การผลิตแคบหมูเทียมโดยใช้เจลาตินและไฮโดรคอลลอยด์

PRODUCTION OF IMITATED PORK RIND USING GELATIN AND HYDROCOLLOID

ตันติกร นกขมิ้น

ธนากร เหมทอง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การผลิตแคบหมูเทียมโดยใช้เจลาตินและไฮโดรคอลลอยด์

PRODUCTION OF IMITATED PORK RIND USING GELATIN AND HYDROCOLLOID

จัดทำโดย

ตันติกร นกขมิ้น รหัสนักศึกษา 58080169

ธนากร เหมทอง รหัสนักศึกษา 58080175

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....

(ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การผลิตแคบหมูเทียมโดยใช้เจลาตินและไฮโดรคอลลอยด์	
ชื่อนักศึกษา	ตันติกร นกขมิ้น	รหัสนักศึกษา 58080169
	ธนากร เหมทอง	รหัสนักศึกษา 58080175
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร	
พ.ศ.	2562	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์	

บทคัดย่อ

แคบหมูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง และแพร่หลาย อย่างไรก็ตามแนวโน้มของต้นทุนการผลิตแคบหมูนั้นสูงขึ้นเนื่องจากหนังหมูมีราคาที่สูงขึ้น แนวทางการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัตถุดิบอาหารมาทดแทนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแคบหมูจึงเป็นงานที่น่าสนใจ ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัตถุดิบอาหารได้แก่ แป้ง เจลาติน คาราจีแนน กัวร์กัม และน้ำ ในการเป็นส่วนประกอบสำหรับการขึ้นรูปแคบหมูเทียม ผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำ เจลาติน และคาราจีแนน มีความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปแคบหมูเทียม จึงศึกษาอัตราส่วนระหว่าง น้ำ: เจลาติน: คาราจีแนน โดยใช้ Mixture design ในการออกแบบการทดลองและกำหนดปัจจัยคุณภาพได้แก่ ค่าสี ค่ากิจกรรรมของน้ำอิสระ ค่าความแข็ง ของแคบหมูเทียมเปรียบเทียบกับแคบหมูที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ผลการทดลองพบว่าการใช้ น้ำ: เจลาติน: คาราจีแนน อัตราส่วน 88: 9: 3 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า ความแข็ง ความสว่าง และความเป็นสีเหลืองที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับตัวอย่างมาตรฐาน แต่มีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่ามาตราฐานเล็กน้อย จึงเลือกสูตรดังกล่าวมาผลิตเพื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภค ผลการทดสอบพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บได้นาน 5 วัน มีค่า TBARS อยู่ระหว่าง 1.03 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ต่อตัวอย่าง 1000 กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	production of imitated pork rind using gelatin and hydrocolloid
Student name	Tantikorn Nokkhamin Student ID 58080169
	Thanakorn Heamthong Student ID 58080175
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2019
Advisor	Asst Prof. Dr. Soraya Kerdpiboon

ABSTRACT

Pork rind is well known as one of popular pork products for consumers. However, the production cost of pork rind tended to increase since pork skin had high cost. Possibility to use an alternative food material to produce imitated pork rind was therefore interested. This project had the objectives to study the possibility to use food materials viz. flour, gelatin, carrageenan, guar gum and water to be based composition of pork rind forming. It was found that using of water, gelatin, and carrageenan can be used to form imitated pork rind. Moreover, the ratios of water: gelatin: carrageenan achieved by Mixture design were studied and the responses were consisted of color, Aw and hardness. The responses of samples were compared with pork rind from the market. Using of water: gelatin: carrageenan of 88: 9: 3 was found to have lightness, yellowness and hardness with not significantly different from the control sample ($p>0.05$). Then imitated pork rind was produced and evaluated sensory preference in terms of color, smell, taste, crispiness and overall liking score. Results were found that panels preferred the imitated pork rind with slightly to moderate like with all parameters. After storage sample for 5 days, it was found that sample had TBARS of 1.03 mg malonaldehyde/1000g.sample, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผศ.ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานวิจัยครั้งนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง คณะผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริง และความทุ่มเทของอาจารย์ที่สละเวลามาช่วยในงานวิจัยนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะอุสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตร ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ คอยช่วยเหลืออำนวยความสะดวกตลอดเวลาในการทำงานวิจัยให้แก่คณะผู้จัดทำตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาในคณะอุตสาหกรรมเกษตรจนกระทั่งประสบความสำเร็จในวันนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ รวมไปถึงครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และพี่ป.โท คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยช่วยเหลืองานวิจัย และสร้างแรงบันดาลใจให้กับคณะผู้จัดทำในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่าปัญหาพิเศษเล่มนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่มากก็น้อยสำหรับผู้ที่สนใจ จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่บุคคลทุกท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณแด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้น คณะผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

ตันติกร นกขมิ้น

ธนากร เหมทอง

วันที่ 24 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการทดลอง	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เนื้อสัตว์	3
2.2 แคบหมู	4
2.3 เจลาติน	7
2.4 คาราจีแนน	9
2.5 การให้ความร้อน	10
2.6 คุณภาพของผลิตภัณฑ์	12
2.7 การทดลองแบบส่วนผสม	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	16
3.2 อุปกรณ์	16
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	22
4.1 การคัดเลือกวัตถุที่เป็นไปได้ในการขึ้นรูปแคบหมูเทียม	22
4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะของแคบหมูเทียม	22
4.3 ผลการทดสอบคุณลักษณะของแคบหมูเทียม	24
4.4 ผลการเลือกสูตรที่ใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม	26
4.5 ผลการทดสอบความชอบของแคบหมูเทียมและการเก็บรักษา	27
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1 สรุปผล	28
5.2 ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	31
ภาคผนวก ก	31
ภาคผนวก ข	39
ประวัติผู้เขียน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ และการเจริญของจุลินทรีย์	12
2.2 แสดงการจำแนกประเภทอาหารตามค่าแอคติวิตีของน้ำ	13
3.1 อัตราส่วนการผสมจากการทำ Mixing design โดยกำหนดค่าของน้ำอยู่ที่ช่วง 88-92 เจลาตินอยู่ที่ช่วง 7-10 คาราจีแนนอยู่ที่ 1-3 ต่อ 100 เปอร์เซ็นต์	18
4.1 ผลการวัดสีและค่า Water activity ของแผ่นแคบหมู	23
4.2 ผลการวัดสี Water activity และ ค่าเนื้อสัมผัสของแคบหมูเทียม	25
4.3 ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส	27
4.4 ค่า TBARS จากการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร และนำไปคูณกับ A_{532}	27
ก.1 สัดส่วนและลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่นำไปขึ้นรูปที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส 30 นาที	31
ก.2 สัดส่วนและลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่ผ่านการอบและนำไปทอดที่อุณภูมิ 160-170 องศาเซลเซียส 20 วินาที	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แคบหมู	5
2.2 แสดงความสัมพันธ์ของ Water activity กับคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร	13
2.3 บริเวณที่เป็นการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design) เมื่อมีส่วนประกอบ 2 และ 3 ชนิดตามลาดับ	15
3.1 แสดงอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำ เจลาติน และคาราจีแนน	18
3.2 เครื่องวัดสี Minolta CR-400	19
3.3 เครื่องวัดค่า Water activity รุ่น 4TE	20
3.4 เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.X2i	20
ข.1 แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

แคบหมูเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการบริโภคในประเทศไทย การบริโภคแคบหมูสามารถบริโภคได้หลายรูปแบบ ทั้งในรูปพร้อมรับประทาน หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานคู่กับอาหารอื่น เช่น ก๋วยเตี๋ยว และส้มตำ เป็นต้น แคบหมู ผลิตจากหนังหมูที่ผ่านการต้มในน้ำ หรือน้ำที่มีการผสมเครื่องปรุง เพื่อให้แคบหมูมีรสชาติ จากนั้นนำมาตากแดด หรืออบแห้ง ก่อนการนำมาทอดในน้ำมันท่วม และบรรจุในภาชนะต่าง ๆ แคบหมูเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาที่แตกต่างกันตาม สถานที่ผลิต ยี่ห้อ ภาชนะบรรจุ หรือแม้แต่หีบห่อ เป็นต้น

ในปัจจุบันผู้ผลิตให้ความสนใจในการนำวัตถุดิบเพื่อมาทดแทนการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่อย่างจำกัด หรือวัตถุดิบที่มีราคาแพง ทั้งนี้หนังหมูถือแม้ว่าจะมีราคาต้นทุนต่อหน่วยกิโลกรัมที่ยังไม่สูงมาก แต่แนวโน้มของเนื้อหมูในประเทศไทยราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ ย่อมส่งผลให้ราคาต้นทุนของหนังหมูมีแนวโน้มที่สูงมากขึ้นเช่นกัน เพราะหนังหมูนอกจากสามารถผลิตเป็นแคบหมูแล้ว ยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ได้อีก เช่น หมูยอหนัง ไส้กรอกอิสาน แหนม เป็นต้น การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้วัตถุดิบอาหารชนิดอื่น เพื่อทดแทนการใช้หนังหมูในการผลิตแคบหมูโดยตรงจึงเป็นงานที่น่าสนใจ

เจลาตินจัดเป็นวัตถุดิบหนึ่งที่ได้จากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เป็นวัตถุดิบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติของคอลาเจนเนื่องจากการได้รับความร้อน เจลาตินมีสมบัติ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) ที่คืนตัวเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน (thermoreversible gel) เป็นสารที่ทำให้เกิดความคงตัว (stabilizer) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ทำให้น้ำกับไขมันรวมตัวกันได้ดี ไม่แยกชั้น ใช้ทดแทนไขมัน (fat replacer) ใช้ในอาหารที่มีไขมันต่ำ ใช้สำหรับการจับและเก็บรักษากลิ่นรส (flavor encapsulation) ใช้เคลือบผิว แฮม ขนมเค้ก เพื่อรักษาความชุ่มชื้น ทั้งนี้การประยุกต์ใช้เจลาตินในอุตสาหกรรมอาหารมีหลากหลาย เช่น ขนมขบเคี้ยว ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Karim และ Bhat, 2008)

สำหรับคาราจีแนนซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต เกิดจากน้ำตาลกาแล็กโทส (galactose) ต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glyosidic bond) คาราจีแนนถือเป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากมีสมบัติเป็น thickening agent ทำให้เกิดความหนืด เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ช่วยให้น้ำมันและไขมันกับน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ทำให้เกิดเจล (gel) จากคาราจีแนน เป็นเจลชนิด thermoreversible

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

gel คือ เจลที่สามารถเปลี่ยนเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน ตัวอย่างการนำคาราจีแนนไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ของหวานที่เป็นเจล (dessert gel) อาหารสัตว์บรรจุกระป๋อง ผลิตภัณฑ์นม (dairy product) น้ำนมถั่วเหลือง (soy milk) (Hirase และ Watanabe, 1972)

งานวิจัยนี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ของการนำสารที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้ส่วนผสมหลักได้แก่ เจลาติน และคาราจีแนน และสารอื่น ๆ มาใช้ในการขึ้นรูปเป็นแผ่น และการผลิตแคบหมูเทียม อีกทั้งตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่ให้ความสนใจในการบริโภคแคบหมูเทียมที่ผลิตจากส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม

1.2.2 ศึกษาผลของส่วนประกอบที่มีต่อคุณภาพของแคบหมูเทียม

1.2.3 ตรวจสอบความชอบของแคบหมูเทียมและการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตการทดลอง

1.3.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของส่วนประกอบที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม

1.3.2 คัดเลือกวัตถุดิบที่มีความเป็นไปในการผลิตแคบหมูเทียม

1.3.3 ศึกษาผลของส่วนประกอบที่มีต่อคุณภาพของแคบหมูเทียม

1.3.4 ทดสอบความชอบของแคบหมูเทียมและการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เนื้อหาค้นคว้าเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เนื้อสัตว์

ในการประกอบอาหารแต่ละเมนู วัตถุดิบเป็นสิ่งที่สำคัญ และเป็นหัวใจหลักของการทำอาหาร วัตถุดิบที่ใช้สำหรับปรุงอาหาร นอกจากคาร์โบไฮเดรต และไขมันแล้ว โปรตีนจากเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อไก่ เนื้อปลา เนื้อหมู เนื้อวัว และอาหารทะเลที่ได้จากสัตว์ทะเลเป็นต้น เนื้อสัตว์เป็นวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ เนื้อสัตว์แต่ละประเภทมีคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันออกไป และในขณะเดียวกันหากรับประทานในปริมาณมาก ก็อาจจะส่งผลเสียต่อร่างกายแตกต่างกันออกไป ดังนั้น เราควรเลือกทานเนื้อสัตว์ให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายเรา โดยเนื้อสัตว์ที่คนส่วนใหญ่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบประกอบอาหาร มีดังนี้

