใช้ความดัน 400 MPa จะทำให้เนื้อสัตว์มีสีเปลี่ยนไปเพราะเกิดการฟอกสีเนื่องจากการสูญเสียสภาพธรรมชาติของไมโอโกบินและ/หรือมีการแทนที่หรือปลดปล่อยอนุมูลโลหะวาเลนซ์ 2 ในโมเลกุลฮีม และการเกิดออกซิเดชันของเฟอร์รัสไมโอโกบินไปเป็นอนุมูลเฟอร์ริกไมโอโกบิน

Tanzi และคณะ (2004) ตรวจสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสและจุลชีววิทยาของแฮมพาร์มที่ใช้ความดันสูง พบว่า การใช้ความดันสูงที่ 600 MPa เป็นระยะเวลานาน 9 นาที มีผลให้จุลินทรีย์ *L. monocytogenes* มีจำนวนลดลงในระดับเล็กน้อย เนื้อมีสีแดง (CIEL a*) ลดลงเล็กน้อย และผลทางประสาทสัมผัสจะเพิ่มการรับรู้รสเค็มมากขึ้น ขึ้นอยู่กับอายุการเก็บรักษาของแฮม

Fandos และคณะ (2005) ได้ศึกษาความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาแซลมอนที่ผ่านกระบวนการซูวีด ที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกันคือ 65 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วัน ผลการทดลองพบว่า ทุกชุดการทดลองไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens* และ *Listeria monocytogenes* และการซูวีดปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดและสามารถยืดอายุการเก็บได้มากกว่า 45 วัน อย่างไรก็ตามในสภาวะดังกล่าวการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะมีคะแนนการยอมรับน้อยกว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากการใช้ความร้อน ระดับสูงและระยะเวลานานมีผลทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการตกตะกอนในระหว่างการให้ความร้อน เมื่อใช้ความร้อนสูงจะทำให้เนื้อสัมผัสแข็งและแห้ง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

Hilda (2002) ศึกษาผลการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ โดยใช้กระบวนการซูวีด ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัส ระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 3 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสจะพบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์น้อย และ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 4 – 5 สัปดาห์ ทำให้ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

Suzuki และคณะ(1990) ประยุกต์ใช้ความดันสูง100 MPa ถึง 300 MPa กับชิ้นเนื้อวัวหลังการแข็งเกร็งตัวเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้ความดันในแง่การทำให้เนื้อนุ่ม พบว่า เมื่อใช้ความดันสูงต่อกล้ามเนื้อทำให้มีการแตกตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อฝอย (myofibrils) เพิ่มขึ้นและระดับของการแตกตัวจะถึงระดับสูงสุดหลังจากที่ได้รับความดันต่อกล้ามเนื้อหลังช่วงเวลาสั้น ๆ (5 นาที) ไปจนถึงความดันสูงสุด (300 MPa) การศึกษากล้ามเนื้อหลังจากที่ได้รับความดันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ความดันที่เพิ่ม ขึ้นทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อฝอย (myofibrils) มีรอยแตกที่แถบไอ (I-band) และโปรตีนองค์ประกอบของเส้นเอ็ม (M-line) หายไป อย่างไรก็ตาม การย่อยสลายโปรตีนของเส้นแซ็ด (Z-line) ในเส้นใยกล้ามเนื้อฝอยสามารถเกิดได้ตามธรรมชาติซึ่งจะไม่ปรากฏชัดในเนื้อที่ใช้ความดัน ตัวอย่างเนื้อที่ไม่ใช้และที่ใช้ความดันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญในรูปแบบของอิเล็กโตรฟอเรทิค (electrophoretic pattern) ของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อฝอย ทั้งๆที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่เห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายมากเป็นพิเศษ (ultrastructure) ที่ทำเครื่องหมายไว้ จากผลการทดลองพบว่าการประยุกต์ความดันสูงกับเนื้อวัวหลังการแข็งเกร็งตัว ทำให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น ในลักษณะที่แตกต่างออกไป กับการทำให้เนื้อนุ่มในขั้นตอนเดิม ๆ

Tananuwong และคณะ (2012) ศึกษาฤทธิ์การยับยั้ง *Salmonella typhimurium* DMST 28913 ด้านคุณภาพการบริโภคและโครงสร้างจุลภาคของเนื้ออกไก่ดิบของความดันสูง โดยตัวอย่างได้รับการเดิมเชื้อจุลินทรีย์ (ประมาณ 7 log CFU / g initial load) ก่อนนำไปใช้ความดัน 300 MPa ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที (ทำให้จุลินทรีย์ลดลงประมาณ 2 log) และความดัน 400 MPa ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที (ทำให้จุลินทรีย์ลดลงประ มาณ 4 log) จากนั้นพบว่าการใช้ความดัน 400 MPa ทำให้เนื้อไก่ดิบมีค่า L * สูงขึ้น การสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลดลง เนื้ออกไก่ปรุงสุก จากตัวอย่างที่ใช้แรงดันสูงมีเนื้อแน่นกว่าตัวอย่างควบคุม และ จากการสแกนภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงให้เห็นว่าการใช้ความดันสูงขึ้นส่งผลให้การแข็งตัวของโปรตีนและการหดตัวของ กล้ามเนื้อหดตัวเพิ่มขึ้น

Kruk และคณะ (2014) ศึกษาผลกระทบของความดันสูงและการเติมซอสถั่วเหลือง หรือน้ำมันมะกอกที่มีต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้ออกไก่ ตัวอย่างถูกตัดเป็นชิ้น ๆ ละ 100 กรัม นำไปเติมซอสถั่วเหลืองร้อยละ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) น้ำมันมะกอกร้อยละ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ผสมซอสถั่วเหลืองและมะกอกอย่างละร้อยละ 5 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ก่อนนำไปใช้ความดันสูงที่ 300 หรือ 600 MPa เป็นระยะเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 15±3 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อความดันเพิ่มขึ้นเป็น 600 MPa การเติมซอสถั่วเหลืองทำให้มีน้ำหนักสูญเสียน้อยกว่าการเติมน้ำมันมะกอก ตัวอย่างที่เติมน้ำมันมะกอกมีปริมาณกรดโอลิอิกเพิ่มขึ้น และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดสูงสุด การใช้น้ำมันมะกอกผสมกับความดันช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมัน การใช้น้ำมันมะกอกและซอสถั่วเหลืองตามด้วยการใช้ความดัน จะลดปริมาณไนโตรเจนพื้นฐานที่ระเหยได้ระหว่างเก็บรักษา และลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ การประเมินทางประสาทสัมผัส ระบุว่าการเพิ่มน้ำมันมะกอกช่วยเพิ่มการยอมรับและความเต็มใจในการซื้อ สรุปได้ว่า การใช้ร่วมกันของความดันกับการเพิ่มซอสถั่วเหลืองและหรือน้ำมันมะกอกเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพที่สามารถปรับปรุงคุณภาพของเนื้ออกไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 วัตถุดิบ ใช้เนื้ออกไก่ตัดแต่งแบบไม่มีกระดูก ซื้อจากบริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน (แม็คโครซุปเปอร์สโตร์ สาขาเลียบวารี หนองจอก กทม.) น้ำหนัก 280 - 350 กรัมต่อชิ้น แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 – 8 องศาเซลเซียส ระหว่างขนย้ายเก็บรักษาในถังแช่น้ำแข็งพลาสติก (ขาสูง ขนาด 200 ลิตร มีรูน้ำทิ้งด้านล่างของถัง ขนาดภายนอก กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 58.5×95×66.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขนาดภายใน กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 50×81×51 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ใช้น้ำแข็งสะอาดบดละเอียดกลบ เพื่อรักษาอุณหภูมิป้องกันการเจริญของจุลลินทรีย์ ในระหว่างการขนส่งนาน 1 ถึง 2 ชั่วโมง

3.1.1.2 ซอสพริกไทยดำสำเร็จรูปยี่ห้อน้องพร

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง Sartorius, BP3100S เยอรมัน
2) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง Denver, SI-234 เยอรมัน
3) เครื่องวัดสี Konica Minolta, CR 400 ญี่ปุ่น
4) เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Quest XE ผลิตโดย Hunter Associates Laboratory, Inc., USA.
5) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer, TA-XT 2i อังกฤษ
6) เครื่องมือวัดอุณหภูมิ Thermocouple, UN-305 A , K ญี่ปุ่น
7) เครื่องหมุ่นเหวี่ยง Centrifuge thermo, 1.6 R เยอรมัน

3.1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) Memmert, WNB 7 เยอรมัน
2) ถุงพลาสติกชนิดสุญญากาศ (Laminated low density polyethylene, LLDPE)
3) เครื่องบรรจุปิดผนึกสุญญากาศ (Vacuum Sealer)
4) ตู้เย็น ถังแช่น้ำแข็งพลาสติก ขาสูง ขนาด 200 ลิตร
5) เครื่องครัว และหม้อนึ่งควบคุมความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้ออกไก่ เพื่อให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้สูงอายุ ขั้นตอนที่สองเป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการซูวีดเนื้ออกไก่ร่วมกับความดันที่มีต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์ ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการศึกษาการนำเนื้ออกไก่ซูวีดไปใช้ประกอบอาหารสำหรับกลุ่มของผู้สูงอายุ

3.2.1 วัตถุดิบและการเตรียมตัวอย่าง

วัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นเนื้ออกไก่สดแช่เย็น ตัดแต่งแบบไม่มีกระดูก คัดเลือกชิ้นที่มีความหนาใกล้เคียงกัน (ประมาณความหนามากกว่า 2 เซนติเมตรขึ้นไป) ขนาดชิ้นมีน้ำหนักประมาณ 280 - 350 กรัม การเก็บรักษาระหว่างการรอการทดลองใช้ตู้แช่เย็นที่รักษาอุณหภูมิไว้ที่ 4 – 8 องศาเซลเซียส และ เตรียมตัวอย่างโดยแยกหนังไก่ออก ก่อนนำมาบรรจุถุงพลาสติกชนิดสุญญากาศ (laminated low density polyethylene, LLDPE) ขนาด 15.24×20.32 ตารางเซนติเมตร และนำเข้าเครื่องบรรจุปิดผนึกแบบสุญญากาศ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้ออกไก่นุ่มที่ผ่านกระบวนการซูวีดและประเมินการยอมรับจากผู้สูงอายุ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้ออกไก่นุ่มที่ผ่านกระบวนการซูวีดและประเมินการยอมรับจากผู้สูงอายุ แบ่งการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ

3.2.2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้ออกไก่นุ่มที่ผ่านกระบวนการซูวีด

การเตรียมตัวอย่างเนื้ออกไก่เพื่อการศึกษา ดังนี้

ก) นำตัวอย่างเนื้ออกไก่ 24 ถุงวางลงในตะกร้าสแตนเลสปิดทับด้านบนตะกร้าด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันตัวอย่างลอย แล้วนำไปแช่น้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 1 -8 ชั่วโมง และทุก ๆ 1ชั่วโมงเก็บตัวอย่างเนื้ออกไก่ 3 ถุง (การทดลองทำ 3 ซ้ำ) นำมาลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว ด้วยการแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 6 – 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีก่อน นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 2 – 6 องศาเซลเซียส เพื่อรอการศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยแบ่งตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ภายในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง

ข) ตัวอย่างเนื้ออกไก่ควบคุม ทำการบรรจุเนื้ออกไก่แบบสุญญากาศ แล้วทดสอบการใช้เวลาต้มเนื้ออกไก่ในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 15 20 และ 25 นาที ตามลำดับ เพื่อให้เนื้อสุกพอดีและใช้เป็นตัวอย่างควบคุมเพื่อเปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลาต่าง ๆ กัน ทดสอบผลโดยใช้การตรวจพินิจอธิบายเชิงพรรณนา และภาพถ่ายแสดงผลในภาคผนวก ก

ค) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้ออกไก่ ระหว่างที่ผ่านกระบวนการซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 – 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสที่ได้จากข้อ ข. (ภาคผนวก ก) โดยสุ่มตัวอย่างเนื้ออกไก่แต่ละการทดลองมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1) วัดค่าสี วัดในระบบ CIELAB (L^*, a^*) ด้วยเครื่อง CR-400

3) วิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (Cook yield) (ดัดแปลงจาก Bethany et al, 2012) (ภาคผนวก ข-3)

4) วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนัก(ดัดแปลงจาก Young and Lyon, 1997) (ภาคผนวก ข-4)

5) วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity , WHC) (ดัดแปลงจาก Zheng, 1998) (ภาคผนวก ข-5)

6) วิเคราะห์ค่าความนุ่ม ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสวัดแรงกด เพื่อประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) (ปานมนัส, 2559)

7) วัดค่าสีของของเหลว ด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) แบบ Hunter lab วัดสีในระบบ L* a* และ b*

3.2.2.2 ศึกษาการยอมรับของผู้สูงอายุที่มีต่อความนุ่มของเนื้ออกไก่ซูวีด

พิจารณาคัดเลือกช่วงเวลาในการซูวีดเนื้ออกไก่ที่ทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดที่ได้มีความนุ่มที่ต่ำสุด 3 ระดับ (A,B,C) จากการทดลองข้อ 3.2.2.1 มาเตรียมตัวอย่างเนื้ออกไก่ซูวีดเพื่อ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส กำหนดให้ผู้ทดสอบชิม 1 คน ได้ชิมตัวอย่างคนละ 3 ตัวอย่าง โดยหั่นเนื้ออกไก่ซูวีด ตามขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อให้มีขนาด 1.5×1.5×3.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมเสริฟซีอิ๊วขาวเล็กน้อย วางข้างเคียงเพื่อจิ้มเพิ่มรสชาติ ใช้ผู้ทดสอบชิมอายุระหว่าง 60 -75 ปี จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 –Point Hedonic Scale ด้านลักษณะปรากฏ สีกลิ่น เนื้อสัมผัสความนุ่ม เนื้อสัมผัสความชุ่มน้ำ และ ความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบในตัวผลิตภัณฑ์จากไม่ชอบมากที่สุด (1) ถึง ชอบมากที่สุด (9)

3.2.2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติในข้อ 3.2.2.1 ใช้การวางแผนการทดลอง แบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance หรือ ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (SPSS 20.0) พิจารณาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้ออกไก่ซูวีดที่ใช้เวลาในแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ทางสถิติในข้อ 3.2.2.2 ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน(analysis of variance หรือ ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป SPSS (Statistic Package for Social Science) พิจารณาคุณลักษณะจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด

3.2.3 ศึกษาผลของการซูวีดเนื้ออกไก่ร่วมกับการใช้ความดัน

การศึกษาผลของการซูวีดเนื้ออกไก่ร่วมกับการใช้ความดันโดยใช้เทคนิคพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology: RSM) วางแผนการทดลองแบบ Central composite design (CCD) 3 ซ้ำ โดยศึกษาผลของตัวแปร 2 ปัจจัย คือ ช่วงความดันในการซูวีด ที่ 0, 1 และ2 บาร์และใช้เวลาการซูวีดที่ได้รับการยอมรับจากผู้สูงอายุซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.2.2.2 เป็นช่วงสูงสุด (T ชั่วโมง) กำหนดช่วงเวลาเป็น T-2 , T-1 และ T ชั่วโมง ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3.1 บรรจุตัวอย่างที่เตรียมได้ นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิคงที่ เพื่อให้ความร้อนแก่หม้อนึ่งอัดความดันที่ควบคุมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามภาวะความดันที่กำหนดและช่วงเวลาที่กำหนดดัง ตารางที่ 3.1 จากนั้นทำให้เย็นทันทีโดยควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และนำเนื้ออกไก่ซูวีดไปวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.2.3.1 วัดค่าสี วัดในระบบ CIELAB (L^*, a^*) ด้วยเครื่อง CR-400

3.2.3.2 วิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (ดัดแปลงจาก Bethany et al, 2012) (ภาคผนวก ข-3)

3.2.3.3 วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ(WHC) (ดัดแปลงจาก Zheng, 1998) (ภาคผนวก ข-5)

