ผลของสารฮิวเมกแตนท์ การย่าง และสภาวะการบรรจุต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

EFFECTS OF HUMECTANT, ROASTING AND PACKAGING CONDITION ON QUALITY OF JERKY PROCESSED FROM SPENT LAYING HEN MEAT

จันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง

CHANPEN UESAKULRUNGRUENG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AG-M-031-211

ผลของสารฮิวเมกแตนท์ การย่าง และสภาวะการบรรจุต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

EFFECTS OF HUMECTANT, ROASTING AND PACKAGING CONDITION ON QUALITY OF JERKY PROCESSED FROM SPENT LAYING HEN MEAT

จันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง

CHANPEN UESAKULRUNGRUENG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AG-M-031-211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTS OF HUMECTANT, ROASTING AND PACKAGING CONDITION ON QUALITY OF JERKY PROCESSED FROM SPENT LAYING HEN MEAT

CHANPEN UESAKULRUNGRUENG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-AG-M-031-211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของสารฮิวเมกแตนท์ การย่าง และสภาวะการบรรจุต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

Effects of humectant, roasting and packaging condition on quality of jerky processed from spent laying hen meat

นักศึกษา นางสาวจันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง

รหัสประจำตัว 57604034

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ศุภลักษณ์ สรภักดี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.คมแข พิลาสมบัติ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ผุสดี	ตังวัชรินทร์	
ผศ.ดร.ศศิธร	นาคทอง	
ดร.ศุภลักษณ์	สรภักดี	
ผศ.ดร.คมแข	พิลาสมบัติ	
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิไกรพงษ์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 1 เมษายน 2559

สถานที่สอบ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร (ชั้น 1 ตึกบุนนาค)

คณบดีรับรองแล้ว

มณฑล แก่นมณี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 26 เดือน เมษายน พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสารฮิวเมกแตนท์ การย่าง และสภาวะการบรรจุต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง Effects of humectant, roasting and packaging condition on quality of jerky processed from spent laying hen meat
นักศึกษา	นางสาวจันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง
รหัสประจำตัว	57604034
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร. ศุภลักษณ์ สรภักดี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเป็นวัตถุดิบในการผลิตโดยการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การเติมสารฮิวเมกแตนท์ การย่าง สภาวะการบรรจุ และองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ซึ่งในส่วนแรกได้ศึกษาผลของการนำสารฮิวเมกแตนท์มาใช้ในผลิตภัณฑ์โดยการทดลองแบ่งเป็น กลุ่มควบคุม (ไม่เติมสารฮิวเมกแตนท์) กลุ่มที่เติมกลีเซอรอล (ร้อยละ 10 (w/w) และ 15 (w/w)) และกลุ่มที่เติมซอร์บิทอล (ร้อยละ 10 (w/w) และ 15 (w/w)) ต่อคุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง พบว่า สารฮิวเมกแตนท์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง คือ กลีเซอรอลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 15 เนื่องจากมีค่า a_w และปริมาณความชื้นต่ำกว่า อีกทั้งยังส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีร้อยละผลผลิตที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และมีจุดเด่นด้านเนื้อสัมผัส คือ มีแนวโน้มดีที่สุดในด้านความแข็ง (hardness) ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness) ความเหนียว (gumminess) ความยืดหยุ่น (springiness) และการเคี้ยวได้ (chewiness) เช่นเดียวกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่มีแนวโน้มดีที่สุดในด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชอบโดยรวมสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.07$) ส่วนการเติมซอร์บิทอลมีข้อดี คือ การเติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15 มีร้อยละของผลผลิตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับควบคุม ($P<0.05$) แต่ผลในด้านอื่นนั้นไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ผลการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางภายหลังการอบพบว่าในทุกสูตรมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ ($P>0.05$) ดังนั้นการเติมกลีเซรอลที่ร้อยละ 15 จึงเหมาะสมที่สุดในการเลือกใช้กับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเพื่อศึกษาต่อในด้านอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางโดยการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการผลิต 2 แบบ ได้แก่ การอบเพียงอย่างเดียว และอบแล้วนำไปย่าง ต่อคุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง พบว่ากระบวนผลิตแบบอบแห้งตามด้วยกระบวนการย่างมีคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ในด้านสี ลักษณะปรากฏ ความหวาน กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียว ($P<0.05$) ส่วนคุณภาพด้านเคมี-กายภาพ และจุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) จากผลข้างต้นกระบวนการอบแล้วนำไปย่างจึงเหมาะสมที่สุดในการเลือกใช้กับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเพื่อศึกษาต่อในด้านความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางเป็นระยะเวลา 3 เดือน เปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ และบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน ต่อคุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง พบว่าการบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงด้านสีของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนมี ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง และมีค่าความสดใสของสี (chroma) ที่สูงกว่า และมีค่าการออกซิเดชันของไขมันต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุแบบสุญญากาศ ($P<0.05$) ส่วนการบรรจุแบบสุญญากาศมีข้อดี คือ มีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่า และมีความมันวาวมากกว่า ($P<0.05$) ส่วนด้านคุณภาพด้านอื่น ๆ นั้นไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ผลิตโดยผ่านกระบวนการอบแล้วนำไปย่าง วิเคราะห์องค์ประกอบเคมีเบื้องต้น ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น ไขมัน และเถ้า พบว่ามีค่าเท่ากับร้อย 37.29, 35.51, 18.19, 4.79 และ 4.24 ตามลำดับ มีค่า Moisture : Protein ratio เท่ากับ 0.48 : 1 ค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเท่ากับ 334.23 kcal/100 g เป็นพลังงานที่ได้จากโปรตีน 149.14 kcal/100 g คาร์โบไฮเดรต 142.02 kcal/100 g และไขมัน 43.07 kcal/100 g ซึ่งคิดเป็น 44.62%, 42.49% และ 12.89% ตามลำดับ โดยมีต้นทุนการผลิต (เฉพาะต้นทุนวัตถุดิบ) เท่ากับ 318 บาท/กิโลกรัม ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effects of humectant, roasting and packaging condition on quality of jerky processed from spent laying hen meat
Student	Miss Chanpen Uesakulrungrueng
Student ID	57604034
Degree	Master of science
Program	Animal Science
Year	2016
Thesis Advisor	Dr. Supaluk Sorapukdee
Thesis Co-Advisor	Asst.Prof.Dr. Komkhae Pilasombut

ABSTRACT

This research was to develop the jerky processed from spent laying hen meat. The experiment was divided into 4 parts; (1) the addition of humectants (glycerol and sorbitol), (2) roasting, (3) packaging and (4) proximate composition. The first experiment, the effects of humectants as divided into control (without humectant), glycerol (10 and 15% (w/w)) and sorbitol (10 and 15% (w/w)) on the physicochemical, microbiological and sensorial qualities of jerky processed from spent laying hen meat was study. It was found that humectant suitable for jerky product from spent laying hen meat was the 15% glycerol, which its a_w value and moisture content was lower with % drying yield was higher than the control ($P<0.05$). Additionally, the superior textural characteristics including hardness, cohesiveness, gumminess, springiness and chewiness as well as sensory scores on textural and overall acceptability attributes were prone obtained from jerky added with 15% glycerol as compared to control sample ($P<0.07$). Regarding effect of sorbitol, the % drying yield was higher in 10% and 15% sorbitol than in control ($P<0.05$), but other parameters were not significant differences among sorbitol added jerky and control ($P>0.05$). However, all samples showed numbers of total plate count, yeast/mold and *S. aureus* was less than limit of detection, representing the safety process of jerky. The 15% glycerol was the most suitable humectant to be used for jerky product from spent laying hen meat, so this formulation was used to carry out in further study.

To evaluation of quality of jerky processed from spent laying hen meat with 15% glycerol between two thermal processing; (1) drying and (2) drying and roasting, the physicochemical, microbiological and sensorial qualities of products was performed. It was

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

found that jerky obtained from drying and roasting exhibited a higher scores of color, appearance, sweetness, flavor and overall acceptability attributes than those obtained from drying process alone ($P<0.05$). There were no significant differences in physicochemical and microbiological parameters among samples ($P>0.05$). Therefore the drying and roasting was optimal thermal process for spent hen jerky and was set as the process for evaluating the product stability storage with different packaging conditions.

To study the shelf life of product during 3 months from two different packaging conditions, jerky packed in vacuum packaging and aerobic packaging with oxygen absorber, were designed. The result implied that aerobic packaging with oxygen absorber showed a better control the changes in color of products during storage than vacuum packaging. Jerky packed in aerobic packaging with oxygen absorber had higher redness (a*), yellowness (b*) and chroma value with lower lipid oxidation as indicated by TBARs value than those packed in vacuum packaging ($P<0.05$). However, jerky packed in vacuum packaging showed a lower moisture content and a higher shininess scores as measured by QDA sensory analysis than another one ($P<0.05$).

After analyzing chemical composition of the jerky product from spent laying hen meat (15% glycerol processed by drying roasting), contents of protein, carbohydrates, moisture, fat and ash were 37.29%, 35.51%, 18.19%, 4.79% and 4.24%, respectively. The moisture : protein ratio of obtained jerky product was 0.48 : 1. The energy content of jerky was 334.23 kcal/100 g, the calorie were protein, carbohydrates and fat equal to 149.14 kcal/100 g, 142.02 kcal/100 g and 43.07 kcal/100 g respectively. The cost of jerky (raw material cost) was 318 bath/kg product.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.ศุภลักษณ์ สรภักดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.คมแข พิลาสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัยของข้าพเจ้า และช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง และสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่วางไว้ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ ผศ.ดรผุสดี ตังวัชรินทร์ และ ผศ.ดร.ศศิธร นาคทอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้งบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช ที่ได้ให้คำแนะนำที่ดีแก่ข้าพเจ้าในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ขอขอบคุณ คุณอังคณา ทุมดี คุณเฉลิมชัย ทิพยัด พี่ และเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท น้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาสัตวศาสตร์ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในระหว่างการทำวิจัย จนการทำวิทยานิพนธ์สำเร็จได้เป็นอย่างดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ทุกท่านที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ต่อไป

นางสาวจันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	X
สารบัญรูป	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 สถานที่ดำเนินงาน	3
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	3
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ไก่ไข่ปลดระวาง	4
2.1.1 การเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศไทย	4
2.1.2 ตลาดไข่ไก่	5
2.1.3 คุณภาพของเนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบกับเนื้อไก่กระทง	6
2.2 ลักษณะทั่วไปของเจอร์กี้	7
2.3 การอบแห้ง	8
2.3.1 ลักษณะความพรุนของผลิตภัณฑ์	8
2.3.2 ขนาดและรูปร่าง	8
2.3.3 ตำแหน่งและลักษณะการวางผลิตภัณฑ์ในตู้อบแห้ง	8
2.3.4 อุณหภูมิในการอบแห้ง	8
2.3.5 ความเร็วของลมร้อน	8
2.3.6 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน	9
2.4.1 การพาความร้อนแบบบังคับ (force convection)	9
2.4.2 การพาความร้อนแบบธรรมชาติ (free convection หรือ natural convection)	9
2.5 ผลของความร้อนต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อบแห้ง	9
2.6 การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งโดยใช้สารฮิวเมกแตนท์	10
2.6.1 สารฮิวเมกแตนท์ (humectant)	10
2.6.2 กลีเซอรอล (glycerol) และซอร์บิทอล (sorbitol)	10
2.6.3 การนำสารฮิวเมกแตนท์มาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง	12
2.7 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง	16
2.7.1 ค่า water activity (a_w) และความชื้น	16
2.7.2 ปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมัน	18
2.7.3 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning)	21
2.8 การปนเปื้อนจุลินทรีย์และความปลอดภัยในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งหรือกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน	22
2.8.1 ข้อกำหนดวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งพร้อมรับประทานให้มีความปลอดภัย โดยมีข้อกำหนดทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้ (USDA-FSIS. 2012)	23
2.8.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์	24
2.8.3 จุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง	25
2.9 มาตรฐานการผลิตหมูแดดเดียว	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	28
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	28
3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี	29
3.3 วิธีการทดลอง	34
3.3.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

3.3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณภาพ และความปลอดภัยของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียวกับการอบแล้วนำไปย่าง 40

3.3.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน 44

3.3.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 47

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 49

4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 49

4.1.1 คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง..... 49

4.1.2 คุณภาพด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 55

4.1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 55

4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณภาพ และความปลอดภัยของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียวกับการอบแล้วนำไปย่าง 56

4.2.1 คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง..... 56

4.2.2 คุณภาพด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 58

4.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 59

4.2.4 การอยู่รอดของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง..... 59

4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน 61

4.3.1 คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางระหว่างเก็บรักษา 61

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 69

4.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในระหว่างการเก็บรักษา 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

4.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 75

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 77

5.1 สรุปผลการทดลอง 77

5.2 ข้อเสนอแนะ 78

บรรณานุกรม 79

ภาคผนวก ก 87

ภาคผนวก ข 90

ภาคผนวก ค 93

ภาคผนวก ง 94

ภาคผนวก จ 96

ประวัติผู้วิจัย 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่า a_w ขั้นต่ำสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์	17
3.1	น้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ซากแต่ละชิ้นส่วนที่ได้จากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	35
3.2	สูตรส่วนผสม และชุดการทดลองที่ใช้ในการผลิตเจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	35
4.1	ศึกษาการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	50
4.2	จำนวนจุลินทรีย์รวม ยีสต์ รา และ *S. aureus* ภายหลังการอบ	55
4.3	การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่	56
4.4	คุณภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียวและ การอบแล้วนำไปย่าง	57
4.5	จำนวนจุลินทรีย์รวม ยีสต์ รา และ *S. aureus* ก่อนการอบ และหลังอบแล้วนำไปย่าง	59
4.6	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	60
4.7	การอยู่รอดของ *S. aureus, E. Coli* และ *Salmonella* spp. ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	61
4.8	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อ ค่า a_w และความชื้นของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	62
4.9	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	63
4.10	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	65
4.11	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อค่าความสดใส ค่าองศาของสี และค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	67
4.12	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อจุลินทรีย์รวมในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน	70
4.13	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อ ยีสต์ รา ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน	71
4.14	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน	71
4.15	คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ปรุงใหม่กับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 90 วัน	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.16 องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น และค่าพลังงานผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 76
4.17 ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง..... 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การแยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้าของเจอร์กี้หมูที่เติมสารฮิวเมกแตนท์	15
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ ความชื้น ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาในอาหาร	17
2.3	รวมตัวกันระหว่างน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) กับหมู่แอมิโน (RNH_2) ของกรดอะมิโนได้เป็นไกลโคซิลเอมีน	22
3.1	วัตถุดิบไก่ไข่ปลดระวางก่อนการบด (ก) วัตถุดิบไก่ไข่ปลดระวางหลังบด (ข) นวดส่วนผสมจนเหนียว (ค) ขึ้นรูปด้วยอุปกรณ์ขึ้นรูป (jerky gun) (ง) อบผลิตภัณฑ์จนมีอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 71 องศาเซลเซียส และมี a_w ต่ำกว่า 0.85 (จ)	36
4.1	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ทั้ง 5 กลุ่มการทดลองดังนี้ กลุ่มควบคุม (ก) กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 (ข) กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 (ค) กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 (ง) และ กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 15 (จ)	52
4.2	ผลของกลีเซอลรอล และซอร์บิทอลต่อค่าไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15	53
4.3	รูปแบบของโปรตีนในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางหลังอบที่ผ่านการแยกด้วยเทคนิค SDS-PAGE Running gel ร้อยละ 5 ที่สภาวะ reducing condition	54
4.4	การเปลี่ยนแปลงค่าการออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	69
4.5	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ ความมันวาว (ก) ความแดง (ข) ความซีดหรือคล้ำ (ค) ความแข็ง (ง) ความเคี้ยวได้ (จ) และกลิ่นรสเครื่องเทศ (ฉ) ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง บรรจุแบบสุญญากาศ (- - - -) และบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน (——)	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ไก่ไข่ถือได้ว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี ในประเทศไทยไก่ไข่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดทั่วประเทศ ไม่ว่าจะประชาชนทั่วไป ร้านค้าที่สั่งซื้อไข่ไก่นำไปทำอาหาร หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ไก่ไข่เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 22 สัปดาห์ และจะให้ไข่นานประมาณ 12 เดือน ให้ผลผลิตประมาณ 280 ฟองต่อตัวต่อปี (Boonthanachintad. 2012) และจะมีการคัดไก่ที่ไม่ไข่ ออกจากฝูงเมื่อไก่ไข่มีอายุประมาณ 80 สัปดาห์ หรือ เมื่อมีอัตราการไข่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของฝูง (สำนักงานปศุสัตว์. 2555) เนื้อไก่ไข่ปลดระวางดังกล่าวมีลักษณะค่อนข้างเหนียว เนื่องจากมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หยาบ มีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และการ cross-link ของคอลลาเจนที่มากกว่าเนื้อสัตว์ที่มีอายุน้อย (Huang and Nip. 2001) การใช้ประโยชน์จากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางจึงมีข้อจำกัดทางด้านเนื้อสัมผัส เนื้อดังกล่าวจึงอาจไม่เหมาะสมในการบริโภคหรือการแปรรูปในกลุ่มเนื้อสัตว์เป็นชิ้น ดังนั้นเนื้อไก่ไข่ปลดระวางจึงควรนำมาแปรรูปเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดขนาด โดยมีงานวิจัยของ Hur *et al.* (2011) ที่ได้ทำการศึกษาโดยใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในการผลิตปูอัดเทียมทดแทนเนื้อปลาที่มาราคาสูงเพื่อเป็นการลดต้นทุน และเพิ่มมูลค่าเนื้อไก่ไข่ให้มีความน่ารับประทานมายิ่งขึ้น ให้กลุ่มควบคุมเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่ากลุ่มที่ใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางทดแทนในการผลิตมีข้อดีในด้านการออกซิเดชันของไขมันต่ำ ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส และองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเนื้อไก่ไข่ปลดวางสามารถนำมาทดแทนในผลิตภัณฑ์ได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Souza *et al.* (2011) ที่ต้องการเพิ่มมูลค่าเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง โดยนำมาประยุกต์ใช้ในไส้กรอกเพื่อสุขภาพโดยใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางแทนเนื้อปกติ และใช้น้ำมันพืชแทนไขมันสัตว์ พบว่าสูตรที่ใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางให้ผลดีในด้าน ค่าสี ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัส ปริมาณจุลินทรีย์ และองค์ประกอบทางเคมี สามารถใช้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางทดแทนในการผลิตได้ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ทำการแปรรูปข้างต้นยังมีข้อจำกัดในด้านเครื่องมือในการแปรรูปที่ต้องมีการลงทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการนำเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า และการนำเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมาใช้ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้นั้นยังไม่มีการนำเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมาใช้ในกระบวนการผลิตซึ่งโดยปกติจะใช้เนื้อ ได้แก่ เนื้อสุกร และเนื้อโคในการผลิต

ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน หรือเจอร์กี้ (Jerky) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่ผ่านการกำจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์บางส่วนด้วยวิธีการอบแห้ง และบรรจุในบรรจุภัณฑ์พร้อมรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังได้รับความนิยมอย่างสูงในต่างประเทศ โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าธุรกิจผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งพร้อมรับประทานมีตลาดที่เติบโตมาก โดยมียอดขายผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมรับประทานเพิ่มจาก 631.6 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 1994 เพิ่มเป็น 2.7 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 2004 โดยส่วนใหญ่มีขายตามร้านสะดวกซื้อ ห้างสรรพสินค้า และปั๊มน้ำมัน (Han-Sul Yang *et al.* 2009; Konieczny *et al.* 2007; USDA-FSIS. 2012) นอกจากนี้ยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิตไม่ยุ่งมาก ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางอาหารโปรตีนสูง มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity, a_w) ต่ำ และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลานานเมื่อบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม (Han-Sul Yang *et al.* 2009; Konieczny . 2007; USDA-FSIS. 2012) งานวิจัยครั้งนี้จึงมีแนวทางในการการปรับกรรมวิธีในการผลิตโดยให้มีความยุ่งยาก ซับซ้อนน้อยลง ประกอบกับข้อจำกัดทางด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่มีลักษณะ และกระบวนการผลิตที่ผ่านการอบเพื่อกำจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์บางส่วนส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะ แห้ง แข็งกระด้าง และมีสีคล้ำ ดังนั้นเพื่อปรับความนุ่มของผลิตภัณฑ์จึงศึกษาการเติมสารในกลุ่มฮิวเมกเตนท์ (humectant) ที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ กลีซอรอล และซอร์บิทอลซึ่งเป็นสารที่เติมลงไปเพื่อจับกับน้ำ และควบคุมปริมาณ a_w ในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แห้ง และแข็งกระด้างหลังการกำจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยกรรมวิธีการอบแห้ง (Chen *et al.* 2000; Varnam. 1995) ปรับปรุงกรรมวิธีการอบแห้งให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สุกเบื้องต้น ตามด้วยกระบวน การกำจัดน้ำ ให้ผลิตภัณฑ์มี $a_w < 0.85$ เพื่อให้ผลในด้านความปลอดภัยในการบริโภค และเพิ่มเติมประเด็นการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดการยอมรับของผู้บริโภคในลักษณะเนื้อสัมผัสและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษาที่นานเพียงพอในการกระจายสินค้าต่อไปยังผู้บริโภค นับเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้า และเป็นการเพิ่มโอกาสทางธุรกิจให้กับผู้ประกอบการขนาดย่อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้สารฮิวเมกเตนท์ ต่อคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางรวมทั้งคุณภาพในการบริโภคเมื่อผ่านกระบวนการทำสุกที่แตกต่างกัน

1.2.3 เพื่อศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางด้วยรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

1.2.4 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สถานที่ดำเนินงาน

1.3.1 ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.2 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.3 ห้องปฏิบัติการโภชนาศาสตร์สัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1.4.1 ศึกษาการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางหลังนำไปอบแห้ง

1.4.2 ศึกษาคุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

1.4.3 ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน

1.4.4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

1.5 ระยะเวลาดำเนินงาน

ใช้เวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 18 เดือน

1.6 ผลคาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่ทำจากเนื้อที่มีลักษณะเหนียว

1.6.2 ผู้ประกอบการรายย่อยสามารถนำองค์ความรู้วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางทางการค้าไปใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าของไก่ไข่ปลดระวาง

1.6.3 สามารถตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัยทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไก่ไข่ปลดระวาง

ไก่ไข่ถือได้ว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี ในประเทศไทยไก่ไข่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดทั่วประเทศ ไม่ว่าจะประชาชนทั่วไปร้านค้าที่สั่งซื้อไข่ไก่นำไปทำอาหาร หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ไก่ไข่เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 22 สัปดาห์ และจะให้ไข่นานประมาณ 12 เดือน ให้ผลผลิตประมาณ 280 ฟองต่อตัวต่อปี (Boonthanachintad. 2012)

2.1.1 การเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศไทย

การเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศไทย ในไก่ไข่ระยะแรกเกิดจนถึงไก่ไข่ระยะรุ่นมีทั้งการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นและ การเลี้ยงในกรงรวม สำหรับในไก่ไข่ระยะไข่เป็นการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นและเลี้ยงในกรงตับ โดยมีการจัดการการ เลี้ยงไก่ไข่ในระยะต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1.1 การเลี้ยงไก่ไข่ระยะกก

ก่อนนำลูกไก่ไข่เข้ามาเลี้ยงในฟาร์มแต่ละรุ่น ผู้เลี้ยงจะต้องมีการจัดเตรียมโรงเรือนและอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ให้พร้อม ตั้งแต่การทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์ จำนวนอุปกรณ์ต้องมี ปริมาณเพียงพอกับปริมาณลูกไก่ไข่ที่นำมาเลี้ยง มีการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นให้เรียบร้อยก่อนนำลูกไก่เข้าฟาร์ม ขั้นตอนในการทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์สำหรับเลี้ยงไก่ไข่มีขั้นตอนต่างๆ เช่นเดียวกับไก่เนื้อสำหรับการจัดการการเลี้ยงไก่ไข่ระยะกก ได้แก่ การกกลูกไก่ การให้อาหารและน้ำมีการปรับอุณหภูมิในวงกกที่เหมาะสมมีการให้วัคซีนลูกไก่ในระยะกกตามโปรแกรมการให้วัคซีนอย่างเคร่งครัด ทำการตัดปากไก่เพื่อให้ไก่จิกกินอาหารได้สะดวก ป้องกันการเลือกกินอาหาร และป้องกันอันตรายจากการจิกกันเอง รวมทั้งมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วันที่เข้าไก่จำนวนไก่ที่เริ่มเลี้ยงอัตราการตาย และคัดทิ้งในแต่ละวันชนิดของอาหาร และปริมาณที่กินอุณหภูมิในแต่ละวันประวัติการให้ยาและการเกิดโรค ประวัติการทำวัคซีน น้ำหนักตัวไก่ ต้นทุนค่าอาหาร พันธุ์ ยาและวัคซีน เป็นต้น

2.1.1.2 การเลี้ยงไก่ไข่ระยะรุ่น

ไก่ไข่ในช่วงอายุ 4-16 สัปดาห์ หรือไก่ไข่ระยะรุ่นจัดเป็นระยะที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกายผู้เลี้ยงต้องมีการจัดการเลี้ยงอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ไก่ไข่ระยะนี้มีการเจริญเติบโตของโครงสร้างที่สัมพันธ์กับการเพิ่มน้ำหนักตัวตามมาตรฐาน สายพันธุ์ และให้ไก่ทุกตัวภายในฝูงมีความสมบูรณ์แข็งแรง และสม่ำเสมอโดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการเลี้ยงไก่ไข่ระยะรุ่นที่สำคัญ ได้แก่ การจัดการเรื่องความหนาแน่นไก่ไข่ในฝูง การให้อาหารที่เหมาะสมกับอายุ ปริมาณการให้อาหาร ต้องพิจารณาตามมาตรฐานการให้อาหารของไก่ไข่แต่ละสายพันธุ์และน้ำหนักตัวของฝูงไก่มีการสุ่มชั่งน้ำหนัก ไก่เพื่อควบคุมความสม่ำเสมอของฝูงไก่ไข่ มีการระบายอากาศที่ดี มีการทำความสะอาดโรงเรือนสม่ำเสมอมี การให้แสงสว่างที่เหมาะสมเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับให้ไข่ มีการทำวัคซีนและการถ่ายพยาธิภายในและภายนอก ตามโปรแกรมอย่างเคร่งครัด อาจจะมีการให้หินเกล็ดเพิ่มเติม และต้องมีการบันทึกรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับ การเลี้ยงดูไก่ไข่ เช่น น้ำหนักตัวไก่ ปริมาณอาหารที่กิน เป็นต้น

2.1.1.3 การเลี้ยงไก่ไข่ระยะไข่

กรณีที่ต้องการเลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับ จะต้องมีการย้ายไก่รุ่นขึ้นเลี้ยงในกรงตับก่อนที่ไก่จะให้ไข่ประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อให้ไก่ไข่มีการปรับตัวเนื่องจากการเปลี่ยนที่อยู่ การจัดการการเลี้ยง ไก่ไข่ระยะไข่ ได้แก่ มีการจัดเตรียมโรงเรือนและอุปกรณ์ โดยทำความสะอาดและฆ่าเชื้อให้เรียบร้อยก่อนที่จะ ถึงกำหนดลูกไก่ไข่เข้าฟาร์ม กรณีเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้น ควรมีการจัดเตรียมรังไข่สำหรับให้ไก่วางไข่ มีการให้อาหารไก่ไข่อย่างเต็มที่ ไม่ควรจำกัดอาหาร โดยพิจารณาจากมาตรฐานของสายพันธุ์ไก่ไข่ ต้อง มีน้ำให้ไก่ไข่กินอย่างเพียงพอ โดยทั่วไปถ้าเป็นการเลี้ยงระบบกรงตับ จะเปิดน้ำให้เต็มรางน้ำตลอดเวลา การเลี้ยงในระบบฝูง ควรใช้รางน้ำอัตโนมัติ น้ำที่เลี้ยงต้องสะอาดและมีอุณหภูมิต่ำ และควรทำความสะอาดรางน้ำ อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง การให้แสงสว่างแก่ไก่ไข่ในช่วงไก่สาวก่อนให้ไข่มีความสำคัญมาก จึงต้องมีโปรแกรมการควบคุมแสง โดยมีจุดประสงค์ คือ เพื่อควบคุมความเป็นสาวของไก่ไข่และให้ไก่เริ่มให้ผลผลิตในอายุและระยะเวลาที่ถูกต้อง เพื่อให้ไก่สามารถผลิตไข่ได้สูงสุด เพื่อควบคุมขนาดของฟองไข่ และเพื่อกระตุ้นให้กินอาหารได้เพิ่มขึ้น ในระยะ 17 ไข่จะมีการให้แสงสว่างวันละ 15-17 ชั่วโมงขึ้นกับสายพันธุ์ของไก่ โดยจะต้องมีความเข้มของแสงประมาณ 40 ลักซ์ (Lux) การเก็บไข่ไก่ ควรเก็บให้บ่อยครั้ง กรณีที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้น ควรเก็บไข่อย่างน้อยวันละ 4 ครั้ง กรณี เลี้ยงแบบกรงตับ ควรเก็บไข่อย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง ทั้งนี้เพื่อป้องกันไข่เสียหายจากการแตก มีการคัดไก่ที่ไม่ไข่ ออกจากฝูง เพื่อให้ไม่สิ้นเปลืองอาหาร และให้มีผลผลิตของฝูงสูงขึ้น เมื่อไก่ไข่มีอายุประมาณ 80 สัปดาห์ หรือ เมื่อมีอัตราการไข่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของฝูงควรปลดไก่ออกขาย มีการทำวัคซีนไก่ไข่ที่จำเป็นตามโปรแกรมอย่างเคร่งครัด โดยให้เหมาะสมกับการระบาดของโรคใน ท้องถิ่นนั้นๆ รวมทั้งถ่ายพยาธิทั้งพยาธิภายในและพยาธิภายนอกอย่างสม่ำเสมอ มีการจดบันทึกการเลี้ยงอย่าง ละเอียด เช่น การให้อาหาร จำนวนไข่ จำนวนไก่ตาย การให้ยาและวัคซีน เป็นต้น (สำนักงานปศุสัตว์. 2555)