2.1.1 เนื้อวัว ในปัจจุบันมีหลากหลายชนิดและหลายเกรด แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือเนื้อวัวพื้นเมือง และเนื้อวัวขุน (โคขุน) โดยปริมาณโปรตีนนั้นมีเท่า ๆ กันคือประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเนื้อทั้งหมด แต่ไขมันในวัวขุนมีมากกว่า 10-15 เท่า เนื้อวัวนอกจากจะเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญแล้ว ยังเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของธาตุเหล็ก ที่ช่วยบำรุงในเรื่องของเลือด และวิตามินบี 12 ที่ช่วยลดความเสี่ยงจากโรคหัวใจ และสมองเสื่อมอีกด้วย หากจะทานให้ได้โปรตีนสูงและไขมันที่น้อยที่สุด ควรเลือกทานเนื้อสันส่วนบน จะมีไขมันแทรกอยู่น้อยที่สุด

2.1.2 เนื้อหมู เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญที่สุด และได้รับความนิยมสูงสุด ในปัจจุบันเนื้อส่วนที่มีคุณภาพ ของโปรตีนมากที่สุดคือ เนื้อสันใน และเนื้อที่มีไขมันมากที่สุดคือหมูสามชั้น ตามมาด้วยคอและซี่โครง เนื้อหมูที่สดจะมีสีชมพูอ่อน เนื้อหมูนอกจากจะอุดมไปด้วยโปรตีนแล้ว ยังเป็นแหล่งของสารอาหารอื่น ๆ เช่นวิตามินบี 1 ช่วยลดอาการเหน็บชา วิตามินเอบำรุงสายตา และยังมีฟอสฟอรัสและไนอาซีน (วิตามินบี 3) ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากไม่ว่าจะเป็นช่วยในการลดไขมัน ลดการอักเสบของผิวหนัง หรือแม้กระทั่งบำรุงสมอง จะพบมากในเนื้อส่วนที่ไม่ติดมัน

2.1.3 เนื้อไก่ เป็นเนื้อที่ให้โปรตีนคุณภาพสูง และให้ไขมันน้อยมาก ๆ เว้นแต่ว่าเราจะรับประทานหนังเข้าไปด้วย เนื้อไก่ที่ควรทานเพื่อสุขภาพที่ดีคือ เนื้ออก เพราะเป็นส่วนที่มีไขมันน้อยมากคือ 8.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่มีไขมันมากที่สุดก็คือสะโพกและปีก ซึ่งจะมีไขมันเป็นสองเท่าของเนื้ออกไก่ และชิ้นส่วนที่ไม่แนะนำให้รับประทานเลยของไก่ก็คือส่วนคอ เพราะมีการวิจัยแล้วพบว่าเป็นแหล่งตกค้างของสารเคมี และปฏิชีวนะสูงมาก หากจะทานให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรทานเนื้อไก่ที่ลอกหนัง และปรุงด้วยการต้มหรือนึ่ง (นิรนาม, 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ส่วนประกอบอื่นที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ การชำแหละสัตว์แต่ละตัวพบว่าจะมีส่วนที่ไม่ได้ใช้ของสัตว์ สามารถนำมาทำให้เกิดประโยชน์ได้ โดยแบ่งเป็นที่บริโภคได้ และบริโภคไม่ได้ สำหรับส่วนที่ไม่ได้ใช้ของสัตว์ที่บริโภคได้มีหลายชนิด ได้แก่ เลือด หนังสัตว์ กระดูกสัตว์ เป็นต้น

2.1.4.1 เลือด เป็นวัตถุดิบที่เน่าเสียได้ง่ายมาก ถ้าปฏิบัติตามกระบวนการต่าง ๆ ตามขั้นตอนไม่ดี จะทำให้เลือดเกิดการเน่าเสียและไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ผลิตภัณฑ์อาหาร การแปรรูปเลือดจะได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต ยกตัวอย่างเช่น การทำเลือดผง (เยาวลักษณ์, 2536)

เลือดผง เลือดที่ตั้งทิ้งไว้จะเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนจากนั้นจะถูกนำมาทำให้เกิดการแตกตัว และทำให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยผ่านเข้าเครื่องโฮโมจีไนส์ (Homogenizer) และทำให้แห้งโดยใช้เครื่องแบบดรัม (Drum dryer) หรือเครื่องแบบสเปรย์ (Spray dryer) ที่อุณหภูมิต่ำจะได้เป็นเลือดผง แต่คนไทยส่วนใหญ่นิยมนำไปต้มจนแข็งตัว แล้วจึงนำมาประกอบอาหารต่าง ๆ ชนิด

2.1.4.2 กระดูก ส่วนใหญ่ประกอบด้วย แคลเซียมฟอสเฟตและไขกระดูก (Bone marrow) เป็นสารไขมันตามธรรมชาติ ทางการค้าจะแยกส่วนต่าง ๆ โดยทำเป็นกระดูกป่นและนำมาแยกไขมัน โปรตีน และสารพวกเกลือแร่ออกจากกัน โดยทำได้ 2 วิธีคือ การใช้กรดสกัด และการสกัดด้วยน้ำภายใต้ความดันสูง (วราวุฒิ และคณะ, 2545)

2.1.4.3 หนังสัตว์ มีการนำมาใช้ประโยชน์หลากหลาย ทั้งที่บริโภคได้ และบริโภคไม่ได้ มีรายละเอียดคือ

1. หนังโค สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ ขนาดใหญ่ (Hide) ขนาดกลาง (Kips) และขนาดเล็ก (Skin) พิจารณาตามน้ำหนักและขนาดของผิวหนัง

2. หนังหมู หนังที่ติดอยู่กับเนื้อและที่แยกออกมาแล้ว มีการใช้มากในผลิตภัณฑ์เนื้อลดขนาด เช่น ไส้กรอก โบโลน่า แหนม เป็นต้น นอกจากนี้หนังหมูยังมีการทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ เช่น กากหมูเจียว และแคบหมู ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์

2.2 แคบหมู

แคบหมู เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูป และถนอมอาหาร อย่างหนึ่ง โดยนำหนังหมูมาผ่านกรรมวิธีการทอดจนได้ลักษณะพองกรอบทั้งชิ้น มีรสกลมกล่อม และมีกลิ่นที่น่ารับประทาน โดยรับประทานแคบหมูเป็นอาหาร มากกว่าเป็นเครื่องเคียง และสามารถบริโภคได้หลายหลายรูปแบบ เช่น คนไทยในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนำมาบริโภคในรูปของอาหารทานเล่น ใช้เป็นเครื่องจิ้มกับน้ำพริกต่าง ๆ หรือรับประทานร่วมกับขนมจีนน้ำเงี้ยว ซึ่งเป็นอาหาร ท้องถิ่นของคนไทยในภาคเหนือ (รัตนา, 2542) และยังปรากฏในทุกภูมิภาคของโลกที่บริโภคสุกรโดยใช้ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้เป็นภาอังกฤษว่า pork snack หรือ pork rind crackling นอกจากนี้ ยังสามารถนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคบหมูมาบริโภคเป็นกับแกล้มสำหรับเครื่องดื่ม ประเภทสุราหรือเบียร์ หรือนำมาเป็นของว่างรับประทานเล่น (Stajic, 2017)

แคบหมูที่วางจำหน่ายในท้องตลาดมีทั้งชนิดติดมัน และไม่ติดมัน ที่เรียกกันว่า แคบหมูไร้มัน โดยแคบหมูไร้มัน ทำจากหนังหมูล้วน ๆ เป็นแผ่น ส่วนมากนิยมนำมาประกอบอาหาร เช่น อาหารประเภทยำต่าง ๆ อย่างยำแคบหมู เป็นต้น ส่วนแคบหมูติดมัน ลักษณะจะเป็นก้อนกลม ๆ นิยมรับประทานเป็นเครื่องเคียง

ภาพที่ 2.1 แคบหมู

2.2.1 การบริโภคแคบหมูในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก

2.2.1.1 ทวีปเอเชีย โดยประเทศฟิลิปปินส์เรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า chicharon มีขายในตลาด ซุปเปอร์มาร์เก็ต ร้านขายอาหารโฮมเมดทั่วไป เป็นการนำหนังหมูมาทอดกรอบและปรุงรสด้วยเกลือ รับประทานกับน้ำส้มสายชู ส่วนในประเทศเวียดนาม เรียกว่า tóp mỡ แปลว่า ชิ้นไขมันที่ถูกทำให้แห้ง เป็นส่วนหนึ่งในอาหารต่าง ๆ และประเทศไทย เรียกว่า แคบหมู

2.2.1.2 ทวีปยุโรป Pork rind ของประเทศเซอร์เบียเรียกว่า Čvarci มีในประเทศเซอร์เบีย บอสเนีย เฮอร์เซโกวีนา และโครเอเชีย นอกจากนั้นยังพบในหลายประเทศทางใต้ของทวีปยุโรป pork rind เป็นอาหารโฮมเมด แต่ก็สามารถซื้อได้ที่ตลาดหรือซุปเปอร์มาร์เกต การเตรียม Čvarci คือตัดมันหมูขนาด 1 นิ้ว จากนั้นทอดช้า ๆ อาจใส่นมให้เกิดสีน้ำตาลคาราเมล หรือใส่นมเพิ่มอีกให้สีของหมูเข้มขึ้น จากนั้นมันหมูจะละลายเหลือไว้แต่หนังหมูที่กรอบ ใส่กระเทียมหรือหอมหัวใหญ่เพื่อเพิ่มรสชาติเผ็ดและเค็ม Čvarci มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับไขมันของหมู หนึ่งในประเภทของ Čvarci คือ Duvan Čvarci ที่พบในเมือง Užice เป็นวัฒนธรรมอาหารในฤดูหนาวของประเทศเซอร์เบีย โดยจะเริ่มถนอมอาหารตั้งแต่ปลายฤดูใบไม้ร่วง และบริโภคในช่วงฤดูหนาวโดยรับประทานเป็นขนมคู่กับผลไม้หรือเบียร์ ประเทศเช็ครีพับลิคเรียกว่า škvarky รับประทานพร้อมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนมปัง จะรับประทานกันในวันที่มีการเฉลิมฉลอง ประเทศเนเธอร์แลนด์ และเบลเยี่ยม เรียกว่า knabbelspek หรือ nibbling bacon ปรุงรสด้วยเกลือเพียงอย่างเดียว ขายในร้านขายหมูหรือซุปเปอร์มาร์เก็ต รับประทานเป็นขนม ประเทศออสเตรีย และทางใต้ของประเทศเยอรมัน เรียกว่า grammeln หรือ grieben ภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศเยอรมันเรียกว่า schweinekrusten ในประเทศโรมาเนีย เรียกว่า jumări ในประเทศโปแลนด์เรียกว่า skwarki จะเสิร์ฟกับของดอง มันหมู ขนมปัง และวอดก้า ประเทศฝรั่งเศส เรียกว่า grattons ประเทศสเปน ถ้าไร้มันจะเรียกว่าcortezas de cerdo ถ้ามีมันจะเรียกว่า chicharrones ในแคว้นคาตาลันเรียกว่า cotnes รับประทานเป็นขนม ประเทศบัลแกเรีย เรียกว่า prazhki มักจะทำในช่วงเทศกาลคริสมาส เป็นขนมที่ยอดนิยมในฤดูหนาว รับประทานคู่กับไวน์แดงหรือของดอง ประเทศโปรตุเกส เรียกว่า torresmos ขายทั่วไปตามงานที่ได้รับความนิยม เช่น ในสนามแข่งฟุตบอล มักใส่ในแซนด์วิช กินพร้อมเบียร์

2.2.1.3 ทวีปอเมริกา ในประเทศแคนาดาเรียกชื่อแคบหมูต่างกันไปตามภูมิภาค เช่น ในรัฐนิวฟันด์แลนด์ เรียก scrunchion มักเป็นแคบหมูชิ้นเล็ก ๆ ในประเทศเม็กซิโก ซึ่งเป็นแหล่งผลิตและบริโภค pork rind ที่ใหญ่ที่สุดในโลก เรียกว่า chicharrón เป็นอาหารทั่วไปที่มีทุกบ้าน มักเสิร์ฟพร้อมซุป เรียกว่า chicharrón con chile หรือใช้เป็นอาหารเรียกน้ำย่อย chicharrón สามารถซื้อได้ทั่วไปตามท้องถนน มักรับประทานคู่กับซอส และน้ำมะนาว หรือรับประทานเป็นอาหารเช้า เช่น salsa de chicharron หรือ chicharron taco ในประเทศโคลัมเบียเรียกว่า chicharrones ในประเทศสหรัฐอเมริกาเรียกว่า pork rinds หรือ pork cracklings รับประทานเป็นขนม ประเทศบราซิล เรียกว่า torresmo เป็นขนมที่เป็นที่นิยมในประเทศบราซิล มักจะเสิร์ฟเป็นชิ้นพอดีคำ (Stajic, 2017)