3.2.3.4 วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนัก (ดัดแปลงจาก Young and Lyon, 1997) (ภาคผนวก ข-4)

3.2.3.5 วิเคราะห์ค่าความนุ่ม ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสวัดแรงกด เพื่อประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) (ปานมนัส, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ภาวะที่ใช้ในการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มด้วยกระบวนการซูวีด

ภาวะที่	ความดัน (บาร์)	เวลาในการซูวีด (ชั่วโมง)
1	0	T-2
2	0	T-1
3	0	T
4	1	T-2
5	1	T-1
6	1	T-1
7	1	T-1
8	1	T-1
9	1	T-1
10	1	T
11	2	T-2
12	2	T-1
13	2	T

การวิเคราะห์ผลของการหาสภาวะที่เหมาะสม

จากการใช้วิธีการพื้นที่ผิวตอบสนอง (RSM) ในการออกแบบการทดลองแบบ CCD เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ปัจจัย โดยการคำนวณทำซ้ำ 5 ครั้ง ที่จุดศูนย์กลาง (Central point of design) (0,0) สร้างแบบจำลองผลของตัวแปรอิสระทั้ง 2 สิ่งในการทดลองคือ ความดันและเวลา ต่อคุณภาพในด้านต่าง ๆ ของเนื้ออกไก่ซูวีด จากนั้นใช้ค่าเฉลี่ยตัวแปรตอบสนองที่วิเคราะห์ได้จากภาวะที่ได้ใช้ในการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มด้วยกระบวนการซูวีดตามตารางที่ 3.1 มาวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป Design-Expert®software version 7 (Anonymous , 2005) เพื่อหาความพอดีของรูปแบบ (fit the model) สำหรับสร้างแผนภาพคอนทัวร์พล็อต แผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนองและวิเคราะห์ค่า desirability ของสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้ออกไก่ซูวีด โดยใช้สมการพอลิโนเมียล (polynomial model) ตามแบบ Lazic (2004) เป็นตัวอธิบาย โดยวิธีการทางสถิติที่ใช้คือ วิธีการกำลังสองที่น้อยที่สุด (the least square method) เพื่อประมาณค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากฟังค์ชั่นที่ใช้เรียกว่า fitted response function แสดงดังในสมการ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X1 + \beta_2 X2 + \beta_{11} X21 + \beta_{22} X22 + \beta_{12} X1X2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

เมื่อ Y คือ ค่าการทำนายค่าของตัวแปรคอบสนอง (response) ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ปริมาณผลผลิต ความสามารถในการอุ้มน้ำ การสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุก และค่าความนุ่ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน X_1 คือ pressure level และ X_2 คือ temperature level, β_0 คือ constant value, β_1 และ β_2 คือ linear terms, β_{11}, β_{22} คือ quadratic terms, and β_{12} คือ interaction term.

3.2.4 การสำรวจความต้องการบริโภคเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ

การสำรวจความต้องการบริโภคเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยแบบ สอบถาม (Questionnaire) (ภาคผนวก ค-1) เพื่อทดสอบความแตกต่างแบบเจาะจงคุณลักษณะ (attribute difference test) ด้วยวิธีการเรียงลำดับ (ranking test) ซึ่งรวบรวมได้จากผู้ตอบคำถามที่เป็นผู้สูงอายุช่วง 60 - 85 ปี จำนวน 50 คน โดยให้พิจารณาเลือกเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดที่ผู้สูงอายุต้องการบริโภคจากเมนูที่กำหนดให้ 5 เมนู คือ เนื้อออกไก่ซูวีดย่าง เนื้อออกไก่ซูวีดสเต็ก เนื้อออกไก่ซูวีดรมควัน เนื้อออกไก่ซูวีดเทอริยากิและเนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ ให้ผู้ตอบคำถามเรียงลำดับความต้องการบริโภคเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดทั้ง 5 จากความพึงพอใจมากที่สุด=ลำดับที่ 1 มาก = ลำดับที่ 2 ปานกลาง = ลำดับที่ 3 น้อย = ลำดับที่ 4 และน้อยที่สุด = ลำดับที่ 5 ตามลำดับ

นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ของลำดับเฉลี่ยสูงสุดของเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดที่จำนวนผู้สูงอายุต้องการบริโภค เพื่อนำไปใช้ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.2.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เมนูเนื้อออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เมนูเนื้อออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดจากการทดลองข้อ 3.2.4 โดยใช้ภาวะการซูวีดร่วมกับความดัน จากการทดลองหัวข้อ 3.2.3 มาใช้ผลิตเมนูเนื้อออกไก่สำหรับผู้สูงอายุ จากนั้น ทำการทดสอบการยอมรับแบบ central location test (CLT) สถานที่ทดสอบคือ แหล่งชุมชนในวัดสุนธริการาม แขวงหนองสามวัง เขตหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ประเมินการยอมรับของผลิตภัณฑ์ (acceptance test)ทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ โดยกำหนดให้ผู้ทดสอบชิม 1 คน ได้ชิมตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง (จำนวน 2 ชิ้น) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นผู้สูงอายุช่วง 60 - 80 ปี จำนวน 50 คนชิมด้วยวิธีให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัสความนุ่ม เนื้อสัมผัสความชุ่มน้ำและความชอบโดยรวม แบบ 9 –Point Hedonic Scale โดยการให้คะแนนความชอบในตัวผลิตภัณฑ์จาก ไม่ชอบมากที่สุด (1) ถึง ชอบมากที่สุด (9) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.2.5 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการ

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการของผลิตภัณฑ์เมนูเนื้อออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ ที่ภาวะซึ่งคัดเลือกได้จากการทดลองหัวข้อ 3.2.4 โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการ เช่น ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และ คาร์โบไฮเดรท (AOAC. 2003, 2012) และคุณค่าทางโภชนาการตามสลากโภชนาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้ออกไก่นุ่มที่ผ่านกระบวนการซูวีดและประเมินการยอมรับจากผู้สูงอายุ

4.1.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้ออกไก่นุ่มที่ผ่านกระบวนการซูวีด

จากการเตรียมซูวีดเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ8 ชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อให้ได้เนื้ออกไก่ที่มีความนุ่มแตกต่างกัน 8 ระดับเปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที (ทำการศึกษาเบื้องต้น แสดงในภาคผนวก ก) เป็นตัวอย่างควบคุม จากนั้นทำให้เย็นทันทีด้วยการแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 6 – 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาทีก่อน นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 2 – 6 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างเนื้อไก่นุ่มแต่ละระดับวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้ผลแสดงดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณผลผลิต WHC น้ำหนักสูญหาย และค่าสีของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศา เซลเซียสเป็นเวลา 1 - 8 ชั่วโมงเปรียบเทียบตัวอย่างควบคุม

เวลา (ชม.)	ผลผลิต (%)	WHC (%)	น้ำหนักสูญหาย (%)	L*	a*	b*
1	90.45^{g}±0.76	46.30^{d}±0.56	9.55^{a}±0.93	79.27^{a}± 0.70	3.53^{c}±0.45	10.89^{ab}±0.75
2	87.20^{f}±0.31	45.20^{d}±1.06	12.80^{b}±0.31	79.82^{abc} ±0.91	3.41^{c}±0.37	10.87^{ba}±0.47
3	85.31^{e}±0.41	42.71^{c}±0.68	14.69^{c}±0.37	79.65^{ab} ±0.34	3.36^{c}±.066	11.17^{b}±0.24
4	83.55^{d}±0.25	42.45^{bc}±1.43	16.45^{d}±0.60	80.86^{cde} ±0.37	2.54^{ab}±0.38	10.17^{a}±0.64
5	81.94^{c}±1.63	41.61^{bc}±1.62	18.28^{e}±0.92	79.23^{ab} ±1.20	2.72^{ab}±0.32	10.36^{ab}±0.48
6	79.93^{b} ±1.18	41.72^{bc}±0.62	20.17^{f}±0.26	80.40^{bcd}±0.48	2.77^{b}±0.28	10.94^{ab}±0.69
7	79.57^{b} ±0.24	40.66^{b}±1.25	20.43^{f}±0.24	81.59^{e}±0.65	2.83^{ab}±0.31	10.38^{ab}±0.87
8	80.20^{b}±0.69	41.39^{bc}±1.22	19.80^{f}±0.69	80.52^{cde}±1.02	2.70^{ab}±0.31	10.75^{ab}±0.49
control	72.68^{a}±0.93	39.52^{a}±1.02	27.32^{g}±0.91	81.35^{de}±1.19	2.37^{a}±0.25	10.69^{ab}±0.59

หมายเหตุ : $^{a-h}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 เห็นได้ว่าปริมาณผลผลิต WHC และ น้ำหนักสูญหายของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาแตกต่าง 1 ถึง 8 ชั่วโมงเปรียบเทียบตัวอย่างควบคุมที่ต้มสุกในน้ำเดือดนาน 25 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ปริมาณผลผลิตและน้ำหนักสูญหายของเนื้ออกไก่ซูวีด

ปริมาณผลผลิตของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลามากขึ้นมีผลทำให้ปริมาณผลผลิตมีค่าลดลง ซึ่งตรงกันข้ามกับน้ำหนักสูญหาย ที่เมื่อใช้เวลามากขึ้นมีผลทำให้ค่าน้ำหนักสูญหาย มีค่ามากขึ้นตามลำดับ โดยมีค่าปริมาณผลผลิตจากร้อยละ 90.45 ± 0.76 ลดลงถึงร้อยละ 79.57±0.24 และมีค่าน้ำหนักสูญหายเพียงร้อยละ 9.55 ±0.93 เพิ่มมากถึงร้อยละ 20.43 ± 0.24 ตามลำดับ ในขณะที่ ตัวอย่างควบคุมที่ต้มสุกในน้ำเดือดนาน 25 นาที มีค่าปริมาณผลผลิตน้อยที่สุดเป็นร้อยละ 72.68 ±0.93 และ ค่าน้ำหนักสูญหายมากที่สุดเป็นร้อยละ 27.32 ±0.91 ซึ่งสอดคล้องกับ Mudalal และคณะ (2014) ที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของเนื้ออกไก่ พบว่า เนื้ออกไก่มีความชื้นร้อยละ 73.8 เมื่อนำมาทำให้สุกจะมีค่า น้ำหนักสูญหายเป็นร้อยละ 27.4 นอกจากนี้ Naveena และคณะ(2517) ศึกษาผลของการซูวีดไส้กรอกไก่ในภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 60 และ 120 นาที เปรียบเทียบกับ การต้มในภาวะที่มีอากาศอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พบว่า การซูวีดไส้กรอกไก่เป็นเวลา 30 นาทีจะได้ ปริมาณผลผลิตและค่าสีแดง(a*) มากกว่าภาวะอื่น ๆ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

4.1.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ

ความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) ของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 1- 5 ชั่วโมง มีค่าลดลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ขณะเดียวกัน ปริมาณผลผลิตก็มีค่าลดลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นลำดับ เช่นกัน แต่เมื่อซูวีดเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนานขึ้นที่เวลา 6 - 8 ชั่วโมง กลับพบว่า ความสามารถของการอุ้มน้ำในเนื้อและปริมาณผลผลิต แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงว่า การซูวีดเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง น่าจะทำให้น้ำในเซลเส้นใยกล้ามเนื้อ และโปรตีนซาร์โคพลาสมิคละลายออกมา (Baldwin,2012) ได้มากที่สุดแล้ว

Kenji López-Alt (2015) กล่าวว่า กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (USDA) แนะนำการใช้อุณหภูมิและเวลาเพื่อการพาสเจอร์ไลท์เนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 30 นาที ทำให้ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคซาโมเนลลาที่ปนเปื้อนในเนื้อ ประกอบกับ Baldwin (2012) ที่กล่าวว่า การซูวีดเนื้ออกไก่ในถุงพลาสติกปิดสนิทที่ภาวะสุญญากาศอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 1 ชั่วโมง เป็นต้นไป จะช่วยให้การถ่ายเทความร้อนสามารถเกิดได้อย่างมีประสิทธิภาพจากน้ำ (หรือไอน้ำ) ไปยังอาหาร โดยมีกลไกของการทำให้เนื้อนุ่มชึ่งเกิดจากความร้อนที่อุณหภูมิต่ำแทรกซึมเข้าไปภายในเส้นใยกล้ามเนื้อได้ทั่วถึงเปรียบเสมือนมีการใส่ใบมีดหลายร้อยหรือหลายพันใบเข้าไปตัดเส้นใยภายในบางส่วนโดยไม่ทำให้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในชิ้นเนื้อและลดการสูญเสียความชื้นโดยการตัดเส้นใยภายในที่ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยความร้อนทั้งนี้ เนื่องจากความร้อนที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ มีผลต่อการทำให้โปรตีนองค์ประกอบของเซลล์เส้นใยกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติ ดังนี้

Baldwin (2012) ได้กล่าวถึง โปรตีนไมโอฟิบริลลาในเส้นใยกล้ามเนื้อว่ามีประมาณ 20 ชนิด แต่เป็นโมเลกุลของโปรตีนไมโอซิน และโปรตีนแอกตินร้อยละ 65-70 ซึ่งโมเลกุลของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองจะเริ่มหดตัวที่อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะทำให้โปรตีนไมโอซินสูญเสียสภาพธรรมชาติจับตัวกันเป็นก้อนจึงมีผลต่อการกระเจิงแสง (scatter light) เป็นผลทำให้เนื้ออกไก่มีสีขาวขุ่น และการหดตัวจะเพิ่มขึ้นเกือบเป็นเส้นตรงถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แต่ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์ทั้งหมดถูกควบคุมโดยการหดตัวและการบวมของโปรตีนไมโอฟิบริลลา เนื่องจาก น้ำในกล้ามเนื้อประมาณร้อยละ 80 ถูกเก็บไว้ภายในเซลเส้นใยกล้ามเนื้อระหว่างโมเลกุลของไมโอซินและแอกติน ที่อุณหภูมิระหว่าง 40 และ 60 องศาเซลเซียส เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวตามแนวขวาง ทำให้ช่องว่างระหว่างเส้นใยขยายกว้างขึ้น จากนั้น ที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เส้นใยกล้ามเนื้อจะหดตัวตามแนวยาว ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำที่สำคัญออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อ และ การหดตัวของเซลล์เส้นใยกล้ามเนื้อจะ เพิ่ม ขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น เป็นลำดับ

นอกจากนี้ Baldwin (2012) ยังได้กล่าวถึง โปรตีนซาร์โคพลาสมิคหรือโปรตีนที่ละลายน้ำว่า มีส่วนประกอบประมาณ 50 ชนิด แต่ส่วนใหญ่เป็นเอนไซม์และรงค์วัตถุไมโอโกลบิน โปรตีนซาร์โคพลาสมิคแตกต่างกับโปรตีนไมโอฟิบริลลาและคอลลาเจนที่ เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนซาร์โคพลาสมิคจะขยายตัว ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โปรตีนซาร์โคพลาสมิคจะละลายออกมากับน้ำที่สูญเสียในระหว่างการได้รับความร้อน และ เริ่มต้นสูญเสียสภาพธรรมชาติจับตัวกันเป็นก้อน (aggregation and gelation) แล้วจะเสร็จสิ้นที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส รงค์วัตถุไมโอโกบินเปลี่ยนไปเป็นฮีโมโครม มีผลทำให้เนื้ออกไก่มีสีแทน(tan colored) ขณะเดียวกันน้ำที่อยู่ในโครงสร้างกล้ามเนื้อถูกปลดปล่อยออกมา สังเกตเห็น การหดตัวเกิดขึ้นจากการที่โปรตีนคอลลาเจนสูญเสียสภาพธรรมชาติ เนื้อจะเริ่มเหนียวขึ้น แต่ก่อนที่เอนไซม์จะถูกทำให้เสียสภาพธรรมชาติไป พบว่า เอนไซม์เหล่านี้สามารถเพิ่มความนุ่มนวลของเนื้อสัตว์ได้มาก