2.1.2 ตลาดไก่ไข่

การตลาดนับได้ว่ามีบทบาทสำคัญและเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการเลี้ยงไก่ไข่ ซึ่งจะเป็นตัวชี้ว่า ธุรกิจการเลี้ยงไก่ไข่จะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด ถ้าผู้เลี้ยงไก่ไข่สามารถขายไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ราคาดี มีผลกำไรมากเท่าไร ก็จะยิ่งได้รับความสำเร็จมากเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วตลาดไข่ไก่แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 การขายปลีก

ลักษณะการขายแบบนี้มักเกิดจากฟาร์มไก่ไข่ที่อยู่ใกล้เมืองใหญ่ ใกล้แหล่งชุมชน หรืออยู่ใกล้ถนนใหญ่ ทั้งนี้เพราะว่าสามารถที่จะขายไข่ให้กับผู้บริโภคได้โดยการนำไข่ไปวางขายในตลาดสด ขายตามบ้าน หรืออาจมีบางฟาร์มที่ตั้งร้านขายไข่ไว้ริมถนนที่มีรถยนต์วิ่งผ่านไปมา

2.1.2.2 การขายส่ง

ลักษณะการขายแบบนี้จะได้ราคาที่ต่ำกว่าการขายปลีก การขายส่งอาจทำได้โดยการนำไข่ไปขายให้กับตลาดกลางไข่ไก่หรือลังไข่ หรือส่งขายตามร้านค้าขายปลีกหรือร้านค้าขายส่งในท้องถิ่น ซึ่งอาจจะเป็นร้านขาย อาหารสัตว์หรือร้านรวบรวมไข่ในท้องถิ่น ราคาที่ขายได้จะขึ้นอยู่กับราคาที่ลังไข่ในกรุงเทพฯ เป็นผู้กำหนดราคา

2.1.2.3 การขายประกันราคา

ผู้เลี้ยงไก่ไข่บางรายอาจขายไข่ในรูปของการทำสัญญากับบริษัทอาหารสัตว์ โดยที่บริษัทดังกล่าวจะขายพันธุ์ไก่ อาหารและยาสัตว์ให้ แล้วทางบริษัทจะรับซื้อไข่ทั้งหมดในราคาประกันตลอดทั้งปีที่ผู้เลี้ยงมีกำไรพอสมควร และไม่ต้องเสี่ยงต่อการขาดทุนเมื่อราคาไข่ตกต่ำ (สำนักงานปศุสัตว์. 2555)

2.1.3 คุณภาพของเนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบกับเนื้อไก่กระทง

เนื้อไก่โดยทั่วไปจะมีความคงรูป เหลว และแน่นหรือไม่นั้นขึ้นกับปัจจัยภายในของเนื้อ เช่น การหดเกร็งตัวภายหลังฆ่า (rigor mortis) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity) ไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) และขนาดของมัดกล้ามเนื้อ เป็นต้น ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อมีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เนื้อที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูง จะมีลักษณะที่หยาบกว่าเนื้อที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำ ซึ่งส่งผลต่อความนุ่ม เช่น เนื้อสะโพกซึ่งมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงจะมีความนุ่มน้อยกว่าเนื้อสัน เป็นต้น นอกจากนี้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ก็ส่งผลต่อความนุ่มเช่นกัน คือ สัตว์ที่มีอายุน้อยเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีขนาดเล็ก ทำให้มีความนุ่มมากกว่าสัตว์ที่มีอายุมาก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากที่สำคัญในเนื้อ คือ ปริมาณของคอลลาเจน คอลลาเจนเมื่อถูกความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะหดตัวลง 1/3 ของความยาวเดิม ส่งผลให้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเมื่อนำไปแปรรูปผ่านการให้ความร้อนเนื้อจะมีลักษณะเหนียวกว่าเนื้อไก่ปกติ อีกทั้งมีปริมาณการเชื่อมขวางของคอลลาเจน (cross-link) สูงกว่าไก่ปกติที่มีอายุน้อยกว่าทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (สัญชัย จตุรสิทธา. 2550) จากการทดลองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wattanachant *et al.* (2004) ที่ศึกษาปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้ออกและสะโพกของไก่สายพันธุ์พื้นเมืองเปรียบเทียบกับไก่กระทง พบว่าไก่พื้นเมืองมีปริมาณคอลลาเจนโดยรวมสูงกว่าไก่กระทงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) โดยให้เหตุผลว่าความแตกต่างจากการทดลองนี้เกิดขึ้นจากอายุของสัตว์ที่แตกต่างกัน

อีกทั้งปริมาณของคอลลาเจนที่ละลายได้ (soluble collagen) จะลดลงเมื่อ cross-linking ของคอลลาเจนเพิ่มมากขึ้นตามอายุของสัตว์ (Adulyatham *et al.* 2006; Jaturasitha *et al.* 2008; Wattanachant *et al.* 2007) ส่งผลให้ราคาเนื้อไก่ไข่ปลดระวางราคาต่ำกว่าราคาเนื้อปกติ (Forrest *et al*. 1975; Lawrie. 1998) และยังสูญเสียน้ำบางส่วนระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้โปรตีนแอคติน และไมโอซินที่ประกอบเป็นกล้ามเนื้อยังมีผลต่อลักษณะต่าง ๆ ข้างต้นอีกด้วย (Lyon and Buhr. 1999)

2.2 ลักษณะทั่วไปของเจอร์กี้

ผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งหรือกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Snack food) หรือเจอร์กี้ (Jerky) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่เป็นการถนอมอาหารโดยการทำให้เค็มและทำให้แห้งหรือการเติมเครื่องเทศต่าง ๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยไม่ต้องเก็บในตู้เย็นระหว่างการรอการจำหน่าย ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีค่า a_w ต่ำ (0.70-0.85) ค่าความชื้น (0.75:1.00 moisture protein ratio) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารโปรตีนสูงนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมรับประทานที่ได้รับความนิยมสูงโดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าธุรกิจผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมรับประทานมีแนวโน้มที่เติบโตมาก โดยยอดขายผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมรับประทานเพิ่มจาก 631.6 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 1994 เพิ่มเป็น 2.7 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 2004 โดยส่วนใหญ่มีขายตามร้านสะดวกซื้อ ห้างสรรพสินค้า และปั๊มน้ำมัน อย่างไรก็ตามพบว่าในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งพร้อมรับประทานที่ผลิตในครัวเรือน (home made) ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านรสชาติ (Han-Sul Yang *et al.* 2009; Konieczny *et al.* 2007; USDA-FSIS. 2012)

ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งพร้อมรับประทานสามารถผลิตได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้เนื้อทั้งแผ่นหั่นเป็นชิ้น หรือใช้เนื้อบดผสมไขมันแล้วขึ้นรูปตามลักษณะที่ต้องการ จากนั้นหมักผสมเครื่องเทศ และทำให้แห้งด้วยวิธีที่แตกต่างกัน (Han-Sul Yang *et al.* 2009) ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำได้ง่าย สามารถทำได้เองในครัวเรือน โดยวิธีการผลิตที่ไม่ซับซ้อนหรือยุ่งยาก (Albright *et al.* 2002) อย่างไรก็ตามหัวใจสำคัญของการผลิตคือ การลดความชื้น และค่า a_w ให้เหมาะสม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น แต่ขณะเดียวกัน ความชื้นที่ลดลงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้งซึ่งต้องได้รับการยอมรับของผู้บริโภคด้วยโดยเฉพาะลักษณะของการเคี้ยว ซึ่งผู้บริโภคให้ความสำคัญค่อนข้างมาก ถ้าผลิตภัณฑ์ทำจากเนื้อแดงเป็นชิ้น ลักษณะจะแห้งมากและเหนียว แต่เก็บรักษาได้นาน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เตรียมจากเนื้อบดแล้วนำมาขึ้นรูป ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผลิตภัณฑ์จะนุ่มกว่า เพราะมีความชื้นและค่า a_w สูงกว่า ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีกว่า และเหม็นหืนเร็วขึ้น เนื่องจากมีไขมันเป็นองค์ประกอบที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อแดงเป็นชิ้น (Han-Sul Yang *et al.* 2009)

2.3 การอบแห้ง

การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้นซึ่งจะมีการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลสารเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันความร้อนที่ทำให้น้ำระเหยออกจากวัสดุส่วนมากแล้วได้รับมาจากความร้อนสัมผัสของอากาศ และการถ่ายเทความร้อนจะมีทั้งการนำความร้อนการพาความร้อน และการแผ่รังสีแต่โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อนเป็นหลัก ในการอบแห้งโดยทั่วไปมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้การอบแห้งนั้นเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็วซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

2.3.1 ลักษณะความพรุนของผลิตภัณฑ์

กล่าวคือ การอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่มีช่องว่างในเนื้อผลิตภัณฑ์น้อยต้องใช้ระยะเวลาในการอบแห้งมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีช่องว่างในเนื้อผลิตภัณฑ์มาก

2.3.2 ขนาดและรูปร่าง

สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันที่ใช้ในการอบแห้งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กกว่าเมื่อทำการอบแห้งจะแห้งเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่

2.3.3 ตำแหน่งและลักษณะการวางผลิตภัณฑ์ในตู้อบแห้ง

ตำแหน่งการวางที่ใกล้แหล่งความร้อนและมีความชื้นน้อยกว่าจะแห้งเร็วกว่า

2.3.4 อุณหภูมิในการอบแห้ง

ถ้าอากาศร้อนมีความชื้นคงที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการอบแห้ง ในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ และอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบแห้งในช่วงอัตราการอบแห้งลดลงด้วยเนื่องจากในช่วงของการอบแห้งลดลงวัสดุอบแห้งมีแนวโน้มจะแห้งเร็วขึ้นถ้าอุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้น อัตราการแพร่ของความชื้นจากภายในไปยังผิวของวัสดุจะเร็วขึ้น

2.3.5 ความเร็วของลมร้อน

ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากวัสดุอบแห้งเมื่อความเร็วของลมร้อนเพิ่มขึ้นไอน้ำจะเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ความเร็วลมมีผลต่อการอบแห้ง คือ มีผลต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนโดยอากาศร้อนจะทำให้เกิดการปั่นป่วนของอากาศในเครื่องอบแห้ง ทำให้อากาศร้อนสัมผัสกับวัสดุอบแห้งได้ดียิ่งขึ้นจึงทำให้การเคลื่อนย้ายของไอน้ำได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

เป็นสิ่งสำคัญมากต่อการระเหยน้ำปริมาณความชื้นสุดท้ายในผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หากค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำมีผลช่วยให้ระยะเวลาการอบแห้งลดลง (สุทธิชัย ภมรสมิต. 2550)

2.4 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

สำหรับการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนความร้อนจากอากาศร้อนจะถ่ายเทผิวด้านนอกของวัสดุทำให้ความชื้น และไอน้ำระเหยออกจากผิววัสดุการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นแบบการพาความร้อนซึ่งมีอากาศร้อนเป็นตัวกลางพาความร้อนโดยการพาความร้อนแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

2.4.1 การพาความร้อนแบบบังคับ (force convection)

การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็งและของไหลโดยที่ของไหลถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิวของของแข็งโดยกลไกภายนอก

2.4.2 การพาความร้อนแบบธรรมชาติ (free convection หรือ Natural convection)

การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็ง และของไหลโดยไม่มีกลไกลใดๆ ที่ทำให้ของไหลเคลื่อนที่แต่ของไหลที่อยู่ใกล้กับผิวของของแข็งก็จะเคลื่อนที่โดยแรงลอยตัวของของไหลเอง แรงลอยตัวนี้เกิดจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหลโดยจะเกิดขึ้นเมื่อมีผลต่างของอุณหภูมิความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการพาความร้อน (สุทธิชัย ภมรสมิต. 2550)

2.5 ผลของความร้อนต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อบแห้ง

ผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งหรือกึ่งแห้งอาศัยความร้อนในการอบเพื่อกำจัดความชื้น ทั้งนี้เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.7-0.85 และมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 20-35 ขึ้นอยู่กับสูตรและกรรมวิธีการอบแห้ง (Chen *et al*. 2000; Chen *et al*. 2002; Lim *et al*. 2012; Yang *et al*. 2009) จัดเป็นการถนอมอาหารที่สามารถลดระดับของ a_w ให้ต่ำกว่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตจุลินทรีย์ และลดกิจกรรมทางเคมีชีวเคมีที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อสัตว์ในการทำแห้งเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการอบแห้งเนื้อสัตว์อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสมากเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการแปรรูปชนิดอื่น ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และจับตัวกันก่อให้เกิดการสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ และทำให้กล้ามเนื้อเหนียว แข็ง และเปราะ (วิไล รังสาดทอง. 2547) โดยที่การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในเนื้อโค (beef) เนื่องจากผลของความร้อนจะเกิดขึ้นสองช่วง คือ ช่วงแรกที่อุณหภูมิประมาณ 30-50 องศาเซลเซียส ความร้อนในช่วงนี้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลทำให้โปรตีนระบบ แอกโตไมโอซินเกิดการจับรวมตัวกัน (coagulation) และจะเริ่มตกตะกอนจับรวมตัวกันอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิระหว่าง 50-60 องศาเซลเซียส จากนั้นที่ช่วงอุณหภูมิประมาณ 60-90 องศาเซลเซียส ความร้อนจะส่งผลต่อการเสียสภาพธรรมชาติของระบบที่เกี่ยวข้องกับโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (ทำให้เกิดการหดตัวและการละลายของคอลลาเจน) และทำให้เกิดการเชื่อมขวาง (cross-link) ระหว่างไมโอซินที่ตกตะกอนและจับรวมตัวกัน (Huang and Nip. 2001) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะทำในเนื้อสัตว์เหนียวและแข็งขึ้นในระหว่างกระบวนการอบแห้ง โดยเฉพาะกระบวนการอบแห้งที่ใช้ความร้อนสูง และใช้ระยะเวลาสั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าแต่ใช้เวลานาน (วิไล รังสาดทอง. 2547) ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อบแห้ง จึงจำเป็นต้องมีการปรับสูตรการผลิตและกรรมวิธีการอบแห้งให้เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องคำนึงถึงในประเด็นของความนุ่ม เพื่อให้เกิดการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

2.6 การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งโดยใช้สารฮิวเมกแตนท์

2.6.1 สารฮิวเมกแตนท์ (humectant)

สารฮิวเมกแตนท์ (humectant) หมายถึง สารที่ใช้เติมในอาหารเพื่อรักษาความชื้น ทำให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity) ลดลง ตัวอย่างของสาร ฮิวเมกแตนท์ที่ใช้ในอาหารเพื่อรักษาความชื้น ได้แก่ เช่น กลีเซอรอล (glycerol) น้ำตาลฟรักโทส (fructose) น้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) เช่น ซอร์บิทอล (sorbitol) รวมทั้งสารไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เช่น เพกทิน (pectin) กัม (gum) แอลจิเนต (alginate)

2.6.2 กลีเซอรอล (glycerol) และซอร์บิทอล (sorbitol)

การใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอล ในด้านความปลอดภัยของต่อผู้บริโภคเมื่อตรวจสอบข้อมูลการใช้วัตถุเจือปนอาหารจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงจาก Codex General Standard for Food Additives (GSFA) (The 35th Session of the Codex Alimemtarius Commission. 2012) พบว่าสารทั้งกลีเซอรอล (E422) และซอร์บิทอล (E420(i)) จัดเป็นสารที่ทำให้เกิดความชุ่มชื้น/สารเก็บความชื้น หรือสารฮิวเมกแตนท์ ที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (processed meat) ได้ตามเกณฑ์ GMP หรือใช้ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งจะหมายความว่าใช้ในปริมาณที่น้อยที่สุดที่วัตถุเจือปนตัวนั้น ๆ สามารถแสดงหน้าที่ของตัวเองได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลีเซอรอลหรือกลีเซอรีน คือ แอลกอฮอร์ชนิดหนึ่งที่มีคาร์บอน 3 ตัวต่อกัน และมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) ต่อกับคาร์บอนทั้ง 3 ตัว กลีเซอรอลบริสุทธิ์เป็นของเหลว หนืดใสไม่มีกลิ่น มีรสหวาน กลีเซอรอลมีจุดเดือดที่ 290 องศาเซลเซียส และจุดหลอมเหลวที่ 18 องศาเซลเซียส ละลายน้ำ และแอลกอฮอล์ได้ดีแต่ไม่ละลายในอีเทอร์ เบนซิน หรือน้ำมัน

2.6.2.1 แหล่งของกลีเซอรอล

กลีเซอรอลสามารถถูกสังเคราะห์ได้ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตจากน้ำตาลกลูโคส โดยกลูโคสจะสลายตัวในวิถีไกลโคไลซีส และถูกใช้เป็นตัวกลางในการสังเคราะห์กลีเซอรอล ร่างกายจะนำกลีเซอรอลที่สังเคราะห์ได้ไปทำปฏิกิริยากับกรดไขมันได้เป็นไตรกลีเซอไรด์ซึ่งใช้เป็นพลังงานสำรองของร่างกาย ในระบบอุตสาหกรรมกลีเซอรอลเป็นผลิตผลพลอยได้จาก 3 กระบวนการหลัก คือ การผลิตสบู่ การผลิตกรดไขมัน และการผลิตอัลคิลเอสเทอร์หรือ ไบโอดีเซล ในการผลิตไบโอดีเซลจะมีกลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ประมาณร้อยละ 10 ซึ่งเมื่อนำมากลั่นแยกเมทานอลออกไปแล้วจะได้กลีเซอรอลที่มีระดับความบริสุทธิ์ร้อยละ 82–85 จะเป็นเกรดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ขณะที่กลีเซอรอลีที่มีความบริสุทธิ์สูงร้อยละ 99.7 จะนำมาผลิตเครื่องสำอาง รวมทั้งผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (ยุวเรศ เรืองพานิช และ พิเชษฐ ศรีบุญยงค์. 2552)

2.6.2.2 คุณสมบัติของกลีเซอรอล

กลีเซอรอลเป็นสารไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีรสหวาน คำว่า กลีเซอรอล มาจากภาษากรีก เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง สบู่ และยา ซึ่งกลีเซอรอลเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิต เปรียบเสมือนเป็นสารฮิวเมกแตนท์ สารให้ความหวาน หรือสารกันเสีย

2.6.2.3 บทบาทของกลีเซอรอลในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

1) เก็บความชื้น ป้องกันไม่ให้อาหารแห้งมีค่า a_w ต่ำ ช่วยลดค่า a_w ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2) เป็นไครโอโพรเทกแทนต์ (cryoprotectant) ใช้สารที่ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งโดยลดจุดเยือกแข็ง (freezing point) ให้ต่ำลง (Pagliaro and Rossi. 2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอร์บิทอล เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) ใช้เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล (sugar substitute) ชื่อเรียกอื่น Glucitol, D-glucitol, D-Sorbitol, Sorbite, และ Hydrogenated Starch Hydrolysate (HSH)

2.6.2.4 วัตถุดิบการผลิตซอร์บิทอล

วัตถุดิบที่ใช้เพื่อการผลิตซอร์บิทอล คือ ผลิตผลทางการเกษตรที่มีสตาร์ช (starch) เป็นส่วนประกอบ เช่น พืชหัว ได้แก่ มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง เป็นต้น และเมล็ดธัญพืช ได้แก่ ข้าวโพด ข้าว และข้าวสาลี เป็นต้น

2.6.2.5 กรรมวิธีการผลิตซอร์บิทอล

กระบวนการผลิตซอร์บิทอล เริ่มต้นจากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ชให้เป็นโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส เรียกว่า starch hydrolysis ได้สารตั้งต้น คือ น้ำเชื่อมกลูโคส glucose syrup แล้วจึงทำปฏิกิริยาไฮโดรเจเนชัน (hydrogenation) ด้วยการเติมไฮโดรเจนให้กับโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส (glucose) มีนิเกิล เป็นแคตะลิส (catalyst) หรือตังเร่งปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันเปลี่ยนโมเลกุลกลูโคสเป็นซอร์บิทอล

2.6.3 การนำสารฮิวเมกแตนท์มาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง

ในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์กึ่งแห้งโดยมีส่วนประกอบของเนื้อแดงเป็นส่วนใหญ่ นั้นมักพบปัญหาคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งและแข็งเปราะ และเกิดสีที่ไม่น่าพอใจ จึงได้มีการพัฒนาเนื้อสัตว์กึ่งแห้งโดยการนำไปบด และขึ้นรูปใหม่เพื่อให้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น แต่ก็ยังพบปัญหาอีก คือ ปริมาณไขมัน และค่า a_w ที่สูงซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการทำปฏิกิริยาระหว่างไขมันกับออกซิเจน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืน และค่า a_w ที่สูงขึ้นนั้นยังมีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย จึงได้มีการนำสารอื่นๆ เข้ามาปรับปรุงในด้านเนื้อสัมผัสให้มีลักษณะที่นุ่มขึ้น และยังช่วยควบคุมค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ด้วย ความนุ่มเป็นปัจจัยสำคัญมากประการหนึ่งที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค โดยที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง หรือเจอร์กี้นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง (Farouk and Swan. 1999) หนึ่งในการแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์หลังการอบที่แห้งและเปราะเกินไปสามารถทำได้โดย การควบคุม a_w ในผลิตภัณฑ์โดยการปรับความชื้นด้วยการสารในกลุ่มฮิวเมกแตนท์ (humectant) (Huang and Nip. 2001)

สารฮิวเมกแตนท์ (humectant) เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อจับกับน้ำและความคุมปริมาณ a_w ในผลิตภัณฑ์ สารในกลุ่มนี้ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารมาเป็นเวลานานโดยที่สารฮิวเมกแตนท์ที่เก่าแก่ที่สุดที่นิยมใช้ คือ เกลือ น้ำตาล เพื่อให้ผลในการลดค่า a_w ในอาหารกึ่งแห้ง อย่างไรก็ตามการใช้เกลือ และน้ำตาลในการลด a_w อาจมีข้อจำกัดด้านรสชาติที่เค็มจัด และหวานจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับผลิตภัณฑ์ จึงอาจไม่เหมาะกับการใช้ในผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น เนื้อสัตว์กึ่งแห้งที่รับประทานเป็นอาหารว่าง (snack) ปัจจุบันจึงมีการใช้สารฮิวเมกแตนท์ชนิดอื่น ๆ เช่น กลีเซอรอล และซอร์บิทอลเนื่องจากสารทั้งสองไม่ส่งผลเสียต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ (Varnam. 1995) นอกจากนี้สารเหล่านี้ยังเป็นสารที่ให้ความยืดหยุ่น (plasticize) ให้กับโครงข่ายของโปรตีนได้กล่าวคือ ทำให้เนื้อสัตว์ไม่แข็งกระด้าง (Barret *et al*. 1998) อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ฮิวเมกแตนท์หรือสารลดค่า a_w ควรคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆได้แก่กลิ่นรสของสารที่ใช้ความเป็นพิษและต้องไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพทางด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารได้แก่คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภค เช่น การใช้กลีเซอรอลในปริมาณที่มากกว่าร้อยละ 20 อาจส่งผลให้เกิดรสขมในผลิตภัณฑ์ (Varnam. 1995)

Kim *et al*. (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้สารฮิวเมกแตนท์ชนิดต่างๆ เช่น กีวี่ สับปะรด กลีเซอรอล และซอร์บิทอลที่เข้มข้นต่างกัน ในการปรับปรุงความนุ่มและลักษณะทางประสาทสัมผัสของเจอร์กี้เนื้อหมู โดยทำการแบ่งออกเป็น 9 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม (ไม่เติมสารฮิวเมกแตนท์) กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 2 กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 5 กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 2 กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 5 กลุ่มที่เติมกีวี่ร้อยละ 2 กลุ่มที่เติมกีวี่ร้อยละ 5 กลุ่มที่เติมสับปะรดร้อยละ 2 และกลุ่มที่เติมสับปะรดร้อยละ 5 ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่า a_w เนื้อสัมผัส สี SDS-PAGE การประเมินทางประสาทสัมผัส

ปริมาณความชื้น และค่า a_w ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ โดยกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 2 และ ซอร์บิทอลร้อยละ 2 และ 5 แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณความชื้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนตัวอย่างที่เติม กีวี่ และสับปะรดมีปริมาณความชื้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารฮิวเมกแตนท์ต่างชนิดกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความ ชื้นที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วลักษณะเนื้อสัมผัสของเจอร์กี้จะเป็นผลจากปริมาณความชื้น แต่ในกระบวนการผลิตเจอร์กี้ในระดับอุตสาหกรรมจะมีการเติมสารที่ช่วยปรับปรุงความนุ่ม หรือสารฮิวเมกแตนท์เพื่อลดค่า a_w (Kim *et al*. 2010) นอกจากนี้ค่า a_w ที่เติมสารฮิวเมกแตนท์ต่างกันก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละการทดลอง กลีเซอรอลร้อยละ 2 และซอร์บิทอลร้อยละ 2 และ 5 มีค่า a_w สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 5 กีวี่ร้อยละ 5 สับปะรดร้อยละ 2 และสับปะรดร้อยละ 5 มีค่า a_w คือ 0.74, 0.75, 0.74 และ 0.73 ตามลำดับ และการเติมกลีเซอรอล กีวี่ และสับปะรดร้อยละ 5 ทำให้ค่า a_w ในเจอร์กี้ลดลงต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) อธิบายได้ว่าจากงานทดลองก่อน ๆ นั้นแสดงให้เห็นว่าค่า a_w ที่ลดลงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยพบว่าถ้ามีความชื้น และค่า a_w ในปริมาณสูงจะมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงเนื่องจากเกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งควรมีค่า a_w คงที่อยู่ในช่วง 0.70–0.75 และมีลักษณะที่พร้อมรับประทานได้ และสามารถเก็บได้เป็นระยะเวลานานถึง 6 เดือน นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ทำจากเนื้อทั้งชิ้นมีค่า a_w 0.794–0.822

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีค่าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ทำจากเนื้อโค ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเติมกลีเซอรอลมีผลดีกว่าควบคุม การเติมกลีเซอรอลร้อยละ 28 ทำให้ค่า a_w ลดลงจาก 0.90 เป็น 0.85 ทำให้ความแน่นของเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้นร้อยละ 28 ดังนั้นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง เช่น เจอร์กี้ ควรมีค่า a_w อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้เพื่อยืดอายุในการเก็บรักษา

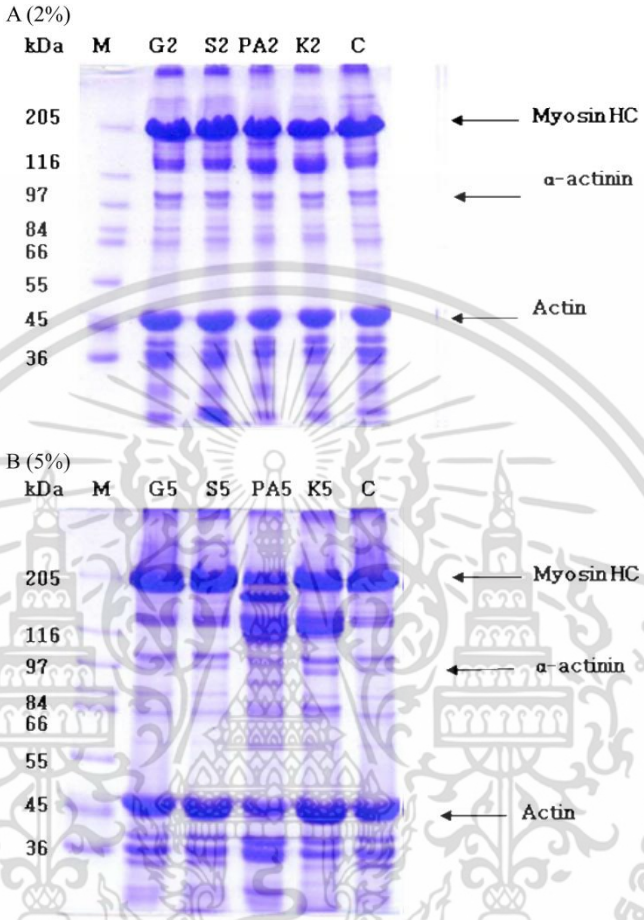
คุณลักษณะที่สำคัญของเจอร์กี้อีกประการหนึ่งคือ ความนุ่มเหนียว โดยสามารถวัดได้จากค่า shear force โดยผลการทดลองพบว่าการเติมสารฮิวเมกแตนท์จะส่งผลให้มีค่า shear force ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และพบว่ากลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 2 มีค่า shear force ต่ำกว่าทุกกลุ่มการทดลองแสดงว่ามีความนุ่มสูงที่สุดจากผลการทดลองข้างต้นอธิบายค่าการเติมกลีเซอรอลมีผลต่อเนื้อสัมผัสในโครงข่ายของโปรตีนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ซึ่งทำให้เกิดการแยกตัวของแอคโตไมโอซินจึงทำให้เนื้อสัตว์มีลักษณะนุ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่แสดงผลของค่า shear force ของเจอร์กี้เนื้อหมูที่ลดลง เนื่องจากการเติมกลีเซอรอลในระดับสูงขึ้นซึ่งจากงานวิจัยนี้ผลแสดงให้เห็นว่าการทำให้เจอร์กี้เนื้อหมูนุ่มขึ้น และสามารถทำได้โดยการเติมสารฮิวเมกแตนท์ร้อยละ 2 หรือ 5 และมีการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพเนื่องจากปริมาณความชื้น และค่า a_w ที่ต่ำลง

ผลของการแยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้าในเจอร์กี้เนื้อหมูที่เติมด้วยสารฮิวเมกแตนท์แสดงในภาพที่ 2.1 โดยผลแสดงให้เห็นการแยกตัวของโปรตีนไมโอไฟบริลในกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 2 (A) ไมโอซิน Heavy chain ในโปรตีนไมโอไฟบริลได้รับอิทธิพลจากทุกกลุ่มการทดลอง ส่วนการเติมสับปะรดร้อยละ 5 พบว่าโปรตีนไมโอไฟบริลมีการแยกตัวสูงกว่ากลุ่มที่เติมสับปะรดร้อยละ 2 (B) เนื่องจากในสับปะรดมีเอนไซม์ที่มีผลต่อไมโอซิน Heavy chain ของโปรตีนไมโอไพบริล ซึ่งกลุ่มที่เติมสับปะรดร้อยละ 5 (B) มีการแยกตัวของโปรตีนไมโอไฟบริลสูงที่สุดเป็นเพราะเอนไซม์ปาเปนที่มีในสับปะรดส่งผลให้เกิดการแยกตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ เอนไซม์ปาเปนและโบรมิเลน ดูจากแถบของของโปรตีนไมโอซิน Heavy chain และแอคติน ส่วนเอนไซม์แอคตินิดินในกีวี่นั้นมีผลต่อการแยกตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อต่ำกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเอนไซม์มีผลต่อการแยกตัวของโปรตีนในกล้ามเนื้อมากที่สุด

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสได้แก่ ค่าสี กลิ่นรส ความชุ่มฉ่ำ ความนุ่ม ลักษณะโดยรวมของเจอร์กี้หมู (คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด) ซึ่งผลชี้ให้เห็นว่าระดับ และการเติมสารฮิวเมกแตนท์ชนิดต่างกันนั้นมีผลทำให้ข้อมูลทางประสาทสัมผัสต่างกันด้วย ($P<0.05$) ค่าสีของกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) คะแนนทางกลิ่นรสแปลผันตามระดับของสารฮิวเมกแตนท์ที่สูงขึ้น คะแนนด้านความนุ่มเหนียวมีค่าลดลงเมื่อเติมสารกลุ่มกีวี่ และสับปะรด โดยรวมแล้วกลุ่มที่เติมกีวี่ และสับปะรดมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมในตัวอย่างเจอร์กี้หมู นอกจากการเติมสารฮิวเมกแตนท์แล้วการบด และขึ้นรูปใหม่อาจทำให้มีเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสที่นุ่มแต่คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคไม่สูงมากนัก ดังนั้นการใช้กีวี่ และสับปะรดส่งผลดีต่อความนุ่ม และค่าคะแนนความพึงพอใจทั้งหมด



ภาพที่ 2.1 การแยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้าของเจอร์กี้หมูที่เติมสารฮิวเมกแตนท์
ที่มา : Kim *et al.* (2010)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Chen *et al.* (2000) ที่ได้ทำการศึกษาผลของระดับกลีเซอรอลหรือซอร์บิทอลต่อลักษณะทางเนื้อสัมผัส และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจอร์กี้แบบจีน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลีเซอรอล หรือ ซอร์บิทอลร้อยละ 3, 6 และ 9 และนำมาตรวจวิเคราะห์ความชื้น ค่า a_w และค่า shear force จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเติมกลีเซอรอล หรือซอร์บิทอลในระดับที่สูงขึ้นจะมีผลต่อการลดลงของปริมาณความชื้น และค่า a_w โดยกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลหรือซอร์บิทอลร้อยละ 9 มีปริมาณความชื้น และค่า a_w ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งมีหลายงานวิจัยที่ให้ผลในทิศทางเดียวกัน และเมื่อให้กลีเซอรอล หรือซอร์บิทอลเพิ่มมากขึ้นทำให้มีค่า shear force ลดลง ซึ่งอธิบายได้ว่าสมบัติเชิงหน้าที่ของกลีเซอรอล คือ มีประสิทธิภาพใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีเนื้อสัมผัสที่ยืดหยุ่น ซึ่งอาจมีผลในการทำให้เนื้อทั้งชิ้นนั้นมีคามแน่นของเนื้อสัมผัสลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำ และกลีเซอรอล

2.7 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง

2.7.1 ค่า water activity (a_w) และความชื้น

รังสินี โสธรวิทย์ (2550) กล่าวว่า อายุการเก็บของอาหารกำหนดได้ไม่แน่นอนจากความชื้นของอาหาร (moisture content) แต่ขึ้นกับคุณสมบัติที่เรียกว่า a_w (water activity, a_w) ซึ่งเป็นการวัดปริมาณน้ำที่ไม่ถูกยึดเหนี่ยวภายในอาหาร หรือน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินกิจกรรม (activity) ทางเคมีและจุลชีววิทยา (ตารางที่ 2.1)

2.7.1.1 คำจำกัดความของ a_w

อัตราส่วนระหว่างค่าความดันไอน้ำของอาหาร ต่อค่าความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งอาจเทียบเป็นความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของอากาศชื้น แต่แสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w และความชื้นสัมพัทธ์สมดุล

ตารางที่ 2.1 ค่า a_w ขั้นต่ำสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์

ชนิดของจุลินทรีย์	a_w
แบคทีเรีย	0.90
ยีสต์	0.88
รา	0.80
แบคทีเรียชนิดทนเกลือเข้มข้น (halophilic bacteria)	0.75
ราชนิดทนสภาพแห้งแล้ง (xerophilic mold)	0.61
ยีสต์ชนิดทนน้ำตาลเข้มข้น (osmophilic yeast)	0.60

ที่มา : รังสินี โสธรวิทย์ (2550)

นิธิยา รัตนาปนนท์ (2551) กล่าวว่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพและการเน่าเสียของอาหารความชื้นในอาหารและค่า a_w จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีหรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้าๆ และมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้น ดังนั้นการลดปริมาณน้ำในอาหารให้น้อยลงเพื่อทำให้ค่า a_w ลดต่ำลง จึงเป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี วิธีการลดปริมาณน้ำอาจใช้วิธีการทำแห้งแบบต่างๆ หรือการเติมตัวถูกละลายลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 การจำแนกอาหารตามค่า a_w

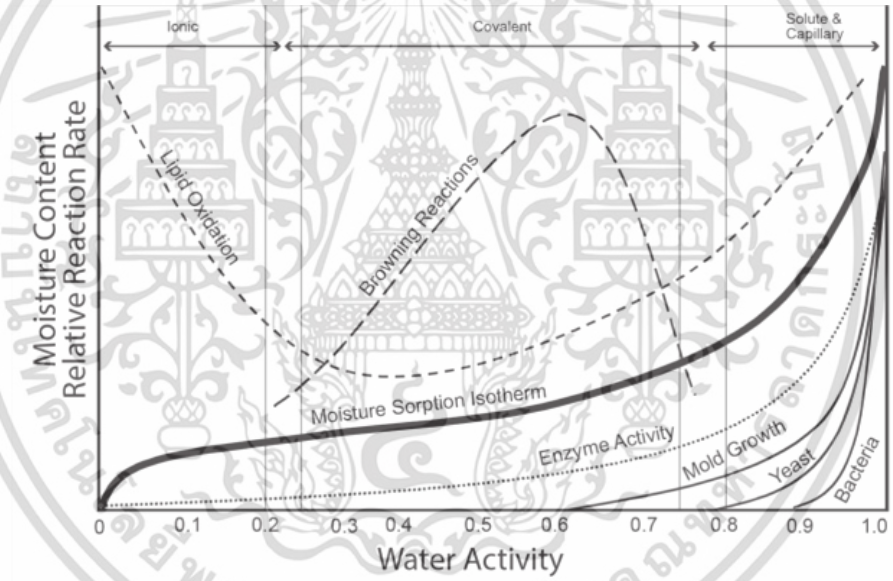
สามารถแบ่งอาหารตามค่า a_w ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) อาหารสด (fresh food) เป็นอาหารที่เน่าเสียง่าย (perishable food) ที่มีค่า a_w มากกว่า 0.85 เช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ และอาหารทะเล เป็นต้น

2) อาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) หมายถึง อาหารที่มีค่า a_w ระหว่าง 0.6-0.85 เช่น นมข้นหวาน ผลไม้แช่อิ่ม และกุ้งปรุงรส เป็นต้น

3) อาหารแห้ง (dried food) หมายถึงอาหารที่มีค่า water activity น้อยกว่า 0.6 เช่น นมผง ผักผลไม้อบแห้ง กุ้งแห้ง น้ำผลไม้ผง เก๊กฮวยผงชงดื่ม กระชายผงชงดื่ม และหมูหยอง เป็นต้น

2.7.1.3 ความสัมพันธ์ของ water activity กับคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร (food safety**)** ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a_w ความชื้น ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาในอาหาร
ที่มา : ศุภลักษณ์ สรภักดี (2557)

1) สัมพันธ์กับพลังงานของน้ำในอาหาร น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในอาหาร น้ำ มีบทบาทสำคัญต่อการเสื่อมเสียของอาหาร (food spoilage) น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี และมีส่วนร่วมใน ปฏิกิริยาต่างๆ ซึ่งมีผลโดยตรงกับคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร น้ำในอาหารอยู่รวมตัวกัน ของสารอาหารต่างๆ ได้แก่ ของคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) โปรตีน (protein) ลิพิด (lipid) กรดเกลือ โมเลกุลของน้ำถูกยึดเหนียวไว้ด้วยสารหลากหลายชนิดด้วยพันธะต่างๆ หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) หมู่แอมิโนด้วยแรงดึงดูดที่แตกต่างกัน ซึ่งแรงยึดเหนี่ยวของน้ำกับโมเลกุลของสารอื่น มีผลให้โมเลกุลของน้ำมีอิสระที่จะเคลื่อนที่น้อยลง และมีระดับพลังงานต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ น้ำมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมเสีย (food spoilage) และความปลอดภัยของอาหารจากจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเสื่อมเสียทั้งแบคทีเรีย (bacteria) ยีสต์ (yeast) และรา (mold)

3) ความปลอดภัยของอาหาร (food safety) จากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) อาหารเป็นพิษ (food poisoning) และสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) เช่น สารพิษอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin)

4) การทำงานของเอนไซม์ (enzyme) การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction)

5) การเหม็นหืน (rancidity) จากการออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation)

6) วอเตอร์แอคทิวิตี้สัมพันธ์กับสมบัติเชิงวิศวกรรมด้านต่างๆ ของอาหาร เช่น Rheological property และ themal properties

2.7.2 ปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมัน

การออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) จะพบเป็นปัญหาหลักและก่อให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการเติมสารกันหืนหรือใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม นอกจากนี้การออกซิเดชันของไขมันยังก่อให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการบางชนิด เช่น กรดไขมันและวิตามินบางชนิด

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจะเกิดขึ้นที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ยิ่งถ้ามีพันธะคู่มากปฏิกิริยาออกซิเดชันก็จะยิ่งเกิดเร็วมากขึ้นด้วย ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นแบบปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนและอนุมูลอิสระ เกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) ซึ่งสารเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้ จะสลายตัวเป็นสารที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ทำให้มีกลิ่นหืน และเกิดเป็นอนุมูลอิสระที่เริ่มต้นของปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อไปได้อีก โดยกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ 3 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้ (สุภลักษณ์ สรภักดี. 2557)

2.7.2.1 ปฏิกิริยาขั้นเริ่มต้น (initaion)

ปฏิกิริยาขึ้นเริ่มต้น เป็นขึ้นตอนที่มีอนุมูลอิสระ ที่เรียกว่า อนุมูลอัลคิล (alkyl radical, $R^{\bullet}$) เกิดขึ้น เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจน โดยมีความร้อน แสง รังสี อิออนของโลหะ หรือฮีม (heam) เป็นตัวเร่ง ดังสมการ

$$RH + O_2 \xrightarrow{\text{initiators}} R^{\bullet} + H^{\bullet}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาขั้นเริ่มต้นดังกล่าว อาจเกิดขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน เพียงแค่มีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แสง หรืออุณหภูมิ หรืออนุมูลของโลหะ เป็นต้น ก็เพียงพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้

2.7.2.2 ปฏิกิริยาขั้นต่อเนื่อง (propagation)

ปฏิกิริยาขั้นต่อเนื่องเป็นขั้นตอนที่อนุมูลอัลคิล ($R^{\bullet}$) ที่เกิดขึ้นในขั้นต้น ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดเป็นอนุมูลเปอร์ออกซิล (peroxyl radical, $ROO^{\bullet}$) และอนุมูลเปอร์ออกซิลที่เกิดขึ้นนี้จะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัวอื่น ทำให้เกิดสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (ROOH) และอนุมูลอัลคิล ($R^{\bullet}$) เกิดขึ้น ดังสมการ

$$R^{\bullet} + O_2 \longrightarrow ROO^{\bullet}$$

$$ROO^{\bullet} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\bullet}$$

ซึ่งสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (ROOH) ที่เกิดขึ้นนี้ เป็นสารที่ไม่เสถียรหรือไม่มีความคงตัว สามารถเปลี่ยนไปเป็นอนุมูลอิสระอื่น ๆ เช่น อนุมูลอัลคอกซิล (alkoxyl radical, $RO^{\bullet}$) ที่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดอนุมูลอิสระแบบเดิมไปเรื่อย ๆ แบบลูกโซ่

$$ROOH \longrightarrow RO^{\bullet} + OH^{\bullet}$$

$$RO^{\bullet} + RH \longrightarrow ROH + R^{\bullet}$$

2.7.2.3 ปฏิกิริยาขั้นสุดท้าย (termination)

ปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายเป็นขั้นที่อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น เกิดการรวมตัวกันในรูปต่าง ๆ ทำให้เกิดสารที่มีความคงตัว และทำให้ปฏิกิริยาสิ้นสุดลง ไม่เกิดปฏิกิริยาต่อไป

$$R^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow RR$$

$$RO^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow ROR$$

$$RO^{\bullet} + RO^{\bullet} \longrightarrow ROOR$$

Nonradical products

$$ROO^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow ROOR$$

$$ROO^{\bullet} + ROO^{\bullet} \longrightarrow \text{various products}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมัน (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551)

1) ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เท่านั้นที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่าโดยกรดไขมันชนิดซิส (cis) ไอโซเมอร์ เกิดออกซิไดส์ได้เร็วกว่า แทรนส์ (trans) ไอโซเมอร์

2) กรดไขมันอิสระ กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระ (free fatty acid) จะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าที่อยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)

3) ปริมาณออกซิเจน และพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจน ออกซิเจนเข้าร่วมในปฏิกิริยาออกซิเดชัน หากอาหารอยู่ในบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนมาก หรือมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจนได้มาก จะเกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็ว ดังนั้น การกำจัดออกซิเจนออกจากบรรจุภัณฑ์ ด้วยการบรรจุสุญญากาศ (vacuum packaging) การบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศ (modified atmosphere packaging) หรือใช้สารกำจัดออกซิเจน (oxygen scavenger) ในบรรจุภัณฑ์จะช่วยชะลอการเสื่อมเสียได้

4) อุณหภูมิสูงจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาอาหารแช่เย็น แช่เยือกแข็ง (freezing) จะลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

5) วอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity) ของอาหาร

6) แร่ธาตุหรือโลหะ เช่น โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของอาหารโดยธรรมชาติ เช่น เหล็ก ในไมโอโกลบิน (myoglobin) หรือ โลหะและแร่ธาตุที่ปนเปื้อนจากดิน หรือจากอุปกรณ์ในการแปรรูป โดยโลหะถึงแม้เพียงส่วนเล็กน้อย 0.1-5 ส่วนในล้านส่วน ก็สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ดังนั้นในกระบวนการทำน้ำมันและไขมันให้บริสุทธิ์จึงต้องมีขั้นตอนของการฟอกสี และกำจัดโลหะหนัก เช่น เหล็ก และทองแดง นอกจากนี้การใช้สารพวกคีเลติง (chelating agent) เช่น EDTA ซึ่งสารพวกนี้จะไปรวมตัวกับโลหะเป็นสารประกอบเชิงซ้อน เป็นการลดสารเร่งปฏิกิริยาให้น้อยลงปฏิกิริยาออกซิเดชันจะถูกหน่วงให้ช้าลง

7) แสงและรังสีต่าง ๆ เช่น visible light แสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) และการฉายรังสีอาหาร (food irradiation)

8) สารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) หรือสารต้านอนุมูลอิสระสารต้านออกซิเดชันที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) เพื่อป้องกันปฏิกิริยา lipid oxidation มีทั้งสารธรรมชาติ เช่น วิตามินซี (ascorbic acid) วิตามินอี (Vitamin E) กรดซิตริก หรือ สารสังเคราะห์ เช่น BHA (Butylated hydroxyanisole), BHT (butylated hydroxytoluene), TBHQ, propyl gallate เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning)

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) พบเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อบแห้งและกึ่งแห้ง ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar) กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา ผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาเป็นสารประกอบหลายชนิด ที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์ และทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการเช่น กรดอะมิโนบาง รวมทั้งยังทำให้โปรตีนในเนื้อสัตว์แข็งขึ้นได้อีกด้วย

ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar) กับกรดแอมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสารประกอบหลายชนิด ที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่างๆ ทั้งที่พึงประสงค์ และไม่พึงประสงค์ เช่น สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นระหว่างการอบ การทอดเช่น เนื้อสัตว์ เบเกอรี (bakery) ปฏิกิริยานี้ยังมีความสำคัญต่อการเกิดสีและกลิ่นหอมที่ได้จาก การคั่วเมล็ดกาแฟ โกโก้ การทำคาราเมล ทอฟฟี่ ช็อกโกแลต น้ำปลา ซีอิ๊ว (fermented soy sauce) เป็นต้น ผลิตผลที่ไม่พึงประสงค์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด พบระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม เช่น ในนมผง ทุเรียนกวน เป็นต้น

2.7.3.1 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด

1) น้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) ทั้งน้ำตาลคีโทส (ketose) เช่น ฟรักโทส (fructose) และแอลโดส (aldose) เช่น กลูโคส (glucose) จะรวมตัวกับหมู่แอมิโน (RNH_2) ของ กรดแอมิโน ได้เป็นไกลโคซิลเอมีน (ดังภาพที่ 2.3)

2) เกิดปฏิกิริยาดีไฮเดรชันได้เป็นอิมีน (imines หรือ Schiff 's base) และมีการเรียง ตัวใหม่ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Amadori rearrangement ได้เป็นแอลโดสเอมีน (aldoseamine) หรือ คีโทสเอมี (ketoseamine) เรียกว่า Amadori compound เช่น 1-อะมิโน-1-ดีออกซี-คีโทส ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องได้ เมื่อมีค่าพีเอช 5 หรือต่ำกว่า

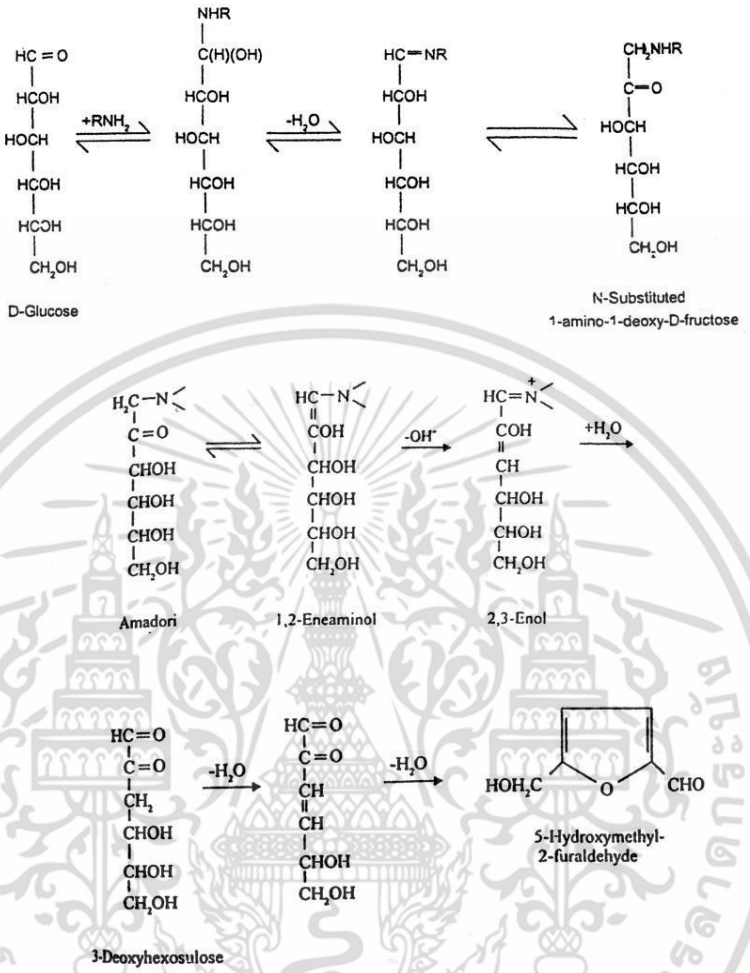
3) เกิดปฏิกิริยา enolization ของ Amadori compounds ได้เป็นไดคีโทสเอมีน หรือ ไดแอมิโนชูการ์ เช่น 3-ดีออกซีเฮกโซซูโลส

4) เกิดปฏิกิริยาดีไฮเดรชันต่อได้เป็นอนุพันธ์ของฟูแรน (furan) ถ้าเป็นน้ำตาลเฮกโซส อนุพันธ์ฟูแรน คือ 5-ไฮดรอกซีเมทิล-2-เฟอรัลดีไฮด์ (5-hydroxymethyl-2-furaldehyde หรือ HMF)

5) อนุพันธ์ฟูแรนวงแหวน เช่น HMF จะเกิดพอลิเมอไรซ์อย่างรวดเร็วได้เป็นสารสีน้ำตาลที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยและไม่ละลายในน้ำ ซึ่งต่างจากการเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาราเมไลเซชัน (caramelization) ซึ่งมีสีน้ำตาลเพียงอย่างเดียว สารสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้จึง เรียกว่า เมลานอยดิน (melanoidins) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาโมลต่อโมล (mole per mole reaction)



ภาพที่ 2.3 การรวมตัวกันระหว่างน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) กับหมู่แอมิโน (RNH_2) ของ กรดแอมิโน ได้เป็นไกลโคซิลเอมีน

ที่มา : นิธิยา รัตนาปนนท์ (2551)

2.8 การปนเปื้อนจุลินทรีย์ และความปลอดภัยในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งหรือกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

อันตรายทางชีวภาพที่สำคัญ คือ อันตรายที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ จุลินทรีย์ ไวรัส และ พาราไซต์ (ศรัญญา หอวิจิตร. 2550) อันตรายเหล่านี้ส่งผลต่อความปลอดภัย และความมั่นใจของผู้บริโภคจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่สำคัญ ได้แก่ *S. aureus, Salmonella* spp. และ *E. coli* เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ข้อกำหนดวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งพร้อมรับประทานให้มีความปลอดภัยโดยมีข้อกำหนดทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้ (USDA-FSIS. 2012)

2.8.1.1 ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมตัวอย่าง

แหล่งที่มาของเนื้อวัตถุดิบ การหั่นเนื้อ บดเนื้อ จะต้องทำภายใต้สุขลักษณะที่ดี (GMP) เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ

2.8.1.2 ขั้นตอนที่ 2 การหมัก

หลังจากขึ้นรูปเนื้อเสร็จ ในการหมักส่วนประกอบส่วนใหญ่จะเป็นพวก เกลือ น้ำตาล และ เครื่องเทศ

2.8.1.3 ขั้นตอนที่ 3 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการผลิต

ในการผลิตกระบวนการความร้อนอาจเข้าไม่ถึง หรือเพียงพอที่จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ดังนั้นอาจต้องเพิ่มขั้นตอนการผลิตเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ในขั้นตอนการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์อาจทำได้หลายวิธี ได้แก่ การให้ความร้อนเนื้อในระหว่างการหมัก (Preheating meat in the marinade) โดยให้อุณหภูมิภายในเนื้อถึง 160 องศาฟาเรนไฮต์ เพื่อขจัด *Salmonella* และการจุ่มเนื้อในกรดอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 10 นาที สามารถขจัดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคกรณีที่กระบวนการให้ความร้อนและการทำแห้งไม่มากพอ แต่อาจมีผลต่อรสชาติผลิตภัณฑ์

2.8.1.4 ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

เป็นขั้นตอนสำคัญที่สามารถขจัดและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *E. coli* 0157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogences*และ *S. aureus* ขั้นตอนนี้สามารถลดเชื้อก่อโรคได้มากถึง 7 log cfu สำหรับ *Salmonella* spp. และอย่างน้อยที่สุดควรสามารถฆ่าเชื้อได้ถึง 5 log cfu สำหรับเชื้อ *E .coli* 0157:H7 และสามารถลด *L. monocytogenes* ได้ 3 log cfu วิธีการในขั้นตอนนี้ ได้แก่ อุณหภูมิความร้อนที่ทำให้สุก ระยะเวลาที่ทำให้สุก ค่า a_w ค่าความชื้น เป็นต้น

2.8.1.5 ขั้นตอนที่ 5 การทำให้ผลิตภัณฑ์แห้ง

ขั้นตอนนี้เป็นการขจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ ซึ่งขั้นตอนนี้จะต้องมีการควบคุมค่า a_w ให้มีค่าอยู่ในช่วง 0.85 หรือต่ำกว่า ซึ่งค่า a_w ในช่วงนี้สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องและบรรจุแบบสภาวะที่มีออกซิเจน แต่ถ้าหากผลิตภัณฑ์มีค่า a_w สูงกว่า 0.85 หรือ มีค่า มากกว่า 0.91 ควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในสภาวะสุญญากาศ และเก็บในตู้เย็นภายหลังการเปิดถุงที่บรรจุ ดังนั้น ภายหลังกระบวนการทำให้แห้งจะต้องมีการตรวจสอบค่า a_w ในผลิตภัณฑ์และทำการบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.6 ขั้นตอนที่ 6 การให้ความร้อนภายหลังการทำให้แห้ง

ขั้นตอนนี้เป็นการให้ความร้อนภายหลังกระบวนการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 275 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 10 นาที สามารถลดเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ประมาณ 2 log cfu

2.8.1.7 ขั้นตอนที่ 7 มีการจัดการที่ดีภายหลังขั้นตอนทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งและขั้นตอนการบรรจุ

2.8.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (สุจินันท์ สุวิชาธิการ. 2552)

2.8.2.1 ปัจจัยภายใน

ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ได้แก่ค่า pH และสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้องการสารอาหารและสามารถเจริญในค่าความเป็นกรดด่างที่แตกต่างกัน

1) ค่าความเป็นกรด

โดยทั่วไปแล้วค่า pH ในกล้ามเนื้อสัตว์มีค่าเป็นกลาง (pH 7.0-7.2) แต่ภายหลังจากสัตว์ตายค่า pH ในกล้ามเนื้อมีค่า ประมาณ 5.5-5.7 ในขณะที่เชื้อค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 5-8 จุลินทรีย์ทุกชนิดจะมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญ โดยทั่วไปยีสต์ และรามีความทนทานต่อความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรียอาหารที่มีความเป็นกรดสูงหรือมี pH ต่ำจะเก็บได้นานกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

2) สารอาหาร

ชนิดของสารอาหารที่มีมากในอาหารชนิดนั้นๆ เช่น อาหารประเภทโปรตีนมักเกิดการเน่าเสียจากแบคทีเรีย หรืออาหารจำพวกแป้งมักจะเน่าเสียจากเชื้อราที่ย่อยแป้งได้ เช่น Aspergillus หรือ Rhizopus นอกจากนี้ วิตามินก็เป็นตัวช่วยให้จุลินทรีย์เจริญได้ดีด้วย

3) คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของเนื้อสัตว์

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารทุกชนิดโดยอยู่ในรูปอิสระ (free water)และเกาะเกี่ยวกับสารอื่น น้ำอิสระเป็นน้ำที่แทรกตัวอยู่ในช่องว่างของอาหาร อาจมีการเกาะตัวกับองค์ประกอบของอาหารบ้าง น้ำสามารถเป็นตัวทำละลายได้ มีส่วนเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี และ จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ โดยจะเรียกน้ำอิสระนี้ว่า water activity (a_w) จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่า a_w สูง และมีความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาลต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.2 ปัจจัยภายนอก (สุจินันท์ สุวิชาธิการ. 2552)

ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ได้แก่อุณหภูมิที่เก็บรักษาเนื้อสัตว์ และปริมาณออกซิเจน หรือสภาวะการเก็บรักษาเนื้อในสภาพที่มีออกซิเจน หรือสูญญากาศ

1) อุณหภูมิ

จุลินทรีย์สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ตามระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

1. Thermophilic มีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม 35-55 องศาเซลเซียส
2. Mesophilic มีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม 10-40 องศาเซลเซียส
3. Psychrophilic มีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม 5-15 องศาเซลเซียส

2.8.3 จุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง

2.8.3.1 *Salmonella* spp.