2.2.2 การผลิตแคบหมูและเทคโนโลยี การผลิตแคบหมูโดยทั่วไปจะเริ่มจากการเปลี่ยนคอลลาเจน (collagen) ซึ่งเป็นโปรตีน ส่วนใหญ่ในหนังหมู โดยเฉพาะบริเวณหนังชั้นใน (dermis หรือ corium) ให้เป็นเจลาติน (gelatin) ซึ่งเป็น โครงสร้าง ที่สามารถกักเก็บความชื้นเอาไว้ภายใน การเปลี่ยนคอลลาเจนเป็นเจลาตินนี้ จะต้องใช้ความร้อนชื้น (moist heat) เช่น การต้มหนังหมูในน้ำเดือดจนหนังหมูเหล่านั้นสุก ต่อมาจะต้องทำให้ผิวหน้าของหนังหมู เกิดความแข็ง (case hardening) ขึ้น โดยการเคี่ยว (rendering) หนังหมูในน้ำมันที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก นอกจากนี้การเคี่ยวยังเป็นการลดความชื้นของหนังหมูลงอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้หนังหมูมีความชื้นภายใน ที่เหมาะสม สำหรับการพองตัว การทำให้ผิวหนังของหนังหมูมีความแข็งเพียงพอที่สามารถทนต่อแรงดันที่เกิดขึ้น ในขณะทอดให้พองตัว ทำให้โครงสร้างของแคบหมูไม่ยุบตัวลงมากในระหว่างการทอดให้พองตัว นอกจากนี้การทำให้ผิวหน้าของหนังหมูแข็งตัวอย่างพอเหมาะจะมีผลต่อความกรอบของแคบหมูด้วย ผู้ผลิตแคบหมูบางรายอาจนำหนังหมูที่ผ่านการต้มให้สุกแล้วมาผึ่งแดดให้แห้งก่อนการเคี่ยว เพราะเจลาตินที่เกิดขึ้นในระหว่างการต้มหนังหมูนั้น มีลักษณะเหนียวเมื่อมีความชื้นสูง แต่ความเหนียวของเจลาตินจะลดลงเมื่ออยู่ในสภาพที่มีความชื้นต่ำและการทำให้หนังหมูแห้งลงก่อนการเคี่ยวจะเป็นการป้องกันการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเด็นของน้ำมันในขณะเคี่ยวได้เป็นอย่างดี เมื่อเคี่ยวจนผิวหน้าของหนังหมูแข็งตัวแล้วจะนำหนังหมูไปทอดให้พองตัวในน้ำมัน ที่ร้อนจัด เพราะในขณะทอดจะทำให้ไอน้ำที่ถูกกักไว้ในเจลาตินเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วและเกิดแรงดันขึ้นภายในหนังหมู ทำให้หนังหมูพองตัว เทคโนโลยีการทอดหรือทำให้แคบหมูพองตัว สามารถแบ่งออกเป็น 1.การทอดโดยใช้เครื่องทอดสุญญากาศ 2.การใช้คลื่นไมโครเวฟ 3.อบด้วยลมร้อน (สุจิตรา, 2535)

2.3 เจลาติน

เจลาติน (Gelatin) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ที่เป็นโปรตีน (protein) ได้จากการเสื่อมสลายและเสียสภาพของคอลลาเจน สกัดได้จาก กระดูก หนังสัตว์ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ของสัตว์ เช่น วัว ควาย หมู เป็นต้น โดยใช้ความร้อนและกรดหรือด่าง เพื่อย่อยหรือสลายให้โมเลกุลของคอลลาเจนเล็กลง เปลี่ยนเป็นเจลาติน เจลาตินมีลักษณะเป็นแผ่น ชิ้น เกร็ด หรือผงสีเหลืองอ่อน หรือสีเหลืองอำพัน ละลายได้ในน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะอ่อนนุ่ม พองตัว และอุ้มน้ำได้ 5-10 เท่าของน้ำหนักเดิม ละลายได้ในกรดแอซีติก (acetic acid) ไม่ละลายในอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และเอทานอล 98 เปอร์เซ็นต์

2.3.1 การใช้ประโยชน์ของเจลาตินในอุตสาหกรรมอาหาร เจลาตินที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) เมื่อนำผงเจลาตินผสมในน้ำและให้ความร้อน จะเป็นของเหลวหนืด เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นของเหลวจะกลายเป็นเจล ใช้ผสมในอาหารได้หลายวัตถุประสงค์ดังนี้ ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) ที่คืนตัวเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน (thermoreversible gel) ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดความคงตัว (stabilizer) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ทำให้น้ำกับไขมันรวมตัวกันได้ดี ไม่แยกชั้น ใช้ทดแทนไขมัน (fat replacer) ใช้ในอาหารที่มีไขมันต่ำ ใช้สำหรับการจับและเก็บรักษากลิ่นรส (flavor encapsulation) ใช้เคลือบผิว แฮม ขนมเค้ก เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เจลาตินใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นม (dairy products) น้ำนมพาสเจอไรซ์ นมยูเอชที นมเปรี้ยว (ใช้ร้อยละ 0.2-0.8) เนยแข็งชนิดนิ่ม (soft cheese) เช่น ซาวร์ครีม ครีมชีส (cream cheese) คอตเตจชีส (cottage cheese) ชีสสเปรด (เนยทาขนมปัง) เค้กแช่เยือกแข็ง พุดดิ้ง เต้าหู้นมสด คัสตาร์ด มูสไอศกรีม มาร์การีน เนยไขมันต่ำ ขนมหวาน (confectionery) เยลลี่ มาชแมลโล (marshmallow) กัมมีแบร์ หมากฝรั่ง ขนมเคี้ยวหนึบ อาหารเคลือบน้ำตาล เคลือบผิวขนม เค้กแช่เยือกแข็ง เคลือบทอฟฟี่ ช็อกโกแลต หรือหมากฝรั่ง ชีสเค้ก ซีเรียลบาร์ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ไส้กรอก เคลือบผิวแฮม อาหารกระป๋อง เช่น เนื้อสัตว์กระป๋อง อาหารทะเลกระป๋อง อาหารสัตว์ อาหารแช่เยือกแข็ง ซุป ซอส มาร์การีน น้ำสลัด น้ำผลไม้ แยม

2.3.2 กรรมวิธีการผลิตเจลาติน เจลาตินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามกระบวนการผลิตและแหล่งที่มา ชนิด A เป็นเจลาตินที่สกัดได้จากส่วนของกระดูกหมู โดยกรรมวิธีย่อยด้วยกรด ชนิด B เป็นเจลาตินที่ได้จากหนังและกระดูกวัว ลูกวัว โดยกรรมวิธีย่อยด้วยด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 การผลิตเจลาตินโดยใช้กรด (Acid Manufacturing Process) วิธีการย่อยด้วยกรด เป็นวิธีการหลักที่ใช้กระดูกหมู และหนังปลาเป็นวัตถุดิบ โดยคอลลาเจนที่สกัดได้จากวัตถุดิบจะถูกปรับให้เป็นกรด ที่มีค่า pH ประมาณ 4 และให้ความร้อนเพิ่มขึ้นจาก 50 องศาเซลเซียส จนเดือด เพื่อทำให้โปรตีนคอลลาเจนสูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) และทำให้ละลายได้ หลังจากนั้นสารละลายจะถูกนำไปสกัดไขมันออก และกรอง (filtration) เพื่อให้ใส แล้วจึงทำให้เข้มข้น (concentration) โดยการระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (vacuum evaporator) หรือการกรองด้วยเยื่อ (membrane filtration) โดยใช้เยื่อชนิด Ultrafiltration เพื่อให้ได้เจลาตินเข้มข้นพอที่จะนำไปทำแห้ง (dehydration) ซึ่งมักใช้การอบในตู้อบลมร้อน ขั้นตอนสุดท้ายคือ บดผสม และบรรจุในบรรจุภัณฑ์เจลาตินที่ได้ มี isotonic point อยู่ระหว่าง 7 ถึง 9 ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความรุนแรงของการย่อยคอลลาเจนด้วยกรด ซึ่งมีผลต่อปฏิกิริยา hydrolysis ของกรดอะมิโน แอสพาราจีน (asparagine) และกลูตามีน (glutamine)

2.3.2.2 การผลิตเจลาตินโดยใช้ด่าง (Alkali Manufacturing Process) กรรมวิธีการผลิตเจลาตินด้วยด่างใช้สำหรับหนังวัวและแหล่งวัตถุดิบจากสัตว์ที่มีอายุมาก โดยคอลลาเจนจะถูกแช่ในด่างแก่ ก่อนการสกัด ด่างจะย่อย side chains บนโมเลกุลของ asparagine และ glutamine ให้เป็นกรดกลูตามิก (glutamic acid) และกรดแอสพาติก (aspartic acid) ทำให้ได้เจลาตินที่มี isoelectric point อยู่ระหว่าง 4.8 ถึง 5.2 จากนั้นจึงล้างด่างออกและกำจัดเกลือส่วนเกินที่เกิดขึ้นด้วยการใช้ การแลกเปลี่ยนประจุ (ion-exchange) ย่อยต่อด้วยกรด ที่ระดับค่า pH ที่ต้องการ ซึ่งระดับค่า pH มีผลต่อความหนืดและความแข็งแรงของเจล จากนั้นนำไปต้มต่อเพื่อเปลี่ยนคอลลาเจนให้เป็นเจลาตินเหมือนในกรรมวิธีการใช้กรดดังที่กล่าวไว้ข้างต้น เจลาตินที่ได้จากวัวและลูกวัวนั้นสามารถใช้ในการผลิตอาหารฮาลาลได้ ถ้ามีการเชือดที่ถูกต้องตามหลักการศาสนาอิสลาม ส่วนเจลาตินที่ได้จากหมูไม่สามารถที่จะใช้ในการผลิตอาหารฮาลาลได้ เจลาตินจากปลาเป็นเจลาตินอีกชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ในการผลิตอาหารฮาลาลได้ โดยส่วนใหญ่ได้จากปลาทะเลน้ำลึก เช่น ปลา cod haddock และ Pollock เป็นต้น

2.3.3 คุณค่าทางโภชนาการ เจลาตินมีปริมาณแคลอรี่ต่ำเพียง 3.5 kcal/g เท่านั้น เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีกรดแอมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ชนิดทริพโตเฟน (tryptophan) และเมไทโอนิน (methionine) ในปริมาณจำกัด เพราะฉะนั้น เจลาตินจึงไม่ใช่แหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดี ควรรับประทานควบคู่กับโปรตีนชนิดอื่นที่มีคุณภาพดี เช่น โปรตีนในไข่ขาว ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดีที่สุด (Marwick และ Charles, 1997)

Priti และคณะ (2018) ได้ศึกษาผลของการเติมเจลาตินลงในโยเกิร์ตนมอูฐเทียบกับโยเกิร์ตนมวัว พบว่าการเติมเจลาตินลงในโยเกิร์ตนมอูฐปริมาณ 1 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสและการไหลของโยเกิร์ตนมอูฐนั้นได้รับการปรับปรุงใกล้เคียงกับโยเกิร์ตนมวัวและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนจากน้ำเป็นเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คาราจีแนน (Carrageenan)

คาราจีแนน (carrageenan) เป็นกัม (gum) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสมบัติเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือดูดน้ำและแขวนลอยในน้ำใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) คาราจีแนนสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง (*Rhodophyceae*) เช่น สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*)

2.4.1 หน้าที่ของคาราจีแนนในอาหาร เป็น thickening agent ทำให้เกิดความหนืด (viscosity) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ช่วยให้น้ำมันและไขมันกับน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ทำให้เกิดเจล (gel) จากคาราจีแนน เป็นเจลชนิด thermoreversible gel คือ เจลที่สามารถเปลี่ยนเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน ใช้ในผลิตภัณฑ์ของหวานที่เป็นเจล (dessert gel) อาหารสัตว์บรรจุกระป๋อง ผลิตภัณฑ์นม (dairy product) น้ำนมถั่วเหลือง (soymilk)

2.4.2 โครงสร้างโมเลกุลของคาราจีแนน โมเลกุลของคาราจีแนนเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภทเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ heteropolysaccharide ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นพอลิเมอร์ของกาแล็กโทส (galactose) และ 36-anhydrogalactose (36-AG) มีทั้งชนิดที่มีหมู่ซัลเฟต และไม่มีหมู่ซัลเฟตซึ่งทำให้คาราจีแนน มีสมบัติด้านต่าง ๆ เช่น การละลาย (solubility) การเกิดเจล (gelation) แตกต่างกันไป

2.4.3 ประเภทของคาราจีแนน คาราจีแนน แบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ตามจำนวนและตำแหน่งของหมู่ซัลเฟต ดังนี้

2.4.3.1 Kappa-carrageenan โมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาลกาแล็กโทส (galactose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ชนิด บีตา-13 และมีกลุ่มซัลเฟต (sulphate) ที่ตำแหน่งที่ 4 kappa-carrageenan ละลายได้ดีในน้ำร้อน น้ำนมร้อน และละลายได้ในน้ำเชื่อม หรือน้ำเกลือที่ร้อน (ความเข้มข้นของน้ำตาลหรือเกลือ ต่ำกว่า 50%) เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดเจล (gel) ประเภท thermoreversible gel มีลักษณะใส เนื้อสัมผัส แข็ง แน่น แต่เปราะ ซึ่งเกิดเจลได้ทั้งกับน้ำ น้ำผลไม้ และน้ำนม Kappa-carrageenan ใช้เป็น stabilizing agent ในน้ำนม เนื่องจากแรงระหว่างประจุ ทำให้เคซีนไมเซล (casein micelle) คงตัวอยู่ได้โดยไม่แยกชั้นออกจากเวย์ (whey) คาราจีแนนทำให้เจลจะแข็งแรงขึ้นถ้ามีโพแทสเซียมไอออน (K^+) และจะคงตัวต่อกรดที่ค่า pH มากกว่า 3.8 เจลจากคาราจิแนน ไม่ทนต่อการแช่เยือกแข็ง และการหลอมละลาย (freezing-thawing instability) แต่ถ้าใช้ร่วมกับ locust bean gum จะช่วยให้ทนต่อการแช่เยือกแข็งและการละลายได้ดีขึ้น