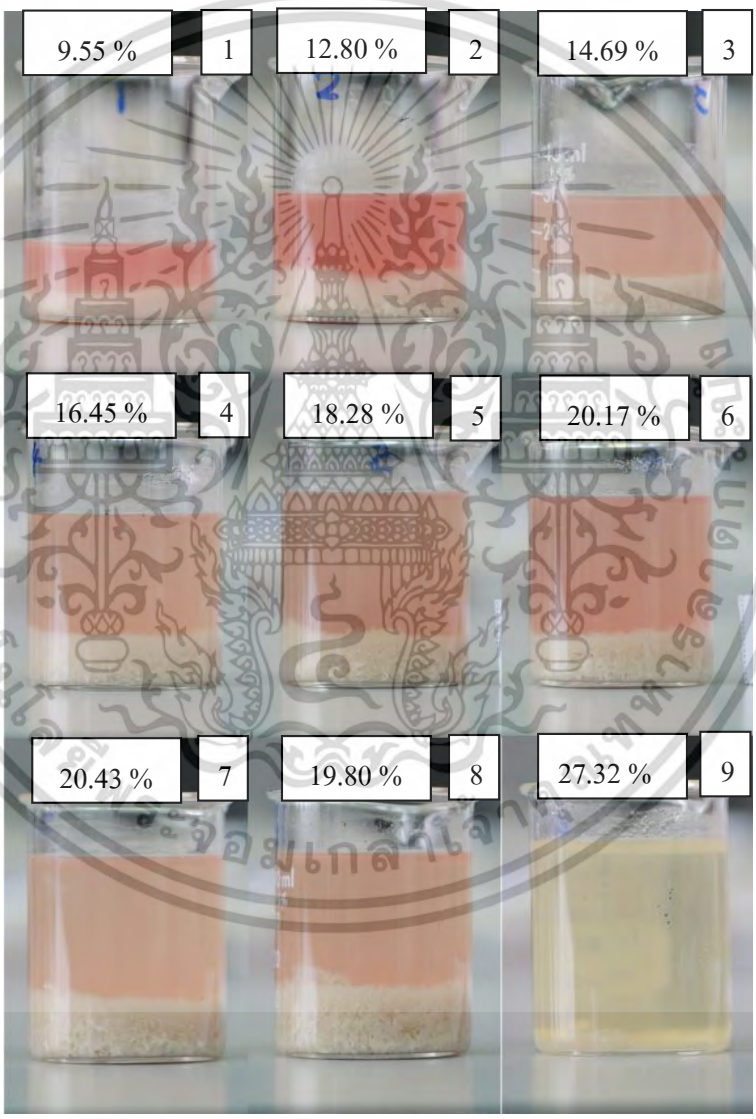
4.1.4 ค่าสีของเนื้ออกไก่ซูวีดและของเหลวที่ไหลออกมาจากชิ้นเนื้ออกไก่ซูวีด

ค่าสีของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 – 8 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ต้มสุกในน้ำเดือดนาน 25 นาที จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่า L*, a* และ b* มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *($P \leq 0.05$)* โดยค่า L* และ b* จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยมีค่า L* ระหว่าง 79.27 - 81.60 และ ค่า b* ระหว่าง 10.17 - 11.17 แต่ค่า a* ของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 - 3 ชั่วโมงมีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($P > 0.05$)* ระหว่าง 3.53 - 3.36 เมื่อใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็น 4 - 8 ชั่วโมง และตัวอย่างควบคุม พบว่า ค่า a*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเนื้ออกไก่ซูวีดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่าง 2.83 - 2.37 แสดงว่าเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 – 3 ชั่วโมงยังคงมีสีแดงที่สังเกตุเห็นได้ แต่เมื่อใช้เวลานานขึ้น ค่าสีแดงจึงลดลง ตามลำดับ

จากค่าน้ำหนักสูญหายในตารางที่ 4.1ได้ทำการถ่ายภาพของของเหลวที่ไหลออกมาจากเนื้อภายหลังการซูวีดเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 – 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 25 นาที (ตัวอย่างควบคุม) โดยบรรจุในบิกเกอร์และตั้งทิ้งไว้ให้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงเพื่อให้โปรตีนที่ละลายน้ำได้ตกตะกอนออกมา แสดงผลดังภาพที่ 4.1 และค่าสีของของเหลวที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ปริมาณและสีของน้ำจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 – 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 25 นาที

หมายเหตุ : 1 – 8 น้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 – 8 ชั่วโมง ตามลำดับ

9 น้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 25 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 พบว่าสีของน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 – 8 ชั่วโมง มีค่า L*, a* และ b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) โดยสีของน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 – 2 ชั่วโมงมีสีแดงสดใส ค่า a* เป็น 11.61±0.30 และ14.30±0.18 แสดงว่า รงค์วัตถุไมโอซินละลายออกมามากตั้งแต่ 2 ชั่วโมงแรกของการซูวีด สีที่เห็นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ myoglobin (Mb), oxymyoglobin (MbO2) และ metmyoglobin (MMb +) (Belitz และคณะ, 2009) แต่จะมีโปรตีนซาร์โคพลาสมิคอื่น ๆ ละลายออกมาด้วย สังเกต การสูญเสียสภาพธรรมชาติแล้วจับตัวกันเป็นก้อน ตกตะกอนนอนก้นออกมาเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น และ มีค่าสีแดงลดลงตามลำดับ ขณะที่ สีของน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 25 นาทีจะใสค่า L* เป็น 94.21±0.26 และมีโปรตีนซาร์โคพลาสมิคตกตะกอนนอนก้นออกมาเพียงเล็กน้อย แสดงว่า การต้มเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิสูงเวลาสั้นทำให้ชิ้นเนื้อด้านนอกสุกและโปรตีนหดตัว โปรตีนที่ละลายน้ำได้บางส่วนสามารถละลายออกมาได้ในช่วงแรก แต่หลังจากนั้นจะมีเฉพาะน้ำที่ออกมาได้ในปริมาณมากถึงร้อยละ 27.32±0.91ซึ่ง คือ ค่าน้ำหนักสูญหายนั้นเอง (ดังตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.2 ค่าสีของน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 - 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 25 นาที

เวลา (ชั่วโมง)	สีของน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส		
	L*	a*	b*
1	78.42^{g}±0.30	11.61^{g}±0.30	29.31^{e}±0.21
2	81.46^{h}±0.31	14.30^{h}±0.18	32.28^{f}±0.31
3	70.61^{d}±0.43	8.16^{f}±0.11	28.58^{d}±0.41
4	65.62^{c}±0.26	7.64^{e}±0.73	26.30^{c}±0.45
5	56.35^{a}±0.24	7.15^{d}±0.13	25.19^{b}±0.21
6	65.28^{b}±0.45	6.28^{c}±0.23	26.19^{c}±0.57
7	72.20^{e}±0.21	5.44^{b}±0.73	25.35^{b}±0.10
8	75.25^{f}±0.21	5.47^{b}±0.23	26.30^{c}±0.12
control	94.21^{i}±0.26	-1.36^{a}±0.12	18.34^{a}±0.42

หมายเหตุ : $^{a-h}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

4.1.5 การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้ออกไก่ซูวีด

จากการทดลองซูวีดเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 - 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับ ตัวอย่างควบคุมที่ต้มสุกในน้ำเดือดนาน 25 นาที พบว่า ค่าความแข็ง ค่าแรงสปริง และค่าแรงการเคี้ยว ของเนื้ออกไก่ซูวีดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.3 เนื้ออกไก่ซูวีดที่ได้เมื่อวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analysis) ของอาหาร ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) มีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน ซึ่งเห็นได้ว่าเวลาการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย Hardness, springiness และ chewiness ของเนื้ออกไก่ซูวีดที่ 60 องศาเซลเซียส เวลา 1 - 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบ ตัวอย่างควบคุมที่ต้มสุกในน้ำเดือดนาน 25 นาที

เวลา (ชั่วโมง)	เนื้ออกไก่ซูวีดที่ 60 °C		
	Hardness (N)	Springiness	Chewiness (sec)
1	75.19^{g}±2.55	0.023^{b}±0.004	24.60^{e}±2.93
2	71.63^{f}±1.71	0.023^{b}±0.003	23.40^{de}±2.51
3	60.01^{c}±4.77	0.027^{c}±0.004	16.88^{b}±1.82
4	51.92^{b}±1.93	0.034^{d}±0.006	16.34^{b}±2.31
5	40.05^{a} ±1.76	0.038^{e}±0.006	11.24^{a}±2.39
6	60.49^{cd}±2.23	0.026^{bc}±0.002	20.18^{c}±3.43
7	62.64^{d} ±2.14	0.024^{bc}±0.002	21.59^{cd}±1.90
8	68.09^{e}±1.98	0.024^{bc}±0.002	23.34^{de}±2.09
control	85.85^{h}±3.18	0.019^{a}±0.002	28.40^{f}±1.99

หมายเหตุ : $^{a-h}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($P \leq 0.05$)*

ตารางที่ 4.4 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส เนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3- 5 ชั่วโมง

ปัจจัย/คุณลักษณะ	เนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส		
	เวลา 3 ชั่วโมง	เวลา 4 ชั่วโมง	เวลา 5 ชั่วโมง
ลักษณะปรากฏ ^{NS}	6.80±1.97	7.30±1.09	7.00±1.26
สี ^{NS}	7.03±1.65	7.17±1.37	6.97±1.54
กลิ่น ^{NS}	6.80±1.56	7.37±1.03	6.93±1.17
เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม)	7.40^{ab}±1.57	7.77^{b} ±1.10	6.93^{a}±1.08
เนื้อสัมผัส(ชุ่มฉ่ำ)	7.37^{ab}±1.63	7.63^{b} ±1.27	6.63^{a}±1.40
ความชอบโดยรวม	7.30^{ab}±1.69	7.70^{b} ±1.15	6.83^{a}±1.18

หมายเหตุ : $^{a-h}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($P \leq 0.05$)*

^{NS} หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($P > 0.05$)* จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน

มีผลต่อลักษณะเนื้อของเนื้ออกไก่ โดยภาวะที่ดีที่สุดของการซูวีดเนื้ออกไก่ คือ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ลักษณะเนื้อของเนื้ออกไก่ มีค่า ความแข็ง และ แรงการเคี้ยวต่ำสุดเป็น 40.05±1.76 นิวตัน และ 11.24±2.39 วินาที ขณะที่แรงสปริงมากที่สุด เป็น 0.038±0.006 ตามลำดับ ระหว่างการให้ความร้อน 1-5 ชั่วโมง พบว่า เวลาการให้ความร้อนนานทำให้เนื้ออกไก่มีความแข็งและแรงการเคี้ยวมากขึ้น ตารางที่ 4.3 ซึ่งสอดคล้องกับ Barekat และ Soltanizadeh (2017) ที่อธิบายไว้ว่า แรงเฉือนจากพลังงานน้ำและอุณหภูมิสูง มีผลทำให้โครงสร้างอาหารเปลี่ยนแปลงไป เป็นผลให้ความแข็งของเนื้อเพิ่มขึ้น (O'Sullivan และคณะ, 2016 ; Jayasooriya และคณะ, 2007) ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการให้ความร้อน 5 ชั่วโมง น้ำในเนื้อถูกปลดปล่อยออกมามากจึงทำให้เนื้อมีความแข็งเพิ่มขึ้น

4.1.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้สูงอายุทีมีต่อความนุ่มของเนื้ออกไก่

จากการคัดเลือกตัวอย่างเนื้ออกไก่ซูวีดที่มีความนุ่มที่สุด 3 ระดับจากตารางที่ 4.3 ซึ่งคือเนื้ออกไก่ซูวีดที่ 60 องศาเซลเซียส เวลา 3 4 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้สูงอายุทีมีต่อความนุ่มของเนื้ออกไก่ ได้ผลการทดสอบ แสดงดัง ตารางที่ 4.4

จากตารางที่ 4.4 เห็นได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏ สี และ กลิ่นเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 4 และ 5 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ *(P>0.05)* ส่วนค่าคะแนนเฉลี่ยเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) เนื้อสัมผัส(ชุ่มฉ่ำ) และ ความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P≤0.05)* เนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมงและเวลา 3 ชั่วโมง ได้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ ความชอบโดยรวมสูงเป็น 7.77 , 7.63 7.70 และ 7.40 , 7.37 7.30 ตามลำดับ ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ทั้งนี่มีข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามคือผู้สูงอายุที่มาทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 63.33 มีเพศชายร้อยละ 36.67 โดยมีผู้มีอายุ 55-60 ปีสูงสุดร้อยละ 83.34 และมีอายุ 65-70 ปี ร้อยละ10 มีอาชีพข้าราชการร้อยละ 63.33 จบการศึกษาปริญญาตรีร้อยละ 40 สูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 30 มัธยมศึกษาร้อยละ 23.30 และประถมศึกษาร้อยละ 6.67 ผู้สูงอายุที่มาทดสอบส่วนใหญ่ชอบรับประทานเนื้ออกไก่สูงถึงร้อยละ 83.34 โดยการรับประทานเนื้ออกไก่ 2-3 วัน/ครั้งร้อยละ 43.34 และสัปดาห์ละครั้งร้อยละ 23.30 ตามลำดับ

ดังนั้น การซูวีดเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 และ 4 ชั่วโมงจะได้เนื้ออกไก่ซูวีดที่มีความนุ่มและลักษณะทางประสาทสัมผัส ที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้สูงอายุ แต่ได้เลือกที่เวลา 4 ชั่วโมงเพื่อใช้ในการศึกษา เพราะยังคงมีช่วงเวลาทั้ง 3 และ 4 ชั่วโมงที่จะให้ผลในรายละเอียดเพิ่มเติมเมื่อดำเนินการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4.2 ผลของการซูวีดเนื้ออกไก่ร่วมกับการใช้ความดัน

การศึกษาเพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการซูวีดเนื้ออกไก่ร่วมกับการใช้ความดัน ใช้การวางแผน การทดลองแบบพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Method, RSM) และออกแบบการทดลองด้วยวิธี Central Composite Design (CCD) ทำ 3 ซ้ำ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของปัจจัย (factors) 2 ปัจจัย คือ ช่วงความดันในการซูวีด ที่ 0 , 1 และ2 บาร์และเวลาการซูวีดที่ได้รับการยอมรับจากผู้สูงอายุซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 4.1.5 ใช้เป็นช่วงสูงสุด (คือ 4 ชั่วโมง) กำหนดช่วงเวลาเป็น 2 , 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่า ปัจจัยทั้งสองมีผลต่อค่าตัวแปรตอบสนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(response variables) เช่น ปริมาณผลผลิต ความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) น้ำหนักสูญหาย สี ค่าความแข็ง ค่าแรงการเคี้ยว ค่าแรงสปริง แสดงดังตารางที่ 4.5

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) ของค่าเฉลี่ยตัวแปรตอบสนองที่ได้จากการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของตัวแบบจำลองเพื่อหารูปแบบสมการที่เหมาะสมของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อคุณภาพเนื้ออกไก่ พบว่า รูปแบบกำลังสอง (Quadratic Model) ได้รับการยอมรับให้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของค่าเฉลี่ยตัวแปรตอบสนองที่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากค่า F-value ของรูปแบบสมการ (Model fit) มีความเหมาะสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ความไม่สมรูป ของข้อมูล (Lack-of-fit) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และ มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่สูง ($R > 0.60$) ซึ่งแสดง ให้เห็นว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิต WHC น้ำหนักสูญหาย ค่าสี L* a*และ b* ค่าความแข็ง ค่าแรงการเคี้ยวและค่าแรงสปริงของเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 0 1 และ 2 บาร์ เป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ

ตัวอย่าง (Model)	ผลผลิต %	WHC %	น้ำหนักสูญหาย %	สี			Hardness (N)	springiness	chewiness (sec)
				L*	a*	b*			
P0T2	88.57	44.74	11.43	79.62	3.69	9.03	73.09	0.022	22.71
P0T3	85.13	42.39	14.88	80.18	3.61	10.24	61.07	0.026	19.54
P0T4	81.91	42.23	18.09	81.04	3.32	11.02	52.31	0.030	17.02
P1T2	85.18	44.91	14.83	80.18	3.70	11.94	69.96	0.024	21.79
P1T3	83.69	44.29	16.31	80.81	2.95	11.84	57.41	0.027	18.80
P1T3	84.14	42.91	15.86	80.94	2.64	11.18	61.02	0.026	18.55
P1T3	85.27	42.52	14.73	80.37	2.80	11.47	59.88	0.027	17.76
P1T3	84.79	44.20	15.21	80.29	2.42	11.44	58.34	0.028	18.21
P1T3	84.77	43.25	15.24	80.77	2.72	11.39	55.67	0.029	15.96
P1T4	81.87	42.40	18.13	79.29	2.72	11.19	48.47	0.033	15.02
P2T2	87.09	46.02	12.91	80.33	3.86	8.53	44.40	0.038	13.38
P2T3	81.61	44.91	18.39	79.94	3.09	11.85	53.59	0.025	17.56
P2T4	79.00	41.20	21.17	79.84	2.84	10.92	67.65	0.021	22.64

หมายเหตุ : P0 – P2 เป็นปัจจัยความดันช่วง 0 – 2 บาร์ และT2 – T4 เป็นปัจจัยเวลาช่วง 2 -4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

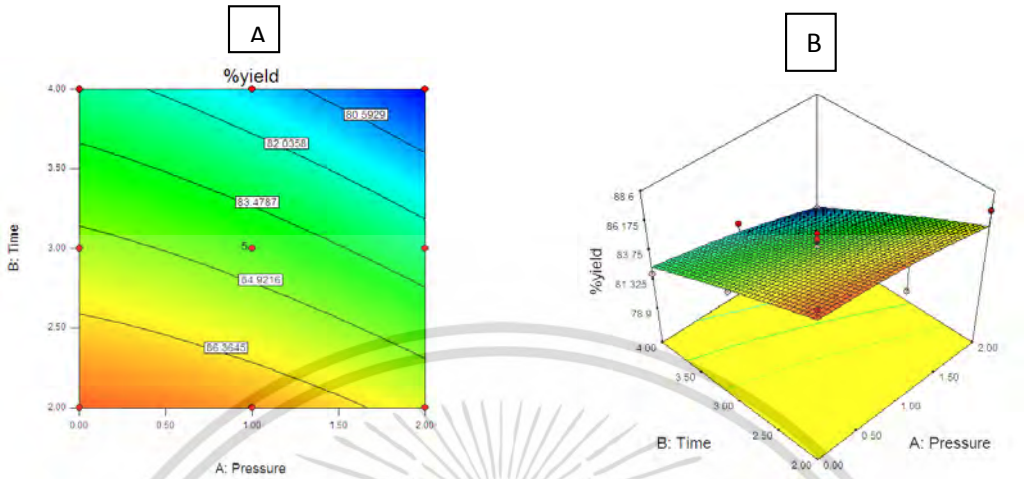
ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อคุณภาพเนื้ออกไก่สำหรับ Response Surface Quadratic Model

Source	F- Value									
	df	Yield %	WHC (%)	Weight loss (%)	L*	a*	b*	Hardness	Springiness	Chewiness
Model	5	9.39*	5.38*	9.58*	1.30^{ns}	9.58*	2.07^{ns}	4.56*	3.26^{ns}	3.12*
A-Pressure	1	7.45*	1.83^{ns}	7.73*	0.36^{ns}	2.39*	0.22^{ns}	2.65^{ns}	0.57^{ns}	1.28^{ns}
B-Time	1	38.81*	23.10*	39.3*	2.15^{ns}	18.74*	2.85^{ns}	2.21^{ns}	0.00	0.40^{ns}
AB	1	0.36^{ns}	1.93^{ns}	0.45^{ns}	3.77*	2.11*	0.05^{ns}	0.01^{ns}	14.85*	13.26*
A^2	1	0.18^{ns}	0.02^{ns}	0.20^{ns}	0.06^{ns}	10.71*	3.80^{ns}	0.87^{ns}	0.47^{ns}	0.25^{ns}
B^2	1	0.04^{ns}	0.02^{ns}	0.06^{ns}	1.74^{ns}	4.88*	0.94^{ns}	0.67^{ns}	0.72^{ns}	0.14^{ns}
Lack of Fit	3	7.23 *	1.31^{ns}	7.28*	5.45^{ns}	1.69^{ns}	30.73*	13.14*	17.54*	6.37^{ns}
R^2	-	0.87	0.79	0.87	0.48	0.87	0.60	0.76	0.69	0.69

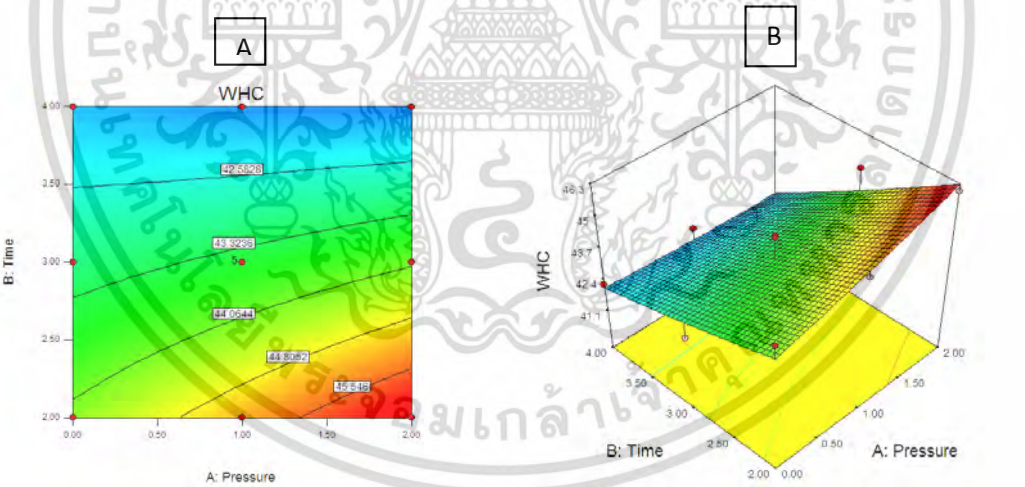
หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P*≤0.05)

^{NS} หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสาคัญทางสถิติ (*p>0.05*)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.5 เมื่อนำผลของค่าตอบสนองของปัจจัยมาเขียนแผนภาพคอนทัวร์พล็อต และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนองได้ผลแสดงดังภาพที่ 4.2 - ภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.2 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ของเนื้ออกไก่ซูวีด



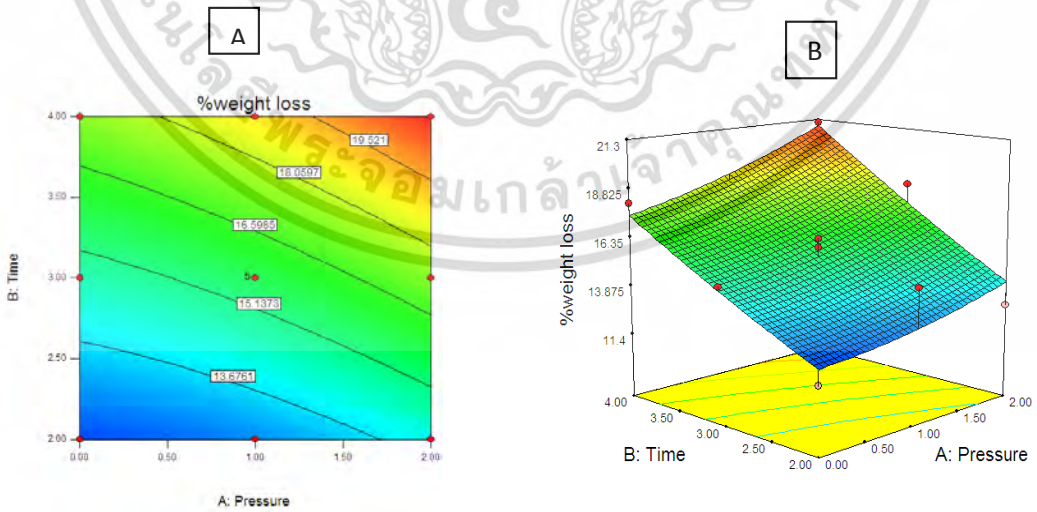
ภาพที่ 4.3 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่า WHC ของเนื้ออกไก่ซูวีด

จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.2 – 4.4 พบว่าการใช้ความดันและเวลาแตกต่างกันมีผลให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่าผลผลิตและน้ำหนักสูญหายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อความดันคงที่ การใช้เวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีปริมาณผลผลิตลดลงแต่น้ำหนักสูญหายเพิ่มขึ้น และ เมื่อเวลาคงที่การใช้ความดันเพิ่ม ขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีปริมาณผลผลิตลดลง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

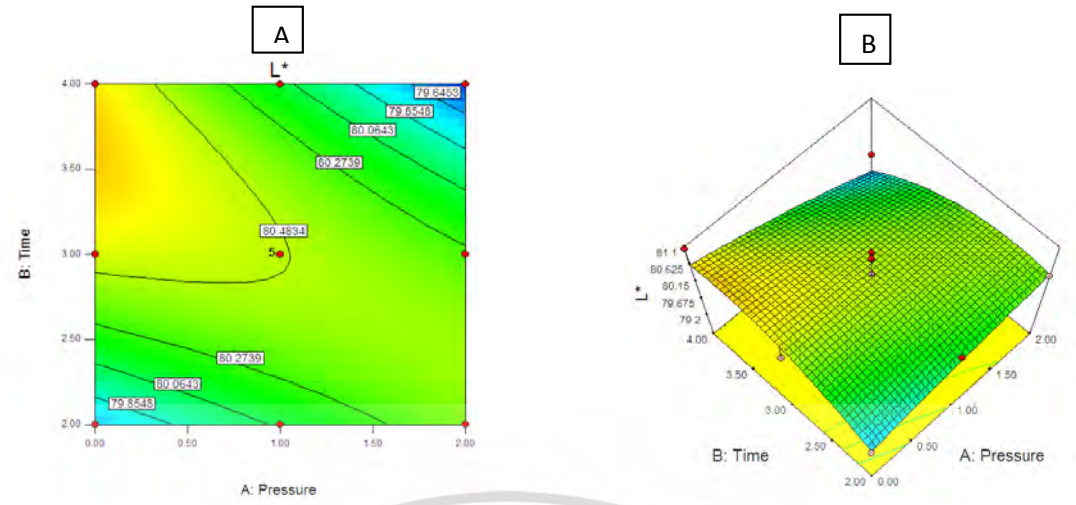
น้ำหนักสูญหายเพิ่มขึ้นเช่นกัน ตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ที่ความดัน 2 บาร์ เมื่อใช้เวลา 2 ชั่วโมง มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 87.09 น้ำหนักสูญหายร้อยละ 12.91 เมื่อใช้เวลา 4 ชั่วโมง มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 79.00 น้ำหนักสูญหายร้อยละ 21.00 แต่ ที่เวลาคงที่ 4 ชั่วโมง ใช้ความดัน 0 บาร์ มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 81.91 น้ำหนักสูญหายร้อยละ 18.09 และเมื่อใช้ความดัน 2 บาร์ มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 79.00 น้ำหนักสูญหายร้อยละ 21.00 ตามลำดับ

ส่วนความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) พบว่า การใช้ความดันและเวลาแตกต่างกันมีผลให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่า WHC แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อความดันคงที่ การใช้เวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่า WHC ลดลง และ เมื่อเวลาคงที่การใช้ความดันเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่า WHC เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Luckose และคณะ(2515) ที่ศึกษาการใช้ความดันสูง 200 400 และ 600 Mpaเปรียบเทียบกับใช้ความดันบรรยากาศ ในระหว่างการเก็บรักษานักเก็ตไก่ ที่ทำให้สุกที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที พบว่า WHC ของนักเก็ตไก่เพิ่มขึ้น ๆ กับระดับความดันที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าการเพิ่มขึ้นในกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความดันสูงแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจาก โปรตีนแอคตินและไมโอซินที่มีอยู่โดยทั่วไปได้รับผลกระทบจากการใช้ความดันจะเสียสภาพธรรมชาติ เมื่อได้รับความร้อนจากการหุงต้ม อย่างไรก็ตาม การใช้ความดันจะกระตุ้นการละลายของโปรตีนโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อฝอยอื่น ๆ เช่นไททีน (titin) หรือ คอนเน็กติน (connectin) ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเจลของโปรตีนเหล่านี้หลังจากการพาสเจอร์ไรท์มีผลสนับสนุนให้ WHC เพิ่มขึ้นเล็กน้อย นอกจากนี้ WHC ยังสามารถได้รับผลกระทบจาก F-actin ที่สามารถคงอยู่ได้ที่อุณหภูมิในการปรุงอาหารและมีอิทธิพลต่อการเกิดเจลในระหว่างการใช้ความดันที่ตามมา(Luckose และคณะ, 2515)



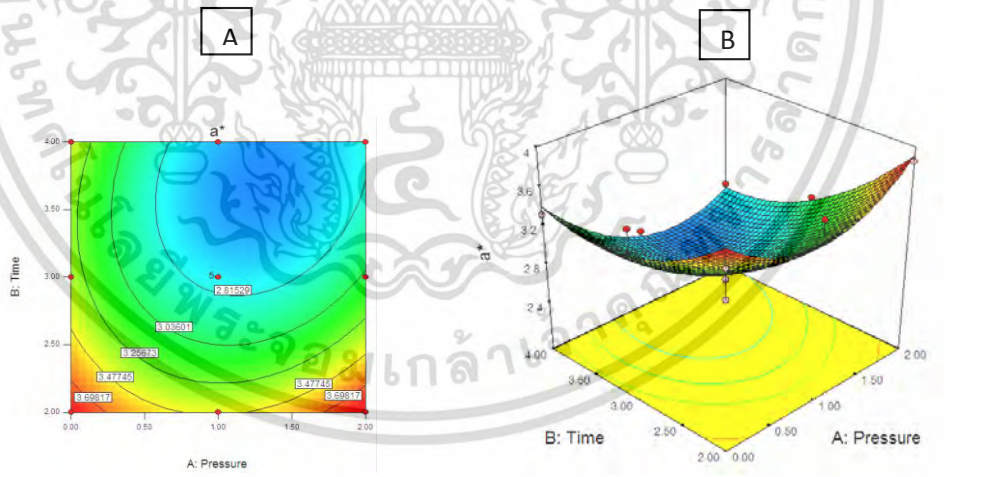
ภาพที่ 4.4 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าน้ำหนักสูญหายของเนื้ออกไก่ซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



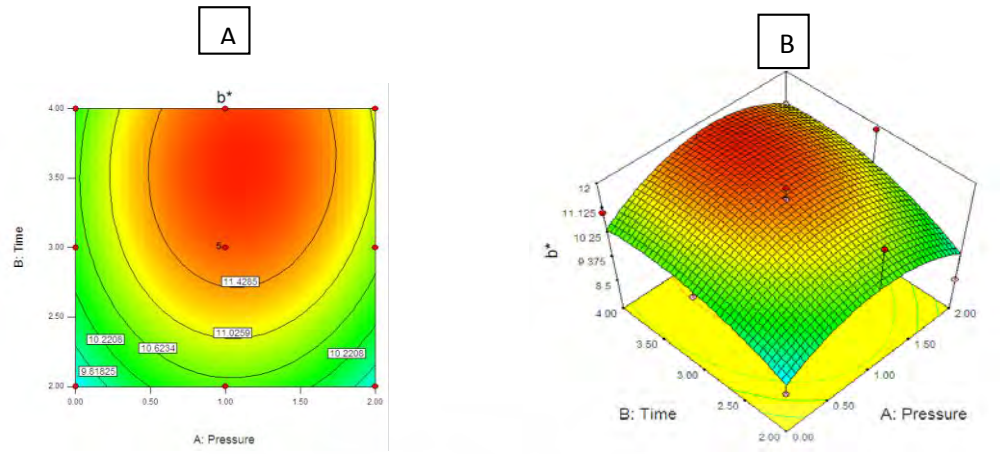
ภาพที่ 4.5 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อสีค่าความสว่าง(L*) ของเนื้อออกไก่ซูวีด

จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 – 4.7 พบว่าการใช้ความดันและเวลาแตกต่างกันมีผลให้เนื้อออกไก่ซูวีดมีค่า L* และค่า b*แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยเมื่อความดันคงที่ การใช้เวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่า L* และค่า b* เพิ่มขึ้น และเมื่อเวลาคงที่การใช้ความดันเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีมีค่า L* และค่า b* เพิ่มขึ้น เช่นกัน ตามลำดับ



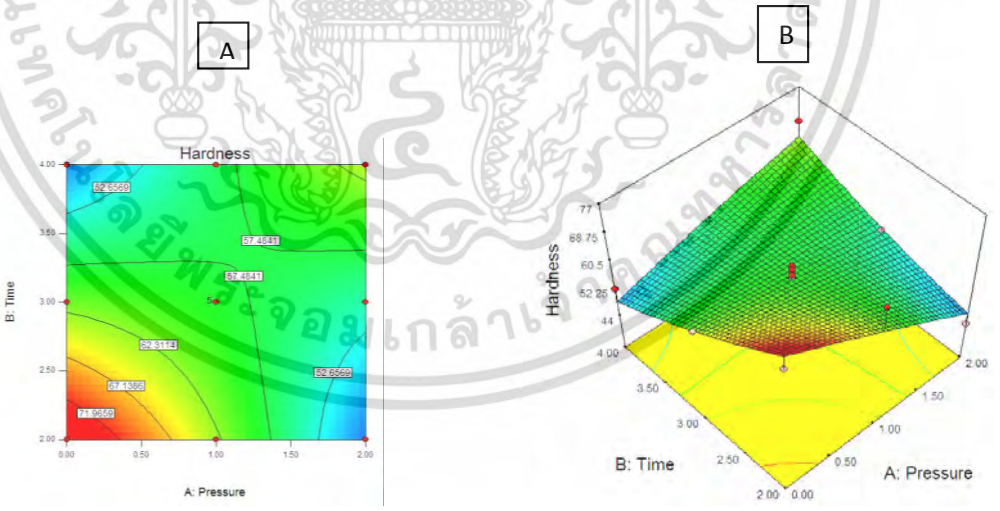
ภาพที่ 4.6 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าสีแดง (a*) ของเนื้ออกไก่ซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



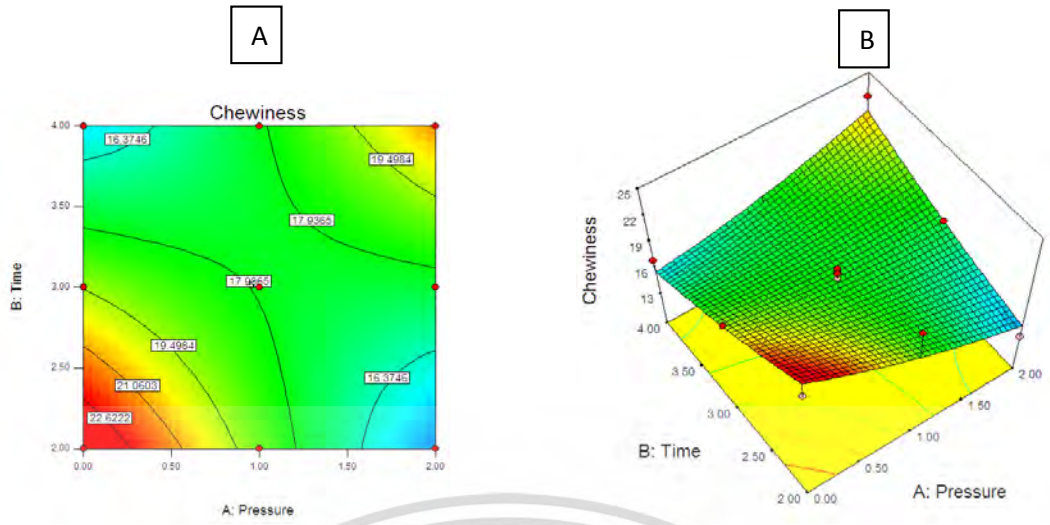
ภาพที่ 4.7 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าเหลือง (b*) ของเนื้อออกไก่ซูวีด

สำหรับค่าสีแดงของเนื้อออกไก่ซูวีด พบว่า การใช้ความดันและเวลาแตกต่างกันมีผลทำให้เนื้อออกไก่ซูวีดมีค่าสีแดง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อความดันคงที่การใช้เวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้อออกไก่ซูวีดมีสีแดงลดลง ทำให้เนื้อไก่มีสีแดงซีดลง ๆ เป็นลำดับ และ เมื่อเวลาคงที่การใช้ความดันเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เนื้อออก ไก่ซูวีดมีค่าสีแดงเปลี่ยนแปลงไปโดยที่เวลา 2 ถึง 3 ชั่วโมงการใช้ความดันที่ 0 และ 2 บาร์ มีค่าสีแดงมากใกล้เคียงกัน แต่ที่ความดัน 1 บาร์มีค่าสีแดงลดลงเมื่อการใช้เวลาเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.8 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความ ดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าความแข็งที่ได้ของเนื้อออกไก่ซูวีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

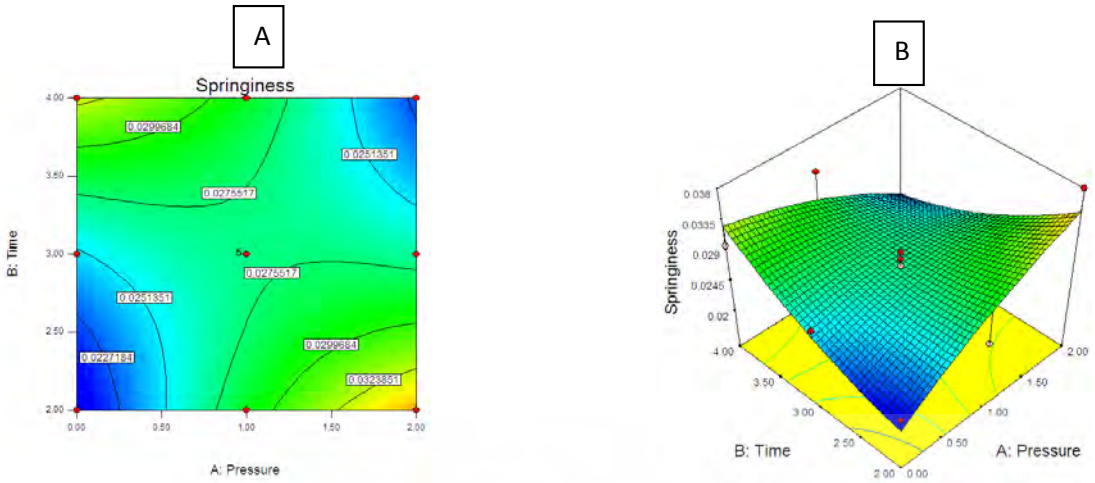


ภาพที่ 4.9 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าแรงการเคี้ยวของเนื้ออกไก่ซูวีด

จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.8 – 4.10 พบว่าการใช้ความดันและเวลาแตกต่างกันมีผลให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่าความแข็ง (hardness) และค่าแรงการเคี้ยว (chewiness) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อความดันคงที่การใช้เวลาเพิ่ม ขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่าความแข็งและค่าแรงการเคี้ยวลดลง และ เมื่อเวลาคงที่การใช้ความดันเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีมีค่าความแข็งและค่าแรงการเคี้ยวที่ได้ลดลงเช่นกัน ตามลำดับ ยกตัวอย่างเช่น ที่ความดัน 0 บาร์ เมื่อใช้เวลาเพิ่มขึ้นจาก 2 ชั่วโมงเป็น 4 ชั่วโมง มีผลทำให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่าความแข็งและค่าแรงการเคี้ยวลดลงจาก 73.09 นิวตัน เป็น 52.31 นิวตัน และ 22.71 วินาที เป็น17.02 วินาที ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Suzuki และคณะ(1990) ที่พบว่า เมื่อใช้ความดันสูงต่อชิ้นเนื้อวัวหลังการหดเกร็งตัวจะทำให้มีการแตกตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อฝอย (myofibrils) เพิ่มขึ้น โดยการศึกษากล้ามเนื้อหลังจากที่ได้รับความดันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ความดันที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อฝอย มีรอยแตกที่แถบไอ (I-band) และโปรตีนองค์ประกอบของเส้นเอ็ม (M-line) หายไปทำให้เนื้อมีความนุ่มที่ไม่ใช้จากการย่อยสลายโปรตีนของเส้นแซ็ด (Z-line) ในเส้นใยกล้ามเนื้อฝอยเช่นในการบ่มเนื้อสัตว์(meat aging หรือ ripening หรือบางประเทศเรียกว่า conditioning) คือ การเก็บเนื้อสัตว์หลังการฆ่า ในห้องเย็น ที่อุณหภูมิ ประมาณ 1-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-4 สัปดาห์ ก่อนการบริโภค เพื่อเพิ่มความนุ่มของเนื้อสัตว์ (meat tenderness) โดยเอนไซม์โปรตีเอส (protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อยเส้นใยโปรตีนกล้ามเนื้อ (myofibril) และโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน มีผลให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

สำหรับค่าแรงสปริง (springiness) ที่ได้ของเนื้ออกไก่ซูวีดพบว่าการใช้ความดันและเวลาแตกต่างกันมีผลให้เนื้ออกไก่ซูวีดมีค่าแรงสปริง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แผนภาพคอนทัวร์พล็อต (A) และแผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนอง 3 มิติ (B) แสดงผลของความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อค่าแรงสปริงของเนื้อออกไก่ซูวีด

ความดันคงที่ การใช้เวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้อออกไก่ซูวีดมีค่าแรงสปริงลดลง และ เมื่อเวลาคงที่การใช้ความดันเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้อออกไก่ซูวีดมีค่าแรงสปริงเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าตัวแปรตอบสนองของปัจจัย(ความดันและเวลาในการซูวีดที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อออกไก่) ดังตารางที่ 4.6 พบว่าข้อมูลที่ได้จากค่า WHC ค่าสีแดง(a*) และค่า chewiness ของเนื้อออกไก่ซูวีดสามารถให้สมการที่นำไปใช้ทำนายผลได้ เนื่องจาก สมการเหล่านี้มี Lack of fit ที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (อนุวัตร, 2549) และนอกจากนี้สมการที่ได้มายังมีค่าสัมประสิทธิ์การอธิบาย (Coefficient of correlation : R^2) ของค่าตอบสนองมีค่ามากกว่า 0.6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลจากการทดลองนี้สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ของความดันและเวลาที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อออกไก่ซูวีดได้ โดยในการทดลองนี้ สมการที่ทำนายจะแสดงอยู่ในรูปสมการกำลังสอง (quadratic model) แสดงดังตารางที่ 4.7 ซึ่งประโยชน์ของสมการทั้งสามทำให้สามารถทำนายเลือกสภาวะที่ต้องการผลิตเนื้อออกไก่ซูวีดที่มีคุณภาพด้าน WHC สีแดง (a*) และค่า chewiness ต่างกันได้ แสดงดังตารางที่ 4.8 (เลือกค่าความดันที่ 2 บาร์เพื่อให้สามารถควบคุมกระบวนการซูวีดได้แน่นอนกว่า ถ้าใช้ค่าความดันที่มีเศษทศนิยม แสดงใน ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.7 สมการที่ทำนายได้จากการใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนองของแต่ละปัจจัย

Dependent values	Equation quadratic models	R^2
WHC	$46.82580 + 2.08308P - 1.43843T - 0.58125PT + 0.061086P^2 + 0.063086T^2$	0.79
a*	$6.72086 - 0.53474P - 2.01740T - 0.16275PT + 0.44091P^2 + 0.29741T^2$	0.87
chewiness	$36.47778 - 13.39670P - 7.08626T + 3.73625PT + 0.61922P^2 + 0.46972T^2$	0.69

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ค่าที่ได้จากการทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 2 บาร์เป็นเวลา 2.55 ชั่วโมง (2 ชั่วโมง 33 นาที) จะได้เนื้อออกไก่ซูวีดที่มีค่า WHCเป็นร้อยละ 45.02 ค่าสีแดง เป็น 3.38 และค่าแรงการเคี้ยวเป็น 16.20

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วินาที ตามลำดับ ส่งผลให้เนื้อออกไก่ซูวีด มีค่าปัจจัยค่าความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.61 จัดว่าเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ดี และเมื่อได้ทำการทดลองผลิตเนื้อออกไก่ซูวีดที่สภาวะดังกล่าว พบว่ามีค่า WHC เป็น ร้อยละ 42.72±2.32 ค่าสีแดง เป็น 3.82±0.59 และค่าแรงการเคี้ยวเป็น 14.06± 3.03 วินาที ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าที่ทำนายได้

ตารางที่ 4.8 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อออกไก่ซูวีด (ภาคผนวก ง)

Constraints	Optimization of condition				
Name	goal	Lower limit	Upper limit	Solution	R^2
Pressure	Is equal to 2.00	0	2	2.00	-
Time	minimize	2	4	2.55	-
WHC	maximize	41.20	48.02	45.02	0.79
a*	minimize	2.42	3.86	3.38	0.87
chewiness	minimize	13.38	22.71	16.20	0.69

4.3 ผลการสำรวจความต้องการบริโภคเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ

การสำรวจความต้องการบริโภคเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม (ภาคผนวก ค-3) เพื่อทดสอบความแตกต่าง แบบเจาะจงคุณลักษณะ (attribute difference test) ซึ่งรวบรวมได้จากผู้ตอบคำถามที่เป็นผู้สูงอายุช่วง 60 - 80 ปี จำนวน 50 คน ให้พิจารณาเลือกเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดที่ต้องการบริโภคจากเมนูที่กำหนดให้ 5 อย่าง คือ เนื้อออกไก่ซูวีดย่าง(grill) เนื้อออกไก่ซูวีดสเต็ก เนื้อออกไก่ซูวีดรมควัน เนื้อออกไก่ซูวีดเทอริยากิ และ เนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ ด้วยการให้ระดับความพึงพอใจ (ranking test for difference) ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เนื้อออกไก่ซูวีด ผลการสำรวจ แสดงข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคต่อเนื้อออกไก่ สรุปได้ดังนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ66 เหลือเป็นเพศชายร้อยละ 34 มีอายุ 60 – 64 ปีมากถึงร้อยละ 62 รองลงมาอายุ 65 – 69 ปี มีร้อยละ 20 และมีอายุ 75 – 80 ปีร้อยละ 6 ส่วนระดับการศึกษา ส่วนใหญ่จบประถมศึกษามากถึงร้อยละ 52 รองลงมาจบมัธยมศึกษา 36 เปอร์เซ็นต์ จบ ปวช. รวมกับ ปวส. ร้อยละ 6 ที่เหลือเป็นจบปริญญาตรีและสูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 6 สำหรับการประกอบอาชีพเป็นแม่บ้าน/พ่อบ้านและธุรกิจส่วนตัวอย่างละร้อยละ 28 รองลงมามีอาชีพรับจ้าง/ลูกจ้างร้อยละ18 พนักงานบริษัทร้อยละ 14 เกษตรกรร้อยละ 8 และข้าราชการร้อยละ 4

พฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคต่อเนื้อออกไก่ของผู้บริโภคเคยรับประทานเนื้อออกไก่ทั้งหมดร้อยละ 100 โดยมีความถี่ของการรับประทานเนื้อไก่สัปดาห์ละครั้ง มากถึงร้อยละ 42 และ 2 - 3 วันครั้งร้อยละ 38 2 - 3 สัปดาห์ครั้งร้อยละ 12 และเดือนละครั้งร้อยละ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุที่ผู้บริโภคเลือกรับประทานเนื้ออกไก่เพราะมีเหตุผลว่า เนื้ออกไก่หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก มีโปรตีนสูง มีไขมันต่ำและย่อยง่าย ทั้งนี้ผู้บริโภคเลือกซื้อหรือรับประทานเมนูอาหารอกไก่จากตลาดสดเป็นส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 84 ที่เหลือเป็นซุปเปอร์มาร์เก็ตและร้านอาหารตามสั่งอย่างละ ร้อยละ 8