จากอุบัติการณ์ในปี 2003 มีการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* ในเจอร์กี้ผลิตภัณฑ์อบแห้ง ที่มีสภาวะความชื้นต่ำ ซึ่งพบว่า *Salmonella* รอดชีวิตระหว่างการอบแห้ง และทนต่อความร้อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการควบคุมความชื้นในการผลิตเจอร์กี้ที่ดีและมีการตรวจหาเชื้อ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลในด้านความปลอดภัยในการบริโภค รวมไปถึงความมั่นใจของผู้บริโภค (USDA-FSIS. 2012) ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Salmonella* แหล่งที่อยู่อาศัยลำดับแรกของเชื้อคือ ลำไส้ของสัตว์ เช่น สัตว์ปีก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยง มนุษย์รวมทั้งแมลงแพร่กระจายไปสู่สิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ ปุ๋ย ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย *Salmonella* เป็นแบคทีเรียแกรมลบในช่วง pH 4.0-9.0 ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ปัจจัยร่วมประกอบด้วย pH, a_w, สารอาหาร และอุณหภูมิซึ่งมีความสัมพันธ์กันตามปกติเชื้อ *Salmonella* ไม่เลือกโฮสต์ จึงสามารถทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษได้ภายในเวลา 12-14 ชั่วโมงหลังบริโภคอาหาร ผู้ป่วยมีอาการคลื่นไส้อาเจียน ปวดท้อง (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2549)

2.8.3.2 *Staphylococcus aureus*

จากข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดให้จะต้องไม่พบเชื้อ *S. aureus* ในตัวอย่าง 0.01 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2557) *S. aureus* เป็นแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus* ลักษณะทั่วไปของเชื้อคือ เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.7-1.2 ไมโครเมตร มักอยู่เป็นกลุ่มๆ คล้ายพวงองุ่น ส่วนใหญ่เป็น aerobe หรือ Facultative anaerobe หากเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเวลานานอาจทำให้คุณสมบัติการเก็บขังสี crystal violet ในผนังเซลล์เปลี่ยนแปลงไป โดยทั่วไปแบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้ดี เช่นทนความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหลายเดือน และยังทนต่อสาร disinfectant ได้แก่ ฟีนอล และเมอร์คิวริกคลอไรด์มากกว่าแบคทีเรียอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถรอดชีวิตในน้ำเกลือความเข้มข้นสูงร้อยละ 6.5 ได้ เชื้อ *S. aureus* สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตส และสร้างกรด มีความสำคัญทางด้านจุลชีววิทยาทางอาหาร เนื่องจากเป็นหนึ่งในจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคต่อการบริโภคอาหารจากการที่เชื้อ *S. aureus* อาศัยอยู่บริเวณผิวหนังหรือเยื่อเมือกของมนุษย์ ทำให้การพบเชื้อ *S. aureus* ในอาหารที่ตรวจสอบบ่งชี้ได้ว่าสุขลักษณะของการผลิตอาหารนั้นมีความสะอาดเพียงพอ ผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายจากแบคทีเรียก่อโรคชนิดอื่นผ่านการสัมผัสด้วย มือ ผิวหนัง ช่องปาก หรือช่องจมูกของผู้ผลิต *S. aureus* เป็นสายพันธุ์หนึ่งที่ให้ผลบวกของเอนไซม์ coagulase และผลิต enterotoxin ในอาหาร โดยจะมีผลบริเวณ gastrointestinal epithelium และเส้นประสาท ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ ตะคริวและอุจจาระร่วงหลังรับสารพิษประมาณ 3 ชั่วโมง (วีรานุช หลาง. 2555)

2.8.3.3 *Escherichia coli*

จากข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดให้จะตรวจหา *E. coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องพบน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2557) การตรวจพบ *E. coli* จะบ่งชี้ว่าน้ำหรืออาหารนั้นมีการปนเปื้อนของอุจจาระ ซึ่งผู้บริโภคมีโอกาสที่จะได้รับเชื้อชนิดอื่นที่มาจากระบบทางเดินอาหารที่อาจปะปนมากับอุจจาระคนหรือสัตว์ จากการศึกษาพบว่าในอุจจาระคนมี *E. coli* สูงร้อยละ 92.9 และมีปริมาณมากถึง 10^9 เซลล์ต่อกรัม (dry weight) เชื้อจะไม่ทนต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกได้นาน ดังนั้นเมื่อพบ *E. coli* ในอาหารจึงสันนิษฐานได้ว่าอาหารนั้นมีการสัมผัสกับสิ่งขับถ่ายโดยตรง หรือมีการปนเปื้อนทางอ้อมจากสิ่งอื่นที่เชื้ออาศัยหรือเจริญได้ เช่น อวัยวะหรือพาหะต่างๆ โดยทั่วไปแล้ววัตถุดิบที่จะนำมาประกอบอาหารไม่ควรมี *E. coli* ปนอยู่และยังเป็นเชื้อก่อโรคทางเดินอาหารโดยตรง *E. coli* เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลให้คำจำกัดความว่าเป็น "แบคทีเรีย" ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อนสั้นๆ ไม่สร้างสปอร์ย้อมติดสีแกรมลบ มีการดำรงชีวิตแบบ Facultative anaerobes เคลื่อนที่โดยมี flaella ชนิดรอบตัว (peritrichous) หรือบางชนิดอาจไม่เคลื่อนที่ สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตส ได้กรดและแก๊สที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง เอนไซม์ catalase แต่ไม่มีเอนไซม์ oxidase สามารถรีดิวซ์ nitrate ให้เป็น nitrite น้ำที่ใช้เพื่อการบริโภคหรือน้ำที่จะนำไปใช้ในกระบวนการใดก็ตามที่ต้องการ (วีรานุช หลาง. 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 มาตรฐานการผลิตหมูแดดเดียว

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทยดังนั้นจึงยังไม่มีข้อกำหนดด้านอาหารของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ดังนั้นเพื่อความมั่นใจของผู้บริโภคต่อกระบวนการผลิตจึงใช้มาตรฐานการผลิตหมูแดดเดียวซึ่งเป็นอาหารกึ่งแห้งเช่นเดียวกัน อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 2557) ได้กำหนดข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ดังนี้

2.9.1 ลักษณะทั่วไปในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน

2.9.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเนื้อแดดเดียว

2.9.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเนื้อแดดเดียว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

2.9.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องนุ่ม ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง

2.9.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

2.9.6 water activity ต้องไม่เกิน 0.85

2.9.7 วัตถุเจือปนอาหารห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิดห้ามใช้โซเดียมไนเทรต โพแทสเซียมไนเทรต โซเดียมไนไทรต์ หรือโพแทสเซียมไนไทรต์

2.9.8 จุลินทรีย์ *S. aureus* ต้องน้อยกว่า 200 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.9.9 จุลินทรีย์ *E. coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 50 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.9.10 ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1) เครื่องบดเนื้อ (Biro medel 346-3, BIRO® manufacturing company, USA)
2) ตู้อบลมร้อน (Binder model FD 115, BINDER GmbH, Germany)
3) เตาย่างควบคุมอุณหภูมิ (Champ model P8000C1, AMCI Company, Thailand)
4) เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Tanita model 1144, Tanita Corporation, Japan)
5) เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Sartorius, Basic, Sartorius Stedim Biotech GmbH , Germany)
6) ตู้เขี่ยเชื้อ Laminar Flow (Dwyer model merk II, Corporate HQ Michigan city, USA)
7) ตู้บ่มเพาะเชื้อจุลินทรีย์ (WTB Binder model BD, BINDER GmbH, Germany)
8) ตู้อบเครื่องแก้ว (Memmert model CM500, Memmert GmbH, Germany)
9) หม้อนึ่งความดันสำหรับฆ่าเชื้อ
(Auto clave, Hirayama model HVE 50, Hariyama manufacturing corporation, Japan)
10) อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Memmert, Memmert GmbH, Germany)
11) เครื่องผสมสารละลาย (Vortex Mixer KMC-1300V, Vision Sciencyific co. ltd., Korea)
12) เครื่องตีป่นไฟฟ้า (Stomacher Bag Mixer 400 model VW, Vision Scientific, France)
13) ไมโครเวฟ (Toshiba model ER-G8C, Toshiba Thailand, Thailand)
14) เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น
15) เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน (Impulse sealer ME-305HC, Impulse, Germany, Germany)
16) เครื่องวิเคราะห์ค่า a_w (Lab master a_w, Novasina company, Switzerland)
17) เครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler, Instron Model 1011, Instron company, Thailand)
18) เครื่องวัดค่าสีของเนื้อ (Hunterlab Mini Scan EZ LAV, Hunter Associates Laboratory, Inc, USA)
19) เครื่อง Homogenizer (Ultra tarrax model IKA T25 digital, IKA group , Germany)
20) กระดาษกรอง (Whatman, SIGMA-ALDRICH, England)
21) เครื่อง centrifuge (Beckman Coulter model Avanti J-E, Beckman coulter company, USA)
22) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Shimadzu model UV-1601, Shimadzu Corparation, Japan)
23) เครื่องวัดค่า กรด-ด่าง (Mettler Toledo medel SG-2, Mettler Toledo International Inc., Switzerland)
24) เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Ramon, Changsha Branch Company, Germany)
25) อุปกรณ์ขึ้นรูป (jerky gun) (LEM Jerky gun, LEM Products Direct, USA)
26) ถุงสุญญากาศ (K-Nylon/LLDPE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27) ไมโครปิเปต ขนาด 100, 200 และ 1000 ไมโครลิตร (Finnpipette F3, Thermo Scientific, USA)

28) เครื่องวัดอุณหภูมิ (Fluke, Fluke Biomedical, Netherland)

29) เครื่องอิเล็กโตรโฟรีซิส (Bio-Rad, Bio-Rad Laboratories, Inc., USA)

30) เครื่องแช่เยือกแข็ง (Snijders, Snijders Labs, Netherland)

31) ตู้แช่เย็น (sanden intercool, SANDEN INTERCOOL PCL., Thailand)

32) ตู้แช่แข็ง (Jouan power freezer VXE 380, Thermo Fisher Scientific Inc. , USA)

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1) Agar	(Criterion, USA)
2) Baird-Parker agar	(Merck, Germany)
3) Chromocult	(Merck, Germany)
4) Plate count agar	(Merck, Germany)
5) Malt extract	(Merck, Germany)
6) MRS broth	(Merck, Germany)
7) Simmons citrate agar	(Merck, Germany)
8) Peptone	(Merck, Germany)
9) Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar	(Merck, Germany)
10) Potassium tellurite	(Merck, Germany)
11) Bactident coagulase	(Merck, Germany)
12) Tryptic Soy Broth (TSB)	(Merck, Germany)
13) Nutrient broth	(Merck, Germany)
14) Yeast extract granulated	(Merck, Germany)
15) 1,1,3,3 – Tetraethoxypropane	(Sigma, Germany)
16) Calcium carbonate	(Scharlau Chemie S.A., Spain)
17) 2 – Thiobarbituric acid (TBA)	(Sigma, Germany)
18) Hydrochloric acid	(Qrec, New Zealand)
19) Trichlororic acid	(Merck, Germany)
20) Bovine serum albumin (BSA)	(Sigma, Germany)
21) Sodium dodecyl sulfate (SDS)	(Bio-Rad. USA)
22) Tris (hydroxymethyl) aminomethane	(Fisher scientific, USA)
23) Acrylamind	(Bio-Rad. USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24) 2-Mercaptoethanol (Bio-Rad. USA)

25) Bisaacrylamind (Bio-Rad. USA)

26) Glycerol (Bio-Rad. USA)

27) Bromophenol blue (Sigma, Germany)

28) Acetic acid (Merck, Germany)

29) Glycerol (Food grade) (เคมีภัณฑ์)

30) Alcohol (องค์การสุรากรมสรรพสามิต, ประเทศไทย)

ในการทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

วัตถุประสงค์	กิจกรรม
<u>การทดลองที่ 1</u> ศึกษาการใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	1. วัตถุดิบเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิต คือ เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ที่มีอายุ 60 สัปดาห์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.11 กิโลกรัมต่อตัว โดยใช้เนื้อส่วนอก สะโพก และสันใน จากโรงฆ่าไก่ใจเผื่อแผ่ หนองจอก กรุงเทพมหานคร 2. การทดลองแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มได้แก่ 2.1 กลุ่มควบคุม (ไม่เติมกลีเซอรอล) 2.2 กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 (w/w) 2.3 กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 (w/w) 2.4 กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 (w/w) 2.5 กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 15 (w/w) 3. อบจนอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 71 องศาเซลเซียส และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 0.85 ภายหลังการอบทำการวิเคราะห์ด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ 3.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ได้แก่ 3.1.1 ร้อยละของผลผลิต (% drying yield) 3.1.2 ค่าสี (CIE L*a*b*) 3.1.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (texture profile analysis, TPA) 3.1.4 ค่าแรงเฉือน 3.1.5 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) 3.1.6 ค่าความชื้น (moisture content) 3.1.7 การแยกโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE 3.1.8 ไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำ (sorption isotherm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	3.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านชีวภาพ ได้แก่ 3.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.2.2 จำนวนยีสต์ และรา 3.2.3 จำนวน *S. aureus* 3.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภคด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ความเปรี้ยว และลักษณะโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale
<u>การทดลองที่ 2</u> ศึกษาคุณภาพ และความปลอดภัยของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียว กับการอบแล้วนำไปย่าง	1. เลือกสูตรผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่สรุปได้จากการทดลองที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1.1 อบเพียงอย่างเดียว 1.2 อบแล้วนำไปย่าง 2. อบจนอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 71 องศาเซลเซียส และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 0.85 (ย่างที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที) ภายหลังการอบและย่างทำการวิเคราะห์ด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ 2.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ได้แก่ 2.1.1 ร้อยละของผลผลิต (% drying yield) 2.1.2 ค่าสี (CIE L*a*b*) 2.1.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (texture profile analysis, TPA) 2.1.4 ค่าแรงเฉือน 2.1.5 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) 2.1.6 ค่าความชื้น (moisture content) 2.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านชีวภาพ ได้แก่ 2.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.2.2 จำนวนยีสต์ และรา 2.2.3 จำนวน *S. aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	2.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภคด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ความเปรี้ยว และลักษณะโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale 2.4 ศึกษาการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 2.4.1 การเตรียมตัวอย่าง ทำการเติมเชื้อที่ต้องการศึกษาที่ความเข้มข้น 10^5 cfu/g ในแต่ละกลุ่มการทดลอง คลุกเคล้าเพื่อให้เชื้อกระจายได้ทั่วถึง จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นบางขนาด 0.5 เซนติเมตร อบจนอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 71 องศาเซลเซียส และค่า a_wของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 0.85 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ อบเพียงเดียว และอบแล้วนำไปย่าง ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที โดยทำการเก็บตัวอย่างเจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเพื่อศึกษาการมีชีวิตรอดของเชื้อ คือ ก่อนการเติมเชื้อ หลังการเติมเชื้อที่ความเข้มข้น 10^5cfu/g และหลังจากการอบแห้ง 2.4.2 ศึกษาการมีชีวิตรอดของ *S. aureus* 2.4.3 ศึกษาการมีชีวิตรอดของ *Salmonella* spp. 2.4.4 ศึกษาการมีชีวิตรอดของ *E. coli*
<u>การทดลองที่ 3</u> ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ ปลดระวางในรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน	1. เลือกสูตรผลิตภัณฑ์เจอร์กี้จากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางขึ้นรูปกึ่งแห้งที่สรุปได้จากการทดลองที่ 1 และ 2 มาเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ 1.1 บรรจุแบบสุญญากาศ (Vacuum) 1.2 บรรจุแบบมีอากาศภายในถุงมีวัตถุดูดซับออกซิเจน 2. ศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน โดยจะมีการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาทุก 2 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส 2.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ได้แก่ 2.1.1 ร้อยละของผลผลิต (% drying yield) 2.1.2 ค่าสี (CIE L*a*b*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	2.1.3 ค่าแรงเฉือน 2.1.4 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) 2.1.5 ค่าความชื้น (moisture content) 2.1.6 การวิเคราะห์ค่าความสดใส ค่าองศาของสี และค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล 2.1.7 ศึกษาการออกซิเดชันของไขมันด้วยเทคนิค Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARs) ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 2.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 2.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.2.2 จำนวนยีสต์ และรา 2.2.3 จำนวน *S. aureus* 2.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส 2.3.1 วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยทำการทดสอบการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis; QDA) ใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน (trained panel) จำนวน 10 คน เป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยประเมินคุณลักษณะ (attributes) ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความมันวาว ความแดง ความชืดหรือคล้ำ ความแข็ง ความสามารถในการเคี้ยว และกลิ่นรสเครื่องเทศ ทำการประเมินตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ 2.3.2 ศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภคด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ความเปรี้ยว และลักษณะโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองที่ 4</u> ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	1. หลังจากได้ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางขึ้นรูปกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่มีคุณภาพทางด้านการบริโภค (สี กลิ่นรสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส) และมีความปลอดภัยทางด้านการบริโภค รวมทั้งมีความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่ได้จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (proximate composition) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า 2. คำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

3.3.1.1 กระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

วัตถุดิบเนื้อสัตว์ที่จะนำมาศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อไก่ไข่ปลดระวางจากโรงฆ่าไก่ใจเผื่อแผ่ หนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.11 กิโลกรัม ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (กรุงเทพฯ) และทำการตัดแต่งภายใน 1 วันโดยใช้เนื้อส่วนอก สะโพก และสันใน โดยมีเปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนเนื้อที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.1 บรรจุแบบสุญญากาศในถุงชนิด K-Nylon/LLDPE แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส แปรรูปโดยการนำเนื้อไก่แช่แข็งมาทำให้ละลายที่อุณหภูมิห้องโดยการเปิดน้ำไหลผ่าน จากนั้นหั่นเป็นลูกเต๋าขนาดประมาณ 5 x 5 x 5 เซนติเมตร บดผ่านรูตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร จำนวน 1 รอบ แบ่งออกเป็น 5 สูตร คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 (w/w) และ 15 (w/w) และกลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 (w/w) และ 15 (w/w) จากนั้นเติมส่วนผสมตามสูตร (รายงานฉบับสมบูรณ์ สกว. 2558) ดังตารางที่ 3.2 นวดให้ส่วนผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และเหนียว จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยอุปกรณ์ขึ้นรูป (jerky gun) เป็นแผ่นบางขนาด 0.5 เซนติเมตร และนำไปอบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนมีอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 71 องศาเซลเซียส และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 0.85 ภาพตัวอย่างบางส่วนของกระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้หลังการอบจะนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และทางประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 น้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ซากแต่ละชิ้นส่วนที่ได้จากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

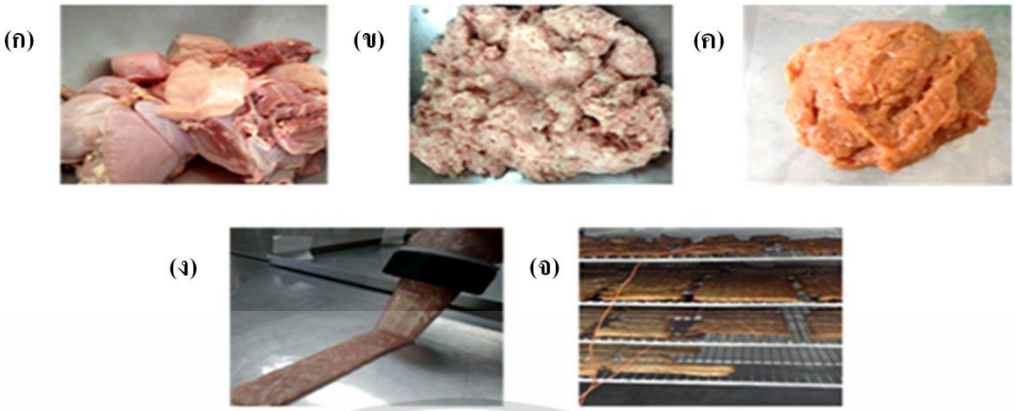
ชิ้นส่วน	น้ำหนัก (g)	เปอร์เซ็นต์ซาก (%)
ซากทั้งตัว	3,112	100
อก	553	16.88
สันใน	164	5.06
สะโพก	667	20.65
ส่วนอื่นๆ	1,603	51.51

ตารางที่ 3.2 สูตรส่วนผสม และชุดการทดลองที่ใช้ในการผลิตเจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

วัตถุดิบ	สัดส่วน	
	ปริมาณ (g)	ร้อยละ
1. เนื้อไก่บด	1,000	100*
2. เกลือ (ปรุงทิพย์)	8	0.8
3. ผงชูรส (อายิโนะโมะโต๊ะ)	2	0.2
4. น้ำตาลทรายแดง (วังขนาย)	40	4.0
5. ซอสภูเขาทอง	20	2.0
6. ผงบาบีคิวรวม	5	0.5
7. ผงปาปริก้า	5	0.5
8. กลีเซอรอลร้อยละ 10	100	10
9. กลีเซอรอลร้อยละ 15	150	15
10. ซอร์บิทอลร้อยละ 10	100	10
11. ซอร์บิทอลร้อยละ 15	150	15

*สัดส่วนการเติมส่วนผสมคำนวนจากน้ำหนักเนื้อปริมาณ 1000 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 วัตถุดิบไก่ไข่ปลดระวางก่อนการบด (ก) วัตถุดิบไก่ไข่ปลดระวางหลังบด (ข) นวดส่วนผสมจนเหนียว (ค) ขึ้นรูปด้วยอุปกรณ์ขึ้นรูป (jerky gun) (ง) อบผลิตภัณฑ์จนมีอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 71 องศาเซลเซียส และมี a_w ต่ำกว่า 0.85 (จ)

3.3.1.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ ปลดระวาง

1) ร้อยละของผลผลิต (% drying yield)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนผ่านกระบวนการอบ และหลังจากผ่านกระบวนการอบ คำนวณหาร้อยละผลของผลิตภัณฑ์

$$\text{ร้อยละของผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}}$$

2) ค่าสี (CIE L*a*b*)

ศึกษาค่าสีของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางด้วยเครื่องวัดสี ColorimeterMiniScan EZ 4000L (Hunter Lab Inc, Reston, VA, USA) ใช้ตัวอย่างจำนวน 2 ชิ้น ขนาด 3 x 8 x 0.5 เซนติเมตร ขนาดที่พอดีกับรูรับแสง (aperture size) ของเครื่องวัดสี แต่ละตัวอย่างทดลองทำการวัดค่าชิ้นละ 3 จุด แสดงผลในรูปแบบ CIE เป็นค่า L* (Lightness), a* (Redness) และ b* (Yellowness) ปรับเทียบค่าเครื่อง (calibrate) ด้วยแผ่นสีมาตรฐานก่อนการวัดทุกครั้ง

3) ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile Analysis, TPA)

การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ตามวิธีการ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Instron model 1011 (Calibration Laboratory, USA) โดยทำการบีบเจอร์กี้ที่จะทำการประเมินเป็นแท่งทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 1 เซนติเมตร ทำการวัดค่าตัวอย่างด้วยหัววัดแบบกด (compression) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตร โหลดเซลล์ที่ใช้ในการวัดค่า 500 นิวตัน กำหนดการวัดค่าของตัวอย่างจะถูกกดลงไปเป็นระยะทางร้อยละ 40 ของความสูงตัวอย่าง ตัวอย่างละ 10 ซ้ำบันทึกค่าความแข็ง (hardness, N) ค่าความเหนียวคล้ายยาง (gumminess, N) ค่าความยากในการเคี้ยว (chewiness, Nmm) ค่าความยืดหยุ่น (springiness, ratio) และค่าการเกาะตัวกัน (cohesiveness, ratio) (Bourne. 2002)

4) ค่าแรงเฉือน

การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางตามวิธีการหาค่าแรงเฉือน (Shear Force) ด้วยเครื่อง Instron (model 1011. USA) ตัดตัวอย่างเป็นชิ้น ขนาด 1 x 3 x 0.5 เซนติเมตร ตัวอย่างละ 10 ซ้ำ ใช้หัววัดแบบ Warner-Bratzler บันทึกค่าแรงตัดผ่านเนื้อในหน่วยนิวตัน

5) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)

การวัดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางตามวิธีการหาค่า a_w ของเครื่องวัด a_w (LabMaster a_w, Novasina, Switzerland) ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 3 กรัม ใส่ลงในภาชนะพลาสติกสำหรับวิเคราะห์ วัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทำการปรับเทียบค่าเครื่อง (calibrate) ด้วยสารละลายเกลือมาตรฐานตามวิธีการในคู่มือก่อนทำการวัดค่า a_w ทุกครั้ง

6) ค่าความชื้น

การหาความชื้นในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางตามวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2005) โดยอบภาชนะอะลูมิเนียมในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง จากนั้นนำภาชนะอะลูมิเนียมออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที บันทึกน้ำหนักของภาชนะอะลูมิเนียม ทำการบดตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นชั่งตัวอย่างจำนวน 2 กรัมใส่ในภาชนะอะลูมิเนียมบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำออกมาใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักหลังอบ โดยทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อน} - \text{น้ำหนักหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}}$$

7) การแยกโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE

ศึกษาปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางภายหลังการอบแห้ง โดยกระแสไฟฟ้าตามความแตกต่างของมวลโมเลกุลด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส (SDS-PAGE) อ้างอิงตามวิธีการของ Laemmli (1970) โดยใช้ความเข้มข้นของเจลอะคริลาไมด์สำหรับการแยก (running gel) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และความเข้มข้นของเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทำให้โปรตีนเข้มข้น (stacking gel) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 จากนั้นนำสารละลายโปรตีนที่ผสม SDS ความเข้มข้นร้อยละ 5 ไปต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาวิเคราะห์หาโปรตีนด้วยวิธี Lowry (Lowry *et al*. 1951) นำมาโหลดลงเจล 15 µg protein/well แบบแนวตั้งด้วยเครื่อง Mini Protean II unit (Bio-Rad Laboratories, Inc., Richmond, CA, USA) หลังจากแยกเสร็จแล้วนำเจลมาย้อมสีด้วย coomassie brilliant blue R-250 ที่ประกอบด้วยสารละลายผสมของเอทานอลร้อยละ 45 และกรดอะซิติกร้อยละ 10 แช่ทิ้งไว้ข้ามคืนด้วยเครื่อง Incubator shaker (Daiki Model KBLee 1001,Bio-Active, USA.) และล้างสีย้อมด้วยตัวทำละลายผสมเอทานอลร้อยละ 30 และกรดอะซิติกร้อยละ 10

8) ไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำ (sorption isotherm)

การเตรียมตัวอย่างสำหรับหาไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำ (Sorption Isotherm) อ้างอิงตามวิธีการของ Kim *et al*. (2010) นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางภายหลังการอบแห้งตัดเป็นชิ้นบาง ๆ แช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze-dried) เป็นเวลา 3-5 วัน จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างที่เตรียมได้หาค่าไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำตามวิธีการจากคู่มือการใช้งานของเครื่องวัด a_w (Lab Master a_w, Novasina, Switzerland) ด้วยสารละลายเกลืออิ่มตัวมาตรฐานที่ใช้ ได้แก่ LiCl (a_w = 0.19), $MgCl_2$ (a_w = 0.37), $Mg(NO_3)_2$ (a_w = 0.53), NaCl (a_w = 0.75), $Ba(Cl)_2 \cdot 2H_2O$ (a_w = 0.90) และ K_2SO_4 (a_w = 0.97) จากนั้นชั่งตัวอย่างจำนวน 1 กรัมใส่ลงในตะกร้าขนาดเล็กบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนนำไปวางบนสารละลายเกลืออิ่มตัวมาตรฐานแต่ละชนิด ทำการบันทึกค่า a_w และชั่งน้ำหนักตัวอย่างทุก ๆ 2 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นได้ (weight gain) เป็นปริมาณความชื้น และนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง moisture content (% dry basis) และ a_w

3.3.1.3 วิเคราะห์คุณภาพด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ตรวจวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2005) โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางจำนวน 25 ± 0.01 กรัม ในสารละลายเปปโทนร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อเทอาหาร Plate count agar ปริมาตรจานละ 15-20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็งคว่ำจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

2) จำนวนยีสต์ และรา

ตรวจวิเคราะห์หายีสต์ และรา โดยวิธีการที่อ้างอิงจาก AOAC (2005) โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางจำนวน 25 ± 0.01 กรัม ในสารละลายเปปโทนร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Malt agar ที่เติมกรดแลกติกร้อยละ 80 ปริมาตรจานละ 15-20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนั้น spread ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน จากนั้นนับจำนวนยีสต์ และรา รายงานผลจำนวนยีสต์ และราเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

3) จำนวน *S. aureus*

ตรวจวิเคราะห์หา *S. aureus* โดยวิธีการที่อ้างอิงจาก BAM (2001) โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางจำนวน 25 ± 0.01 กรัม ในสารละลายเปปโทน ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Baird parker ที่เติม Potassium tellurite ร้อยละ 1 และไข่แดง ปริมาตรจานละ 15-20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ แล้วใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว spread ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนเชื้อ *S.aureus* รายงานผลจำนวนเชื้อ *S.aureus* เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g การทดสอบการสร้างเอนไซม์ของ *S. aureus* โดย ถ่ายเชื้อ เชื้อลงใน Brain heart infusion broth (BHI broth) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว หลอดละ 0.30 มิลลิลิตร เขี่ยโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *S. aureus* เพาะเชื้อในหลอดที่มี BHI broth และหลอดอาหาร TSA slant (สำหรับการทดสอบซ้ำ) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ดูด Coagulase plasma ปริมาตร 0.30 มิลลิลิตร ลงในหลอดเพาะเชื้อที่มี BHI broth บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง อ่านผลโดยดูการแข็งตัวของ plasma อันเนื่องมาจากเอนไซม์ Coagulase (Coagulase positive) ที่เชื้อ *S. aureus* สร้างขึ้น ซึ่งอาจจะมีลักษณะต่าง ๆ กัน สำหรับเชื้อที่ให้ Coagulase ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภคด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส ความหวาน กลิ่นรส และลักษณะโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale โดยใช้คะแนนความชอบ 7 ระดับ ตั้งแต่ 1 – 7 ดังต่อไปนี้

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

2 หมายถึง ไม่ชอบมาก

3 หมายถึง ไม่ชอบ

4 หมายถึง เฉยๆ

5 หมายถึง ชอบ

6 หมายถึง ชอบมาก

7 หมายถึง ชอบมากที่สุด

จำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 90 คน อาชีพอาจารย์บุคลากรและนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for windowsversion 11.5: SPSS Inc.)