2.4.3.2 Iota-carrageenan มีจำนวนกลุ่มซัลเฟต มากกว่า kappa ประมาณ 25-50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความไวต่อโพแทสเซียมไอออนลดลง มีผลทำให้ได้เจลที่อ่อนนุ่ม และยืดหยุ่นกว่า kappa-carrageenan และทนต่อการแช่เยือกแข็งและการละลายในน้ำแข็งได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.3 Lambda-carrageenan มีกลุ่มซัลเฟต ทั้งที่ตำแหน่งที่ 2 และ ที่ตำแหน่งที่ 6 และไม่เกิดการปิดวงที่คาร์บอนตำแหน่ง 3 และ 6 จึงมีผลทำให้ไม่มีสมบัติในการเกิดเจล (gel)

Sokolova และคณะ (2014) ได้ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมคาราจีแนนต่อผู้ป่วยหลอดเลือดที่มีภาวะไขมันในเลือดสูง พบว่าอาหารเสริมคาราจีแนนสามารถลดโคเลสเตอรอลรวมและโคเลสเตอรอลชนิดไลโปโปรตีนลงได้

2.5 การให้ความร้อน

การให้ความร้อนแก่อาหาร เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงอาหารในทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การให้ความร้อนนอกจากจะทำการฆ่าเชื้อโรคที่มีในอาหารแล้ว ยังสามารถเปลี่ยนแปลงสถานะของอาหารได้ มีวิธีการให้ความร้อนแก่อาหารด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การต้ม การอบ การทำแห้ง และการทอด เป็นต้น

2.5.1 การทำแห้ง หรือการดึงน้ำออก อาจเรียกว่า drying การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) ที่นิยมใช้มานาน โดยลดความชื้น (moisture content) ของอาหารด้วยการระเหยน้ำ ด้วยการอบแห้ง (dehydration) การทอด (frying) หรือการระเหิดน้ำส่วนใหญ่ในอาหารออก

2.5.1.1 วัตถุประสงค์ของการทำแห้งอาหาร

1. ยืดอายุการเก็บรักษา การทำแห้งเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา (mold) ยีสต์ (yeast) แบคทีเรีย (bacteria) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) ยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ (enzyme) หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมีซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (food spoilage)

2. ทำให้อาหารปลอดภัย การลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้ง ทำให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity) น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) รวมทั้งยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อรา (mycotoxin) เช่น Aflatoxin

3. เพื่อทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง การบริโภค หรือการนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีอื่น ๆ

4. สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกของผู้บริโภคมากขึ้น

2.5.1.2 อาหารแห้ง อาหารที่นำมาทำแห้งมีหลายหลาย วัตถุดิบเริ่มต้นที่นำมาทำแห้งอาจมีสถานะเป็นของเหลว ของกึ่งแข็งหรือของแข็ง ให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งอาจเป็นชิ้น เป็นแผ่น หรือเป็นผง ที่มีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกระบวนทำแห้งที่เลือกใช้ ตัวอย่างอาหารแห้งที่พบทั่วไป ได้แก่ ผักผลไม้ ถั่วเมล็ดแห้ง นมผง ชา กาแฟ โกโก้ น้ำตาล เนื้อสัตว์ สัตว์น้ำ อาหารทะเล เห็ดก๋วยเตี๋ยว พาสต้า สมุนไพร เครื่องเทศ วัตถุเจือปนอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(food additive) เป็นต้น เนื่องจากกระบวนการอบแห้งอาหารเกี่ยวข้องกับทั้งการถ่ายเทมวลและการถ่ายเทความร้อน มวลที่ถ่ายเทระหว่างการทำแห้งอาหารส่วนใหญ่คือน้ำที่มีอยู่ในอาหาร ระหว่างการอบแห้ง อาหารจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ขึ้นมากมาย ทั้งที่ต้องการและที่ไม่ต้องการ การทำแห้งอาหารที่มีประสิทธิภาพสูง ต้องคำนึงถึงคุณภาพของอาหารที่ได้หลังจากการทำแห้ง เช่น การนำมาคืนตัว (rehydration) ด้วยการดูดน้ำกลับเข้าไปใหม่ คุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส รูปทรง ทั้งยังต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน มีการนำพลังงานกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกด้วย

2.5.2 การทอด หมายถึง การทำอาหารให้สุกโดยใช้น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ (fat) เป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนความร้อน ปกติใช้อุณหภูมิในช่วง 170-210 องศาเซลเซียส การทอดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2.5.2.1 ประเภทของการทอด

1.การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย (pan frying) เป็นการทอดโดยการใช้น้ำมันหรือไขมันปริมาณเล็กน้อย เพียงเพื่อไม่ให้อาหารติดภาชนะทอด กระทะที่ใช้ทอดเป็นกระทะก้นตื้น (skillet) ระหว่างการทอดอาจมีการกลับด้านเพื่อให้อาหารสุกทั่วถึง ให้เกิดกลิ่นรสที่ต้องการ เช่น การทอดเนื้อสัตว์ แฮมเบอเกอร์ ไข่ดาว เบคอน เป็นต้น

2. การทอดโดยใช้น้ำมันมากหรือน้ำมันท่วม (deep fat frying) เป็นการทอดที่ใช้น้ำมันปริมาณมาก โดยอาหารจมอยู่ภาชนะที่บรรจุน้ำมัน เกิดลักษณะผิวหน้าที่แห้งกรอบเป็นเปลือกสีน้ำตาล

2.5.2.1 ผลของการทอดต่อคุณภาพอาหาร

ระหว่างการทอด อาหารจะได้รับความร้อนโดยมีน้ำมันเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน ความร้อนของน้ำมันที่อุณหภูมิสูงกว่า 170 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำภายในอาหารเดือด น้ำระเหยจากภายในออกสู่ภายนอก ทำให้ความชื้นของอาหารลดลง และผิวหน้าแห้งกรอบ การทอดมีผลต่ออาหารคือ ทำให้อาหารสุก โดยทำให้คาร์โบไฮเดรต เช่น แป้งเกิด gelatinizationโปรตีนเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) ทำลายจุลินทรีย์ที่จะทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) รวมทั้งเอนไซม์ในอาหาร ลดความชื้น (water content) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (Water activity) ให้ต่ำลง ทำให้เนื้อสัมผัสกรอบ ทั้งชิ้นหรือกรอบเฉพาะที่ผิวนอกของอาหาร

2.5.3 ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar) กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา ผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสารประกอบหลายชนิด ที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่าง ๆ ทั้งที่พึงประสงค์ และไม่พึงประสงค์ เช่น สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นระหว่างการอบ การทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น เนื้อสัตว์ เบเกอรี (bakery) ปฏิกิริยานี้ยังมีความสำคัญต่อการเกิดสีและกลิ่นหอมที่ได้จาก การคั่วเมล็ดกาแฟ โกโก้ การทำคาราเมล ทอฟฟี่ ช็อกโกแลต น้ำปลา ซีอิ๊ว (fermented soy sauce) เป็นต้น (Anne, 2017)

2.6 คุณภาพของผลิตภัณฑ์

ระยะเวลาการเก็บรักษา สภาพแวดล้อม และบรรจุภัณฑ์มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในด้านต่าง ๆ เช่น ความกรอบ กลิ่นหืน เป็นต้น คุณลักษณะเหล่านี้สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีต่าง ๆ

2.6.1 แอคทิวิตี้ของน้ำหรือ วอเตอร์แอคทีวิตี้ (Water activity, A_w) เป็นค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำ มีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร

ตารางที่ 2.1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ และการเจริญของจุลินทรีย์

ปฏิกิริยาและการเจริญของจุลินทรีย์	A_w 0 - 0.3	A_w 0.3 - 0.8	A_w 0.8 - 1.0
Enzymatic activity	0	ต่ำ	สูง
Nonenzymatic activity	0	เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	สูง
การไฮโดรไลซิส	0	เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	สูง
ลิพิดออกซิเดชั้น	สูง	เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	สูง
การเจริญของรา	0	ต่ำ*	สูง
การเจริญของยีสต์	0	ต่ำ*	สูง
การเจริญของแบคทีเรีย	0	0	สูง

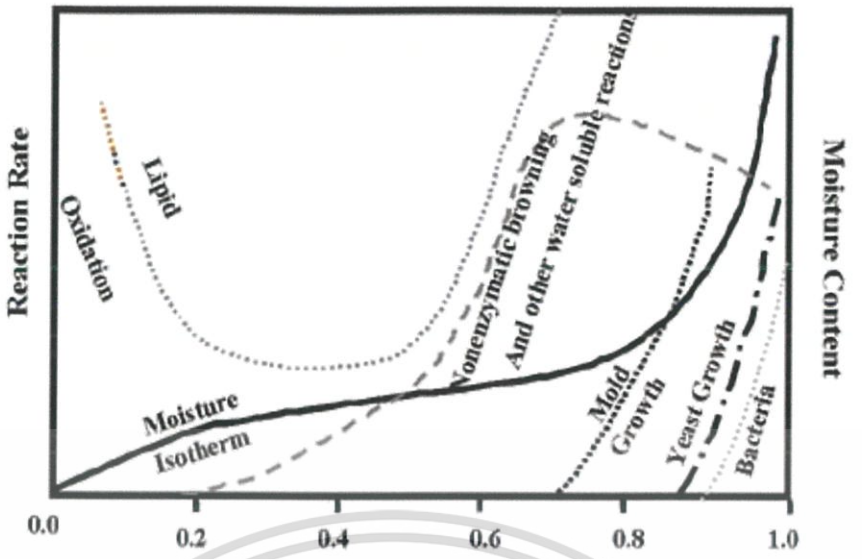
ที่มา: ดัดแปลงจาก ชมพู่ (2550)

*การเจริญของราและยีสต์จะเริ่มเมื่อมีค่า A_w ประมาณ 0.7

ดังนั้นการลดปริมาณน้ำให้เหลือน้อยที่สุด หรือลดค่า A_w ให้ต่ำที่สุดจึงเป็นวิธีเก็บรักษาสัตว์น้ำได้นาน กระบวนการที่ใช้ลดปริมาณน้ำและค่า A_w เช่น การอบแห้ง และการทำแห้งแบบ แช่เยือกแข็งสำหรับปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (nonenzymatic browing) จะไม่เกิดขึ้นเมื่อ มีค่า A_w ต่ำกว่า 0.25 ซึ่งตรงกันข้ามกับอัตราเร็วของปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชันจะเริ่มสูงขึ้นเมื่อ A_w มีค่าอยู่ในช่วง 0.3-0.4 และจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและถึงจุดสูงสุดเมื่อ A_w เป็น 0.8 เพราะความชื้นหรือปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้นช่วยทำให้เอนไซม์และสับสเตรตเคลื่อนย้ายได้ง่าย ดังนั้น A_w จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพ อายุการเก็บรักษา และลักษณะเนื้อสัมผัส

2.6.1.1 การจำแนกประเภทอาหารตามค่าแอคติวิตีของน้ำ (Water activity) สามารถแบ่งอาหารตามค่า Water activity ออกเป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ของ Water activity กับคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร
ที่มา: ชมพู่ และคณะ (2550)

2.6.1.1 การจำแนกประเภทอาหารตามค่าแอคติวิตีของน้ำ (Water activity) สามารถแบ่งอาหารตามค่า Water activity ออกเป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการจำแนกประเภทอาหารตามค่าแอคติวิตีของน้ำ

ประเภทอาหาร	ตัวอย่างอาหาร	Water activity
อาหารสด (Fresh food)	เนื้อสัตว์, ผัก, ผลไม้, อาหารทะเล	>0.85
อาหารกึ่งแห้ง (Intermediate moisture food)	นมข้นหวาน, ผลไม้แช่อิ่ม, กุ้งปรงรส	0.6-0.85
อาหารแห้ง (Dried food)	นมผง, กุ้งแห้ง, ผักผลไม้อบแห้ง	<0.6

ที่มา: ชมพู่ (2550)

2.6.2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) บ่งบอกถึงความหืนของอาหาร โดยการวัดปริมาณแอลดีไฮด์ (aldehyde) ในรูปมาโลนาลแอลดีไฮด์ (malonal aldehyde) ที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งจัดเป็นอันตรายทางเคมี (chemical hazard) ในอาหาร สามารถหาได้ด้วยวิธี TBARS คือ การทดสอบโดยตรงกับอาหารที่มีการสกัดสารให้สีออกด้วยไอน้ำก่อน สาร thio barbituric acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำปฏิกิริยากับ malonal aldehyde แล้วจะให้ red chromogen ซึ่งจะถูกตรวจสอบได้โดย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร ค่า TBA จะแสดงเป็นจำนวนมิลลิกรัม (mg) ของ malonal aldehyde ต่อตัวอย่าง 1000 กรัม