เมื่อถามว่า ถ้ามีผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่ซูวีด ที่นำมาประกอบเป็นเมนูอาหารให้มีรสชาติแตกต่างกันมาให้เลือก ผู้บริโภคเห็นด้วย/น่าลองมากถึงร้อยละ 94 ส่วนอีกร้อยละ 6 บอกเฉย ๆ เพราะจะมีราคาแพง

สำหรับการสำรวจความต้องการบริโภคเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ เมื่อถามว่า ถ้ามีผู้ผลิตเมนูเนื้ออกไก่นุ่มออกจำหน่ายให้เลือกซื้อ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจที่จะเลือกซื้อเมนูเนื้ออกไก่นุ่มทั้ง 5 เมนู ที่นำเสนอมาให้พิจารณา สรุปผลได้ คือ เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำมีจำนวนผู้บริโภคให้ระดับความพึงพอใจมากที่สุดร้อยละ 46 เนื้ออกไก่ซูวีดสเต็กมีจำนวนผู้บริโภคให้ระดับความพึงพอใจมากร้อยละ 40 เนื้ออกไก่ซูวีดรมควันมีจำนวนผู้บริโภคให้ระดับความพึงพอใจปานกลางร้อยละ 36 เนื้ออกไก่ซูวีดย่างมีจำนวนผู้บริโภค ให้ระดับความพึงพอใจน้อย ร้อยละ 36 และ เนื้ออกไก่ซูวีดเทอริยากิมีจำนวนผู้บริโภคให้ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด ร้อยละ 52 แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 จำนวนผู้บริโภคที่ให้ระดับความพึงพอใจในการบริโภคเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ

เมนูเนื้ออกไก่ซูวีด	ระดับความพึงพอใจ (ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. เนื้ออกไก่ซูวีดย่าง	12	22	30	36	-
2. เนื้ออกไก่ซูวีดสเต็ก	24	40	24	6	6
3. เนื้ออกไก่ซูวีดรมควัน	4	12	36	34	14
4. เนื้ออกไก่ซูวีดเทอริยากิ	14	12	6	16	52
5. เนื้ออกไก่ซูวีดซอสพริกไทยดำ	46	14	6	12	22

4.4 **ผลการทดสอบความชอบเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ**

ทำการผลิตเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจสูงสุด คือ เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ ด้วยซอสพริกไทยดำสำเร็จรูป ซึ่งมีส่วนผสมตามสลาก คือ พริกไทยดำร้อยละ 38 ซอสถั่วเหลืองร้อยละ 14 กระเทียมร้อยละ 7 เกลือเสริมไอโอดีนร้อยละ 5 น้ำตาลทรายร้อยละ 5 และน้ำมันปาล์มร้อยละ 2 ที่ปริมาณร้อยละ10 ของน้ำหนักเนื้ออกไก่สดทำการคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนนำมาแยกบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดสุญญากาศ(laminated low density polyethylene, LLDPE) ขนาด 6×8 นิ้ว^2 และเข้าเครื่องบรรจุปิดผนึกแบบสุญญากาศ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียสเพื่อหมักให้ซอสสามารถซึม

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าเนื้อเป็นเวลา12 ชั่วโมง ก่อนนำไปซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 2 บาร์เป็นเวลา 2.55 ชั่วโมง (2 ชั่วโมง 33 นาที) จากนั้น ประเมินการยอมรับของผลิตภัณฑ์(acceptance test) ทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ โดยกำหนดให้ผู้ทดสอบชิม1 คนได้ชิมตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง จำนวน 2 ชิ้นใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นผู้สูงอายุช่วง 60 - 80 ปี จำนวน50 คนชิม ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัสความนุ่ม เนื้อสัมผัสความชุ่มน้ำและความชอบโดยรวม แบบ 9 –Point Hedonic Scaleโดยการให้คะแนนความชอบในตัวผลิตภัณฑ์จากไม่ชอบมากที่สุด (1) ถึง ชอบมากที่สุด (9) สรุปการทดสอบความชอบเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไป

ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 62 ที่เหลือเป็นเพศชายร้อยละ 38 มีช่วงอายุ 60 - 64 ปีร้อยละ 42 ช่วงอายุ 65 - 69 ปีมีร้อยละ 32 ช่วงอายุ 70 - 74 ปีมีร้อยละ 18 และช่วงอายุ 75 – 80 ปีมีร้อยละ 8 สำหรับระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบมัธยมศึกษาถึงร้อยละ 44 ประถมศึกษา ร้อยละ 22 ปวส. และ ปวช. ระดับละร้อยละ 10 ปริญญาตรีร้อยละ 12 และมีปริญญาโทเพียงร้อยละ 2

ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ความชอบรับประทานเนื้อไก่ร้อยละ 80 ที่เหลือรู้สึกเฉย ๆ ร้อยละ 20 โดยความถี่ของการรับประทานเนื้อไก่ 2 – 3 วันครั้งร้อยละ 46 สัปดาห์ละครั้งร้อยละ 50 2 – 3 สัปดาห์ครั้งที่เหลือเป็นเดือนละครั้งมีร้อยละ 4

ส่วนอาชีพของผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่เป็นธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 34 รับจ้าง/ลูกจ้างร้อยละ 28 แม่บ้านพ่อบ้านเป็นร้อยละ 24 ทีเหลือเป็นข้าราชการร้อยละ 14

ตอนที่ 2 ผลค่าเฉลี่ยคะแนนเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำสำหรับผู้สูงอายุ

เมนูเนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมสูงถึง 8.46 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนของเนื้อสัมผัสความนุ่มและเนื้อสัมผัสความชุ่มน้ำสูงมากถึง 8.86 คะแนน เนื่องจากเนื้อออกไก่ซูวีดมีความนุ่มทีผู้สูงอายุสามารถเคี้ยวได้ง่ายและกลืนได้สะดวกดี

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความชอบเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ
สี	7.50
กลิ่น	8.74
เนื้อสัมผัสความนุ่ม	8.86
เนื้อสัมผัสความชุ่มน้ำ	8.86
ความชอบโดยรวม	8.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าเฉลี่ยคะแนนกลิ่นที่ดีของกระเทียมและพริกไทยดำเป็น 8.74 และ ค่าเฉลี่ยคะแนนสีมีค่าน้อยกว่าปัจจัยคุณภาพอื่น ๆ คือ 7.5 เพราะว่ามีสีดำของซอสพริกไทยดำอยู่นั้นเอง ผลแสดงดังตารางที่ 4.10

4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการ

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการของผลิตภัณฑ์เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำสำหรับผู้สูงอายุ โดยสุ่มตัวอย่างจากการผลิตเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุในหัวข้อ 4.4 ปริมาณ1 กิโลกรัม (จำนวน 5 ถุง ๆ ละ1ชิ้น) ส่งตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการ ผลแสดงดังตารางที่ 4.11

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ผลิตภัณฑ์เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ มีองค์ประกอบทางเคมีหลักเป็นความชื้นร้อยละ 73.86 ไขมันทั้งหมดร้อยละ 1.76 โปรตีนร้อยละ 22.38 คาร์โบไฮเดรททั้งหมดร้อยละ 0.74 ไขมันอิ่มตัวร้อยละ 0.62 และ เถ้าร้อยละ 1.26 นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ 100 กรัม มี โคเลสเตอรอล 63.74 มิลลิกรัม โซเดียม 218.31 มิลลิกรัม แคลเซียม 21.90 มิลลิกรัม เหล็ก 0.38 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.035 มิลลิกรัม และ วิตามิน2 0.039 มิลลิกรัม ตามลำดับ

สำหรับการพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พบว่า ถ้าผลิตภัณฑ์เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ หนึ่งหน่วยบริโภคมีน้ำหนัก 300 กรัม (อกไก่ซูวีด 1 ชิ้นรวมซอสในถุง) จะให้พลังงานทั้งหมด 320 กิโลแคลอรี่ (พลังงานจากไขมัน 45 กิโลแคลอรี่)

ผู้บริโภคจะได้รับสารอาหาร เปรียบเทียบ เป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่แนะนำให้รับประทานต่อวัน เป็น ไขมันทั้งหมดร้อยละ 8 ไขมันอิ่มตัวร้อยละ 10 โคเลสเตอรอลร้อยละ 63 คาร์โบไฮเดรททั้งหมดร้อยละ 1 ใยอาหารร้อยละ 2 โซเดียมร้อยละ 27 วิตามินบี 1 ร้อยละ 6 วิตามินบี 2 ร้อยละ 8 แคลเซียมร้อยละ 8 และ เหล็กร้อยละ 8 ตามลำดับ

เห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำหนึ่งหน่วยบริโภค จะมีปริมาณโคเลสเตอรอลสูงถึง 190 มิลลิกรัม และ พลังงานทั้งหมด 320 กิโลแคลอรี่ (พลังงานจากไขมัน 45 กิโลแคลอรี่) แต่จากปริมาณโคเลสเตอรอลที่ร่างกายได้รับจากอาหารไม่ควรเกิน 300 มิลลิกรัมต่อวัน (คณะกรรมการอาหารแห่งชาติ , 2558) และ ปริมาณพลังงานที่ผู้สูงอายุควรได้รับใน 1 วัน คือ ช่วงอายุ 60-69 ปี เพศชาย 2,000 กิโลแคลอรี่ เพศหญิง 1,450 กิโลแคลอรี่ และช่วงอายุ 70 ปีขึ้นไป เพศชาย 1,750 กิโลแคลอรี่ เพศหญิง 1,250 กิโลแคลอรี่ (การกินเพื่อสุขภาพ , 2561) ทำให้พิจารณาได้ว่ายังคงปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ แต่ไม่ควรรับประทานมากนัก และควรรับประทานร่วมกันกับผักสดหรือผักลวกสุกในเมนูอาหารแต่ละมื้อ สำหรับ เนื้ออกไก่ที่มีปริมาณโคเลสเตอรอลสูงสอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำเพชร(2539) ที่พบว่า ไก่ดิบมีปริมาณโคเลสเตอรอลต่อ 100 กรัม อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง 50 มิลลิกรัม (อกไก่) ถึง 119 มิลลิกรัม (น่องไก่) ดังนั้น ข้อแนะนำสำหรับผู้สูงอายุควรรับประทานในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อสุขภาพและพลานามัยที่สมบูรณ์แข็งแรง

ตารางที่ 4.11 องค์ประกอบทางเคมีด้านโภชนาการผลิตภัณฑ์เมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ

องค์ประกอบทางเคมี	ต่อ 100 กรัม	ต่อ 1 หน่วยบริโภค	ร้อยละ RDI	วิธีทดสอบอ้างอิง
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี่)	108.32	320.00	-	*AOAC(2003),C2
พลังงานจากไขมัน(กิโลแคลอรี่)	15.84	45.00	-	*AOAC(2003),C2
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	1.76	5.00	8	**AOAC(2012),C35,948.15
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	0.62	2.00	10	***AOAC(2003)p2-33 to 2-36
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	63.74	190.00	63	**AOAC(2012),C45,994.10
โปรตีน (กรัม)(% N x 6.25)	22.38	67.00	-	**AOAC(2012),C39,981.10
คาร์โบไฮเดรททั้งหมด (กรัม)	0.74	2.00	1	*AOAC(2003),C2
ใยอาหาร (กรัม)	0.17	< 1	2	**AOAC(2012)985.29
น้ำตาล (กรัม)	0.00	0.00	-	*AOAC(2003),C2,p84-86
โซเดียม (มิลลิกรัม)	218.31	650.00	27	**AOAC(2012)984.27byICP-OES
วิตามินเอ(ไมโครกรัม)	ไม่พบ	0.00	-	*AOAC(2003)p2-95 to 2-98
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.035	(0.10)	6	**AOAC(2012),C45,942.23
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.039	(0.12)	8	****
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	21.90	(65.70)	8	**AOAC(2012)984.27byICP-OES
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.38	(0.14)	8	**AOAC(2012)984.27byICP-OES
เถ้า (กรัม)	1.26	-	-	**AOAC(2012),C39,920.153
ความชื้น (กรัม)	73.86	-	-	**AOAC(2012),C39,950.46[B]

หมายเหตุ : * Compendium of method for food analysis

** In-home method based on

*** In-home method based on Compendium of method for food analysis

**** In-home method based on J. Agric. Food Chem.(1984),32p[326-331

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การซูวีดเนื้ออกไก่ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 - 8 ชั่วโมง ทำให้ เนื้ออกไก่ซูวีดมีปริมาณผลผลิต ความสามารถของการอุ้มน้ำในเนื้อ ค่าสีแดง ค่าความแข็ง และค่าแรงเคี้ยวลดลง ขณะที่น้ำหนักสูญหาย ค่าความสว่าง ค่าสีเหลืองและค่าแรงสปริงเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

5.1.2 การซูวีดเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมงทำให้ เนื้ออกไก่ซูวีดมีความนุ่มที่ผู้สูงอายุชอบมากที่สุด

5.1.3 การซูวีดเนื้ออกไก่ให้มีความนุ่มที่ผู้สูงอายุชอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้ความดัน 2 บาร์ทำให้สามารถลดเวลาในกระบวนการผลิตลงได้เกือบหนึ่งเท่าตัว คือ จาก 4 ชั่วโมง ลดลงเหลือเพียง 2 ชั่วโมง 33 นาที

5.1.4 เนื้ออกไก่ซูวีดเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ในเชิงธุรกิจที่น่าสนใจเพราะจะปรุงแต่งรสชาติได้หลากหลาย และมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมกับผู้บริโภคทุกช่วงอายุ แต่จะดีที่สุดกับผู้สูงอายุ .

5.1.5 ผลิตภัณฑ์อกไก่ซูวีดที่ผู้สูงอายุกลุ่มที่ทำการศึกษาคือเนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การบริโภคควรนำน้ำซุปที่อยู่ในภาชนะบรรจุมาบริโภคด้วย เพราะมีสารอาหารที่มีคุณประโยชน์ละลายออกมาจากชิ้นเนื้ออยู่มาก

5.2.2 ควรศึกษาปริมาณและชนิดของโปรตีนที่ละลายออกมาจากชิ้นเนื้อชนิดต่าง ๆในช่วงระหว่างกระบวนการซูวีด

5.2.3 ผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่ซูวีดที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้สูงอายุ อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกลุ่มชุมชนที่คัดเลือกในการประเมินผลทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปตามสถานที่และสาขาอาชีพ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

การกินเพื่อสุขภาพ . 2561. โภชนาการสำหรับวัยสูงอายุ. เข้าถึงได้จาก https://www.honestdocs.co. วันที่ 16 มิถุนายน 2561.

กรมอนามัย . 2530. **ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม** . กองโภชนาการ. กรุงเทพฯ : องค์การสังเคราะห์ทหารผ่านศึก. หน้า 28.

กรมอนามัย. 2546. **รายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย.** ครั้งที่ 4. กองโภชนาการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

คณะกรรมการอาหารแห่งชาติ. 2558. **องค์ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการสำหรับทุกช่วงวัย.** พิมพ์ครั้งที่ 1 มกราคม2559. ฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการอาหารแห่งชาติ สำนักอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

น้ำเพชร อิงค์ประเสริฐ. 2539. องค์ประกอบของสารอาหารและผลของการประกอบอาหารต่อปริมาณไขมันและวิตามินที่มีในส่วนต่างๆ ของไก่ . วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (โภชนาศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล. 85 หน้า.

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

ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2559. **การวัดเนื้อสัมผัสของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : งานเทคโนโลยีการศึกษาและประชาสัมพันธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.259 หน้า.

ปิยะภัทร เดชพระธรรม. 2556. ปัญหาการกลืนในผู้สูงอายุ. **เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร.** 23(3):73-80.

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. 2560. **สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. ๒๕๕๙**. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.)