3.3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณภาพ และความปลอดภัยของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียว กับการอบแล้วนำไปย่าง

3.3.2.1 กระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

นำเนื้อมาบดผ่านรูตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร จำนวน 1 รอบ และเติมส่วนผสม ได้แก่ เกลือ น้ำตาล ซอส ผงบาบีคิวรวม และผงปาปริก้า นวดให้ส่วนผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและเหนียว เลือกสูตรผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่สรุปได้จากการทดลองที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ อบเพียงอย่างเดียว และอบแล้วนำไปย่าง เป็นเวลา 6 นาที

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางมาวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และทางประสาทสัมผัส ภายหลังการอบแห้งดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ ปลดระวาง (ดังแสดงในการทดลองที่ 1 ข้อ 3.3.1.2)

1) ร้อยละของผลผลิต
2) ค่าสี (CIE L*a*b*)
3) ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile Analysis, TPA)
4) ค่าแรงเฉือน
5) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)
6) ค่าความชื้น

3.3.2.3 วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง (ดังแสดงในการทดลองที่ 1 ข้อ 3.3.1.3)

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
2) จำนวนยีสต์ และรา
3) จำนวน *S. aureus*

3.3.2.4 วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภคด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส ความหวาน กลิ่นรส และลักษณะโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale โดยใช้คะแนนความชอบ 7 ระดับ ตั้งแต่ 1 – 7 ดังต่อไปนี้

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด
2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
3 หมายถึง ไม่ชอบ
4 หมายถึง เฉยๆ
5 หมายถึง ชอบ
6 หมายถึง ชอบมาก
7 หมายถึง ชอบมากที่สุด

จำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 30 คน อาชีพอาจารย์บุคลากรและนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.5 ศึกษาการอยู่รอดของจุลินทรีย์ก่อโรคของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

1) การเตรียมตัวอย่าง

นำเนื้อมาบดผ่านรูตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร จำนวน 1 รอบ และเติมส่วนผสมได้แก่ เกลือ น้ำตาล ซอส ผงบาบีคิวรวม และผงปาปริก้า นวดให้ส่วนผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและเหนียว ทำการเติมเชื้อที่ต้องการศึกษาที่ความเข้มข้น 10^5 cfu/g ในแต่ละกลุ่มการทดลอง คลุกเคล้าเพื่อให้เชื้อกระจายได้ทั่วถึง จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นบางขนาด 0.5 เซนติเมตร อบจนอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 71 องศาเซลเซียส และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 0.85 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ อบเพียงเดียว และอบแล้วนำไปย่าง ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที โดยทำการเก็บตัวอย่าง เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเพื่อศึกษาการมีชีวิตรอดของเชื้อ คือ ก่อนการเติมเชื้อ หลังการเติมเชื้อที่ความเข้มข้น 10^5cfu/g และหลังจากการอบแห้ง

2) การเตรียมจุลินทรีย์ที่ศึกษา

การทดลองศึกษาการมีชีวิตรอดของจุลินทรีย์ก่อโรค 3 สายพันธ์ ได้แก่ *S. aureus, Salmonella* spp. และ *E. coli* จากห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ โดยทำการจัดเก็บ stock culture ไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการทำการทดลองนำ stock culture มาละลายน้ำแข็ง และทำการเลี้ยงเชื้อบนอาหาร Tryptic soy broth ที่เติม Yeast extract ร้อยละ 0.6 สำหรับเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* สำหรับเชื้อ *Salmonella* spp. ทำการเลี้ยงเชื้อบนอาหาร Nutrient broth จากนั้นนำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22-24 ชั่วโมงเพื่อให้เชื้ออยู่ในสภาวะ late log phase ตามวิธีการของ Tangwatcharin *et al.* (2006) เขี่ยแบคทีเรีย 2-3 โคโลนี มาใส่ในสารละลายเปปโทนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปรับให้มีความขุ่นเท่ากับ 0.5 McFarland (ประมาณ 10^8 cfu/ml) จากนั้นทำการเจือจางเพื่อใช้ในการศึกษาต่าง ๆ ที่ระดับความเข้มข้นสุดท้ายในช่วง 4-6 × 10^5 cfu/ml

3) ศึกษาการมีชีวิตรอดของ *S. aureus*

ศึกษาการมีชีวิตรอดของ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางโดยทำการเติมเชื้อ *S. aureus* ความเข้มข้นเริ่มต้น 10^5cfu/g ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *S. aureus* เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางก่อนการทำให้สุก จากนั้นวิเคราะห์หาจำนวนการมีชีวิตรอดของเชื้อ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ตามวิธีการของ BAM. (2001) โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางจำนวน 25 ± 0.01 กรัม ในสารละลายเปปโทนร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Baird parker ที่เติม Potassium tellurite ร้อยละ 1 และไข่แดง ปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จานละ 15-20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนั้น spread ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนเชื้อ *S.aureus* รายงานผลจำนวนเชื้อ *S.aureus* เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g การทดสอบการสร้างเอนไซม์ของ *S. aureus* โดย ถ่ายเชื้อ เชื้อลงใน Brain heart infusion broth (BHI broth) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว หลอดละ 0.30 มิลลิลิตร เขี่ยโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *S. aureus* เพาะเชื้อในหลอดที่มี BHI broth และหลอดอาหาร TSA slant (สำหรับการทดสอบซ้ำ) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ดูด Coagulase plasma ปริมาตร 0.30 มิลลิลิตร ลงในหลอดเพาะเชื้อที่มี BHI broth บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง อ่านผลโดยดูการแข็งตัวของ plasma อันเนื่องมาจากเอนไซม์ Coagulase (Coagulase positive) ที่เชื้อ *S. aureus* สร้างขึ้น ซึ่งอาจจะมีลักษณะต่าง ๆ กัน

4) ศึกษาการมีชีวิตรอดของ *Salmonella* spp.

ศึกษาการมีชีวิตรอดของเชื้อ *Salmonella* spp. ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางทำการเติมเชื้อ *Salmonella* spp. ความเข้มข้นเริ่มต้น 10^5 cfu/g ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางตรวจสอบปริมาณเชื้อที่มีชีวิตรอดตามวิธีการของ AOAC (2005) โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางจำนวน 25 ± 0.01 กรัม ในสารละลายเปปโทนร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร ถ่ายลงจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Xylose lysine deoxycholate (XLD) agar สำหรับวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนั้น spread ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนับโคโลนีเชื้อ *Salmonella* spp. บนจานเพาะเชื้อรายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

5.) ศึกษาการมีชีวิตรอดของเชื้อ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ศึกษาการมีชีวิตรอดของเชื้อ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางโดยทำการเติมเชื้อ *E. coli* ความเข้มข้นเริ่มต้น 10^5 cfu/g ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *E. coli* เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางก่อนการทำให้สุก และนำตัวอย่างเจอร์กี้วิเคราะห์หาจำนวนการมีชีวิตรอดของ *E. coli* ในเนื้อผลิตภัณฑ์ที่สุกแล้วตามวิธีการของ AOAC (2005) โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางจำนวน 25 ± 0.01 กรัม ในสารละลายเปปโทนร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่าง จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 1:100000 เป็นต้น) จากนั้นดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร และถ่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Chromocult agar สำหรับตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *E. coli* ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนั้น spread ที่ผิวหน้าอาหารแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนับโคโลนีเชื้อ *E. coli* บนจานเพาะเชื้อรายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

3.3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสองกลุ่มการทดลองโดยการใช้สถิติ Independent T-Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for windowsversion 11.5: SPSS Inc.) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for windowsversion 11.5: SPSS Inc.)

3.3.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาความคงตัว และประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน

3.3.3.1 กระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

เลือกสูตรของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่ได้จากการทดลองที่ 1 บรรจุใส่ถุง K-Nylon/LLDPE และทำการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ (1) บรรจุแบบสุญญากาศ (vacuum) (2) บรรจุแบบมีอากาศภายในถุงมีวัตถุดูดซับออกซิเจน (การบรรจุโดยปิดผนึกด้วยความร้อน และใส่วัตถุดูดซับออกซิเจน 1 ซอง ต่อตัวอย่างน้ำหนักไม่เกิน 100 กรัม) โดยศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน มีการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาทุก 2 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

3.3.3.2 วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง (ดังแสดงในการทดลองที่ 1 ข้อ 3.3.1.2)

1) ร้อยละของผลผลิต
2) ค่าสี (CIE L*a*b*)
3) ค่าแรงเฉือน
4) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)
5) ค่าความชื้น
6) การวิเคราะห์ค่าความสดใส ค่าองศาของสี และค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ค่าความสดใส (chroma) ค่าองศาของสี (hue angle) และ ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ตามวิธีการอ้างอิงจาก Saricoban *et al.* (2010) โดยนำค่า L* (lightness), a* (redness) และ b* (yellowness) ที่ได้จากการวัดค่าสี ColorimeterMiniScan EZ 4000L (Hunter Lab Inc, Reston, VA, USA) นำมาใช้สำหรับคำนวณหาค่าความสดใส (Chroma) (1) Hue angle (2) และ Browning index (3) จากสูตร ดังนี้

$$\text{Chroma} = \sqrt{a* + b*} \quad (1)$$

$$\text{Hue angle} = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\text{Browning index} = \frac{[100 \times (X - 0.31)]}{0.17} \quad (3)$$

$$\text{โดย } X = \frac{(a^* + 1.75 \times L^*)}{(5.645 \times L^* + a^* - 3.012 \times b^*)}$$

7) ศึกษาการออกซิเดชันของไขมันด้วยเทคนิค Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARs)

การศึกษาการออกซิเดชันของไขมันด้วยเทคนิค Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARs) ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางตามวิธีการที่ดัดแปลงจากวิธีของ Buege and Aust (1987) โดยการชั่งตัวอย่างจำนวน 2 กรัม ใส่ในหลอด 50 มิลลิลิตร centrifugal tube บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นใส่สารละลาย TBA ปริมาณ 10 มิลลิลิตร นำไป Homogenize ที่ความเร็วรอบ 9500 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 1 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นให้ความร้อนในน้ำเดือด (95-100 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นโดยการเปิดน้ำไหลผ่าน และนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ด้วยความเร็ว 5500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บสารละลายส่วนใสไปทำการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณค่าความเข้มข้นของ TBARs ที่ได้โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสาร 1,1,3,3 tetra-ethoxypropane และคำนวณค่า TBARs ที่แสดงในหน่วย mg MDA/kg sample

3.3.3.3 วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง (ดังแสดงในการทดลองที่ 1 ข้อ 3.3.1.3)

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

2) จำนวนยีสต์ และรา

3) จำนวน *S. aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.4 วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

1) วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยทำการทดสอบการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis; QDA)

วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยทำการทดสอบการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis; QDA) ตามวิธีการของ ใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน (trained panel) จำนวน 10 คน เป็นอาจารย์ และนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยประเมินคุณลักษณะ (attributes) ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความมันวาว ความแดง ความซีดหรือคล้ำ ความแข็ง ความสามารถในการเคี้ยว และกลิ่นรสเครื่องเทศ โดยตัดตัวอย่างขนาด 2 × 2 × 0.5 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง เพื่อใช้ประเมินความแข็ง และความสามารถในการเคี้ยว ในการทดสอบจะเสิร์ฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครั้งละ 2 ตัวอย่าง (การบรรจุต่างกัน) ที่ระบุด้วยชุดตัวเลขสุ่ม (random numbers) ทำการประเมินตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ โดยมีวิธีการประเมินดังนี้

วิธีการประเมินลักษณะปรากฏ ได้แก่ ความมันวาว ความแดง และความซีดหรือคล้ำ ทำได้โดยพิจารณาและประเมินความเข้มของลักษณะปรากฏแต่ละด้าน ทีละตัวอย่าง โดยถือตัวอย่างเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานในลักษณะเอียงทำมุม 45 องศา ให้คะแนนเทียบกับภาพมาตรฐาน ให้คะแนนโดยขีดเส้นตั้งฉาก แสดงระดับคะแนนของคุณภาพที่ประเมินได้ ลงบนเส้นแนวนอน ซึ่งมีความยาว 10 ซม. ใส่รหัสเลขสามตัวของตัวอย่างที่ประเมินลงให้ตรงกับเส้นตั้งฉาก

วิธีประเมินความแข็ง ทำได้โดยวางตัวอย่างระหว่างฟันหน้า แล้วกัดลงอย่างสม่ำเสมอ ประเมินแรงที่ต้องใช้กัดตัวอย่างจนขาดจากกัน ให้คะแนนโดยขีดเส้นตั้งฉาก แสดงระดับคะแนนของคุณภาพที่ประเมินได้ ลงบนเส้นแนวนอน ซึ่งมีความยาว 10 ซม. ใส่รหัสเลขสามตัวของตัวอย่างที่ประเมินลงให้ตรงกับเส้นตั้งฉาก

วิธีประเมินความเคี้ยวได้ทำได้โดย วางตัวอย่างระหว่างฟันกรามแล้วเคี้ยวอย่างสม่ำเสมอประเมินจำนวนครั้งที่เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามจนสามารถกลืนได้ ให้คะแนนโดยขีดเส้นตั้งฉาก แสดงระดับคะแนนของคุณภาพที่ประเมินได้ ลงบนเส้นแนวนอน ซึ่งมีความยาว 10 ซม. ใส่รหัสเลขสามตัวของตัวอย่างที่ประเมินลงให้ตรงกับเส้นตั้งฉาก

วิธีประเมินกลิ่นรสเครื่องเทศทำได้โดยวางตัวอย่างระหว่างฟันกรามแล้วเคี้ยวอย่างสม่ำเสมอประเมินระดับความเข้มของกลิ่นรสเครื่องเทศ ให้คะแนนโดยขีดเส้นตั้งฉาก แสดงระดับคะแนนของคุณภาพที่ประเมินได้ ลงบนเส้นแนวนอน ซึ่งมีความยาว 10 ซม. ใส่รหัสเลขสามตัวของตัวอย่างที่ประเมินลงให้ตรงกับเส้นตั้งฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภค

วิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภคด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส ความหวาน กลิ่นรส และลักษณะโดยรวม เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ปรุงใหม่ (วันที่ 0) กับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 90 วันด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale โดยใช้คะแนนความชอบ 7 ระดับ ตั้งแต่ 1 – 7 ดังต่อไปนี้

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด
2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
3 หมายถึง ไม่ชอบ
4 หมายถึง เฉยๆ
5 หมายถึง ชอบ
6 หมายถึง ชอบมาก
7 หมายถึง ชอบมากที่สุด

จำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 10 คน อาชีพอาจารย์บุคลากรและนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จัดกลุ่มการทดลองแบบ 2x7 Factorial in RCBD นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบ เทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for windowsversion 11.5: SPSS Inc.) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for windowsversion 11.5: SPSS Inc.)

3.3.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

3.3.4.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น และคุณค่าทางโภชนาการ

หลังจากได้ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ขึ้นรูปที่มีคุณภาพทางด้านการบริโภค (สี กลิ่นรสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส) และมีความปลอดภัยทางด้านการบริโภครวมทั้งมีความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมแล้วผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่ได้จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น (proximate composition) ได้แก่ ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ตามวิธีการของ (AOAC. 2005) ประเมินค่าพลังงานจากโปรตีน (x 4 kcal/g) ไขมัน (x 9 kcal/g) และคาร์โบไฮเดรต (x 4 kcal/g) ของผลิตภัณฑ์ที่หาได้จากกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้น **(**USDA. 2005**)**

3.3.4.2 คำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

คำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์จากราคาเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง และส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากการศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางเมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆได้ผลการทดลองดังนี้

4.1.1 คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

4.1.1.1 ค่า a_w ค่าความชื้น และร้อยละของผลผลิต

จากการอบผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส จนมีอุณหภูมิใจกลาง 71 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 มีค่า a_w ต่ำที่สุด (0.630) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ($P<0.05$) และค่า a_w ของทุกชุดการทดลองมีค่า $a_w \leq 0.85$ (ตารางที่ 4.1) สอดคล้องกับข้อมูลงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ที่ได้ทำศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอล เทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่ไม่เติมสารฮิวเมกแตนท์ ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อกวางโดยจากผลการทดลอง พบว่า กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลสามารถลดค่า a_w ภายในผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่ากลุ่มที่เติมซอร์บิทอล และกลุ่มควบคุม (Chen *et al.* 2014) และหากต้องการให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานานควรมีค่า $a_w < 0.70$ ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.70 ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่เหมาะสำหรับการเจริญของราซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มักพบในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง ทำให้สามารถควบคุมการเจริญของราได้ผลิตภัณฑ์จึงมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น (ศุภลักษณ์ สรภักดี. 2558; Barrett *et al.* 1998; Daigle. 2005) จากการศึกษาความชื้นของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางภายหลังการอบแห้ง พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15 มีค่าความชื้นต่ำกว่า กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ค่าความชื้นเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลของค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่กล่าวมาข้างต้น (ตารางที่ 4.1) เมื่อคำนวณร้อยละผลผลิตของผลิตภัณฑ์หลังอบแห้ง (% drying yield) จากน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ก่อนอบ และหลังอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า ผลิตภัณฑ์มีร้อยผลผลิตอยู่ที่ร้อยละ 42.25 – 48.46 โดยผลิตภัณฑ์กลุ่มที่เติมกลีเซอรอล และซอร์บิทอลมีร้อยละของผลผลิตที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสูตรที่มีการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 และซอร์บิทอลร้อยละ 15 มีแนวโน้มที่จะมีร้อยละของผลผลิตหลังการอบแห้งสูงที่สุด ($P<0.07$) กลุ่มควบคุมมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การใช้กลีเซอรอล และซอร์บิทอลต่อคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม	กลีเซอรอล 10%	กลีเซอรอล15%	ซอร์บิทอล 10%	ซอร์บิทอล 15%
ค่า a_w (%)	$0.854 \pm 0.03^{a,\dagger\ddagger}$	0.748 ± 0.01^{b}	0.630 ± 0.07^{c}	0.787 ± 0.01^{ab}	0.759 ± 0.04^{b}
ค่าความชื้น (%)	36.54 ± 1.58^{a}	30.24 ± 1.32^{b}	24.96 ± 2.00^{c}	24.95 ± 0.59^{c}	25.45 ± 2.41^{c}
ร้อยละของผลผลิต (%)	42.25 ± 0.81^{b}	45.81 ± 0.91^{a}	48.05 ± 0.47^{a}	47.88 ± 0.76^{a}	48.46 ± 0.85^{a}
ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม					
- ความแข็ง (N)	35.34 ± 0.06^{a}	33.97 ± 2.99^{b}	29.12 ± 0.49^{b}	36.00 ± 3.17^{a}	38.69 ± 4.17^{a}
- ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (ratio)	0.68 ± 0.02^{a}	0.70 ± 0.02^{a}	0.70 ± 0.01^{a}	0.62 ± 0.03^{b}	0.59 ± 0.03^{b}
- ความเหนียว (N)	24.47 ± 1.60^{a}	23.63 ± 1.93^{a}	20.38 ± 2.09^{b}	22.23 ± 2.54^{a}	23.57 ± 5.38^{a}
- ความยืดหยุ่น (ratio)	0.78 ± 0.05^{b}	0.81 ± 0.02^{a}	0.81 ± 0.02^{a}	0.78 ± 0.02^{b}	0.74 ± 0.01^{c}
- การเคี้ยวได้ (N)	19.51 ± 0.35^{b}	19.15 ± 1.56^{b}	16.61 ± 0.91^{c}	18.78 ± 2.28^{a}	18.90 ± 5.24^{a}
ค่าแรงเฉือน (N)	36.69 ± 0.25^{a}	31.72 ± 0.46^{bc}	25.39 ± 0.83^{d}	30.68 ± 0.35^{c}	34.70 ± 0.50^{ab}
ค่าสี					
- ความสว่าง (L*)	24.54 ± 0.10^{b}	26.83 ± 0.91^{ab}	28.24 ± 2.20^{a}	27.84 ± 0.38^{a}	28.18 ± 0.66^{a}
- ค่าสีแดง (a*)	9.37 ± 0.30^{c}	10.00 ± 0.38^{c}	11.49 ± 0.22^{a}	10.35 ± 0.84^{bc}	11.18 ± 0.01^{a}
- ค่าสีเหลือง (b*)	12.51 ± 0.04^{c}	13.47 ± 0.81^{bc}	15.99 ± 0.66^{a}	14.15 ± 0.90^{bc}	14.71 ± 0.68^{ab}

† ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

‡ ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ร้อยละของผลผลิตต่ำที่สุด คือ 42.25 ($P<0.05$) ในงานวิจัยนี้การเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ส่งผลดีที่สุดทั้งค่า a_w ความชื้น และร้อยละของผลผลิต ผลเหล่านี้เนื่องจากการเติมสารฮิวเมกแตนท์จะช่วยในการกักเก็บน้ำไว้ในผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การเติมกลีเซอรอล (Chen *et al.* 2000; Barrett *et al.* 1998)

4.1.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม

สำหรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์ หลังจากการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ความแข็ง (hardness) ของตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 ต่ำกว่ากลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15 และกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ในด้านความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness) พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 และกลุ่มควบคุม มีค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกันที่สูงกว่า กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15 ($P<0.05$) ส่วนค่าความเหนียว (gumminess) พบว่า ตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 มีความเหนียวต่ำกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P<0.05$) ความยืดหยุ่น (springiness) ของตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 มีค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยืดหยุ่นมากกว่า กลุ่มการทดลองอื่น ($P<0.05$) ส่วนซอร์บิทอลร้อยละ 15 มีความยืดหยุ่นน้อยที่สุด ($P<0.05$) ส่วนการเคี้ยวได้ (chewiness) พบว่า ตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 มีการเคี้ยวได้ต่ำที่สุด ($P<0.05$) กล่าวโดยสรุปคือ การเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุดทั้งในด้านความนุ่ม ผลิตภัณฑ์มีการเกาะตัวกันดี มีความเหนียวต่ำ ผลิตภัณฑ์มีค่าความยืดหยุ่นสูง และมีค่าการเคี้ยวได้ต่ำ สอดคล้องกับผลงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Kim *et al.* (1989) และ Chen *et al.* (2000) ทำการวิจัยโดยใช้กลีเซอรอลในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ พบว่าการเติมกลีเซอรอลจะช่วยลดค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ของเนื้อสัตว์กึ่งแห้งแล้ว ยังมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แห้งและแข็งกระด้าง โดยจะทำให้ผลิตภัณฑ์นุ่มขึ้น รวมทั้งทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความยืดหยุ่น (springiness) และการเคี้ยวได้ (chewiness) ดีขึ้น จากผลการทดลองข้างต้นสำหรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ให้ผลที่มีแนวโน้มดีที่สุดในด้านความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความเหนียว ค่าความยืดหยุ่น และค่าการเคี้ยวได้ ทั้งนี้จากผลก่อนหน้านี้ที่พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w ต่ำ ร้อยละของผลผลิตสูง และความชื้นของผลิตภัณฑ์สูงเนื่องจากมีการกักเก็บน้ำไว้ในตัวผลิตภัณฑ์มากนี้เองจึงทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตเจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ช่วยในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ดีที่สุด

4.1.1.3 ค่าแรงเฉือน

การวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง แสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ15 มีค่าแรงเฉือนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น ($P<0.05$) และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่มีการเติมสารฮิวเมกแตนท์ทั้งสองชนิดมีค่าแรงเฉือนที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 15 จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 ให้ผลที่ดีที่สุดซึ่งผลไปในทิศทางเดียวกันกับค่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม ดังที่ได้กล่าวไปแล้วเบื้องต้นซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเติมกลีเซอรอลที่ร้อยละ 15 ส่งผลในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มากที่สุดสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen *et al.* (2000) พบว่าการเติมกลีเซอรอล และซอร์บิทอลที่ปริมาณร้อยละ 6 และ 9 เปรียบเทียบกันแล้วพบว่าการเติมกลีเซอรอลในด้านการปรับปรุงความนุ่มได้ดีกว่าซอร์บิทอล และ Barret *et al.* (1998) ที่กล่าวว่ากลีเซอรอลเป็นสารให้ความยืดหยุ่น (plasticize) ให้กับโครงข่ายโปรตีน กล่าวคือทำให้เนื้อสัตว์ไม่แข็งกระด้าง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์นุ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 ค่าสี

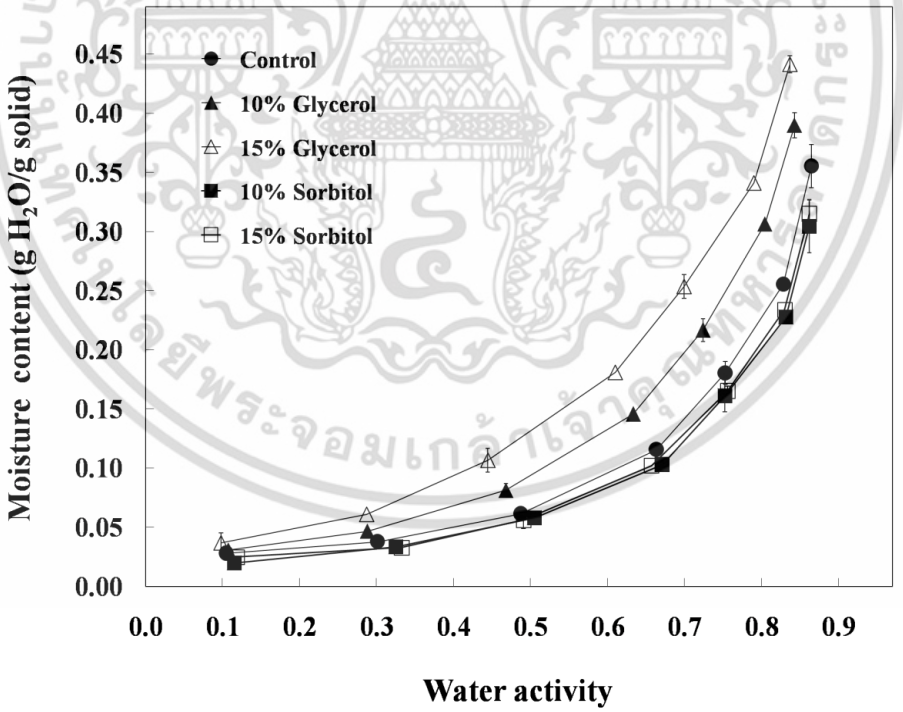
คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.1) พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของกลุ่มที่เติมสารฮิวเมกแตนท์ทั้งสองชนิดมีค่า L*ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และมีค่า L* สูงกว่ากลุ่มควบคุม (P>0.05) ยกเว้นกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 มีค่า L* ไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม (P>0.05) ส่วนค่าสีแดง (a*) พบว่ากลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 และซอร์บิทอลร้อยละ 15 มีค่า a* มากกว่ากลุ่มการทดลองอื่น (P<0.05) ค่าสีเหลือง (b*) พบว่ากลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 และกลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 15 มีค่า b* มากกว่าชุดการทดลองอื่น (P<0.05) ซึ่งผลเหล่านี้ตรงตามลักษณะสีที่ปรากฏในภาพที่ 4.1 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวอย่างกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 และซอร์บิทอลร้อยละ 15 ลักษณะสีแดง และสีเหลืองจะเด่นชัดกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ส่งผลที่ดีในด้านการปรับปรุงสีที่ปรากฏ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ สุภลักษณ์ สรภักดี (2558) และ Barret *et al.* (1998) ที่ได้ศึกษาการเติมสารฮิวเมกแตนท์ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อโค พบว่าการเติมกลีเซอรอลไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง และ ค่าสีแดงทั้งนี้อาจเกิดจากเนื้อโคมีลักษณะของสีเนื้อที่เข้มเมื่อเติมกลีเซอรอลและซอร์บิทอลลงไปจึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อโคมีค่าความสว่าง และค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่วนเนื้อไก่ไข่ปลดระวางนั้นมีค่าความสว่างสูงอยู่แล้วเมื่อเติมกลีเซอรอล และซอร์บิทอลลงไปจึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น และมีค่าสีแดงที่สูงขึ้น

ภาพที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ทั้ง 5 กลุ่มการทดลองดังนี้ กลุ่มควบคุม (ก) กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 (ข) กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 (ค) กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 (ง) และ กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 15 (จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.5 ไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำ (sorption isotherm) ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