2.6.3 บรรจุภัณฑ์และการยืดอายุการเก็บรักษา ลักษณะแคบหมูที่เป็นที่ต้องการของตลาดนอกจากสีสันน่ารับประทานและจะต้องมีความกรอบ ดังนั้นบรรจุภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมในแคบหมูระหว่างการบรรจุจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้คงลักษณะที่กรอบและไม่มีกลิ่นเหม็นหืน การเก็บรักษาจะต้องกันมิให้ถูกความชื้นเข้าไปสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยการเก็บใส่ภาชนะและช่วยเพิ่มอายุการเก็บด้วยวิธีด่างๆก่อนการปิดผนึกดังนี้

2.6.3.1 การบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติส่วนใหญ่ใช้ในรูปถุง เช่น OPP/PE OPP/CPP และ OPP/Met.CPP หรือใช้ถุงแล้วบรรจุในกล่องกระดาษอีกชั้น

2.6.3.2 การบรรจุภายใต้สุญญากาศ การบรรจุภายใต้สุญญากาศเพื่อกำจัดออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งระดับของสุญญากาศจะขึ้นกับปริมาณไขมันและอายุการเก็บของและต้องใช้วัสดุบรรจุที่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี เช่น K-OPP/LLDPE และ K-ON/CPP ถ้าใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บสูงควรต้องใช้วัสดุที่ทึบแสง ภาชนะบรรจุที่ใช้ส่วนใหญ่คือ ถุงหรือถุงและกล่องกระดาษ หรือถุงและกระป๋อง

2.6.3.3 การบรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน ก๊าซที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่น ไม่มีรสและไม่เป็นพิษ จึงสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิด เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันหรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร โดยการพ่นก๊าซไนโตรเจนไปแทนที่อากาศในภาชนะบรรจุ สามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษา

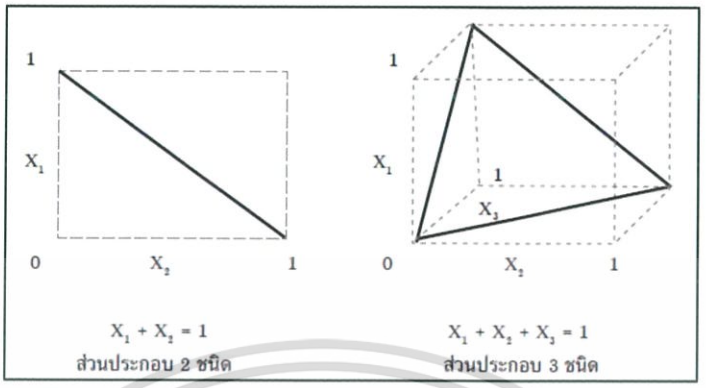
2.6.3.4 การใช้วัตถุดูดซับออกซิเจน ส่วนใหญ่ใช้กับการบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติบางครั้งอาจใช้ร่วมกับการบรรจุภายใต้ก๊าซไนโตรเจน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดออกซิเจนเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน (คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ, 2557)

2.7 การทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design)

การทดสอบแบบส่วนผสม เป็นการทดลองที่อาศัยหลักการดังนี้ คือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของส่วนประกอบที่ต้องการศึกษาชนิดหนึ่ง อัตราส่วนของส่วนประกอบที่ต้องการศึกษาที่เหลือในสูตรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย เนื่องจากผลรวมของส่วนประกอบที่ต้องการศึกษาทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 100 หรือ 1.0 ตัวอย่างเช่น ถ้ามีส่วนประกอบในสูตรเพียง 2 ชนิด คือ X_1 และ X_2 บริเวณที่เป็นการทดลองแบบส่วนผสมของตัวแปร X_1 และ X_2 คือ จุดต่าง ๆ บนเส้นตรง $X_1 + X_2 = 1$ ในขณะที่ถ้ามีส่วนประกอบในสูตร 3 ชนิด คือ X_1 X_2 และ X_3 บริเวณที่เป็นการทดลองแบบส่วนผสมของตัวแปร X_1, X_2 และX_3 คือ จุดต่าง ๆ บนพื้นที่สามเหลี่ยม $X_1 + X_2 + X_3 = 1$ ดังภาพที่ 2.3 แต่ในที่นี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอกล่าวถึงเฉพาะกรณีที่มีส่วนประกอบในสูตร 3 ชนิดเท่านั้น เนื่องจากหากมีส่วนประกอบมากกว่า 3 ชนิด จะทำให้การพิจารณาบริเวณที่เป็นการทดลองแบบส่วนผสมยุ่งยากมากขึ้น (Cornell, 2002)



ภาพที่ 2.3 บริเวณที่เป็นการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design) เมื่อมีส่วนประกอบ 2 และ 3 ชนิดตามลาดับ

ที่มา: วิวัฒน์ (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 เจลาติน	(McGarrent, Thailand)
3.1.1.2 คารคาจีแนน	(Food grade)
3.1.1.3 น้ำเปล่า	
3.1.1.4 ซุปรสหมูก้อนกึ่งสำเร็จรูป	(คนอร์, ประเทศไทย)
3.1.1.5 น้ำมันพืชปาล์ม	(มรกต, ประเทศไทย)

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 TBA regent	(Sigma, Canada)
3.1.2.2 HCL acid 4 N	(RCL Labscan, Thailand)
3.1.2.3 Antifoaming agent	(Merck, Germany)

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 Hot plate	(E.G.O, Germany)
3.2.2 Water bath	(Memmert, Germany)
3.2.3 กระทะจากร้าน	(Miniso, Japan)
3.2.4 เครื่อง Spectrophotometer	(SP-880, Taiwan)
3.2.5 เครื่อง Texture Analyzer	(TA.XT2i, England.)
3.2.6 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง	(Ohaus, USA)
3.2.7 เครื่องวัดค่า Water activity	(4TE, Japan)
3.2.8 เครื่องวัดสี Minolta	(CR-400, Japan)
3.2.9 เครื่องอบแห้งแบบถาด	(Champ, Thailand)
3.2.10 ชุดอุปกรณ์การกลั่น	(Duran, Germany)
3.2.11 ถ้วยจีบอลูมิเนียม	(รวินพร, ประเทศไทย)
3.2.12 บีกเกอร์	(Duran, Germany)
3.2.13 แผ่นรองอบ	(รวินพร, ประเทศไทย)
3.2.14 หม้อสแตนเลส	
3.2.15 หลอดทดลองพร้อมฝา	(Duran, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การคัดเลือกวัตถุที่เป็นไปได้ในการขึ้นรูปแคบหมูเทียม

ในตอนแรกนำวัตถุดิบหลักคือเจลาตินมาผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ คาราจีแนน แป้งสาลี แป้งข้าวโพด แป้งทอดกรอบ กัวร์กัม เป็นต้น โดยผสมในปริมาณที่ต่างกัน และนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่ำที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อดูความเป็นไปได้ในการขึ้นรูป หลังจากนั้นลองนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 – 120 องศาเซลเซียส

3.3.2 การผลิตแคบหมูเทียม

3.3.2.1 การเตรียมส่วนผสมเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่น

นำน้ำใส่หม้อและนำไปต้มที่ Hot plate ให้ได้อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส นำเทลงในบิ๊กเกอร์ และนำเจลาตินกับคาราจีแนนผสมกับน้ำที่ต้มไว้ในบิ๊กเกอร์ คนให้ละลายก่อนเทลงไปที่กระดาษ รองอบบนถ้วยจีบอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร

3.3.2.2 การอบแห้ง

นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่ความกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 4.0 เซนติเมตร และนำไปอบต่ออีก 5 ชั่วโมง

3.3.2.3 การทอด

นำน้ำมันเทใส่กระทะรอให้ร้อนโดยอุณหภูมิที่ใช้คือ 160-170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาทีและนำมาพักบนกระดาษทิชชูเพื่อซับน้ำมัน

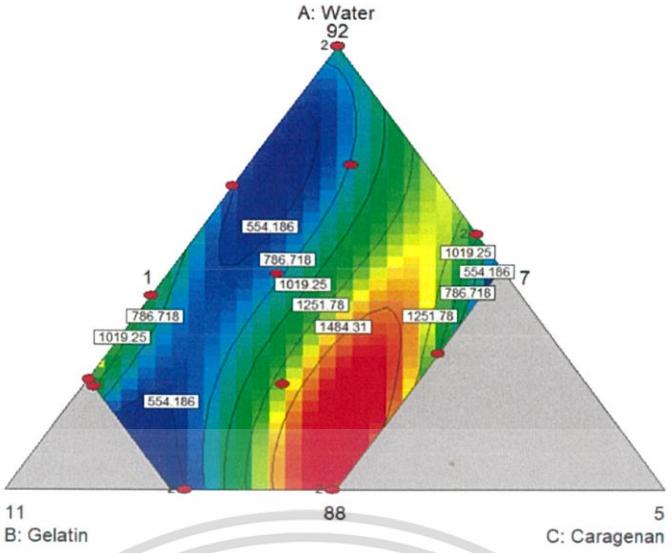
จากการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำวัตถุดิบมาใช้ในการขึ้นรูปแคบหมูเทียม ซึ่งผลการทดลองจะได้อธิบายในรายละเอียดในบทที่ 4

ทั้งนี้ผลการคัดเลือกในเบื้องต้นพบว่า เจลาตินและคาราจีแนน เมื่อผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นแคบหมูและนำไปทอดได้ การทดลองในขั้นตอนต่อไปจึงเลือกส่วนผสมดังกล่าวในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อไป

3.3.3 การศึกษาผลของเจลาตินและคาราจีแนนที่มีผลคุณลักษณะของแคบหมูเทียม

การกำหนดอัตราส่วนระหว่างน้ำ เจลาติน และคาราจีแนนที่ใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม ถูกออกแบบโดยโปรแกรม Design-Expert 7.0.0 โดยมีส่วนผสมหลักที่จะใช้ในการผลิตได้แก่ น้ำร้อยละ 88-92 เจลาตินร้อยละ 7-10 คาราจีแนน 1-3 จะได้ดังภาพแสดงภาพที่ 3.1 และจะได้อัตราส่วนดังตารางที่ 3.1 ที่ใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำ เจลาติน และคาราจีแนน

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนการผสมจากการทำ Mixing design โดยกำหนดค่าของน้ำอยู่ที่ช่วง 88-92 เจลาตินอยู่ที่ช่วง 7-10 คาราจีแนนอยู่ที่ 1-3 ต่อ 100 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่าง	Water (ml)	Gelatin (g)	Carrageenan (g)
1	89.7	9.3	1.0
2	91.0	7.4	1.6
3	90.0	8.3	1.7
4	89.2	7.8	3.0
5	90.3	7.0	2.7
6	88.0	9.0	3.0
7	89.0	10.0	1.0
8	90.7	8.3	1.0
9	88.0	10.0	2.0
10	89.0	10.0	1.0
11	88.0	10.0	2.0
12	88.0	9.0	3.0
13	89.0	8.8	2.2
14	92.0	7.0	1.0
15	90.3	7.0	2.7
16	92.0	7.0	1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การตรวจคุณภาพของแผ่นแคบหมูเทียม

3.3.4.1 การวัดสี

โดยทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Minolta รุ่น CR-400 ดังภาที่ 3.2 ทั้งหลังการอบขนาด1.5 เซนติเมตร * 4.0 เซนติเมตร และการหลังการทอด ตัวอย่างทั้ง 16 ตัวอย่าง รวมถึงแคบหมู ทำการทดสอบจำนวน 2 ซ้ำ โดยค่าที่ได้มาคือ L, a* และ b*

ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดสี Minolta CR-400

3.3.4.2 การว่าค่า Water activity

นำตัวอย่างหลังอบและหลังทอดทั้ง 16 ตัวอย่าง รวมถึงแคบหมูไปบดให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำใส่ตลับและนำใส่เครื่อง การทดสอบจำนวน 2 ซ้ำ วัดค่า Water activity รุ่น 4TE ดังภาพที่ 3.3 เพื่อวัดค่า Water activity

3.3.5 การตรวจคุณภาพของแคบหมูเทียม

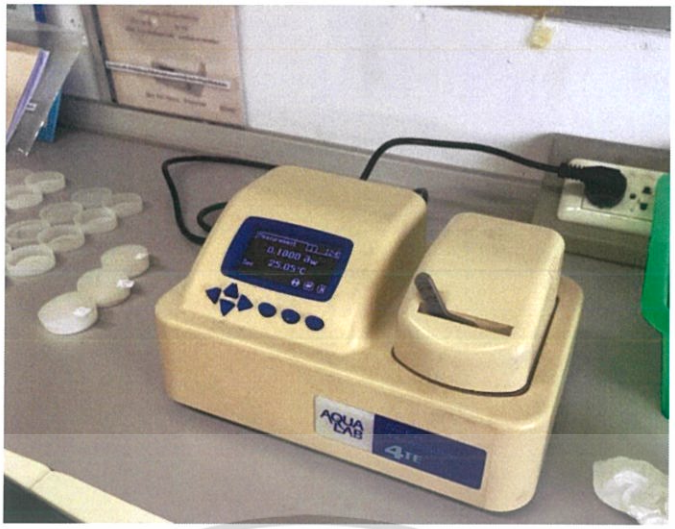
3.3.5.1 การวัดสี วิธีการตามที่ระบุในข้อ 3.3.4.1