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. 2555. **การใช้ความดันสูงเพื่อการถนอมอาหาร**. หมวดหมู่: การผลิตอาหาร.เข้าถึงได้จาก https://www.conf.agi.nu.ac.th/agmis/download/publication/70_file.pdf. วันที่ 15 สิงหาคม 2559

โสรยา เกิดพิบูลย์. 2561. **Tender meat production using sous-vide pressure technique.** การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ครั้งที่ 6 วันที่ 18-19 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ประเด็น ความสำเร็จของการผลิตเนื้อสัตว์บนพื้นฐานของเทคโนโลยีนวัตกรรม, สถานที่ โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุรเกียรติ อาชานานุภาพ. 2559. **อยากสุขภาพดีต้องมี 3 อ.(อาหาร ออกกำลังกาย อารมณ์) สำหรับวัยสูงอายุ.** บริษัท สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน จำกัด. 56 หน้า.

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ.2558. **พื้นฐานโภชนบำบัด.** พิมพ์ครั้งที่ 1 . สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 280 หน้า.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2552. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

Anonymous. 2005. **Design-Expert® 7 is released**. Stat-Teaser. News from Stat-Ease, Inc. Stat-Ease Corporation Publisher.

On line accessible from https://www.statease.com/news/news0512.pdf Date 15/08/2017

AOAC. 2003. **Association of Official Analytical Chemists.** Official Methods of Analysis , 15 th Ed. The Association of Official Analytical Chemists Arlington, Virginia.

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

Barba, F.J., Terefe, N.S., Buckow.R.,Knorr,D. and Orlien, V. 2015. New opportunities and perspectives of high pressure treatment to improve health and safety attributes of foods. A review. **Food Research International.** 77 : 725 – 742.

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

Carlez, A., Veciana-Nogues, T.and Cheftel ,J.C. 1995. Changes in colour and myoglobin of minced beef meat due to high pressure processing. **Lebenson Wiss Technology.** 28:528–538.

Carpenter, R.P., Lyon, D.H. and Hasdell, T.A. 2000. **Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control**. 2nd Ed. Aspen Publisher, Inc. Maryland. 210 pp.

Cong-Gui, C., Gerelt, B., Shao-Tong, J., Nishiumi ,T. and Suzuki, A. 2006. Effects of High Pressure on pH, Water-binding Capacity and Textural Properties of Pork Muscle Gels Containing Various Levels of Sodium Alginate. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. Sci.** 19 (110): 1658 – 1664.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Crawford, Y.J., Murano, E.A.,Olson, D.G.and Shenoy,K. 1996. Use of high hydrostatic pressure and irradiation to eliminate Clostridium sporogenes spores in chicken breast. **Journal Food Protection.** 59: 711–715.

Creed, P.G. 1995. The sensory and nutrition quality of sous vide foods. **Food Control.** 6 (1) :45 – 52.

Cross, H.R., Durland, P.R. and Seideman, S.C. 1986. **Sensory qualities of meat. In muscle as food.** Academic Press. Maryland, USA.

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

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

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

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

Junej , V. K., Eblen, B.S. and Marks, H.M. 2001.Modeling non-linear survival curves to calculate thermal inactivation of Salmonella in poultry of different fat levels. **International Journal of Food Microbiology.** 70 : 37-51.

Kenji López-Alt, J. 2015. **The food lab's complete guide to sous vide chicken breast**. On line accessible from . www.seriouseats.com/2015/.../the-food-lab-complete-guide-*to-sous-vide-chicken-bre.* Date 15/08/2016.

Khan, M.A., Ali, S., Abid, M., Ahmad, H., Zhang, L., Tume R. K. and Zhou, G. 2014 Enhanced texture, yield and safety of a ready-to-eat salted duck meat product using a high pressure-heat process. **Innovative Food Science and Emerging Technologies.** 21:50–57.

Koutchma ,T. 2014. **Adapting High Hydrostatic Pressure (HPP) for Food Processing Operations**. Elsevier. New York. USA. 70 pages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kruk, Z.A, Yun, H., Rutley, D., Lee, E. J., Kim, Y. J., Jo, C. 2011. The effect of high pressure on microbial population, meat quality and sensory characteristics of chicken breast fillet. **Food Control.** 22, 6-12.

Kruk, Z.A., Kim, H. J., Kim, Y.J., Rutley, D.L.,Jung, S., Lee, S.K. and Jo, C. 2014. Combined effects of high pressure processing and addition of soy sauce and olive oil on safety and quality characteristics of chicken breast meat. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 27(2): 256–265.

Lazic, Z. 2004. **Design of Experiments in Chemical Engineering**. WILEY-VCH Verlag Gmb H& Co. KGaA, Weinheim.

Luckose, F.; Pandey, M.C.; Chauhan,O.P.; Sultana,K. and Abhishek,V. 2015. Effect of high Pressure processing on the quality characteristics and shelf life of low-sodium re-structured chicken nuggets. **Journal of Food and Nutrition Research** (ISSN 1336-8672); *54* (4) : 334–345.

MGR Online, 2559. แนวโน้มเศรษฐกิจที่สดใส. *On line accessible from* https://mgronline. com/ mutualfund/detail/9580000142543 (15 สิงหาคม 2559)

Minipop, 2559. **ประโยชน์ของ เนื้อไก่.** เข้าถึงได้จาก https://sites.google.com/site/minipop045/home-1 (15 สิงหาคม 2559)

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

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

Myers, R.,Montgomery, D.C. and Cook, C.M.A. 2009. **Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments.** 3rd edition. John Wiley & Sons, New Jersey. 704 pages.

Ogawa, H., Fukuhisa, K., Kubo, Y. and Fukumoto, H. 1990. Inactivation effect of pressure does not depend on the pH of the juice. **Agricultural and Biological Chemistry.** 54 (5) : 1219-1225.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Patterson, M.F. and Kilpatrick, D.J. 1998. The combined effect of high hydrostatic pressure and mild heat on inactivation of pathogens in milk and poultry. **Journal of Food Protection.** 61 : 432–436.

Picouet, P.A., Silvia, C.C., Héloïse, V., Laia, C.B. and Pere, C. 2011. Stability of sous-vide cooked salmon loins processed by high pressure. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 12: 26–31.

Sikes, A.L. and Tume, R.K. 2014. Effect of processing temperature on tenderness, colour and yield of beef steaks subjected to high-hydrostatic pressure. **International Journal of Meat Science.** 97: 244-248.

Suzuki, A.; Watanabe, M.; Iwanura, K. ; lkeuchi , Y. and Saito, M. 1990. Effect of high pressure treatment on the ultrastructure and myofibrillar protein of beef skeletal muscle. **Agricultural and Biological Chemistry.** 54 (12) : 3085-3091.

Tanzi , E., Saccani, G., Barbuti, S., Grisenti, M.S., Lori, D., Bolzoni, S. and Parolari, G. 2004. High pressure treatment of raw ham. Sanitation and impact on quality. **Industria Conserve Journal.** 79:37–50

Tattini, M., Galardi, C., Pinelli, P., Massai, R., Remorini, D. and Agati , G. 2004. **New Phytologist .** 163 (3): 547-561.

Tananuwong, K., Chitsakun, T., Tattiyakul. (2012) Effects of high-pressure processing on inactivation of *Salmonella Typhimurium* , eating quality and microstructure of raw chicken breast fillets. **Journal of Food Science.** 77 (11) : 321-327.

Vaudagna, S.R., Sánchez, G. , Neira, M.S. , Insani, E.M. , Picallo, A.B. , Gallinger, M.M. and Lasta, J.A. 2002. Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature–long time (LT–LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. **International Journal of Food Science and Technology**. 37 : 425-441

Vaudagna, S.R., Pazos, A.A., Guidi, S.M., Sanchez, G., Carp, D.J. and Gonzalez, C.B. 2008. Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina. **International Journal of Meat Science.** 79: 470-480.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yumscience. 2014. **Sous Vide Cooking Times and Temperatures.**

On line accessible from www.molecularrecipes.com. *Date 15/08/2016.*

Zheng, M., Huang, Y.W., Nelson, S.O., Bartly, P.G. and Gates, K.W. 1998.

Dielectric properties and thermal conductivity of marinated shrimp and chanal catfish. **International Journal of Food Science**. 63: 668-672.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การทดลองเบื้องต้น

ก.1 การทดสอบตัวอย่างควบคุม

ทำทดสอบการใช้เวลาต้มเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 15 20 และ 25 นาที เพื่อให้เนื้อสุกพอดีและใช้เป็นตัวอย่างควบคุมเพื่อเปรียบเทียบกับเนื้ออกไก่ซูวีดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเวลาต่าง ๆ กัน ทดสอบผลโดยใช้การตรวจพินิจอธิบายเชิงพรรณนาและภาพถ่ายแสดงผลการทดสอบ

ตาราง ก-1 ผลการใช้เวลาต้มเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 15 20 และ 25 นาทีเพื่อให้เนื้อสุกพอดี

เวลาต้ม (นาที)	ภาพถ่าย ผลการทดสอบ	การตรวจพินิจอธิบายเชิงพรรณนา
10		เนื้อบริเวณผิวด้านนอกสุก เนื้อนิ่ม มองเห็นเป็นวงสีขาวซีดหนาประมาณ 0.98 - 0.9 เซนติเมตร เนื้อบริเวณด้านในยังดิบอยู่มองเห็นเป็นวงสีแดงอมม่วงเข้มขนาดใหญ่ เนื้อนุ่มนิ่ม
15		เนื้อบริเวณผิวด้านนอกสุก เนื้อแข็ง เนื้อมองเห็นเป็นวงสีขาวซีดหนาประมาณ 1.2 - 1.3 เซนติเมตร เนื้อบริเวณด้านในยังดิบอยู่มองเห็นเป็นวงสีแดงอมม่วงซีดขนาดเล็กลง เนื้อนุ่ม
20		เนื้อบริเวณผิวด้านนอกสุก เนื้อแข็งหดตัว เนื้อมองเห็นเส้นใยชัดเป็นวงสีขาวซีดมากขึ้น เนื้อบริเวณด้านในยังดิบอยู่มองเห็นเป็นวงสีแดงซีดขนาดเล็ก ๆ เนื้อเริ่มแข็งขึ้นเล็กน้อย
25		เนื้อบริเวณผิวด้านนอกสุก เนื้อแข็งหดตัวมากขึ้น เนื้อมองเห็นเส้นใยชัดเจนเป็นวงสีขาวซีดทั้งชิ้น เนื้อบริเวณด้านในสุกเห็นเป็นสีขาวทั้งหมด เนื้อแข็งและหดตัวมีขนาดเล็กลงเห็นชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ข-1. การวัดค่าสี (L^*, a^*, b^*)

การวัดสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-400) (Minolta co.,Ltd, Osaka, Japan) วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยวัดสี L^*เป็นค่าความสว่าง (lightness) a^*เป็นค่าสีแดงและเขียว (redness/greenness) และ b^*เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

โดยที่ ค่า L^*คือ ค่าแสดงความสว่างของสี มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

กรณีถ้า L^*มีค่า 0 หมายถึง มืด (darkness) แต่ถ้ามีค่า 100 หมายถึง สว่าง (lightness)

ค่า a^*คือ แสดงความเป็นสีแดงและเขียว (redness/greenness)

กรณีถ้า a^*มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีแดง และถ้ากรณี ถ้า a^*มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีเขียว

ค่า b^*คือแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

กรณีถ้า b^*มีค่าเป็นบวก หมายถึงสีเหลือง และกรณี ถ้า b^*มีค่าเป็นลบ หมายถึงสีน้ำเงิน

อุปกรณ์

1) เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-400)

วิธีการ

1) ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C

2) ทำการวัดสี โดยนำเนื้อออกไก่ซูวีดหั่นออกเป็น 3 ส่วน โดยหั่นตามขวางเส้นใย ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวหน้าตัดของเนื้ออกไก่ซูวีดและอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L^*, a^*, b^*) ทำการวัดแต่ละชุดการทดลอง 3 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-2. การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA)

ใช้การวัดค่าแรงกดที่แสดงค่าความนุ่มของเนื้ออกไก่ซูวีด ด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้วัดเนื้อสัมผัสวัดแรงกด เพื่อประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) ตามวิธีการของปานมนัส (2559) วิเคราะห์หาลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis) ด้วยหัววัดชนิด Stainless steel cylindrical No. P50 โดยการกำหนด Cross-head speed 2 mm/s ใช้ 5-Kg load cell จากนั้นหั่นเนื้ออกไก่ซูวีด ให้มีขนาด 1.5×1.5×2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การตั้งค่า : สำหรับเนื้ออกไก่ กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

Mode : TPA

Pre-Test Speed : 2.0 mm/s

Test Speed : 1.0 mm/s

Post-Test Speed : 1.0 mm/s

Distance : 70 % strain

Trigger Type : Auto

Force : load cell 5 Kg

อุปกรณ์

1) หัววัดชนิด Stainless steel cylindrical No. P50
2) ข้อต่อยาว
3) ตุ้มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

วิธีการ

1) หั่นเนื้ออกไก่ซูวีดให้มีขนาด 1.5×1.5×2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการวัดตามแนวขวางของเส้นใย กล้ามเนื้อ แต่ละชุดการทดลองวัด 5 ซ้ำ

2) จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-3. การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (Cook yield) (ดัดแปลงจาก Bethany และคณะ, 2012)

อุปกรณ์

1) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างดิบ และ น้ำหนักหลังการทำให้สุก คำนวณผลที่ได้ ตามสูตรดังนี้

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

W_c = น้ำหนักตัวอย่างเนื้อสุก (Weight of cooked sample)

W_r = น้ำหนักตัวอย่างเนื้อดิบ (Weight of raw sample)

ข-4. การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน (Cooking loss) (ดัดแปลงจาก Young and Lyon, 1997)

อุปกรณ์

1) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนการทำให้สุก

2) นำตัวอย่างไปให้ความร้อนโดยการนึ่ง จนมีอุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อ เท่ากับ 70 องศาเซลเซียส

3) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังให้ความร้อน คำนวณผลที่ได้ ตามสูตรดังนี้

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

W_b = น้ำหนักตัวอย่างก่อนการทำให้สุก (Weight of the before cooking)

W_a = น้ำหนักตัวอย่างหลังทำให้สุก (Weight of the after cooking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-5. การวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) (ดัดแปลงจาก Zheng และคณะ, 1998)

การวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้ออกไก่ซูวีดด้วยเครื่อง Centrifuge Thermo ทำการตั้งค่าของเครื่องดังต่อไปนี้

การตั้งค่า เครื่อง Centrifuge Thermo : สำหรับเนื้ออกไก่ซูวีด

RCF : 9,000

Temperature : 4°C

Time : 10 min

อุปกรณ์

1) โรเตอร์
2) หลอดเซนตริฟิวส์
3) กระดาษกรอง เบอร์ 4

วิธีการ

1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้ออกไก่ซูวีดบดละเอียด 5 กรัม
2) นำมาห่อด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 4 จำนวน 2 แผ่น
3) นำตัวอย่างบรรจุลงในหลอดเซนตริฟิวส์ แล้วใส่ลงในโรเตอร์
4) นำไปเซนตริฟิวส์ ที่ 9,000 RCF นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังเซนตริฟิวส์ นำไปคำนวณความสามารถในการอุ้มน้ำ ตามสูตรดังนี้

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

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

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

ข-6. การวัดค่าสี (L* a*และ b*) ของน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ระหว่างการซูวีด

การวัดสีในระบบ L* a* และ b* โดยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Quest XE ผลิตโดย Hunter Associates Laboratory, Inc., USA.