การหาค่าไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์จากความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ทำขึ้นเพื่อประเมินความคงตัวของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา จากภาพจะเห็นว่าที่ระดับปริมาณความชื้นเท่ากัน ค่า a_w ของกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เติมซอร์บิทอล ($P<0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15 มีค่า a_w ที่ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) (ภาพที่ 4.2) นั่นหมายความว่าเมื่อความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา กลีเซอรอลจะมีประสิทธิภาพในการควบคุม a_w ในผลิตภัณฑ์ และไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มี a_w เพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ได้มากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen *et al.* (2000) ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณความชื้น และ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) เปรียบเทียบระหว่างกลีเซอรอล ซอร์บิทอล และกลุ่มควบคุม จากผลการทดลองพบว่า ที่ระดับปริมาณความชื้นเท่ากัน ค่า a_w ของกลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 6 และ 9 ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เติมซอร์บิทอลมีค่า a_w สูงที่สุด

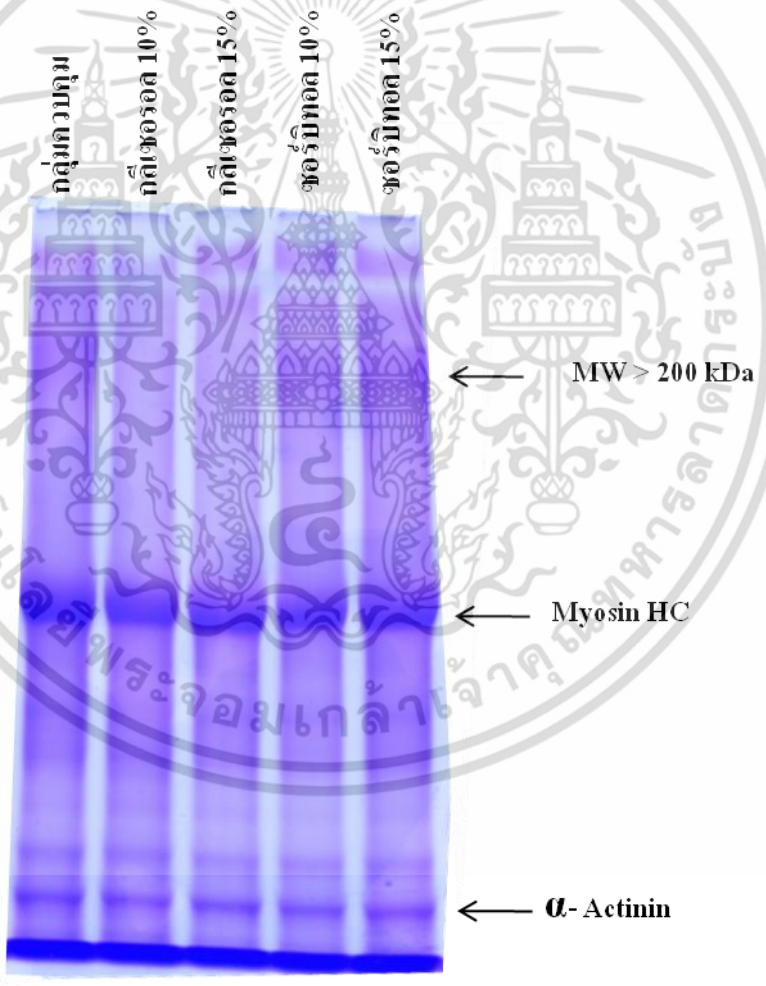


ภาพที่ 4.2 ผลของกลีเซอลรอล และซอร์บิทอลต่อค่าไอโซเทอร์มการดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 กลุ่มที่เติมซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.6 รูปแบบโปรตีนหลังการแยกด้วยเทคนิค SDS-PAGE

จากการแยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้าภายใต้เทคนิค SDS-PAGE รูปแบบของโปรตีนหลังอบของตัวอย่างที่เตรียมในสภาพ reducing ดังแสดงในภาพที่ 4.3 ผลการทดลองพบว่าเจอร์กี้สูตรควบคุม และสูตรที่เติมซอร์บิทอล มีความเข้มของแถบโปรตีนบริเวณที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 200 kDa มากกว่าชุดการทดลองที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 โดยผลที่พบดังกล่าวน่าจะเกี่ยวข้องกับการจับตัวกันของโปรตีน (protein aggregation) ด้วยพันธะ non-disulfide ระหว่างโมเลกุลของโปรตีนหลังการอบ ดังนั้นผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ากลีเซอรอลจะมีศักยภาพในการทำให้โครงข่ายของโปรตีนไม่เกาะติดกันมากนัก (plasticize the protein matrix) โดยสามารถลดการเกิดพันธะ non-disulfide ระหว่างโมเลกุลของโปรตีนหลังการอบได้



ภาพที่ 4.3 รูปแบบของโปรตีนในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางหลังอบที่ผ่านการแยกด้วยเทคนิค SDS-PAGE Running gel ร้อยละ 5 ที่สภาวะ reducing condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 คุณภาพด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากผลการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบพบว่าในทุกสูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ตรงตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดว่า เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม *S. aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม ดังนั้นกระบวนการอบสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้

ตารางที่ 4.2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และ *S. aureus* ภายหลังการอบ

ชนิดของ	จำนวนจุลินทรีย์ (log cfu/g)				
จุลินทรีย์	กลุ่มควบคุม	กลีเซอรอล 10%	กลีเซอรอล15%	ซอร์บิทอล 10%	ซอร์บิทอล 15%
จุลินทรีย์ทั้งหมด	<1	<1	<1	<1	<1
ยีสต์และรา	<1	<1	<1	<1	<1
S. aureus	<1	<1	<1	<1	<1

4.1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากการประเมินผลประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ (hedonic test) ในด้านสี ลักษณะโดยรวม เนื้อสัมผัส ความหวาน กลิ่น-รส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 90 คน ดังตารางที่ 4.3 ผลการประเมินด้านสี ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชอบสูตรที่เติมกลีเซอรอลมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลีเซอรอลร้อยละ 15 มีค่าคะแนนความชอบเนื้อสัมผัสมากกว่าสูตรอื่น ๆ ($P<0.07$) ด้านความหวาน พบว่า ผู้ทดสอบชอบสูตรที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 และซอร์บิทอลร้อยละ 15 มากกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ด้านกลิ่นรส ผู้ทดสอบให้คะแนนสูตรที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 มากกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชอบสูตรที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 มากกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลีเซอรอลร้อยละ 15 ($P<0.07$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Varnam (1995) ศึกษาการใช้สารฮิวเมกแตนท์ คือ กลีเซอรอล และซอร์บิทอล พบว่าสารฮิวเมกแตนท์ทั้งสองชนิดไม่ส่งผลเสียต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้สารเหล่านี้ยังเป็นสารที่ให้ความยืดหยุ่น (plasticize) ให้กับโครงข่ายของโปรตีนได้ กล่าวคือ ทำให้เนื้อสัตว์ไม่แข็งกระด้างเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น (Barret *et al*., 1998) จากผลข้างต้นสรุปสูตรที่ดีที่สุด คือ สูตรที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 โดยมีคะแนนความชอบที่โดดเด่นกว่ากลุ่มการทดลองอื่นและเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า คะแนนความชอบด้านสีที่สูงกว่า ($P<0.05$) มีแนวโน้มด้านลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสสูงกว่า นอกจากนั้นยังมีคะแนนความชอบด้านความหวานและความชอบโดยรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่โดยการให้คะแนนความชอบ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	กลุ่มควบคุม	กลีเซอรอล 10%	กลีเซอรอล15%	ซอร์บิทอล 10%	ซอร์บิทอล 15%
สี	4.27 ± 1.14 [b,†,‡]	4.53 ± 1.17 [ab]	5.00 ± 1.16 [a]	4.67 ± 1.12 [ab]	4.53 ± 1.17 [ab]
ลักษณะปรากฏ	4.17 ± 1.11 [a]	4.67 ± 1.29 [a]	4.70 ± 1.20 [a]	4.63 ± 1.19 [a]	4.63 ± 1.03 [a]
เนื้อสัมผัส	3.70 ± 1.21 [a]	4.30 ± 1.20 [a]	4.40 ± 1.23 [a]	3.83 ± 1.31 [a]	4.27 ± 1.10 [a]
ความหวาน	4.20 ± 1.26 [b]	4.73 ± 1.40 [ab]	5.07 ± 1.34 [a]	4.47 ± 1.29 [ab]	4.97 ± 1.53 [a]
กลิ่นรส	4.03 ± 1.15 [b]	4.77 ± 1.45 [a]	4.57 ± 1.13 [ab]	4.23 ± 1.34 [ab]	4.30 ± 1.21 [ab]
ลักษณะโดยรวม	4.13 ± 1.16 [b]	4.80 ± 1.15 [a]	4.80 ± 1.06 [a]	4.43 ± 1.17 [ab]	4.63 ± 1.00 [ab]

[†] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

[‡] ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบ 4 = เฉยๆ 5 = ชอบ 6 = ชอบมาก และ 7 = ชอบมากที่สุด

4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาความปลอดภัยของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียว และการอบแล้วนำไปย่าง

ผลสรุปที่ได้จากการทดลองที่ 1 โดยอบผลิตภัณฑ์จนมีอุณหภูมิใจกลางของผลิตภัณฑ์ 71 องศาเซลเซียส และมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.70 เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง เลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์คือ เติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 เพื่อศึกษาความปลอดภัยของกระบวนการผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียว และการอบแล้วนำไปย่างเป็นเวลา 6 นาที ต่อคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ดังต่อไปนี้

4.2.1 คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

4.2.1.1 ค่า a_w ค่าความชื้น และร้อยละของผลผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ผลของกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันทั้ง 2 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 กระบวนการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กลุ่มที่อบแล้วนำไปย่างมีแนวโน้มของค่า a_w ต่ำกว่ากลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียว ($P<0.07$) ซึ่งเป็นข้อดีในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ และสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน ในด้านความชื้นของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางภายหลังจากอบพบว่า ค่าความชื้นของทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่จะเห็นว่ากลุ่มที่อบแล้วนำไปย่างมีค่าความชื้นที่ต่ำกว่า กลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่า a_w ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 กลุ่มจัดเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งแห้งที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงตัวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.70-0.85 และมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 20-35 (Yang *et al*. 2009; Lim *et al*. 2012; Chen *et al*. 2000; Chen *et al*. 2002) และเมื่อคำนวณร้อยละผลผลิตของผลิตภัณฑ์หลังอบแห้ง (% drying yield) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 กลุ่มที่อบเพียงเดียว และกลุ่มที่อบแล้วนำไปย่างมีค่าร้อยละผลผลิต อยู่ที่ 47.23 และ 46.89 ตามลำดับ จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่ากลุ่มที่อบแล้วนำไปย่างมีร้อยละผลผลิตที่ต่ำกว่ากลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียวเล็กน้อย แต่ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ถึงแม้จะผ่านการย่างต่อเป็นเวลา 6 นาที ไม่ส่งผลกระทบต่อร้อยละผลผลิตของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.4 คุณภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเปรียบเทียบระหว่างการอบเพียงอย่างเดียวและการอบแล้วนำไปย่าง

ลักษณะที่ศึกษา	อบ	อบแล้วนำไปย่าง
ค่า a_w	0.603 ± 0.07 [a,†,‡]	0.580 ± 0.03 [a]
ค่าความชื้น (%)	22.61 ± 0.68 [a]	20.71 ± 2.67 [a]
ร้อยละของผลผลิต (%)	47.23 ± 0.95 [a]	46.89 ± 0.01 [a]
ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม		
- ความแข็ง (N)	25.74 ± 0.18 [b]	30.34 ± 0.12 [a]
- ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (ratio)	0.71 ± 0.00 [a]	0.70 ± 0.01 [a]
- ความเหนียว (N)	22.03 ± 1.27 [a]	23.41 ± 0.42 [a]
- ความยืดหยุ่น (ratio)	0.81 ± 0.01 [a]	0.79 ± 0.05 [a]
- การเคี้ยวได้ (N)	15.66 ± 0.93 [a]	16.39 ± 0.30 [a]
ค่าแรงเฉือน (N)	25.16 ± 0.35 [b]	30.69 ± 0.23 [a]
ค่าสี		
- ความสว่าง (L*)	26.59 ± 1.63 [a]	20.19 ± 0.60 [b]
- ค่าสีแดง (a*)	11.76 ± 0.34 [a]	12.01 ± 0.14 [a]
- ค่าสีเหลือง (b*)	15.32 ± 0.14 [a]	14.34 ± 0.13 [a]

[†] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

[‡] ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม และค่าแรงเฉือน

สำหรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์หลังจากการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ค่าความแข็ง (hardness) พบว่า กลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียวมีค่าความแข็ง ต่ำกว่ากลุ่มที่อบแล้วนำไปย่าง ($P<0.05$) และมีค่าความเหนียวเป็นกาวหรือยาง (gumminess) ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าการเคี้ยว (chewiness) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง (ตารางที่ 4.4) พบว่า กลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียวมีค่าแรงเฉือนต่ำกว่ากลุ่มที่อบแล้วนำไปย่าง ($P<0.05$) ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการอบแล้วนำไปย่างส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในด้านความแข็ง และค่าแรงเฉือนในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งสูงก็จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าแรงเฉือนสูงด้วยเช่นกัน ($r = 0.997$, $P<0.01$) แต่ไม่ทำให้ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความยืดหยุ่น และการเคี้ยวได้แตกต่างไปจากการอบเพียงอย่างเดียวมากนัก

4.2.1.3 ค่าสี

ผลคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่าความสว่าง (L*) กลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียวมีค่า L* สูงกว่ากลุ่มที่อบแล้วนำไปย่าง ($P<0.05$) ส่วนค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ไม่แตกต่างกันกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.4) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการย่างส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างลดลงเท่านั้น แต่ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันมากนัก เป็นผลเนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนในกระบวนการย่างทำให้ผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียน้ำและส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น

4.2.2 คุณภาพด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากผลการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบพบว่า ในทุกสูตรจำนวนจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<1 log cfu/g) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ตรงตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดว่า จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม *S. aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม ดังนั้นกระบวนการอบสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ (มผช. 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และ *S. aureus* ก่อนการอบ หลังอบ และหลังอบแล้วนำไปย่าง

ชนิดของจุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์ (log cfu/g)		
	ก่อนอบ	หลังอบ	หลังอบแล้วนำไปย่าง
จุลินทรีย์ทั้งหมด	2.79 ± 0.29[†]	<1	<1
ยีสต์และรา	2.56 ± 0.03	<1	<1
S. aureus	2.77 ± 0.04	<1	<1

[†] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

4.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากผลการประเมินผลประสาทสัมผัสดังตารางที่ 4.6 ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่อบแล้วนำไปย่างได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบในด้านเนื้อสัมผัสที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียว ($P>0.05$) แต่ผลการประเมินในด้านสี ลักษณะปรากฏ ความหวาน กลิ่นรส และความชอบโดยรวม พบว่ากลุ่มที่อบแล้วนำไปย่างได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบสูงกว่ากลุ่มที่อบเพียงอย่างเดียว ($P<0.05$) ชี้ให้เห็นว่าผู้ประเมินมีความชื่นชอบสูตรที่อบแล้วนำไปย่างมากกว่า เนื่องจากสูตรที่อบแล้วนำไปย่างจะช่วยเพิ่มสี กลิ่นรสที่น่ารับประทานทำให้คะแนนความชอบสูงกว่าสูตรที่อบ เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Dominguez *et al.* 2014 ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการทำสุกที่แตกต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ การย่าง ปิ้ง อบ และทอด พบว่าการย่างช่วยเพิ่มกลิ่น และรสชาติ ได้มากกว่ากระบวนการทำสุกอื่น ๆ ส่งผลให้ผู้บริโภคให้การยอมรับมากกว่า เนื่องมาจากการระเหยของสารประกอบที่ระเหยง่าย เมื่อผ่านการย่างที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดอันตรกิริยาระหว่าง ปฏิกิริยาเมลลาร์ด การออกซิเดชันของไขมัน และการสลายของวิตามินภายในผลิตภัณฑ์ (Van Ba *et al.* 2012).

4.2.4 การอยู่รอดของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

เนื่องจากมีรายงานการเกิดโรคอาหารเป็นพิษในผู้บริโภคที่รับประทานอาหารเนื้อกึ่งแห้งโดยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1966 - 1995 พบการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ 8 ครั้งในรัฐนิวแม็กซิโก ซึ่งมีผู้ป่วยถึง 250 ราย โดยการระบาด 2 ครั้ง มีสาเหตุมาจากเชื้อ *S. aureus* ส่วนการระบาดอีก 6 ครั้งมีสาเหตุมาจากเชื้อ *Salmonella* spp. สาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งพร้อมรับประทานเนื่องมาจากระยะเวลาให้ความร้อน และอุณหภูมิในระหว่างการผลิตไม่สูงพอที่จะทำลายเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบได้ ในปี 1995 พบการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษในมลรัฐโอเรกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่เกิดจากการรับประทานเนื้อกวางกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน มีสาเหตุมาจากเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในปี 2003 พบผู้ป่วย 22 ราย ที่เกิดโรคอาหารเป็นพิษ Salmonellosis ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Salmonella kiambu* โดยเชื้อดังกล่าวพบใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การประเมินผลประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผ่านกระบวนการทำสุกที่แตกต่างกัน

ลักษณะที่ศึกษา	อบ	อบแล้วนำไปย่าง
สี	$4.20 \pm 0.92^{b,\dagger,\ddagger}$	5.39 ± 0.85^{a}
ลักษณะปรากฏ	4.47 ± 0.95^{b}	5.12 ± 0.95^{a}
เนื้อสัมผัส	4.40 ± 1.08^{a}	4.10 ± 1.36^{a}
ความหวาน	4.17 ± 1.18^{b}	5.00 ± 0.94^{a}
กลิ่นรส	4.43 ± 1.06^{b}	5.16 ± 1.10^{a}
ลักษณะโดยรวม	4.45 ± 0.94^{b}	5.04 ± 0.94^{a}

† ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

‡ ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบ 4 = เฉยๆ 5 = ชอบ 6 = ชอบมาก และ 7 = ชอบมากที่สุด

ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งพร้อม มีชีวิตรอดในเนื้อกึ่งแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้นเกิดขึ้นช้า และความชื้นค่อนข้างต่ำ (1% RH) ในระหว่างการผลิตทำให้เชื้อ *Salmonella* สามารถปรับตัวและสามารถต้านทานความร้อนได้ (Allen *et al*., 2007; Yoon *et al*., 2005) Levine *et al*. (2001) รายงานว่า เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคสามารถมีชีวิตรอดในอาหารที่ผ่านการทำให้แห้งปานกลาง คือ มีอุณหภูมิที่ทำให้แห้งประมาณ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวมักใช้ในการผลิตเนื้อกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน ในขณะที่ USDA/FSIS แนะนำว่าในกระบวนการผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งพร้อมรับประทานควรทำให้สุกที่อุณหภูมิ 71.1 °C ก่อน จากนั้นจึงตามด้วยกระบวนการอบแห้ง (Yoon *et al*., 2005) ดังนั้นเพื่อเป็นการยืนยันถึงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในการทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคจึงตรวจหาการอยู่รอดของจุลินทรีย์ที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ การศึกษาการอยู่รอดของ *S. aureus, E. coli* และ *Salmonella spp.* ซึ่งตามที่ USDA-FSIS (2012) มีข้อกำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ โดยกำหนดให้ให้อบผลิตภัณฑ์จนมีอุณหภูมิใจกลาง 71 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *E. coli* 0157:H7, *Salmonella* spp. และ *S. aureus* และทำการอบผลิตภัณฑ์ต่อจนมีค่า $a_w \leq 0.85$ เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด จากผลการศึกษาการอยู่รอดของ *S. aureus, E. coli* และ *Salmonella spp.* ภายหลังกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางทั้ง 2 กระบวนการ คือ ในผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบเปรียบเทียบกับการอบแล้วนำไปย่าง พบว่า สูตรที่อบอย่างเดียว และสูตรที่อบแล้วนำไปอย่างสามารถทำลายจุลินทรีย์ทั้งสามชนิดได้ เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่ากระบวนการอบ และกระบวนการย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอในการทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่อาจปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ (ตารางที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การอยู่รอดของ *S. aureus, E. coli* และ *Salmonella* spp. ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ไก่ไข่ปลดระวาง

ชนิดของจุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์ (log cfu/g)			
	ก่อน inoculate	หลัง inoculate	หลังอบ	หลังอบแล้วนำไปย่าง
S. aureus	2.30 ± 0.09[†]	5.70 ± 0.09	<1	<1
E. coli	1.92 ± 0.10	4.78 ± 0.14	<1	<1
Salmonella spp.	1.92 ± 0.18	3.44 ± 0.07	<1	<1

[†] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง ในรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน

จากผลสรุปที่ได้จากการทดลองที่ 2 คือ กระบวนการผลิตเจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางโดยกระบวนการอบแล้วนำไปย่าง นำมาศึกษาต่อในการทดลองที่ 3 เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางในรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุแบบสุญญากาศ (vacuum package) และบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน (aerobic package) ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาทุก 2 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพ จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

4.3.1 การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในระหว่างการเก็บรักษา

4.3.1.1 ค่า a_w ร้อยละของผลผลิต และค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.8 ค่า a_w เริ่มต้นเท่ากับ 0.580 เมื่อเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ บรรจุแบบสุญญากาศ (vacuum package) และบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน (aerobic package) ผลพบว่าในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ณ วันที่เก็บรักษาเดียวกันไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w มากนัก แต่เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w ในระหว่างการเก็บรักษาของบรรจุภัณฑ์หนึ่ง ๆ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน ในวันที่ 45-90 มีค่า a_w เพิ่มขึ้นมากกว่าวันที่ 0-30 ($P<0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศค่า a_w ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน ($P<0.05$) ขัดแย้งกับผลการทดลองของ Choi *et al.* (2007) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวว่าค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของเจอร์กี้ที่บรรจุแบบสุญญากาศมีค่าสูงกว่าการบรรจุในถุงพลาสติก และผลการเปลี่ยนแปลงของความชื้นต่อการบรรจุที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ณ วันที่ 75-90 ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศน้อยกว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ

แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน ($P<0.05$) นอกจากนี้การบรรจุทั้ง 2 แบบ จะมีค่าความชื้นเพิ่มขึ้นในช่วง 60-90 วันเมื่อเปรียบเทียบกับ 45 วันแรก ($P<0.05$) การเพิ่มขึ้นของค่าความชื้นในผลิตภัณฑ์นี้ทำให้ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนในช่วง 60-90 วันมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในการทดลองส่วนนี้การบรรจุแบบสุญญากาศเป็นการบรรจุที่ดึงอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ ผลเหล่านี้อาจทำให้ตัวบรรจุภัณฑ์มีลักษณะแนบชิดกับผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในทำให้ความชื้นและอากาศซึมผ่านได้น้อยกว่าการบรรจุแบบมีอากาศส่วนบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูซับออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้น

ตารางที่ 4.8 ผลของอายุการเก็บรักษาต่อ ค่า a_w และความชื้นของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ลักษณะที่ศึกษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
ค่า a_w	0	$0.580 \pm 0.00^{a,A,\dagger,\ddagger,\S}$	$0.580 \pm 0.00^{a,C}$
	15	$0.580 \pm 0.00^{b,A}$	$0.587 \pm 0.00^{a,BC}$
	30	$0.579 \pm 0.00^{a,A}$	$0.590 \pm 0.01^{a,BC}$
	45	$0.587 \pm 0.00^{a,A}$	$0.593 \pm 0.01^{a,AB}$
	60	$0.586 \pm 0.01^{a,A}$	$0.604 \pm 0.01^{a,A}$
	75	$0.579 \pm 0.01^{b,A}$	$0.593 \pm 0.00^{a,AB}$
	90	$0.582 \pm 0.01^{a,A}$	$0.588 \pm 0.01^{a,AB}$
ค่าความชื้น (%)	0	$19.50 \pm 0.71^{a,CD}$	$19.50 \pm 0.71^{a,BC}$
	15	$19.10 \pm 0.85^{a,D}$	$18.56 \pm 0.30^{a,C}$
	30	$19.70 \pm 0.83^{a,D}$	$19.85 \pm 0.47^{a,BC}$
	45	$20.91 \pm 0.71^{a,BC}$	$20.91 \pm 1.02^{a,B}$
	60	$23.26 \pm 1.89^{a,A}$	$24.71 \pm 1.81^{a,A}$
	75	$23.04 \pm 0.41^{b,A}$	$24.60 \pm 0.24^{a,A}$
	90	$22.35 \pm 0.50^{b,AB}$	$24.27 \pm 0.72^{a,A}$

† ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

‡ ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

§ ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนของค่า a_w เกี่ยวข้องกับค่าความชื้น ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยพบว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความชื้น กล่าวคือ เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้น เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่า a_w เพิ่มขึ้นด้วย ($r = 0.368$, $P<0.05$)

4.3.1.2 ค่าแรงเฉือน

ผลการวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน แสดงในตารางที่ 4.9 พบว่า ณ วันเก็บรักษาเดียวกันรูปแบบการบรรจุที่ต่างกันการไม่ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ($P<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดทั้งแบบสุญญากาศ และแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน พบว่า เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะแข็งขึ้นมากในช่วง 15 วันแรกของการเก็บรักษา ($P<0.05$) แต่หลังจากนั้นผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ($P>0.05$) การเปลี่ยนของเนื้อสัมผัสดังกล่าวเกี่ยวข้องกับค่า a_w และค่าความชื้น ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยพบว่าค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันกับค่า a_w และค่าความชื้น กล่าวคือ เมื่อผลิตภัณฑ์มีค่า a_w และความชื้นเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ต่ำลง ($r = -0.895$, $P<0.05$; $r = -0.831$, $P<0.05$)

ตารางที่ 4.9 ผลของอายุการเก็บรักษาต่อค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
0	$30.49 \pm 1.15^{a,C,\dagger,\ddagger,\S}$	$30.49 \pm 1.15^{a,C}$
15	$34.73 \pm 2.80^{a,A}$	$33.82 \pm 1.37^{a,A}$
30	$30.29 \pm 1.84^{a,C}$	$33.35 \pm 2.87^{a,AB}$
45	$31.69 \pm 1.28^{a,BC}$	$31.28 \pm 1.43^{a,BC}$
60	$33.54 \pm 1.24^{a,AB}$	$32.25 \pm 0.80^{a,ABC}$
75	$32.81 \pm 1.30^{a,ABC}$	$31.45 \pm 0.41^{a,ABC}$
90	$32.95 \pm 1.64^{a,ABC}$	$32.45 \pm 0.62^{a,ABC}$

† ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

‡ ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

§ ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.3 ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน แสดงในตารางที่ 4.10 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ ($P<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงด้านสีในบรรจุภัณฑ์หนึ่ง ๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีทั้ง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน โดยค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 30-90 จากวันที่ 0-15 ($P<0.05$) ค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 60-90 จากวันที่ 0-45 ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำลง ส่วนผลิตภัณฑ์แบบบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนมีการเปลี่ยนเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลงเพียงเล็กน้อย ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ahn and Lee (2004) ที่กล่าวว่าค่าสีของเนื้อไก่งวงที่บรรจุแบบสุญญากาศ และแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนนั้นมีค่าใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา 15 วัน แต่เนื่องจากการทดลองมีการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 90 วัน ซึ่งพบว่าการบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนมีความคงตัวในด้านสีมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ การเปลี่ยนของค่าความสว่าง (L*) เกี่ยวข้องกับค่า a_w และค่าความชื้น ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยพบว่าค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่า a_w และค่าความชื้น กล่าวคือ เมื่อผลิตภัณฑ์มีค่า a_w และความชื้นเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย ($r = 0.484$, $P<0.01$; $r = 0.439$, $P<0.01$) เช่นเดียวกันกับการเปลี่ยนของค่าสีแดง (a*) เกี่ยวข้องกับค่าความชื้นที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยพบว่าค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความชื้น กล่าวคือ เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์ลดลง ($r = 0.420$, $P<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลของอายุการเก็บรักษาต่อความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ลักษณะที่ศึกษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
ความสว่าง (L*)	0	$22.73 \pm 0.79^{a,D,\dagger,\ddagger,\S}$	$22.73 \pm 0.79^{a,B}$
	15	$23.75 \pm 0.90^{b,CD}$	$26.93 \pm 0.60^{a,A}$
	30	$24.42 \pm 0.45^{b,BC}$	$26.78 \pm 0.98^{a,A}$
	45	$25.55 \pm 0.37^{b,AB}$	$27.14 \pm 0.98^{a,A}$
	60	$25.17 \pm 0.79^{a,AB}$	$26.94 \pm 0.86^{a,A}$
	75	$25.42 \pm 0.55^{b,AB}$	$27.37 \pm 0.67^{a,A}$
	90	$25.77 \pm 0.30^{b,A}$	$27.28 \pm 0.83^{a,A}$
ค่าสีแดง (a*)	0	$11.79 \pm 0.74^{a,A}$	$11.79 \pm 0.74^{a,A}$
	15	$10.76 \pm 0.72^{a,B}$	$11.66 \pm 0.78^{a,B}$
	30	$6.46 \pm 0.48^{b,D}$	$9.72 \pm 0.68^{a,B}$
	45	$6.45 \pm 0.17^{b,C}$	$9.55 \pm 0.90^{a,B}$
	60	$6.04 \pm 0.30^{b,D}$	$9.31 \pm 0.49^{a,B}$
	75	$5.98 \pm 0.19^{b,D}$	$9.27 \pm 0.88^{a,B}$
	90	$5.49 \pm 0.14^{b,D}$	$9.26 \pm 0.44^{a,B}$
ค่าสีเหลือง (b*)	0	$14.81 \pm 0.64^{a,A}$	$14.81 \pm 0.64^{a,A}$
	15	$13.48 \pm 0.81^{a,B}$	$13.82 \pm 0.76^{a,AB}$
	30	$9.23 \pm 0.40^{b,C}$	$12.98 \pm 0.85^{a,B}$
	45	$9.66 \pm 0.23^{b,B}$	$13.57 \pm 0.91^{a,AB}$
	60	$9.55 \pm 0.54^{b,C}$	$13.66 \pm 0.69^{a,B}$
	75	$9.42 \pm 0.84^{b,C}$	$13.04 \pm 0.92^{a,B}$
	90	$8.98 \pm 0.28^{b,C}$	$13.11 \pm 1.32^{a,B}$

† ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

‡ ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

§ ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.4 ค่าความสดใส ค่าองศาของสี และค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล

ผลการวิเคราะห์ค่าความสดใสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ณ วันที่ 30-90 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน มีค่าความสดใสของสีมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.11) แต่เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความสดใสในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ พบว่าบรรจุภัณฑ์ ในวันที่ 30 มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความสดใสลดลงจากวันที่ 0-5 ($P<0.05$) หลังจากนั้นพบค่าความสดใสของสีวันที่ 45-90 ค่าความสดใสไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับวันที่ 30 ($P>0.05$) ค่าองศาของสี (hue angle) เมื่อเปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ ณ วันที่เก็บรักษาเดียวกันพบว่า ผลการเปลี่ยนแปลงของค่าองศาของสีระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือนไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าองศาของสีในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด พบว่า ค่าองศาของสีมีแนวโน้มเพิ่มในวันที่ 30-90 ของการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0-15 ($P<0.05$) โดยมีค่าองศาของสีในช่วง 45-60 นั่นหมายถึงโทนสีของตัวอย่างเปลี่ยนจากสีแดงไปเป็นสีส้มแดงในระหว่างการเก็บรักษา (Mcguire, 1992) ที่ชี้ให้เห็นถึงการซีดลงของสีผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแรพบว่า การเปลี่ยนของค่าความสดใส เกี่ยวข้องกับค่าความชื้น ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยพบว่าค่าความสดใสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความชื้น กล่าวคือเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าความสดใสของผลิตภัณฑ์ลดลง ($r = - 0.344$, $P<0.05$) และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าสีแดง และค่าสีเหลือง กล่าวคือเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง และค่าสีเหลือง เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสดใสของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย ($r = 0.977$, $P<0.01$; $r = 0.986$, $P<0.01$) เช่นเดียวกันกับการเปลี่ยนของค่าองศาของสีที่บ่งบอกถึงการซีดลงของผลิตภัณฑ์ เกี่ยวข้องกับค่าความชื้น ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยพบว่าค่าการซีดลงของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความชื้น กล่าวคือเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นเพิ่มขึ้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีการซีดลงมากขึ้นด้วย ($r = 0.497$, $P<0.01$) และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าสีแดง และค่าสีเหลือง กล่าวคือเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง และค่าสีเหลือง เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสดใสของผลิตภัณฑ์ลดลง ($r = - 0.844$, $P<0.01$; $r = - 0.590$, $P<0.01$)

ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (BI) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่อการบรรจุที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ณ วันที่ 30-90 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน มีค่า ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ ($P<0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดพบว่าบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ในวันที่ 15-30 ลดลงจากวันแรกมาก ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.11 ผลของอายุการเก็บรักษาต่อค่าความสดใส ค่าองศาของสี และค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ลักษณะที่ศึกษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
ค่าความสดใส	0	$18.94 \pm 0.22^{a,A,\dagger,\ddagger,\S}$	$18.94 \pm 0.22^{a,A}$
	15	$17.24 \pm 0.90^{a,B}$	$18.08 \pm 1.03^{a,B}$
	30	$11.27 \pm 0.57^{b,c}$	$16.22 \pm 1.05^{a,C}$
	45	$11.61 \pm 0.16^{b,C}$	$16.59 \pm 1.26^{a,C}$
	60	$11.30 \pm 1.01^{b,C}$	$16.13 \pm 0.95^{a,C}$
	75	$11.16 \pm 0.75^{b,C}$	$16.03 \pm 0.28^{a,C}$
	90	$10.53 \pm 0.23^{b,C}$	$15.79 \pm 0.39^{a,C}$
ค่าองศาของสี	0	$51.48 \pm 2.89^{a,C}$	$51.48 \pm 2.89^{a,AB}$
	15	$51.40 \pm 0.74^{a,C}$	$49.94 \pm 1.05^{a,B}$
	30	$55.01 \pm 1.28^{a,B}$	$53.25 \pm 1.03^{a,AB}$
	45	$56.28 \pm 1.21^{a,AB}$	$54.96 \pm 0.88^{a,A}$
	60	$57.71 \pm 0.76^{a,AB}$	$54.72 \pm 1.98^{a,AB}$
	75	$57.48 \pm 2.41^{a,AB}$	$54.50 \pm 4.44^{a,AB}$
	90	$58.50 \pm 1.17^{a,AB}$	$54.05 \pm 2.95^{a,AB}$
ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล	0	$135.30 \pm 3.95^{a,A}$	$135.30 \pm 3.95^{a,A}$
	15	$113.44 \pm 13.98^{a,B}$	$100.94 \pm 5.42^{a,B}$
	30	$66.15 \pm 5.28^{b,D}$	$90.90 \pm 3.11^{a,C}$
	45	$65.17 \pm 2.27^{b,C}$	$92.89 \pm 5.26^{a,BC}$
	60	$64.50 \pm 2.57^{b,D}$	$90.39 \pm 1.56^{a,C}$
	75	$62.79 \pm 4.41^{b,D}$	$88.03 \pm 6.40^{a,C}$
	90	$57.82 \pm 2.13^{b,D}$	$86.68 \pm 7.29^{a,C}$

† ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

‡ ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

§ ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

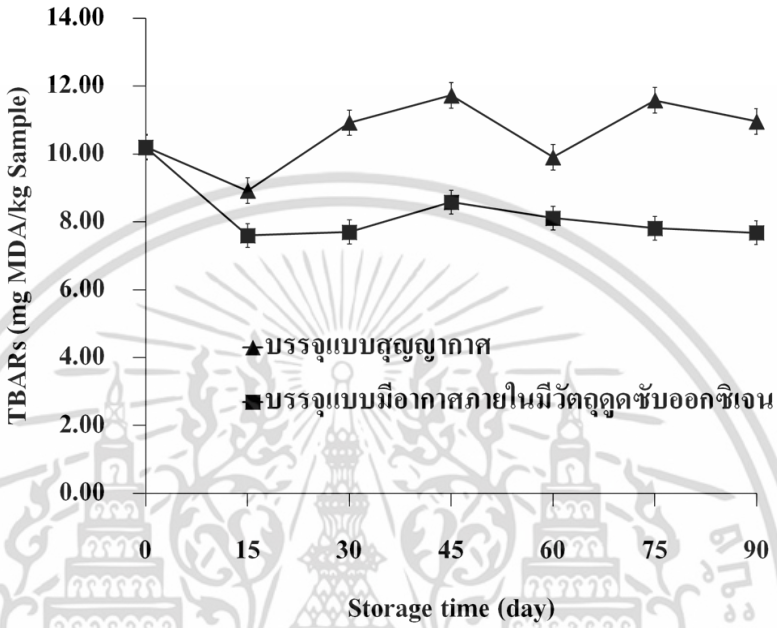
หลังจากนั้นวันที่ 45-90 ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล มีแนวโน้มลดลงไม่มากนักผลิตภัณฑ์ที่มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลลดลง สืบเนื่องมาจากมีค่าสีแดงที่ลดลง และค่าความสว่างที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงหลักๆ อาจเกิดจากสีของผลิตภัณฑ์ซีดลง ในบางผลิตภัณฑ์อาหารที่มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) ที่เพิ่มขึ้น เช่น นมผง โกโก้ กาแฟ และคาราเมล เป็นต้น ซึ่ง เป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ กับกรดอะมิโนโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556) ซึ่งขัดแย้งกับผลการทดลองกับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเนื่องจากมีค่า ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา อาจเกิดจากผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเป็นผลิตภัณฑ์ที่เติมน้ำตาลทรายเพียงร้อยละ 4 และน้ำตาลทราย (ซูโครส) จัดเป็นน้ำตาลนอนรีดิวซ์ จึงไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.11) การเปลี่ยนของค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล เกี่ยวข้องกับค่าความชื้น ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยพบว่าค่าความสดใสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความชื้น ค่าความสว่าง กล่าวคือเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น ค่าความสว่างเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าความสดใสของผลิตภัณฑ์ลดลง ($r = 0.436$, $P<0.01$; $r = 0.450$, $P<0.01$) และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าสีแดง และค่าสีเหลือง กล่าวคือเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง และค่าสีเหลือง เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสดใสของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย ($r = 0.914$, $P<0.01$; $r = 0.906$, $P<0.01$)

4.3.1.5 ค่าการออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

การเปลี่ยนแปลงค่าออกซิเดชันของไขมันในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า วันที่ 15-90 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนมีค่าการออกซิเดชันของไขมันต่ำกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ ($P>0.05$) (ภาพที่ 4.4) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ มีค่าการออกซิเดชันของไขมันไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ($P>0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนมีค่าการออกซิเดชันของไขมันลดลงในวันที่ 15 ($P<0.05$) ของการเก็บรักษาหลังจากนั้นค่าการออกซิเดชันของไขมันคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา ($P>0.05$) ผลเหล่านี้อาจเกิดจากผลิตภัณฑ์มีไขมันต่ำประกอบกับการเติมเครื่องเทศที่ช่วยในการควบคุมการออกซิเดชันของไขมันและการหืนของผลิตภัณฑ์ โดยสรุปคือการบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนมีค่าการออกซิเดชันของไขมันที่ต่ำกว่า แบบสุญญากาศอีกทั้งมีค่าการออกซิเดชันของไขมันที่คงที่ระหว่างการเก็บรักษามากกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูซับออกซิเจนมีความสามารถดูดซับออกซิเจนที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันใน

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างการเก็บรักษาได้ (Aday and Coner. 2002) แต่การบรรจุแบบสุญญากาศมักพบปัญหา คือ ออกซิเจนสามารถแพร่ผ่านบรรจุภัณฑ์เข้าสัมผัสกับตัวผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาอีกทั้งบรรจุภัณฑ์อาจเกิดการคายตัวออกจากผลิตภัณฑ์ทำให้อาจมีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าการออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงด้านชีวภาพในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากการทดลองประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเบื้องต้นผลิตภัณฑ์ประสบปัญหา คือ มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นเนื่องจากมีการเจริญของเชื้อยีสต์ และรา ภายใน 2 สัปดาห์หลังจากการผลิต จึงมีการเติมวัตถุกันเสียโดยใช้โปแทสเซียมซอร์เบต (potassium sorbate) ร้อยละ 0.1 เพื่อช่วยควบคุมการเจริญของ รา และยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้สามารถเก็บได้นานขึ้นได้ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Kim *et al.* (2014) ที่มีการเติม Potassium sorbate ร้อยละ 0.1 ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อหมู เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยการใช้โปแทสเซียมซอร์เบต (potassium sorbate) ร้อยละ 0.1 ที่ใช้เป็นไปตามข้อกำหนดของ Codex General Standard for Food Additives (GSFA) ให้ใช้ไม่เกินร้อยละ 0.1 (Codex. 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาผลของอายุการเก็บรักษา ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (ตารางที่ 4.12) จำนวนยีสต์ รา (ตารางที่ 4.13) และจำนวน *S. aureus* (ตารางที่ 4.14) ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางภายหลังการอบที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน ณ วันที่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 พบว่า การบรรจุทั้ง 2 ชนิดมีจำนวนจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ตรงตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดว่า จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม *S. aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม ดังนั้นกระบวนการอบสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ (มผช. 2557) และมีความคงตัวตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ตารางที่ 4.12 ผลของอายุการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	
	บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
0	<1	<1
15	<1	<1
30	<1	<1
45	<1	<1
60	<1	<1
75	<1	<1
90	<1	<1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลของอายุการเก็บรักษาต่อจำนวนยีสต์ รา ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนยีสต์ รา (log cfu/g)	
	บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
0	<1	<1
15	<1	<1
30	<1	<1
45	<1	<1
60	<1	<1
75	<1	<1
90	<1	<1

ตารางที่ 4.14 ผลของอายุการเก็บรักษาต่อจำนวน *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ ปลดระวางที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	จำนวน *S. aureus* (log cfu/g)	
	บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
0	<1	<1
15	<1	<1
30	<1	<1
45	<1	<1
60	<1	<1
75	<1	<1
90	<1	<1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

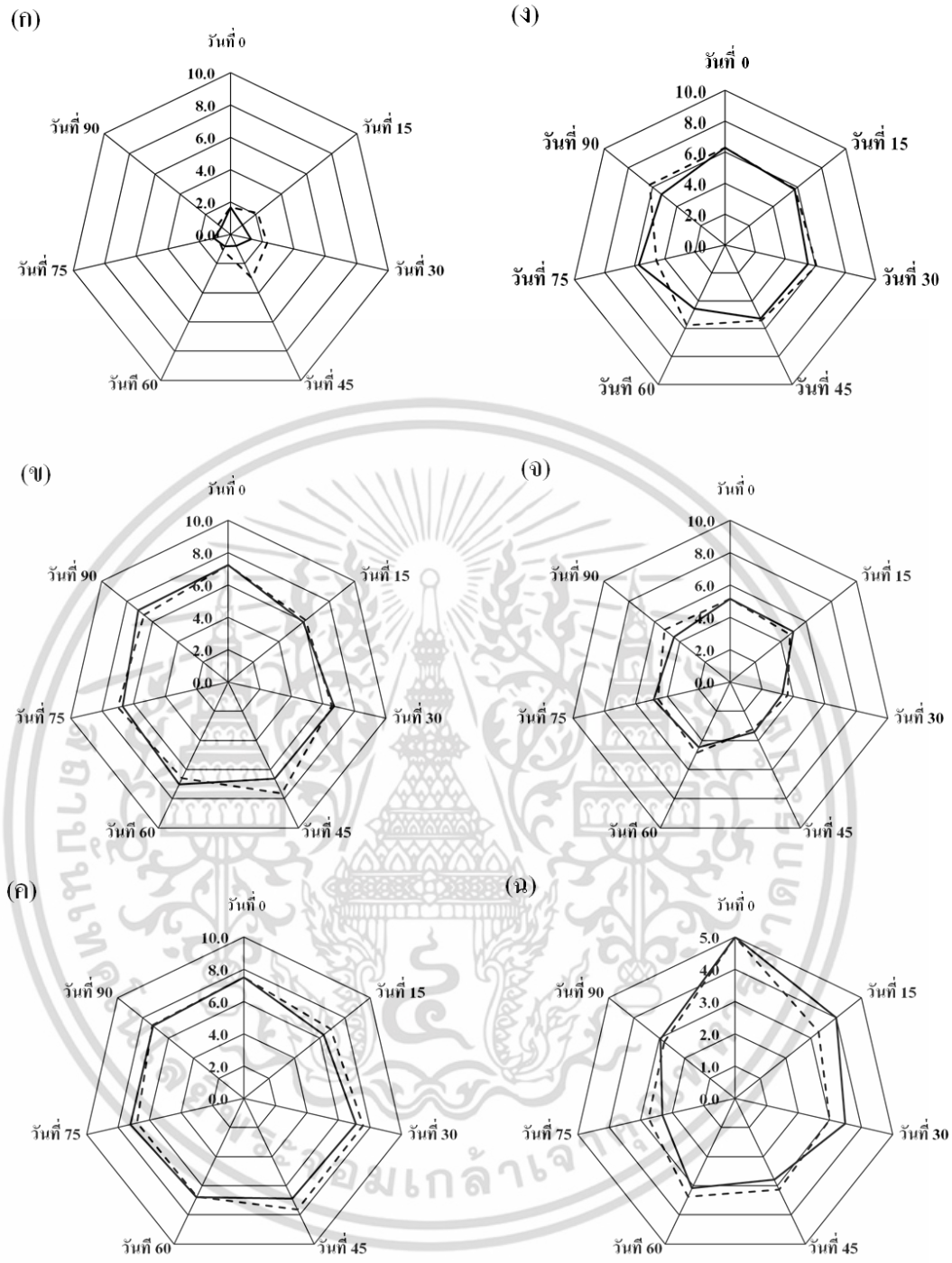
4.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวางในระหว่างการเก็บรักษา

4.3.3.1 การประเมินทางประสาทแบบพรรณนาเชิงปริมาณ

ด้านความมันวาว พบว่าในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ณ วันที 0–45 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศมีความมันวาวมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน ($P<0.05$) หลังจากนั้น ในวันที่ 60–90 ความมันวาวของทั้งสองบรรจุภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศในวันที่ 15–45 มีความมันวาวเพิ่มขึ้น และมีความมันวาวลดลงในวันที่ 60–75 ของการเก็บรักษา ($P<0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนความมันวาวไม่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา ($P>0.05$) (ภาพที่ 4.5) ในด้านความแดง บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่ามีค่าความแดงไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนมีค่าความแดงในระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (ภาพที่ 4.5) ด้านความซีดหรือคล้ำ พบว่าในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ค่าความซีดหรือคล้ำในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนความซีดหรือคล้ำไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 4.5)

ด้านความแข็ง พบว่าในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ทั้งสองบรรจุภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในระหว่างการเก็บรักษาทั้งผลิตภัณฑ์สองบรรจุภัณฑ์มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (ภาพที่ 4.5) ในด้านความเคี้ยวได้ พบว่าในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ทั้งสองบรรจุภัณฑ์มีค่าความเคี้ยวได้ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน ณ วันที่ 30–45 มีค่าความเคี้ยวได้ลดลงจากวันแรก ($P<0.05$) หลังจากนั้นในวันที่ 60–90 มีค่าความเคี้ยวได้เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) (ภาพที่ 4.5) และในด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ พบว่าบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ทั้งสองบรรจุภัณฑ์มีกลิ่นรสเครื่องเทศที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบในระหว่างการเก็บรักษา ในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ ณ วันที่ 45–90 ของการเก็บรักษามีกลิ่นรสเครื่องเทศลดลงจากวันที่ 0–30 ($P<0.05$) และในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนพบว่า ณ วันที่ 15–90 มีกลิ่นรสเครื่องเทศลดลงจากวันแรก ($P<0.05$) (ภาพที่ 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ ความมันวาว (ก) ความแดง (ข) ความชืดหรือคล้ำ (ค) ความแข็ง (ง) ความเคี้ยวได้ (จ) และกลิ่นรสเครื่องเทศ (ฉ) ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง บรรจุแบบสุญญากาศ (- - - -) และบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน (——)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.2 คุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยศึกษาความชอบโดยรวมของผู้บริโภค

จากการประเมินผลประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมดังตารางที่ 4.15 ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ในวันที่ 0 และผลิตภัณฑ์ในวันที่ 90 คะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส ความหวาน กลิ่นรส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ผลการประเมินในด้านลักษณะปรากฏ พบว่าผลิตภัณฑ์ในวันที่ 0 มีคะแนนความชอบสูงที่สุด (P<0.05) ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยผู้บริโภคให้การยอมรับเท่ากับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏที่อาจเกิดจากค่าความมันวาวของผลิตภัณฑ์ที่ลดลงตามที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศผู้ประเมินส่วนใหญ่วิจารณ์ว่ามีรสขมเกิดขึ้นเมื่อเคี้ยวไปสักระยะหนึ่ง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนอยู่ จึงนับว่าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ มากกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ

ตารางที่ 4.15 คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ปรุงใหม่กับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 90 วัน

ลักษณะที่ศึกษา	วันที่ 0	วันที่ 90	
		บรรจุแบบสุญญากาศ	แบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน
สี	5.10 ± 1.28 [a,†,‡]	4.40 ± 1.35 [a]	4.30 ± 1.89 [a]
ลักษณะปรากฏ	5.50 ± 0.85 [a]	4.30 ± 1.06 [b]	4.50 ± 1.27 [b]
เนื้อสัมผัส	4.40 ± 1.07 [a]	4.70 ± 0.97 [a]	4.00 ± 1.49 [a]
ความหวาน	4.00 ± 1.41 [a]	3.90 ± 1.07 [a]	3.40 ± 1.52 [a]
กลิ่นรส	4.10 ± 1.19 [a]	3.60 ± 1.36 [a]	4.10 ± 0.99 [a]
ลักษณะโดยรวม	4.90 ± 0.99 [a]	4.10 ± 0.99 [a]	4.00 ± 1.24 [a]

[†] คือ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

[‡] ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบ 4 = เฉยๆ 5 = ชอบ 6 = ชอบมาก และ 7 = ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ที่ผลิตจากเนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำ ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 37.29, 35.51, 18.19, 4.79 และ 4.24% ตามลำดับ ในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ควรมี Moisture : Protein ratio คือ 0.75 : 1 ซึ่งในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางมี Moisture : Protein ratio เท่ากับ 0.48 : 1 ซึ่งเป็นข้อดีในแง่ของความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูง เมื่อคำนวณค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางได้เท่ากับ 334.23 kcal/100 g เป็นพลังงานที่ได้จากโปรตีน 149.14 kcal/100 g คาร์โบไฮเดรต 142.02 kcal/100 g และไขมัน 43.07 kcal/100 g ซึ่งคิดเป็น 44.62, 42.49 และ 12.89% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16) เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางกับงานวิจัยของ Kim *et al.* (2012) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำ ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 48.42, 17.90, 13.90, 14.70, และ 5.30% ตามลำดับ มี Moisture : Protein ratio เท่ากับ 0.93 : 1 และค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 397.58 kcal ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเล็กน้อยเนื่องจากมีปริมาณไขมันที่มากกว่า และมีงานวิจัยในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้หมูของ An *et al.* (2010) พบว่ามีค่า Moisture : Protein ratio เท่ากับ 0.89 : 1 มีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำ ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 40.27, 7.95, 37.45, 8.90, และ 5.43% ตามลำดับ และค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 272.98 kcal จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางให้พลังงานสูง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำเมื่อเทียบกับงานวิจัยในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ของ Kim *et al.* (2012) และ An et al. (2010) รวมทั้งผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่นๆ เช่น แฮม ไส้กรอก หมูยอ เบคอน กุนเชียง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงประมาณ 12-22% ปัจจุบันมีการรณรงค์ให้ผู้บริโภคหันมาใส่ใจด้านสุขภาพมากขึ้น โดยแนะนำให้หลีกเลี่ยงอาหารไขมันสูง (กรมอนามัย. 2557) ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้จึงเหมาะสมที่จะเป็นอาหารทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ใส่ใจสุขภาพ (ตารางที่ 4.16)

ในด้านต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง โดยคำนวณจากราคาวัตถุดิบ ได้แก่ เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง เกลือ ผงชูรส น้ำตาลทรายแดง ปาปริก้า ผงบาร์บิคิวรวม ซอสภูเขาทอง และกลีเซอรอล ดังแสดงในตารางที่ 4.17 พบว่า ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางมีต้นทุนการผลิตกิโลกรัมละ 318 บาท/กิโลกรัม ผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 3.18 บาท/ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 องค์ประกอบทางเคมี และค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

ลักษณะที่ศึกษา	ผลจากการวิเคราะห์
Protein (%)	37.29 ± 0.30[†]
Carbohydrate (%)	35.51 ± 0.35
Moisture (%)	18.19 ± 0.04
Fat (%)	4.79 ± 0.08
Ash (%)	4.24 ± 0.00
Energy value (kcal/100 g)	334.23 ± 0.53
- Calories from Protein (kcal/100 g)	149.14 ± 1.22
- Calories from Carbohydrate (kcal/100 g)	142.02 ± 1.39
- Calories from Fat (kcal/100 g)	43.07 ± 0.70
- Calories from Protein (%)	44.62 ± 0.29
- Calories from Carbohydrate (%)	42.49 ± 0.48
- Calories from Fat (%)	12.89 ± 0.19

[†] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างจำนวน 3 รอบการผลิต

ตารางที่ 4.17 ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

วัตถุดิบ	ราคาต่อหน่วย	Preparation yield (%)	ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)
เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง	60	42.59	140.78
เกลือ	12	100	0.12
ผงชูรส	90	100	0.90
น้ำตาลทรายแดง	28	100	0.28
ปาปริก้า	276	100	2.76
ผงบาร์บีคิวรวม	276	100	2.76
ซอสภูเขาทอง	47	100	0.47
กลีเซอรอล	74	100	0.74
	ต้นทุนวัตถุดิบรวม (บาท)		148.91
	ร้อยละของผลผลิต (%)		46.89
ต้นทุนการผลิตหลังแปรรูป (บาท/กิโลกรัม)			318
ต้นทุนการผลิตหลังแปรรูป (บาท/ชิ้น)*			3.18

*ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง 1 ชิ้น มีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยในส่วนแรกได้ศึกษาผลของการนำสารฮิวเมกเตนท์มาใช้ในผลิตภัณฑ์โดยการทดลองแบ่งเป็น กลุ่มควบคุม (ไม่เติมสารฮิวเมกเตนท์) กลีเซอรอลร้อยละ 10 และ 15 (w/w) ซอร์บิทอลร้อยละ 10 และ 15 (w/w) พบว่า สารฮิวเมกเตนท์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง คือ กลีเซอรอลที่ระดับความเข้มข้นกลีเซอรอลร้อยละ 15 (w/w) เนื่องจากมีปริมาณความชื้น และค่า a_w ต่ำ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีร้อยละผลผลิตที่สูงขึ้นด้วย และมีจุดเด่นด้านเนื้อสัมผัส คือ มีแนวโน้มดีที่สุดในด้านความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว ความยืดหยุ่น และการเคี้ยวได้ ผลดังกล่าว เป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแก่ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางที่มีแนวโน้มดีที่สุดในด้านสี ด้านลักษณะปรากฏ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชอบโดยรวม ส่วนซอร์บิทอลมีข้อดี คือ มีร้อยละของผลผลิตสูงแต่ผลในด้านอื่นนั้นไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาด้านความปลอดภัยของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางโดยการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 15 (w/w) ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการผลิต 2 แบบ ได้แก่ การอบเพียงอย่างเดียว และอบแล้วนำไปย่าง (ย่างที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที) พบว่ากระบวนผลิตแบบอบแห้งตามด้วยกระบวนการย่างมีคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ในด้านสี ลักษณะปรากฏ ความหวาน กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูง ส่วนคุณภาพในด้านอื่นๆ นั้นทั้งสองกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน จากผลข้างต้นกระบวนการอบแล้วนำไปย่างจึงเหมาะสมที่สุดในการเลือกใช้กับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางเพื่อศึกษาต่อในด้านความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง เปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ และการบรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจน พบว่าการบรรจุแบบปิดผนึกด้วยความร้อนภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีที่สุด โดย ผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) และค่าความสดใสของสี (chroma) ที่สูงกว่าการบรรจุแบบแบบสุญญากาศ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบมีอากาศภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนยังมีค่าการออกซิเดชันของไขมันต่ำ ส่วนการบรรจุแบบสุญญากาศมีข้อดี คือ มีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่า และมีความมันวาวมากกว่า ($P<0.05$) ส่วนด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพด้านอื่น ๆ นั้นไม่แตกต่างกัน จากผลข้างต้นบรรจุภัณฑ์แบบปิดผนึกด้วยความร้อนภายในมีวัตถุดูดซับออกซิเจนเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางอีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิตในด้านเครื่องมือเหมาะกับผู้ประกอบการรายย่อย

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวางได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น ไขมัน และเถ้า พบว่ามีค่าเท่ากับ 37.29, 35.51, 18.19, 4.79 และ4.24 ตามลำดับ มีค่า Moisture : Protein ratio เท่ากับ 0.48 : 1 ซึ่งเป็นข้อดีในแง่ของความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูง และพลังงานสูงแต่มีไขมันต่ำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นต้นแบบการนำวัตถุดิบเนื้อสัตว์ที่มีลักษณะเหนียวมาใช้ประโยชน์ โดยผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้านความนุ่มโดยใช้สารฮิวเมกเตนท์ อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดการยอมรับในด้านรสชาติมากยิ่งขึ้น สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสูตรที่เกี่ยวข้องในด้านรสชาติโดยตรง

5.2.2 กรรมวิธีการอบผลิตภัณฑ์ และการใช้สารฮิวเมกเตนท์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุดิบเนื้อสัตว์อื่น ๆ ได้แต่ต้องมีการปรับสภาวะการอบ และปริมาณสารฮิวเมกเตนท์ที่เหมาะสมกับเนื้อและผลิตภัณฑ์

5.2.3 ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นเป็นสูตรที่มีไขมันต่ำจึงจำเป็นต้องใช้สารฮิวเมกเตนท์ร่วมด้วย แต่หากเป็นสูตรที่มีการเติมไขมัน หรือมีการใช้น้ำตาลในปริมาณสูงในสูตรการผลิต ปริมาณของสารฮิวเมกเตนท์อาจมีการปรับลดลง หรือไม่เติมสารฮิวเมกเตนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณะสุข. 2554. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 153 (พ.ศ. 2554) เรื่อง เกลือบริโภค. [ออนไลน์] สืบค้นจาก: http://elib.fda.moph.go.th/fulltext2/กฎหมาย/กองควบคุมอาหาร/ประกาศกระทรวงสาธารณสุข/53/เกลือบริโภค. [สืบค้นวันที่ 12 ตุลาคม 2557].