3.3.5.2 การว่าค่า Water activity วิธีการตามที่ระบุในข้อ 3.3.4.2

3.3.5.3 การวัดเนื้อสัมผัส

นำเฉพาะตัวที่ทอดทั้ง 16 ตัวอย่างและแคบหมูมาวัดค่า Hardness ของตัวอย่าง ทดสอบจำนวน 2 ซ้ำ โดยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.TX2i ดังภาที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดค่า Water activity รุ่น 4TE

ภาพที่ 3.4 เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.X2i

3.3.6 การคัดเลือกสูตรที่จะใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม

ทำการวัดคุณภาพของแคบหมูเทียมที่มีขายในท้องตลาด และเปรียบเทียบผลการตรวจสอบกับแคบหมูเทียมที่ผลิตได้จากทั้ง 16 สูตร เพื่อหาอัตราส่วนของส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตแคบหมูเทียมที่ส่งผลให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างจากแคบหมูที่จำหน่ายนท้องตลาดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 การตรวจสอบความชอบของผลิตภัณฑ์แคบหมูเทียม

นำแคบหมูเทียมที่ผลิตได้จากสูตรที่คัดเลือกในข้อ 3.3.6 มาประเมินความชอบของผู้บริโภคจำนวน 30 คน โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 2 หมายถึงไม่ชอบมาก คะแนน 3 หมายถึงไม่ชอบปานกลาง คะแนน 4 หมายถึงไม่ชอบ คะแนน 5 หมายถึงเฉย ๆ คะแนน 6 หมายถึงชอบ คะแนน 7 หมายถึงชอบปานกลาง คะแนน 8 หมายถึงชอบมาก และคะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด เพื่อตรวจสอบแนวโน้มของความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แคบหมูเทียม

3.3.8 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา

ตรวจสอบค่า TBARS เพื่อหาปริมาณมัลโลนัลดีไฮด์ต่อตัวอย่าง 1000 กรัม ของตัวอย่างที่เลือกในวันที่ 1,3 และ 5 วัน ปริมาณ 10 กรัม ผสมกับ HCL acid 4N 97.5 มิลลิลิตร และ Antifoaming agent 0.5 มิลลิลิตร ต่อเข้ากับชุดกลั่น และนำ TBA reagent 5 มิลลิลิตร ปีเปตใส่ตัวอย่างที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง และเขย่าผสมกันปิดฝาละนำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที หลังจากนั้น ทำให้เย็นโดยแช่ในอ่างน้ำเย็นประมาณ 10 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตรโดยเทียบกับ Blank น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร และคำนวณค่า TBARS จากสมการพร้อมกับดมกลิ่นเพื่อทดสอบการยอมรับ (ยุพร, 2555)

$$TBARS = 7.8\ x\ A_{532}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการศึกษาการใช้สารทดแทนในการผลิตแคบหมูเทียม โดยใช้เจลาตินและคาราจีแนนมาผสมกับน้ำเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า เนื้อสัมผัส ค่ากิจกรรมของน้ำอิสระ และสีใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด

4.1 ผลการคัดเลือกวัตถุดิบที่เป็นไปได้ในการขึ้นรูปแคบหมูเทียม

เลือกสารทดแทนโดยใช้ความเป็นไปได้ตามคุณสมบัติทางกายภาพโดยนำกัวร์กัม คาราจีแนน เจลาติน แป้งข้าวโพด และแป้งทอดกรอบมาใช้เป็นสารทดแทนในการผลิตแคบหมูเทียม โดยผสมตัวอย่างตามสัดส่วนแล้วนำไปขึ้นรูปที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที การเพิ่มปริมาณเจลาติน ทำให้ตัวอย่างมีความแน่นขึ้น การใช้แป้งข้าวโพด แป้งทอดกรอบ คาราจีแนน และกัวร์กัม ทำให้ตัวอย่างแน่นขึ้นและละลายช้าลงที่อุณภูมิห้องดังตารางที่ ก.1 แต่ตัวอย่างทั้งหมดที่นำไปขึ้นรูปที่อุณภูมิต่ำไม่สามารถนำไปทอดได้ จึงนำสารทดแทนไปทำให้แห้งด้วยการอบ Tray dry ที่อุณหภูมิ 55-120 องศาเซลเซียส ก่อนจะนำไปทอดด้วยอุณหภูมิ 160-170 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วินาที

ในการคัดเลือกวัตถุดิบที่เป็นไปในการขึ้นรูปแคบหมูเทียมโดยใช้เจลาตินเป็นวัตถุดิบหลักเมื่อใช้เจลาตินอย่างเดียวทำให้ตัวอย่างหลังทอดมีความกรอบน้อย เมื่อใช้ร่วมกับแป้งทุกชนิดทำให้ตัวอย่างหลังทอดมีความเหนียวแต่ไม่เปราะ และเมื่อใช้ร่วมกับกัวร์กัมทำให้ตัวอย่างมีความแข็งมากเกินไป แต่เมื่อใช้ร่วมกับคาราจีแนนทำให้ตัวอย่างมีความกรอบที่เหมาะสมในการผลิตแคบหมูเทียม จึงเลือก คาราจีแนน เจลาติน และ น้ำ ไปศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแคบหมูเทียมต่อไป

4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะของแผ่นแคบหมูอบแห้ง

หลังจากคุณลักษณะของแผ่นแคบหมูเทียมจากการใช้เจลาติน คาราจีแนน และน้ำเป็นส่วนผสมหลักในการขึ้นรูปแผ่นแคบหมูเทียม หลังจากการออกแบบการทดลอง และได้สูตรที่ใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม และเมื่อขึ้นรูปแผ่นแคบหมูอบแห้ง พบว่ามีคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ค่าสี

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์แผ่นแคบหมูเทียม (L*), ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง (b*) มีอยู่ระหว่าง 32.93-65.68, -2.29-(-0.74) และ 5.60-18.66 ตามลำดับ โดยตัวอย่างที่มีค่า L* มากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 5 มีค่า L* เท่ากับ 65.68 และตัวอย่างที่มีค่า L* น้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 8 มีค่า L* เท่ากับ 32.93 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 5 และตัวอย่างที่ 8 มีอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนแตกต่างกัน 1.3 กรัม และ0.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัมตามลำดับ ส่งผลให้ค่า L* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p <0.05) แสดงว่าค่าอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนมีผลต่อค่า L* , ค่า a* ของผลิตภัณฑ์แผ่นแคบหมูอบแห้งมีค่าติดลบทั้งหมด แสดงความเป็นสีเขียวของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างที่มีค่า a* มากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 4 กับตัวอย่างที่ 12 มีค่า a* เท่ากับ -0.74 และตัวอย่างที่มีค่า a* น้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 11 มีค่า a* เท่ากับ -2.29 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่มีค่า a* น้อยที่สุดกับตัวอย่างที่มีค่า a* มากที่สุด มีอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนแตกต่างกัน 2.2 กรัม , 1 กรัม และ1 กรัมตามลำดับ ส่งผลให้ค่า a* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p <0.05) แสดงว่าค่าอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนมีผลต่อค่า a*, ค่า b* ของผลิตภัณฑ์แผ่นแคบหมูเทียมมีค่าเป็นบวกทั้งหมด แสดงความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างที่มีค่า b* มากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 13 มีค่า b* เท่ากับ 18.66 และตัวอย่างที่มีค่า b* น้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 1 มีค่า b* เท่ากับ 5.6 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 13 และตัวอย่างที่ 1 มีอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนแตกต่างกัน 0.5 กรัม และ1.2 กรัมตามลำดับ ส่งผลให้ค่า b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p <0.05) แสดงว่าค่าอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนมีผลต่อค่า b*

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดสีและค่า Water activity ของแผ่นแคบหมู

ตัวอย่าง	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	L*	a*	b*	Aw
1	89.7 : 9.3 : 1.0	40.20 ^{dc}	-0.83 ^{a}	5.6 ^{cd}	0.4193
2	91.0 : 7.4: 1.6	57.87 ^{ab}	-1.21 ^{ab}	10.44 ^{bcd}	0.4315
3	90.0 : 8.3 : 1.7	38.16 ^{dc}	-0.83 ^{a}	6.76 ^{cd}	0.4211
4	89.2 : 7.8 : 3.0	58.04 ^{ab}	-0.74 ^{a}	13.25 ^{abc}	0.4255
5	90.3 : 7.0 : 2.7	65.68 ^{a}	-0.91 ^{a}	17.19 ^{ab}	0.4166
6	88.0 : 9.0 : 3.0	53.13 ^{abc}	-1.3 ^{ab}	16.99 ^{ab}	0.4071
7	89.0 : 10.0 : 1.0	46.15 ^{bcd}	-1.23 ^{ab}	10.47 ^{bcd}	0.428
8	90.7 : 8.3 : 1.0	32.93 ^{d}	-0.96 ^{a}	5.82 ^{d}	0.436
9	88.0 : 10.0 : 2.0	54.38 ^{abc}	-0.92 ^{a}	12.24 ^{abc}	0.454
10	89.0 : 10.0 : 1.0	49.07 ^{abcd}	-1.34 ^{ab}	11.5 ^{abc}	0.4576
11	88.0 : 10.0 : 2.0	58.75 ^{ab}	-2.29 ^{b}	16.69 ^{ab}	0.4155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12	88.0 : 9.0 : 3.0	45.3 ^{bcd}	-0.74 ^{a}	9.78 ^{bcd}	0.4051
13	89.0 : 8.8 : 2.2	63.94 ^{a}	-1.45 ^{ab}	18.66 ^{a}	0.4028
14	92.0 : 7.0 : 1.0	46.08 ^{bcd}	-1.03 ^{a}	9.46 ^{bcd}	0.4074
15	90.3 : 7.0 : 2.7	55.81 ^{abc}	-0.89 ^{a}	11.75 ^{abc}	0.4045
16	92.0 : 7.0 : 1.0	39.84 ^{dc}	-0.75 ^{a}	5.63 ^{cd}	0.4198

หมายเหตุ $^{a-d}$ คือ ตัวอักษรที่แสดงต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(p<0.05)

4.2.2 ค่า Water activity

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่า Water activity ของตัวอย่างแผ่นแคบหมูเทียมทั้ง 16 ตัวอย่างอยู่ระหว่าง 0.40-0.46 โดยตัวอย่างที่มีค่า ค่า Water activity มากที่สุด คือตัวอย่างที่ 10 มีค่า Water activity เท่ากับ 0.46 และตัวอย่างที่มีค่า Water activity น้อยที่สุด คือตัวอย่างที่ 13 มีค่า Water activity เท่ากับ 0.40 โดยทั้ง 16 ตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติแสดงว่าปริมาณน้ำที่ใช้ไม่มีผลต่อค่า Water activity ซึ่งค่า Water activity ของทั้ง 16 ตัวอย่างมีค่าไม่เกินค่า Water activity มีค่าน้อยกว่า 0.6 ซึ่งจัดอยู่ในประเภทอาหารแห้ง (Dried food) ดังไปตามตารางที่ 2.2

4.3 ผลการทดสอบคุณลักษณะของแคบหมูเทียม

หลังจากการนำแผ่นแคบหมูอบแห้งมาทอดที่อุณหภูมิ 160-170 องศาเซลเซียส 20 วินาที แสดงผลการทดลองของผลิตภัณฑ์ เป็นดังนี้

4.3.1 ค่าสี

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์แคบหมูเทียม (L*), ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง (b*) มีอยู่ระหว่าง 48.46-55.68, 0.72-6.94 และ 10.55-18.61 ตามลำดับ โดยตัวอย่างที่มีค่า L* มากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 9 มีค่า L* เท่ากับ 55.68 และตัวอย่างที่มีค่า L* น้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 16 มีค่า L* เท่ากับ 48.46 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 9 และตัวอย่างที่ 16 มีอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนแตกต่างกัน 3 และ1 กรัมตามลำดับ ส่งผลให้ค่า L* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p <0.05) แสดงว่าค่าอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนมีผลต่อค่า L* , ค่า a* ของผลิตภัณฑ์แคบหมูเทียมมีค่าเป็นบวกทั้งหมด แสดงความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างที่มีค่า a* มากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 3 มีค่า a* เท่ากับ 6.94 และตัวอย่างที่มีค่า a* น้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 10 มีค่า a* เท่ากับ 0.72 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 3 กับตัวอย่างที่ 10 มีอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนแตกต่างกัน 1.7 และ0.7 กรัมตามลำดับ ส่งผลให้ค่า a* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p <0.05) แสดงว่าค่าอัตราส่วนของเจลาตินและคาราจีแนนมีผลต่อค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a*, ค่า b* ของผลิตภัณฑ์แคบหมูเทียมมีค่าเป็นบวกทั้งหมด แสดงความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างที่มีค่า b* มากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 13 มีค่า b* เท่ากับ 18.61 และตัวอย่างที่มีค่า b* น้อยที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 8 มีค่า b* เท่ากับ 10.55 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 13 และตัวอย่างที่ 8 มีอัตราส่วนของน้ำและคาราจีแนนแตกต่าง 1.7 และ0.5 กรัมตามลำดับ ส่งผลให้ค่า b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p <0.05) แสดงว่าค่าอัตราส่วนของน้ำและคาราจีแนนมีผลต่อค่า b*