ค่า L* (lightness) คือค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 เมื่อค่า L*มาก แสดงความสว่างมากและเมื่อค่า L* น้อย แสดงความสว่างน้อยหรือมีสีคล้ำ

ค่า a* คือ ค่าสีแดง-สีเขียว (redness-greenness) เมื่อค่า a* มีค่าเป็นบวกแสดงสีในโทนสีแดงและเมื่อค่า a* มีค่าเป็นลบแสดงสีในโทนสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า b* คือ ค่าสีเหลือง-สีน้ำ เงิน (yellowness-blueness) เมื่อ b* มีค่าเป็นบวกแสดงสีในโทนสีเหลือง และเมื่อ b* มีค่าเป็นลบแสดงสีในโทนสีน้ำ เงิน

อุปกรณ์

1) Port plate ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

2) ชุด Calibration

วิธีการวิเคราะห์

1) เปิดเครื่องวัดสี และคอมพิวเตอร์ จากนั้นเข้าโปรแกรม Universe

2) ก่อนการวัดสี ทำการเปรียบเทียบสีน้ำกลั่นกับมาตรฐาน หรือ STANDARDIZE ก่อนทุกครั้งโดยเลือก Mode RSIN

3) ทำการวัดสีตัวอย่าง นำตัวอย่างน้ำที่ออกมาจากเนื้ออกไก่ระหว่างการซูวีดเทใส่หลอดวัดและนำวางแนบให้สนิทกับช่องรับแสง (port) เพื่อปิดช่องรับแสงตกกระทบจากเครื่องได้หมด โดยไม่ให้แสงลอดออกมาได้

4. ทำการอ่านและบันทึกค่า จากนั้นนำ ไปหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ภาพ ข- 1 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Quest XE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ค-1. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสความนุ่มเนื้ออกไก่ซูวีด แบบ 9 –Point Hedonic Scale

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่ซูวีด

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่ซูวีด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่องการใช้การซูวีดร่วมกับความดันเพื่อการผลิตเนื้ออกไก่นุ่ม

สำหรับผู้สูงอายุ โดยแบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสอบถามความความพึงพอใจของผู้บริโภคเนื้ออกไก่ซูวีด

ดังนั้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถามข้อมูลให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ข้าพเจ้าในนามของผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือมา

ณ. ที่นี่

ขอขอบพระคุณทุกอย่างสูง

นาย ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย X ลงใน( ) หน้าข้อความที่เป็นจริง

1. เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง
2. อายุ ( ) 55-60 ปี ( ) 61-64 ปี
   ( ) 65-70 ปี ( ) 70 ปีขึ้นไป
3. อาชีพ ( ) ข้าราชการ ( )พนักงานเอกชน ( ) ธุรกิจส่วนตัว
   ( ) รับจ้าง/ลูกจ้าง ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ
4. วุฒิการศึกษา ( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา ( ) อนุปริญา/ปวส
   ( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ
5. ท่านชอบท่านเนื้ออกไก่หรือไม่ ( ) ชอบ ( ) ไม่ชอบ
6. ความถี่ของการรับประทานเนื้ออกไก่
   ( ) ทุกวัน ( ) 2 – 3 วัน/ครั้ง ( ) สัปดาห์ละครั้ง
   ( ) 2 – 3สัปดาห์/ครั้ง ( ) เดือนละครั้ง ( ) อื่น ๆ.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสอบถามความความพึงพอใจของผู้บริโภคเนื้ออกไก่ซูวีด

คำชี้แจง 1. ผู้รับการประเมินจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่ซูวีด 3 ตัวอย่าง

2. กรุณาชิมตัวอย่างเนื้ออกไก่ซูวีด แล้วทำการประเมินโดยกรอกคะแนนลงในช่องว่าง

3. กำหนดระดับคะแนน ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัสความนุ่ม			
เนื้อสัมผัสความชุ่มน้ำ			
ความชอบโดยรวม			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค-2. แบบทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่ซูวีด

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่ซูวีด

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เนื้ออกไก่

ซูวีด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่องการใช้การซูวีดร่วมกับความดันเพื่อการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ

คำอธิบาย กระบวนการซูวีด (sous vide) เป็นวิธีการที่มีศักยภาพและถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้ออกไก่โดยนำมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมช่วยให้เนื้ออกไก่มีลักษณะเนื้อสัมผัส ที่นุ่มมากขึ้น ช่วยปรับปรุงคุณภาพและส่งผลให้ประชากรไทยโดยเฉพาะกลุ่มของผู้สูงอายุ สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อนุ่ม ที่มีโปรตีนสูงและย่อยง่ายได้ โดยแบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคต่อเนื้ออกไก่

ส่วนที่ 3 ข้อมูลสอบถามความต้องการของการบริโภคเมนูอาหารที่ผลิตจากเนื้ออกไก่ซูวีด

ส่วนที่ 4 รายละเอียดและส่วนผสมของเมนูเนื้ออกไก่นุ่มแต่ละชนิด

ดังนั้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบ ถามข้อมูลให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าในนามของผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือมา ณ. ที่นี่ด้วย

ขอขอบพระคุณทุกอย่างสูง

นาย ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย□ใน□ หน้าข้อความที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

□ ชาย □ หญิง

2. อายุ

□ 60 - 64ปี □ 65 - 69 ปี □ 70 - 74 ปี □ 75 - 79ปี □ 80 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

□ ประถมศึกษา □ มัธยมศึกษา

□ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) □ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

□ ปริญญาตรี □ สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพที่ประกอบหรือเคยประกอบ

□ ข้าราชการ □ รับจ้าง/ลูกจ้าง □ รัฐวิสาหกิจ □ พนักงานบริษัท

□ ธุรกิจส่วนตัว □ แม่บ้าน/พ่อบ้าน □ อื่นๆโปรดระบุ .....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคต่อเนื้อออกไก่

5. ท่านเคยรับประทาน**เนื้อออกไก่** หรือไม่ (เคยทำต่อข้อ 6, ไม่เคยข้ามไปทำข้อ 15)

□ เคย □ ไม่เคย

6. ความถี่ของการรับประทานเนื้อออกไก่

□ ทุกวัน □ 2-3 วันครั้ง □ สัปดาห์ละครั้ง

□ 2-3 สัปดาห์ละครั้ง □ เดือนละครั้ง

7. สาเหตุที่ท่านเลือกรับประทานเนื้อออกไก่ เพราะ **ทราบว่าเนื้อออกไก่ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)**

□ มีโปรตีนสูง มีไขมันต่ำ □ ย่อยง่าย

□ ราคาถูก □ หาซื้อได้ง่าย

□ เหตุผลอื่น ๆ โปรดระบุ คือ .....

8. ท่านเลือกซื้อหรือรับประทาน**เมนูอาหารอกไก่**จากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

□ ตลาดสด □ ซุปเปอร์มาร์เก็ต

□ ภัตตาคาร □ ร้านอาหารตามสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. **ถ้ามีผลิตภัณฑ์เนื้อออกไก่ซูวีด** นำมาประกอบเป็นเมนูอาหารให้มีรสชาติแตกต่างกัน ท่านคิดเห็นอย่างไร

☐ เห็นด้วย / น่าลองเนื่องจาก.....

☐ เฉยๆเนื่องจาก.....

☐ ไม่เห็นด้วยเนื่องจาก.....

ส่วนที่ 3 ถ้ามีผู้ผลิต**เมนูเนื้อออกไก่นุ่ม**ออกจำหน่าย เพื่อให้ท่านเลือกซื้อบริโภค ท่านมีความพึงพอใจที่จะเลือกซื้อบริโภคเมนูเนื้อออกไก่นุ่มทั้ง 5 เมนู ที่นำเสนอมาให้พิจารณาอย่างไร โปรดระบุ กรุณาทำเครื่องหมาย☐ลงใน☐ที่ตรงกับความความพึงพอใจของท่าน

เมนูเนื้อออกไก่ซูวีด	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. เนื้อออกไก่ซูวีดย่าง (grill)					
2. เนื้อออกไก่ซูวีดสเต็ก					
3. เนื้อออกไก่ซูวีดรมควัน					
4. เนื้อออกไก่ซูวีดเทอริยากิ					
5. เนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทดำ					

ส่วนที่ 4 รายละเอียดและส่วนผสมของเมนูเนื้อออกไก่นุ่มแต่ละชนิด

1. **เนื้อออกไก่ซูวีดย่าง (grill)**

วิธีทำ

นำเนื้อออกไก่ซูวีด ออกจากถุงพลาสติก แล้วตั้งกระทะ ไฟแรง ใส่เนยหรือน้ำมัน นาบเนื้อออกไก่ลงบนกระทะ 4 - 5 นาที หรือจนผิวด้านนอกทั้ง 2 ข้าง เป็นสีน้ำตาล นำขึ้น หั่นชิ้น จัดใส่จาน เสริฟน้ำจิ้มร่วม

รับประทานคู่กับเครื่องเคียง

ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านนอกกรอบ แต่ด้านในยังคงความนุ่มชุ่มฉ่ำเนื้อออกไก่ไม่แห้งแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เนื้ออกไก่ซูวีดสเต็ก

วิธีทำ

นำเนื้ออกไก่ซูวีด ออกจากถุงพลาสติก ใส่ลงกระทะที่ตั้งเตาโดยใช้ไฟแรงที่ใส่เนยหรือน้ำมันเล็กน้อย ทาบเนื้ออกไก่บนกระทะ 2-3 นาที ตักขึ้น จัดวางทั้งชิ้น ใส่จาน ราดน้ำเกวี

รับประทานคู่กับผักเครื่องเคียง

ลักษณะเนื้อสัมผัส จะมีความนุ่มชุ่มฉ่ำของเนื้อด้านใน เนื้ออกไก่ ไม่แห้ง

3. เนื้ออกไก่ซูวีดรมควัน

วิธีทำ

ตั้งหม้อเติมน้ำ เปิดไฟปานกลาง ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำ60 องศาเซลเซียส นำอกไก่ลงไปแช่ทั้งถุง จับเวลา 15 นาที จากนั้น แกะออกจากถุงรับประทาน

ลักษณะ เนื้ออกไก่มีความนุ่มชุ่มฉ่ำ มีกลิ่นหอมของไม้รมควัน

4. เนื้ออกไก่ซูวีดเทอริยากิ

วิธีทำ

ตั้งเตาใช้ไฟกลาง ใช้เนยหรือน้ำมันลงไป จากนั้น แกะถุงพลาสติกออก นำอกไก่เทอริยากิย่างประมาณ 2-3 นาที ใช่ซอสที่มีในถุงเทราดลงบนอกไก่

ลักษณะเนื้อ เนื้ออกไก่มีความชุ่มฉ่ำ มีรสชาคความหวานของซอส

5. เนื้ออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ

วิธีทำ

นำเนื้ออกไก่ในถุงพลาสติกออกอใส่ลงกระทะตั้งเตาใช้ไฟแรง ใส่เนยหรือน้ำมัน ทาบเนื้ออกไก่ในกระทะ 2-3 นาที เทซอสในถุงลงบนกระทะ จัดใส่จาน

ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความนุ่มชุ่มฉ่ำของเนื้อ เนื้อไม่แห้งและแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค-3. แบบทดสอบความชอบเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซ๊อสพริกไทยดำสำหรับผู้สูงอายุ

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ความชอบเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซ๊อสพริกไทยดำสำหรับผู้สูงอายุ

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบทดสอบความชอบเมนูเนื้ออกไก่ซูวีดอบซ๊อสพริกไทยดำสำหรับผู้สูงอายุซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่องการใช้การซูวีดร่วมกับความดันเพื่อการผลิตเนื้ออกไก่นุ่มสำหรับผู้สูงอายุ โดยแบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสอบถามความความพึงพอใจของผู้บริโภคเนื้ออกไก่ซูวีด

ดังนั้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถามข้อมูลให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าในนามของผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือมาณ. ที่นี่ด้วย

ขอขอบพระคุณทุกอย่างสูง

นาย ณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

การทดสอบความชอบเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไป (โปรดทำเครื่องหมาย □ X ลงในช่อง O ที่ตรงกับความจริง)

1. เพศ O ชาย O หญิง

2. ช่วงอายุ O 60 - 64 ปี O 65 - 69 ปี O 70 - 74 ปี O 75 - 80 ปี

3. ระดับการศึกษา O ประถมศึกษา O มัธยมศึกษา O ปวช O ปวส
O ปริญญาตรี O ปริญญาโท O อื่น ๆ โปรดระบุ ( )

4. ความชอบรับประทานเนื้อไก่ O ชอบ O ไม่ชอบ O เฉยๆ

5. ความถี่ของการรับประทานเนื้อไก่ O ทุกวัน O 2-3วันครั้ง O สัปดาห์ละครั้ง
O 2-3 สัปดาห์ละครั้ง O เดือนละครั้ง

6. อาชีพ O ข้าราชการ O รับจ้าง/ลูกจ้าง O ธุรกิจส่วนตัว O แม่บ้าน/พ่อบ้าน

ตอนที่ 2 การทดสอบความชอบหรือการยอมรับการบริโภคเมนูเนื้อออกไก่ซูวีดของผู้สูงอายุ

ผลิตภัณฑ์ เนื้อออกไก่ซูวีดอบซอสพริกไทยดำ

คำแนะนำ กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

โปรดให้คะแนนความชอบ ที่ตรงกับความพึงพอใจของท่าน

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ	หมายเหตุ
สี		
กลิ่น		
เนื้อสัมผัสความนุ่ม		
เนื้อสัมผัสความชุ่มน้ำ		
ความชอบโดยรวม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ค่าทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อออกไก่ซูวีด

ตารางที่ ง-1 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อออกไก่ซูวีด (ภาวะที่ 1)

Constraints Name	Optimization of condition					
	goal	Lower limit	Upper limit	Lower weight	Upper weight	importance
Pressure	Is equal to 2.0	0	2	1	1	3
Time	minimize	2	4	1	1	3
WHC	maximize	41.195	48.022	1	1	3
a*	minimize	2.418	3.858	1	1	3
chewiness	minimize	13.38	22.711	1	1	3

Solution

number	Pressure	Time	WHC	a*	chewiness	desirability
1	2.00	2.55	45.0166	3.37546	16.1976	0.605

ตารางที่ ง-2 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อออกไก่ซูวีด (ภาวะที่ 2)

Constraints Name	Optimization of condition					
	goal	Lower limit	Upper limit	Lower weight	Upper weight	importance
Pressure	Is target = 2.0	0	2	1	1	3
Time	minimize	2	4	1	1	3
WHC	maximize	41.195	48.022	1	1	3
a*	minimize	2.418	3.858	1	1	3
chewiness	minimize	13.38	22.711	1	1	3

Solution

number	Pressure	Time	WHC	a*	chewiness	desirability
1	1.77	2.45	45.0364	3.29277	16.3633	0.680

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 การทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อออกไก่ซูวีด (ภาวะที่ 3)

Constraints Name	Optimization of condition					
	goal	Lower limit	Upper limit	Lower weight	Upper weight	importance
Pressure	Is target = 2.0	0	2	1	1	3
Time	minimize	2	4	1	1	3
WHC	maximize	41.195	48.022	1	1	3
a*	minimize	2.418	3.858	1	1	3
chewiness	minimize	13.38	22.711	1	1	3

Solution

number	Pressure	Time	WHC	a*	chewiness	desirability
1	1.85	2.68	44.59444	3.159	16.7319	0.671

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายณัฐพล สุรพันธพิศิษฐ์

วัน เดือน ปี เกิด 15 มิถุนายน พ.ศ. 2526

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาธุรกิจอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลกรุงเทพ ปีการศึกษา 2551
ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558 และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2561

ประสบการณ์การทำงาน 2551 เจ้าหน้าที่ วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท NATURAL FOOD จำกัด
2552 เจ้าหน้าที่ วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท FOOD CENTER จำกัด
2553 หัวหน้าฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และ ประกันคุณภาพ บริษัท ฟาร์มโชคชัยอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
2557 หัวหน้าฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท แม่ไก่ อินเตอร์ฟู้ด จำกัด
2558 ที่ปรึกษางานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท สินทรมีสโปรเซสซิ่ง จำกัด
2559 ที่ปรึกษางานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท นิดาบีฟ จำกัด

การนำเสนอผลงาน Suraphantapisit , N., Ingkasuhart , P., Supaphon ,P. and Kerdpiboon , S. 2017. Texture profile of chicken breast fillet undergoing sous-vide Process. 63 rd. International Congress of Meat Science and Technology. Ireland. 15-16 and 352 – 353.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้