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2545. **กระบวนการแปรรูปอาหาร**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ. 2553. "การแปรรูปเนื้อสัตว์." **เอกสารประกอบการอบรมการแปรรูปเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 3**. ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง**. กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยณรงค์ คันธพินิจ. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท. และ ก่อเกียรติ วิริยะกิจวัฒนา. 2537. **การบรรจุภัณฑ์**. กรุงเทพมหานคร: วังอักษร.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. 2557. Non enzymatic browning reaction / ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์. [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.foodneworksolution.com/ wiki/word/0915/non-enzymatic-browning-reaction [สืบค้นวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2558]

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. **อาหารกึ่งแห้ง**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2557. **เนื้อแดดเดียว**. [ออนไลน์] สืบค้นจาก: http://www.app. tisi. go.th/otop /pdf_file/tcps297_49.pdf. [สืบค้นวันที่ 19มกราคม 2558].

ยุวเรศ เรืองพานิช และ พิเชษฐ ศรีบุญยงค์. 2552. **กลีเซอรอล: หนึ่งพลังงานทางเลือกเพื่อการผลิตอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว**. ภาควิชาสัตวบาล. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์กำแพงแสน.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ มหานคร: โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสินี โสธรวิทย์. 2550. **เคมีและจุลชีววิทยาเบื้องต้นของอาหาร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล รังสาดทอง. 2547. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วีรานุช หลาง. 2555. **คู่มือตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาทางอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรัญญา หอวิจิตร. 2550. **การจัดการความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ สำหรับผักที่จัดบริการ ณ จุดสลัดบาร์**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและการบริหารอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุภลักษณ์ สรภักดี. 2557. **เอกสารประกอบการสอน วิชา วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์**. สาขาวิชาสัตวศาตร์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุภลักษณ์ สรภักดี, จันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง, คมแข พิลาสมบัติ และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2558. “ผลของสภาวะการเก็บรักษาเนื้อโคและปริมาณกลีเซอรอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขึ้นรูปกึ่งแห้ง.” **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 33(3): 70-78.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2550. **การจัดการเนื้อสัตว์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2555. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2554. **แนวทางการใช้วัตถุเจือปนอาหารและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง.** [ออนไลน์] สืบค้นจาก: newsser.fda.moph.go.th/food/file/.../1.Rule_of_use_FoodAdd54.pdf. [สืบค้นวันที่ 13 กรกฎาคม 2556].

สำนักงานปศุสัตว์. 2555. **การเลี้ยงไก่ไข่**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : http://region5.dld.go.th/. [สืบค้นวันที่ 15 กรกฎคม 2557].

สุทธิชัย ภมรสมิต. 2550. **การศึกษาการอบแห้งเนื้อปลานิลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมรังสีอินฟาเรด**. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2549. **ตำราจุลชีววิทยาทางอาหาร Food Microbiology**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Aday, M.S. and Caner, C. 2013. “The shelf life extension of fresh strawbereies using an oxygen absorber in the biobased package.” **Food Sci. Tech.** 52: 102-109.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Adulyatham, P., Wattanachant, S., Wattanachant, C., and Wattanasit, S. 2006. "Some physical characteristics and sensory evaluation of naked-neck and indigenous chickens compared with broiler." **Proc. of 5th of the Southern Animal Science Conference Aug 15-16, 2006**, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand. pp. 307-318.

Ahn, D.U. and Lee, E.J. 2004. **Mechanisms and prevention of off-odor production and color changes in irradiated meat.** Washington: American Chemical Society.

Albright, S.N., Kendall, P.A., Avens, J. S. and Sofos, J.N. 2002. "Effect of marinade and drying temperature on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated home dried beef jerky." **J. Food Saf.** 22: 155-167

Allen, K., Cornforth, D., Whitter, D., Vasavada, M. and Nummer, B. 2007. "Evaluation of high humidity and wet marinade methods for pasteurization of Jerky." **J. Food Sci.** 72: 351-355.

AOAC. 2005. Official Method of Analysis", **18th Ed. Association of Official Analytical Chemists**. Gathersburg.

BAM. 2001. **Bacteriological Analytical Manual online, Chapter 12 on Staphylococcus aureus U.S. Food and Drug Administration.** [Online] Available: http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/BacteiologicalAnalyticalManual BAM. [สืบค้นวันที่ 27 ตุลาคม 2556].

Barrett, A.H., Briggs, J., Richardson, M. and Reed, T. 1998. "Texture and storage stability of processed beef sticks as affected by glycerol and moisture levels." **J. Food Sci.** 63: 84-87.

Barrett, A.H., Briggs, J., Richardson, M. and Reed, T. 1998. "Texture and storage stability of processed beef sticks as affected by glycerol and moisture levels." **J. Food Sci.** 63: 84-87.

Boonthanachintad, R. 2012. **replacement laying hens**. [Online]. Available : http://xn--12cads8kfo6h3a2i1bb5cch.com/category/uncategorized/. [สืบค้นวันที่ 15 กรกฎคม 2557].

Bourne, M. 2002. Principles of objective texture measurement. *In* Bourne, M. (ed). **Food texture and viscosity: concept and measurement (chapter 4)**. New York: Academic Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Buege, J.A. and Aust, S.D. 1978. "Microsomal lipid peroxidation." **Methods Enzymol.** 52: 302-310.

Chen, W.S. Liu, D.C. Chen, M.T. and Ockerman, H.W. 2000. "Improving texture and storage stability of Chinese-sytle pork jerky by the addition of humectants." **J. Anim. Sci.** 13: 1455-1460.

Chen, W.S., Liu, D.C. and Chen, M.T. 2001. "Effect of high level of sucrose on the moisture content, water activity, protein denaturation and sensory properties in Chinese-sytle pork jerky.Asian-Aus." **J. Anim. Sci.** 13: 585-590.

Chen, W.S., Liu, D.C. and Chen, M.T. 2002. "Effect of high level of sucrose on the moisture content, water activity, protein denaturation and sensory properties in Chinese-sytle pork jerky. Asian-Aus." **J. Anim. Sci.** 13: 585-590.

Choi, J.H., Jeong, J.Y., Han, D.J., Choi, Y.S., Kim, H.Y., Lee, M.A., Lee, E.S., Paik, H.D. and Kim, C.J. 2007. "Efffect of pork/beef levels and various casing on quality properties of semi-dried jerky." **Meat Sci.** 80: 278-286.

Daigle, S. and Eifert, J. 2005. "Safe processing of meat and poultry jerky." **Virginia cooperative extension**. 30: 458-501.

Daud, H.B., McMeekin, T.A. and Thomas, C.J. 1979. "Spoilage association of chicken skin." **Appl. Environ. Microbiol.** 37: 399-401.

Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S. and orenzo, J.M. 2014. "Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat." **Meat Sci.** 97: 223-230.

Donlao, N. and Siriwattanayotin S. 2012. "Moisture adsorption isotherm of assem green tea power." **MaeFahLuang University International Conference 2012**.

Farouk, M.M. and Swan, J.E. 1999. "Boning and storage temperature effects on the attributes of soft jerky and frozen cooked free-flow mince." **J. Food Sci.** 64: 465-468.

Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D. and Merkel, R.A. 1975. **Principle of meat science.** U.S.A: W.H. Freeman and Co. San Francisco.

Han-Sul Yang, Young-Hwa Hwang, Seon-Tea Joo and Gu-Boo Park. 2009. "The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky." **Meat Sci.** 82: 289–294.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hill, F. 1969. "The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages." **J. Food Sci.** 31: 161-166.

Huang, T.C. and Nip, W.K. 2001. Intermediate-moisture meat and dehydrated meat. *In* Hu, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W. and Owen A.Y eds. **Meat science and application**. Marcel Dekker, Inc.

Hunton, P. 1990. Industrial breeding and selection. pp. 985-1028. *In* Crawford, R.D. (ed). **Poultry breeding and genetic**. New York: Elsevier science publishing company Inc.

Hur, S.J., Choi, B.D., Choi, Y.J., Kim, B.G. and Jin, S.K. 2011. "Quality characteristics of imitation crab sticks made from Alaska Pollack and spent laying hen meat." **Food Sci. Tech**. 44: 1482-1489.

Jaturasitha, S., Srikanchai, T., Kreuzer, M. and Wicke, M. 2008. "Different in carcass and meat characteristics between chicken indigenous to Northern Thailand (Blackboned and Thai native) and improved extensive breeds (Bresse and Rhode Island Red)." **Poultry Sci.** 87: 160-169.

Kim, G.D., jung, E.Y., Seo, H.W., Joo, S.T. and Yang, H.S. 2010. "Textural and sensory properties of pork jerky adjusted with tenderizers or humectant." **Korean J. Food Sci. Ani. Resure.** 30: 930-937.

Kim, H.J., Raphael, A.R., Ladow, E.S., McGurk, L., Weber, R.A., Trojanowski, J.Q., Lee, V.M., Finkbeiner, S., Gitler, A.D. and Bonini, N.M. 2014. "Effects of level of glycerol addition on physicochemical characteristics of intermediate moisture meat." **Korean J. Anim. Sci.** 31: 342–352.

Kim, S.M. and Sung, S.K. 1989. "Effects of level of glycerol addition on physicochemical characteristics of intermediate moisture meat." **Korean J. Anim. Sci.** 31: 342–352.

Konieczny, P., Stangierski, J. and Kijowski, J. 2007. "Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky." **Meat Sci.** 76: 253–257.

Laemmli, U.K. 1970. "Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4." **Nature.** 227: 185-680.

Lawrie, R.A. 1998. **Meat science.** England: William Clowes and Sons Ltd.

Leung, H.K., Mallock, J.P., Meyer, R.S. and Morad, M.M. 1984. "Storage stability of a puff pastry dough with reduced water activity." **J. Food Sci.** 49: 1405-1409.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lim, D.G., Lee, S.S., Seo, KS. and Nam, K.C. 2012. "Effect of different drying methods on quality traits of Hanwoo beef jerky form low-valued cuts during storage." **Korean J. Food Sci.** 32: 531-539.

Liu, Z.C., Odell, N. and Geisbrecht, E.R. 2013. "Drosophila importin-7 functions upstream of the Elmo signaling module to mediate the formation and stability of muscle attachments." **J. Cell Sci.** 126: 5210-5223.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. 1951. "Protein measurement with the folin phenol reagent." **Bio. Chem.** 193: 265-275.

Lyon, C.E., Papa, C.M. and Wilson, J.R. 1991. "Effect of feed withdral on yield, muscle, pH and texture of broiler breast meat." **J. Poult. Sci.** 70: 1020-1025.

Mcguire, R. G. 1992. "Reporting of objective color measurements." **Hort Sci.** 27: 1254-1255.

Murphy, E.C., Zhurkin, V.B., Louis, J.M., Cornilescu, G. and Clore, G.M. 2001. "Structural basis for SRY-dependent 46-X,Y sex reversal: modulation of DNA bending by a naturally occurring point mutation." **J. Mol. Biol.** 312:481-99.

Pagliaro, M. and Rossi, M. 2010. **The future of glycerol.** 2nd ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

Powell, C.D., Van Zandycke, S.M., Quain, D.E. and Smart K.A. 2000. "Replicative ageing and senescence in Saccharomyces cerevisiae and the impact on brewing fermentations." **Microbiol.** 146: 1023-1034.

Saricoban, C. and Yilmaz, M.T. 2010. "Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology." **World Appl. Sci. J.** 9: 14-22.

Souza, K.M.R., Araujo, R.B., Santos, A.L., Rodrigues, C.C., Faria, D.E. and Trindade, M.A. 2011. "Adding value to the meat of spent laying hens manufacturing sausages with a healthy appeal." **Brazilian J. Poult. Sci.** 13: 57-63

Tangwatcharin, P., Chanthachum, S., Khopaibool, P. and Griffiths, M.W. 2006. "Morphological and physiological responses of *Campylobacter jejuni* to stress." **J. Food Prot.** 69: 2747-2753.

The 35th Session of the Codex Alimemtarius Commission. 2012. **Codex General Standard for Food Additives (GSFA).** [Online] Available: http://www.codexalimentarius.net/gsfa online/index.html. [สืบค้นวันที่ 13 กรกฎาคม 2556].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USDA-FSIS. 2012. **FSIS Compliance Guideline for Meat and Poultry Jerky Produced by Small and Very Small Establishments.** [Online]. Available: www.fsis.usda.gov/PDF/Compliance_Guideline_Jerky_2012.pdf. [สืบค้นวันที่ 26 พฤษภาคม 2556]

Van Ba, H., Hwang, I., Jeong, D. and Touseef, A. 2012. **Principle of meat aroma flavors and future prospect.** pp. 145–176. *In* Akyar, I. ed. Latest research into quality control. Rijeka: Croatia.

Varnam, A.H. 1995. **Meat and meat products: Technoloty, chemisty and microbiology.** London : Chapman and Hall.

Virginia, C., Resconi, 1., Escudero, A. and Campo, M. 2013. "The Development of Aromas in Ruminant Meat." **Molecules**. 18: 6748-6781.

Wattanachant, C., Songsang, A., Wattanasit, S., Adulyatham, P. and Wattanachant, S. 2004. **Carcass quality, chemical composition, physical properties and textural characteristics of meat from naked-neck chicken and common Thai indigenous chicken.** Prince of Songkla University. Songkhla, Thailand, 158 p.

Wattanachant, C., Wattanasit, S., Wattanachant, S. and Songsang, A. 2007. "Carcass characteristics, physical property and chemical composition of naked-neck and Thai indigenous chicken muscles reared under backyard production systems. Songklanakarin." **J. Sci. Technol.** 2: 321- 337.

Yang, H.S, Hwang, Y.H., Joo, S.T. and Park, G.B. 2009. "The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky." **Meat Sci.** 82: 289-294.

Yoon, Y., Calicioglu, M., Kendall, P.A., Smith, G.C. and. Sofos, J.N. 2005. "Influence of inoculum level and acidic marination on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 during drying and storage of beef jerky." **Food Microbiol**. 22: 423–431.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 70

95% ethanol	737.00 มิลลิลิตร
Distilled water	233.00 มิลลิลิตร

สารละลายเอทานอลผสมกับน้ำกลั่น และเขย่าให้เข้ากัน เก็บในขวดสีชาปิดฝาสนิท

2. การเตรียมสารละลายสำหรับการแยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้า

2.1 30% Monomer solution (acrylamind monomer) (100 มิลลิลิตร)

Acrylamind	30 กรัม
Bisacrylamind	0.8 กรัม

ทำการละลายสาร acrylamind 30 กรัม และ Bisacrylamind 0.8 กรัม ในน้ำกลั่นผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic stirrer และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บให้พ้นแสงแดดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.2 4X Resolving gel buffer (1.5M Tris, pH 8.8) (100 มิลลิลิตร)

Tris (hydroxymethyl) aminomethane	18.15 กรัม
น้ำกลั่น	90 มิลลิลิตร

ทำการละลายสาร Tris 18.15 กรัม และน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic stirrer เมื่อละลายแล้วทำการปรับ pH ให้ได้ 8.8 โดยใช้ 0.1 N HCl จากนั้นเก็บให้พ้นแสงแดดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.3 4X Stacking gel buffer (0.5M Tris, pH 6.8) (100 มิลลิลิตร)

Tris (hydroxymethyl) aminomethane	6 กรัม
น้ำกลั่น	90 มิลลิลิตร

ทำการละลายสาร Tris 6 กรัม และน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic stirrer เมื่อละลายแล้วทำการปรับ pH ให้ได้ 6.8 โดยใช้ 0.1 N HCl จากนั้นเก็บให้พ้นแสงแดดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 10% Sodium dodecyl sulphate (SDS) (100 มิลลิลิตร)

SDS	10 กรัม
น้ำกลั่น	90 มิลลิลิตร

ทำการละลายสาร SDS 10 กรัม และน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic stirrer จากนั้นเก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง

2.5 10X Tank buffer สำหรับ SDS-PAGE (1000 มิลลิลิตร)

Tris (hydroxymethyl) aminomethane	30.28 กรัม
Glycine	144.13 กรัม
SDS	10 กรัม
น้ำกลั่น	90 มิลลิลิตร

ทำการละลายสาร Tris 30.28 กรัม Glycine 144.13 กรัม และSDS 10 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic stirrer เมื่อละลายแล้วทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มิลลิลิตร โดยเจือจางสารละลาย 10 เท่า ก่อนใช้ สารละลายสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลา 1 เดือนที่อุณหภูมิห้อง

2.6 2X Sample buffer สำหรับ SDS-PAGE (10 มิลลิลิตร)

4X Stacking gel buffer (0.5M Tris, pH 6.8)	2.5 มิลลิลิตร
Glycerol	2 มิลลิลิตร
10% SDS	4 มิลลิลิตร
Bromophenol blue	1 มิลลิลิตร
ß-mercaptoethanol	0.2 มิลลิลิตร

ทำการละลายสาร 4X Stacking gel buffer (0.5M Tris, pH 6.8) 2.5 มิลลิลิตร Glycerol 2 มิลลิลิตร 10% SDS 4 มิลลิลิตร Bromophenol blue 1 มิลลิลิตร และ ß-mercaptoethanol 0.2 มิลลิลิตร ให้เข้ากันและปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

2.7 Staining Solution (1000 มิลลิลิตร)

Coomassie brilliant blue (R-250)	1.25 กรัม
Ethanol	450 มิลลิลิตร
Acetic acid	100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการละลายสาร Coomassie brilliant blue (R-250) 1.25 กรัม Ethanol 450 มิลลิลิตร และ Acetic acid 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic stirrer ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บให้พ้นแสงแดดที่อุณหภูมิห้อง

2.8 Destaining Solution (1000 มิลลิลิตร)

Methanol	300 มิลลิลิตร
Acetic acid	100 มิลลิลิตร

ทำการผสม Methanol 300 มิลลิลิตร และ Acetic acid 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

3. การเตรียมสารละลายสำหรับการตรวจวัดการออกซิเดชันของไขมันด้วยเทคนิค TBARs

3.1 0.25 N HCl (1000 มิลลิลิตร)

37% HCl	20.73 มิลลิลิตร

เทน้ำกลั่นลงในขวดปรับปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 37% HCl 20.73 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น (ทำในตู้ดูดควัน)

3.2 0.375% 2-Thiobarbituric acid (1000 มิลลิลิตร)

2-Thiobarbituric acid	3.75 กรัม
15% Trichloacetic acid	150 กรัม

ทำการละลายสาร 2-Thiobarbituric acid 3.75 กรัม และ 15% Trichloacetic acid 150 กรัม ด้วย 0.25 N HCl ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บให้พ้นแสงแดดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.3 Stock สาร 1,1,3,3 tetra-ethoxypropane (TEP) (100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

1,1,3,3 tetra-ethoxypropane (TEP)	10.88 ไมโครลิตร

ดูดสาร 1,1,3,3 tetra-ethoxypropane (TEP) 10.88 ไมโครลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติม ethanol 95% ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เก็บให้พ้นแสงแดดในตู้เย็นทุกครั้งหลังใช้ โดยทำการเจือจาง stock MDA 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ก่อนใช้ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายเปปโทนร้อยละ 0.1 ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

Peptone	1.00 กรัม

ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

2. Plate count agar (PCA) ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

Plate count agar	22.5 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

3. Baird-Parker agar (BP) ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

baird-Parker agar	58 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร
Egg yolk	9 มิลลิลิตร
Potassium tellulite	40 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่นให้เข้ากัน จากนั้นนำไปทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

การเตรียม egg yolk solution

(i) นำไข่ไก่สดมาล้างเปลือกให้สะอาด จากนั้นนำไปแช่ใน 70% ethyl alcohol เป็นเวลา 15 นาที

(ii) นำไข่ไก่มาวางในบีกเกอร์ที่มีกระดาษกรองรองปลอดเชื้อ ทิ้งไว้ให้แอลกอฮอล์ระเหย

(iii) ตอกไข่ไก่ในตู้ปลอดเชื้อ ทำการแยกไข่ขาวออกให้หมดโดยเทคนิคปลอดเชื้อ แยกส่วนที่เป็นไข่แดงลงในบีกเกอร์ปลอดเชื้อ เติมไข่แดงลงในดูแรนขนาดปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเกลือ 0.85% ที่ผ่านการฆ่าเชื้ออยู่ 140 มิลลิลิตร ใส่ไข่แดงจนมีปริมาตร 200 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (เตรียมใหม่ทุกครั้ง)

การเตรียม 1% potassium tellurite (PT)

(i) ชั่ง Potassium tellurite 1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์แก้ว ใส่น้ำกลั่นทำการคนจนสารละลายหมด แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร

(ii) นำ Potassium tellurite ที่ปรับปริมาตรแล้ว ทำให้สารละลายปลอดเชื้อโดยการกรองด้วยกระดาษกรองปลอดเชื้อใส่ลงในขวดดูแรนปลอดเชื้อ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การผสม egg yolk-tellurite emulsion

(i) นำ 1% Potassium tellurite ที่เตรียมไว้ปริมาตร 40 มิลลิลิตร (ใช้กระบอกตวงปลอดเชื้อ) ผสมกับ egg yolk solution ที่เตรียมไว้

(ii) ทำการเขย่าให้เข้ากันจะได้ egg yolk tellurite 240 มิลลิลิตร เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้ (เตรียมใหม่ทุกครั้ง)

การเตรียม Baird-Parker medium

(i) เตรียมอาหาร Baird-Parker agar 285 มิลลิลิตร นำไปทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

(ii) นำขวดอาหารไปแช่ในอ่างปรับอุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียส เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อเย็นลง เติม egg yolk tellurite ลงในขวดอาหาร 15 มิลลิลิตร

4. Chromocult agar ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

Chromocult agar	26.5 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่นที่ทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาทีแล้ว จากนั้นนำอาหารไปผ่านความร้อนให้อาหารละลาย เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงไป

5. MRS agar ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

MRS	52.2 กรัม
Agar	15 กรัม
$CaCO_3$	5 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่นให้เข้ากัน จากนั้นนำไปทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

6. Simmons citrate agar ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

Simmons citrate agar	22 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม ในน้ำกลั่นที่ผ่านการทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที และนำไปให้ความร้อนจนวุ้นละลาย

7. Xylose lysine deoxycholate agar ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

Xylose lysine deoxycholate agar	55 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม ในน้ำกลั่นที่ผ่านการทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที และนำไปให้ความร้อนจนวุ้นละลาย

8. Tryptic Soy Broth ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

Tryptic Soy Broth	3 กรัม
น้ำกลั่น	100 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม ในน้ำกลั่นจากนั้นไปทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

9. Tryptic Soy Broth ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

Nutrient broth	0.8 กรัม
น้ำกลั่น	100 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม ในน้ำกลั่นจากนั้นไปทำให้ปลอดจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ค่าองศาของสี

การอ่านค่าองศาของสี มีรายละเอียด ดังนี้

L* = The lightness factor (value)

ค่า L* แสดงค่าความสว่าง

- วัตถุมีสีขาวเมื่อมีค่าเท่ากับ 100
- วัตถุมีสีดำเมื่อมีค่าเท่ากับ 0

a*, b* = The Chromaticity coordinates (Hue, Chroma)

ค่า a* - มีค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง

- มีค่าลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว

ค่า b* - มีค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง

- มีค่าลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

ทั้ง a* และ b* หากมีค่าเป็นศูนย์ หมายถึง วัตถุมีสีเทา

ค่า Chroma - มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีซีดจาง (เทา)

- มีค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม

ค่า Hue angle แสดงช่วงสีของวัตถุมีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศา คือ

ช่วงสี (องศา)	แสดงสี
0-45	สีม่วงแดงถึงสีส้มแดง
45-90	สีส้มแดงถึงสีเหลือง
90-135	สีเหลืองถึงเหลืองเขียว
135-180	สีเหลืองเขียวถึงเขียว
180-225	สีเขียวถึงสีน้ำเงิน
225-270	สีน้ำเงินเขียวถึงน้ำเงิน
270-315	สีน้ำเงินถึงม่วง
315-360	สีม่วงถึงม่วงแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อไก่ไข่ปลดระวาง

วันที่.....

ลำดับที่.....

<u>ตอนที่ 1</u> รายละเอียดของผู้ประเมิน

1.1 เพศ O ชาย O หญิง

1.2 กรุณาระบุช่วงอายุของท่าน

O ต่ำกว่า 20 ปี O 20-35 ปี O 36-50 ปี O สูงกว่า 50 ปี

1.3 รายได้ของท่านต่อเดือน O น้อยกว่า 5,000 บาท O 5,001-15,000 บาท

O 15,001-25,000 บาท O มากกว่า 25,000 บาท

1.4 อาชีพ O นักเรียน นักศึกษา O รับราชการ พนักงานของรัฐ

O บริษัทเอกชน O ทำงานส่วนตัว

O อื่น ๆ โปรดระบุ.....

คุณชอบรับประทานหมูแดดเดียวหรือไม่

O ไม่ชอบมาก O ไม่ชอบ O ไม่ค่อยชอบ O เฉยๆ

O ค่อนข้างชอบ O ชอบ O ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

🍸 กรุณากลั้วปากด้วยน้ำดื่มก่อนชิมตัวอย่างแรก

🍸 ก่อนชิมตัวอย่างถัดไป กรุณาทานแครกเกอร์เล็กน้อย ตามด้วยการกลั้วปากด้วยน้ำดื่มอีกเล็กน้อย (ท่านสามารถบ้วนทิ้งลงในถ้วยสูงที่เตรียมไว้ให้)

<u>ตอนที่ 2</u> กรุณาให้คะแนนระดับความชอบของท่าน (จาก 1 ถึง 7 คะแนน) ที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ท่านกำลังทดสอบชิมทีละตัวอย่าง โดยกรอกคะแนนลงให้ตรงกับรหัสตัวอย่างในตารางด้านล่าง

คะแนน		ระดับความชอบ
7	=	ชอบมากที่สุด
6	=	ชอบมาก
5	=	ชอบ
4	=	เฉยๆ
3	=	ไม่ชอบ
2	=	ไม่ชอบมาก
1	=	ไม่ชอบมากที่สุด

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	**รหัสผลิตภัณฑ์**					
สี						
ลักษณะปรากฏโดยรวม						
เนื้อสัมผัส (ความยากง่ายในการกัดและเคี้ยวเพื่อกลืน)						
ความหวาน						
กลิ่นและรสชาติ						
คุณภาพโดยรวม						

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

……

……ขอบคุณที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า ☺

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเจอร์กี้

ชื่อ.....วันที่.....

ท่านจะได้รับตัวอย่างเจอร์กี้ไก่ ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะบรรจุในถ้วยที่ติดรหัสเลขสามตัวไว้ ให้ท่านประเมินระดับความเข้มของลักษณะปรากฏ (คุณภาพสีและความมันวาว) ความแข็ง ความเคี้ยวได้ และกลิ่นรสเครื่องเทศของเจอร์กี้ทีละตัวอย่าง

วิธีการประเมินลักษณะปรากฏ

1. พิจารณาและประเมินความเข้มของลักษณะปรากฏแต่ละด้าน ทีละตัวอย่าง โดยถือตัวอย่างเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานในลักษณะเอียงทำมุม 45 องศา ให้คะแนนเทียบกับภาพมาตรฐาน
2. ขีดเส้นตั้งฉาก หรือกากบาทแสดงระดับคะแนนของคุณภาพสีที่ประเมินได้ ลงบนเส้นแนวนอน (ของคุณภาพสีแต่ละด้าน) ซึ่งมีความยาว 10 ซม.
3. ใส่รหัสเลขสามตัวของตัวอย่างที่ประเมินลงให้ตรงกับเส้นตั้งฉาก

<u>ผลการประเมิน</u>

ด้านความมันวาวหรือความด้าน

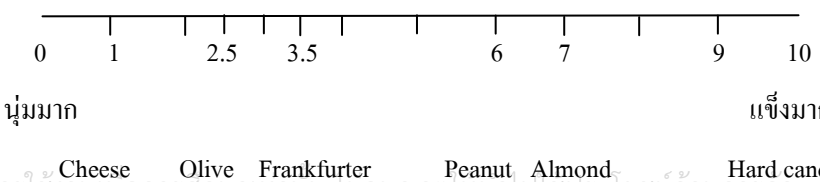
ความแดง

ความซีดหรือคล้ำ

ความแข็ง หมายถึง แรงที่ใช้กัดตัวอย่างด้วยฟันหน้าจนขาดจากกัน

วิธีการประเมิน วางตัวอย่างระหว่างฟันหน้า แล้วกัดลงอย่างสม่ำเสมอ ประเมินแรงที่ต้องใช้กัดตัวอย่างจนขาดจากกัน

ความแข็ง

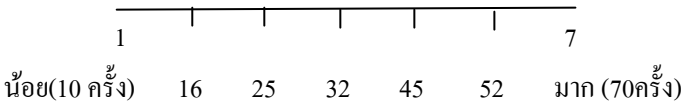


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเคี้ยวได้ หมายถึง จำนวนครั้งที่ใช้ในการเคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามจนสามารถกลืนได้

วิธีการประเมิน วางตัวอย่างระหว่างฟันกราม แล้วเคี้ยวอย่างสม่ำเสมอ ประเมินจำนวนครั้งที่เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามจนสามารถกลืนได้

ความเคี้ยวได้



กลิ่นรสเครื่องเทศ คือ ระดับความเข้มของกลิ่นรสเครื่องเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจันทร์เพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง
วัน เดือน ปีเกิด	3 มีนาคม พ.ศ. 2535
ที่อยู่	111/7 หมู่ 9 ตำบล ตะค่า อำเภอ บางปลาม้า จังหวัด สุพรรณบุรี 72150
ประวัติการศึกษา	2552 มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนบางปลาม้า “สูงสุมารผดุงวิทย์”
	2556 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	2559 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	ผลงานตีพิมพ์ “Changes in physicochemical, microbiological and sensorial quality of jerky processed from spent laying hen meat during storage” 2nd International Symposium on Agricultural Technology. A-One The Royal Cruise Hotel Pattaya, Thailand. July 1-3, 2015
ทุนวิจัยที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนจากสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้