จากตารางที่ 4.1 ของผลการวัดสีของแผ่นแคบหมูเทียม เปรียบเทียบกับ ตารางที่ 4.2 ของผลการวัดสีของแคบหมูเทียม พบว่าค่า L*, a* และb* ของแผ่นแคบหมูเทียม กับค่า L*, a* และb* ของแคบหมูเทียม มีความแตกต่างกัน โดยค่าค่า L*, a* และb* ของแคบหมูเทียมมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นหลังจากการทอด แสดงว่า การทอดทำให้ผลิตภัณฑ์แผ่นแคบหมูเกิดการพองตัว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความโปร่งแสง จึงทำให้ค่า L* มีค่ามากขึ้นหลังจากการทอด และการทอดทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) จึงทำให้ค่า a* และb* มีค่ามากขึ้นหลังจากการการทอด

จากตารางที่ 4.2 ของผลการวัดสีของแคบหมูเทียมทั้ง 16 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับแคบหมู พบว่า ตัวอย่างที่มีค่า L* ใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด คือตัวอย่างที่ 9, ตัวอย่างที่มีค่า a* ใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด คือตัวอย่างที่ 10 และตัวอย่างที่มีค่า b* ใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด คือตัวอย่างที่ 8

ตารางที่ 4.2 ผลการวัดสี Water activity และ ค่าเนื้อสัมผัสของแคบหมูเทียม

ตัวอย่าง	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	L*	a*	b*	Aw	เนื้อสัมผัส (g)
แคบหมู		56.72 ^{a}	0.34 ^{k}	10.14 ^{f}	0.3866 ^{a}	1625.1 ^{a}
1	89.7 : 9.3 : 1.0	54.53 ^{abc}	4.28 ^{c}	14.29 ^{bc}	0.2850 ^{def}	913.3 ^{g}
2	91.0 : 7.4: 1.6	51.92 ^{cde}	2.95 ^{defg}	12.25 ^{de}	0.3066 ^{bc}	773.3 ^{h}
3	90.0 : 8.3 : 1.7	50.27 ^{def}	6.94 ^{a}	10.9 ^{ef}	0.2842 ^{def}	733.0 ^{h}
4	89.2 : 7.8 : 3.0	52.71 ^{bcd}	3.98 ^{cd}	11.72 ^{def}	0.2499 ^{g}	997.8 ^{f}
5	90.3 : 7.0 : 2.7	54.11 ^{abc}	1.85 ^{ghij}	11.06 ^{ef}	0.2240 ^{h}	1139.0 ^{f}
6	88.0 : 9.0 : 3.0	54.42 ^{abc}	2.72 ^{efgh}	10.89 ^{ef}	0.2727 ^{f}	1680.9 ^{a}
7	89.0 : 10.0 : 1.0	51.84 ^{def}	3.13 ^{cdef}	12.19 ^{de}	0.2456 ^{g}	1276.3 ^{d}
8	90.7 : 8.3 : 1.0	53.50 ^{abcd}	2.07 ^{fghi}	10.55 ^{ef}	0.2988 ^{cd}	622.8 ^{i}
9	88.0 : 10.0 : 2.0	55.68 ^{ab}	1.80 ^{ghij}	11.10 ^{ef}	0.2738 ^{ef}	463.1 ^{j}
10	89.0 : 10.0 : 1.0	54.37 ^{abc}	0.72 ^{jk}	11.04 ^{ef}	0.2478 ^{g}	1008.6 ^{f}
11	88.0 : 10.0 : 2.0	52.96 ^{bcd}	3.50 ^{cde}	15.45 ^{b}	0.3143 ^{bc}	598.8 ^{i}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12	88.0 : 9.0 : 3.0	48.82 ^{ef}	1.19 ^{ijk}	11.17 ^{ef}	0.3206 ^{b}	1567.1 ^{b}
13	89.0 : 8.8 : 2.2	52.54 ^{bcd}	6.57 ^{ab}	18.61 ^{a}	0.2944 ^{cde}	1376.8 ^{c}
14	92.0 : 7.0 : 1.0	54.78 ^{abc}	1.6 ^{hij}	13.02 ^{cd}	0.2218 ^{h}	909.4 ^{g}
15	90.3 : 7.0 : 2.7	50.50 ^{def}	4.00 ^{cd}	14.16 ^{bc}	0.2319 ^{h}	995.3 ^{f}
16	92.0 : 7.0 : 1.0	48.46 ^{f}	5.54 ^{b}	18.52 ^{a}	0.2971 ^{cd}	910.2 ^{g}

หมายเหตุ $^{a-k}$ คือ ตัวอักษรที่แสดงต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$)

4.3.2 ค่า Water activity

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่า Water activity ของตัวอย่างแคบหมูเทียมทั้ง 16 ตัวอย่างอยู่ระหว่าง 0.22-0.32 โดยตัวอย่างที่มีค่า ค่า Water activity มากที่สุด คือตัวอย่างที่ 12 มีค่า Water activity เท่ากับ 0.32 และตัวอย่างที่มีค่า Water activity น้อยที่สุด คือตัวอย่างที่ 14 มีค่า Water activity เท่ากับ 0.22 โดยทั้ง 16 ตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่า Water activity ของทั้ง 16 ตัวอย่างมีค่า Water activity ไม่เกินค่า Water activity ของอาหารแห้ง เป็นไปตามตารางที่ 2.2 ที่ค่า Water activity ของแห้งต้องมีค่าน้อยกว่า 0.6

จากตารางที่ 4.2 ของผลการวัดค่า Water activity ของแคบหมูเทียมทั้ง 16 ตัวอย่าง มีค่าน้อยกว่าแคบหมู และตัวอย่างที่ผ่านการทอดมีค่า Water activity ลดลงเมื่อเทียบกับค่า Water activity ของแผ่นแคบหมูในตารางที่ 4.1 เนื่องจากการสูญเสียน้ำระหว่างการทอดทำให้ค่า Water activity ลดลง

4.3.3 ค่าแรงของเนื้อสัมผัส

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าแรงของเนื้อสัมผัสของทั้ง 16 ตัวอย่างอยู่ในระหว่าง 463.1-1680.9 กรัม โดยตัวอย่างที่มีค่าแรงของเนื้อสัมผัสมากที่สุด คือตัวอย่างที่ 6 มีค่าแรงของเนื้อสัมผัส เท่ากับ 1680.9 กรัม และตัวอย่างที่มีค่าแรงของเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด คือตัวอย่างที่ 9 มีค่าแรงของเนื้อสัมผัส เท่ากับ 463.1 โดยตัวอย่างที่มีค่าที่มีค่าแรงของเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 6 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างมีอัตราส่วนของเจลาติน, คาราจีแนนที่สูง และมีปริมาณน้ำที่น้อย เนื่องจากคุณสมบัติของคาราจีแนนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่าแรงของเนื้อสัมผัสมีค่าที่สูงใกล้เคียงกับแคบหมู

4.4 ผลการเลือกสูตรที่ใช้ในการผลิตแคบหมูเทียม

หลังจากได้ได้ค่าการทดสอบคุณลักษณะของแคบหมูเทียมพบว่าสูตรที่ 6 โดยมีอัตราส่วนของน้ำ: เจลาติน: คาจีแนน เป็น 88: 9: 3 ตามลำดับ โดยมีค่าความแข็งเท่ากับ 1680.9 g ค่าสว่างเท่ากับ 54.42 และความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 10.89 และแคบหมูมีค่าความแข็งเท่ากับ 1625.1 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสว่างเท่ากับ 56.72 และความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 10.14 โดยค่าความแข็ง ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลือง ของแผ่นแคบหมูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจึงเลือกตัวอย่างที่ 6 เพื่อทดสอบความชอบและการเก็บรักษา

4.5 ผลการทดสอบความอบของแคบหมูเทียมและการเก็บรักษา

4.5.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการวัดค่า Water activity สี และเนื้อสัมผัส โดยเลือกตัวอย่างที่ 6 เนื่องจากมีค่าเนื้อสัมผัสที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแคบหมู จึงเลือกตัวอย่างที่ 6 เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผู้ทดสอบ 30 โดยได้ค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส

สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
5.37	6.30	6.63	6.53	6.53

4.5.2 ค่า TBARS

จากตารางที่ 4.4 พบว่าจำนวนวันที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่า TBARS เพิ่มมากขึ้นเช่นกันโดยวันที่ 5 มีค่ามากสุดถึง 1.0319 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ต่อตัวอย่าง 1000 กรัม จากการดมกลิ่นวันที่ 3 ยังไม่ได้กลิ่นหืนแต่วันที่ 5 พบว่ามีกลิ่นหืน เก็บได้ที่ 3 วัน โดยเป็นไปตามการทดลองการหาค่า TBARS ของข้าวเกรียบปลาดิบเสริมกากรำข้าว โดยมีค่า 1.1098 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ต่อตัวอย่าง 1000 กรัมและผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนทำให้ผู้บริโภครับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ (Romlee, 2017)

ตารางที่ 4.4 ค่า TBARS จากการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร และนำไปคูณกับ A_{532}

ซ้ำ	วัน		
	1	3	5
1	0.5085	0.5912	1.0740
2	0.5085	0.6052	0.9898
รวม	0.5085	0.5982	1.0319

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลองใช้สารทดแทนในการผลิตแคบหมูเทียม โดยมีเจลาติน คาราจีแนน และน้ำเป็นส่วนผสม แล้วทำการวัดค่า Water activity (A_W) และ ค่าการวัดสี ภายหลังการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่ความกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 4.0 เซนติเมตร และนำไปอบต่ออีก 5 ชั่วโมง พบว่าทั้ง 16 ตัวอย่างมีค่า A_W อยู่ที่ 0.400-0.4500 ซึ่งมีค่าตรงตามค่ากำหนดของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่กำหนดไว้ให้มีค่า A_W น้อยกว่า 0.6 หลังจากทำวัดค่าข้างต้นแล้ว จึงนำมาทอดด้วยน้ำมันพืช อุณหภูมิที่ใช้ทอดคือ 160-170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาทีและนำมาพักบนกระดาษอเนกประสงค์เพื่อซับน้ำมัน หลังจากนั้นนำตัวอย่างพร้อมแคบหมูไปวัดค่าเนื้อสัมผัส, Water activity (A_W), และสี แล้วเลือกตัวอย่างที่มีค่าใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุดโดยให้ความสนใจที่ค่าของ เนื้อสัมผัส, สี, และปริมาณที่ใช้วัตถุดิบ พบว่าตัวอย่างที่ 6 มีค่าเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับค่าเนื้อสัมผัสของแคบหมูมากที่สุด และตัวอย่างที่ 10 มีค่าการวัดสีใกล้เคียงกับค่าการวัดสีของแคบหมูมากที่สุด หลังจากนั้นเลือกตัวอย่างที่มีค่าการทดสอบใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด นั้นคือตัวอย่างที่ 6 เนื่องจากเนื้อสัมผัสมีความใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด มาวัดค่า TBARS และทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ 1,3 และ 5 วัน หลังจากทำการทดสอบพบว่าค่า TBARS ของวันที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5085 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ ต่อตัวอย่าง 1000 กรัม, วันที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5982 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ ต่อตัวอย่าง 1000 กรัม และวันที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.0319 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ ต่อตัวอย่าง 1000 กรัม โดยวันที่ 5 ได้พบกลิ่นหืนเกิดขึ้น การทดสอบทางทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบ โดยมีจำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่าคะแนนความชอบสี, กลิ่น, รสชาติ, ความกรอบ และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมแล้วอยู่ในช่วง 5-7 ซึ่งอยู่ในระดับชอบถึงชอบปานกลาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการเตรียมตัวอย่างและเตรียมส่วนผสมควรใช้เครื่องชั่งตัวเดิมทุกครั้งเพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนของน้ำหนัก

5.2.2 ในขั้นตอนการอบควรเปิดเครื่องจนมีอุณหภูมิขึ้นไปถึง 55 องศาเซลเซียสก่อนนำตัวอย่างเข้าอบ

5.2.3 ในขั้นตอนการทอดควรให้น้ำมันมีอุณหภูมิที่ 160-170 องศาเซลเซียส ก่อนการนำตัวอย่างลงทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ. 2557. โครงการพัฒนาศักยภาพสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) สู่สากล. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ.

ชมพู่ ยิ้มโต. 2550. การถนอมอาหาร. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

นิรนาม. 2018. เทคนิคการซื้อเนื้อหมูที่ถูกต้อง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.innoviandes.org/เทคนิคการซื้อเนื้อหมูที่ถูกต้อง. 2 พฤษภาคม 2562.

นิรนาม. 2019. โปรตีนและไขมันจากเนื้อสัตว์แต่ละชนิดที่คนไทยนิยมรับประทาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.honestdocs.co/protein-and-fat-from-different-types-of-meat. 2 พฤษภาคม 2562.

ยุพร พืชกมุทร. 2555. คู่มือปฏิบัติการวิชาเคมีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รัตนา พรหมพิชัย. 2542. แคบ/แครบ. ใน สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคเหนือ. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์.

วราวุฒิ ครูส่ง, วิสิฐ จะวะสิต, และอาณดี นิติธรรมยง. 2545. การใช้ประโยชน์ของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหาร. ในเอกสารการสอนชุดวิชาการถนอมและแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2561. สถิติและการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สุจิตรา เลิศพฤกษ์. 2535. เอกสารประกอบการบรรยายวิชา ทอ. 470 เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ. เชียงใหม่: ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

Anne, M. H. 2017. The Maillard Reaction. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thoughtco.com/maillard-reaction-and-why-foods-brown-604048. 2 พฤษภาคม 2562.

Cornell JA. 2002. Experiments with Mixtures: Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hirase, S. and Watanabe, K. 1972. The presence of pyruvate residues in lambda carrageenan and a similar polysaccharide. Bulletin of the Institute for Chemical Research, Kyoto University. 50: 332-6.

Karim, A.A. and Bhat, R. 2008. Gelatin alternative for food industry: recent developments, challenges and prospects. Trends in Food Science and Technology. 19: 644-656.

Marwick and Charles. 1997. BSE sets agenda for imported gelatin. Journal of American Medical Association. 1: 659.

Priti, M. Balsam, J. Mudasir, A. Fathalla, H. and Sajid, M. 2018. Rheological, micro-structural and sensorial properties of camel milk yogurt as influenced by gelatin. LWT. 98: 646-653.

Romlee, C. 2017. Effects of packaging and shelf-life on quality and antioxidant property of defatted rice bran supplementedin raw fish crackers. Food Science and Technology,Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University. 2: 47-64.

Sokolova, E.V. Bogdanovich, L.N. Ivanova, T.B. Byankina, A.O. Kryzhanovskiy, S.P. and Yermaka, I.M. 2014. Effect of carrageenan food supplement on patients with cardiovascular disease results in normalization of lipid profile and moderate modulation of immunity system markers. PharmaNutrition. 2: 33-37.

Stajic, N. 2017. Pork rinds around the world. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://sipsbitesdelights.com/blog/pork-rinds. 2 พฤษภาคม 2562.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ผลการคัดเลือกวัตถุดิบที่เป็นไปได้ในการขึ้นรูปแคบหมูเทียม

ตารางที่ ก.1 สัดส่วนและลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่นำไปขึ้นรูปที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส 30 นาที

No.	ส่วนผสม	ลักษณะปรากฏ
1.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 2.5 g : 0 g : 4 หยด	หนาแต่นิ่ม ละลายที่อุณภูมิห้อง สีอ่อน
2.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 10 g : 0 g : 6 หยด	แน่นเหมือนหนังหมู ละลายที่อุณภูมิห้อง สีเริ่มเข้มขึ้น
3.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 3.7 g : 0 g : 5 หยด	แน่นกว่าตัวอย่างที่ 1 ละลายที่อุณภูมิห้อง สีอ่อน
4.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 3.8 g : 1.3 g : 0 หยด	หนาแต่นิ่ม ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
5.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 0 g : 2.5 g : 0 หยด	ยังไม่แข็งมาก ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
6.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 0 g : 0.8 g : 0 หยด	ไม่แข็งมาก ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นเล็กน้อย
7.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 0 g : 1.25 g : 0 หยด	ไม่แข็งมาก ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นเล็กน้อย
8.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 7.5 g : 0 g : 6 หยด	หนาแต่นิ่ม ละลายที่อุณภูมิห้อง สีอ่อนขุ่น
9.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 8.75 g : 0 g : 5 หยด	หนาแต่นิ่ม ละลายที่อุณภูมิห้อง สีอ่อนขุ่น
10.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 7.5 g : 0.5 g : 6 หยด	หนาเริ่มแข็ง ละลายที่อุณภูมิห้อง สีอ่อนขุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 8.8 g : 0.5 g : 6 หยด	หนาเริ่มแข็ง ละลายที่อุณภูมิห้อง สีอ่อนขุ่น
12.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : สี 25 ml : 7.5 g : 0 g : 6 หยด	หนาแต่นิ่ม ละลายที่อุณภูมิห้อง สีอ่อนขุ่น
13.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 12.5 g : 0 g	หนาแต่ไม่แน่น ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
14.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแน 25 ml : 15 g : 0 g	แน่นกว่าตัวอย่างที่ 13 ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
15.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 17.5 g : 0 g	แน่นกว่าตัวอย่างที่ 14 ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
16.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 20 g : 0 g	แน่นกว่าตัวอย่างที่ 15 ละลายที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
17.	น้ำ : เจลาติน : แป้งข้าวโพด 25 ml : 8.8 g : 2.5 g	แข็ง ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
18.	น้ำ : เจลาติน : แป้งข้าวโพด 25 ml : 2.5 g : 8.8 g	แข็ง ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นมาก
19.	น้ำ : เจลาติน : แป้งข้าวโพด 25 ml : 8.8 g : 5 g	แข็ง ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นมาก
20.	น้ำ : เจลาติน : แป้งข้าวโพด 25 ml : 12.5 g : 2.5 g	แข็ง ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
21.	น้ำ : เจลาติน : แป้งข้าวโพด 25 ml : 12.5 g : 12.5 g	แข็งขึ้น ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นมาก
22.	น้ำ : เจลาติน : แป้งข้าวโพด 25 ml : 8.8 g : 8.8 g	แข็ง ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
23.	น้ำ : เจลาติน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 5 g : 12.6 g	แข็ง ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24.	น้ำ : เจลาติน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 8.8 g : 5 g	แข็งและแน่นขึ้น ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่น
25.	น้ำ : เจลาติน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 2.5 g : 12.6 g	แข็งและแน่นขึ้น ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นมาก
26.	น้ำ : เจลาติน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 12.6 g : 2.5 g	แข็งและแน่นขึ้น ละลายช้าที่อุณภูมิห้อง สีขุ่นเล็กน้อย
27.	น้ำ : เจลาติน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 12.6 g : 12.6 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้ามากที่อุณภูมิ สีขุ่นมาก
28.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 8.8 g : 0.5 g : 5 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้ามากที่อุณภูมิ สีขุ่นเล็กน้อย
29.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 5 g : 1.3 g : 12.6 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้ามากที่อุณภูมิ สีขุ่นมาก
29.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 8.8 g : 0.5 g : 10 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้ามากที่อุณภูมิ สีขุ่นมาก
30.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 8.8 g : 1.3 g : 10 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้ามากที่อุณภูมิ สีขุ่นมาก
31.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 10 g : 0 g : 0 g	หนาแต่นุ่ม ละลายที่อุณภูมิ สีขุ่น
32.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 8.8 g : 2.5 g : 10 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้ามากที่อุณภูมิ สีขุ่นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33.	น้ำ : เจลาติน : กัวร์กัม : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 5 g : 1.3 g : 12.5 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้าที่อุณภูมิ สีขุ่นมาก
34.	น้ำ : เจลาติน : กัวร์กัม : แป้งทอดกรอบ 25 ml : 8.8 g : 5 g : 12.5 g	แข็งและแน่นมาก ละลายช้ามากที่อุณภูมิ สีขุ่นมาก

ตารางที่ ก.2 สัดส่วนและลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่ผ่านการอบและนำไปทอดที่อุณภูมิ 160-170 องศาเซลเซียส 20 วินาที

No.	ส่วนผสม	ลักษณะปรากฏ
1.	น้ำ : เจลาติน 15 ml : 0.8 g	เป็นเส้นใยภายในตัวอย่าง
2.	น้ำ : เจลาติน 15 ml : 1.5 g	เป็นเส้นใยภายในตัวอย่าง
3.	น้ำ : เจลาติน 15 ml : 2.3 g	เป็นเส้นใยภายในตัวอย่าง
4.	น้ำ : เจลาติน 15 ml : 3 g	เป็นเส้นใยภายในตัวอย่าง
5.	น้ำ : เจลาติน 15 ml : 3.8 g	เป็นเส้นใยภายในตัวอย่าง ด้านนอกไหม้ ข้างในสุก
6.	น้ำ : เจลาติน 15 ml : 4.5 g	เป็นเส้นใยภายในตัวอย่าง ด้านนอกไหม้ ข้างในสุก
7.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 15 ml : 0.8 g : 0.3 g	ไม่สามาแกะออกจากพิมพ์ได้
8.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 15 ml : 1.5 g : 0.3 g	กรอบน้อยและพ่องเล็กน้อย
9.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	แตกออกจากกันไม่เป็นแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	15 ml : 0.8 g : 0.8 g	
10.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 15 ml : 1.5 g : 0.8 g	แตกออกจากกันไม่เป็นแผ่น
11.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 20 ml : 1 g : 0.4 g	เริ่มแข็งและพอง
12.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 20 ml : 2 g : 0.4 g	เริ่มแข็งและพองมากขึ้น
13.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 20 ml : 1 g : 1 g	เริ่มแข็งและพอง
14.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 20 ml : 2 g : 1 g	เริ่มแข็งและเริ่มพอง
15.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งข้าวโพด 20 ml : 1 g : 1 g : 1 g	เหนียว
16.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งข้าวโพด 20 ml : 2 g : 1 g : 1 g	เหนียว
17.	น้ำ : เจลาติน 20 ml : 5 g	
18.	น้ำ : เจลาติน 20 ml : 6 g	
19.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 20 ml : 5 g : 0.4 g	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน

20 ml : 6 g : 0.4 g

21. น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน

20 ml : 5 g : 1 g

22. น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน

20 ml : 6 g : 1 g

23. น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งทอดกรอบ

20 ml : 1 g : 0.4 g : 1 g

24. น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งข้าวโพด

20 ml : 2 g : 0.4 g : 1 g

25. น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งข้าวโพด

20 ml : 5 g : 0.4 g : 1 g

26. น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน : แป้งข้าวโพด

20 ml : 6 g : 0.4 g : 1 g

27. น้ำ : เจลาติน

20 ml : 6 g

28. น้ำ : เจลาติน

20 ml : 8 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29.	น้ำ : เจลาติน 25 ml : 7.5 g	กรอบน้อยมาก
30.	น้ำ : เจลาติน 25 ml : 10 g	กรอบน้อยมาก
31.	น้ำ : เจลาติน 30 ml : 9 g	กรอบน้อยมาก
32.	น้ำ : เจลาติน 30 ml : 12 g	กรอบน้อย
33.	น้ำ : เจลาติน 35 ml : 10.5 g	กรอบน้อย
34.	น้ำ : เจลาติน 35 ml : 14 g	กรอบน้อยเริ่มพองมากขึ้น
35.	น้ำ : เจลาติน 40 ml : 12 g	กรอบน้อยแต่พองมากขึ้น
36.	น้ำ : เจลาติน 40 ml : 16 g	กรอบน้อยแต่พองมากขึ้น
37.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 1.3 g : 0.3 g	กรอบน้อย ไม่พอง
38.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 2.5 g : 0.3 g	เริ่มกรอบ ไม่ค่อยพอง
39.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 3.8 g : 0.3 g	เริ่มกรอบและพอง
40.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 5 g : 0.3 g	เริ่มกรอบและพองมากขึ้น
41.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน 25 ml : 6.3 g : 0.3 g	กรอบน้อยแต่พอง
42.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	กรอบน้อย ไม่พอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	25 ml : 1.3 g : 0.5 g	
43.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	กรอบไม่มาก ไม่ค่อยพอง
	25 ml : 2.5 g : 0.5 g	
44.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	กรอบ แต่พองไม่มาก
	25 ml : 3.8 g : 0.5 g	
45.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	กรอบและพองมาก
	25 ml : 5 g : 0.5 g	
46.	น้ำ : เจลาติน : คาราจีแนน	กรอบและพองมาก
	25 ml : 6.3 g : 0.5 g	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส

เพศ..... อายุ..... วันที่...../...../.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของแคปเทียมจากเจลดิน

คำแนะนำ กรุณาทดสอบทุกตัวอย่างและให้เขียนคะแนนตามความชอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จัดให้ทดสอบ ให้ตรงกับตัวอย่างที่เสนอมา ซึ่งกำหนดให้คะแนนความชอบดังนี้

9 ชอบมากที่สุด 8 ชอบมาก 7 ชอบปานกลาง 6 ชอบ 5 เฉยๆ 4 ไม่ชอบ 3 ไม่ชอบปานกลาง 2 ไม่ชอบมาก 1 ไม่ชอบมากที่สุด

1.สี	
2.กลิ่น	
3.รสชาติ	
4.ความกรอบ	
5.ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาพที่ ข.1 แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายตันติกร นกขมิ้น

วัน เดือน ปี เกิด 30 กรกฎาคม 2540

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น :
พรตพิทยพยัต

พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย :
พรตพิทยพยัต
สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์

พ.ศ. 2558 เข้าศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)
คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน เจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต บริษัท ตะนาวศรี กรีนฟู้ด จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายธนากร เหมทอง

วัน เดือน ปี เกิด 5 ธันวาคม 2539

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น :
นวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย :
นวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒
สายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์

พ.ศ. 2558 เข้าศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)
คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน เจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต บริษัท ซีพีแรม จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้