รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเปรียบเทียบกับการใช้ความร้อนแบบถุงเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านภาคใต้ : เคาหยก

นางสุภาวดี นาคบรรพ์

นางสาวสาวิตรี ณุวงศ์ศรี

นางสาวดุษฎี ทรัพย์บัว

นางสาวทิพย์พิกา ธรฤทธิ์

นางดลฤดี พิชัยรัตน์

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเปรียบเทียบกับการใช้ความร้อนแบบถุงเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านภาคใต้ : เคาหยก

นางสุภาวดี นาคบรรพ์

(โรงเรียนการเรือน ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง)

นางสาวสาวิตรี ณุวงศ์ศรี

(โรงเรียนการเรือน ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง)

นางสาวดุษฎี ทรัพย์บัว

(โรงเรียนการเรือน ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง)

นางสาวทิพย์พิกา ธรฤทธิ์

(โรงเรียนการเรือน ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง)

นางดลฤดี พิชัยรัตน์

(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง)

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2558

หัวข้อวิจัย การศึกษาผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเปรียบเทียบกับการใช้ความร้อนแบบถุงเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านภาคใต้ : เคาหยก

ผู้ดำเนินการวิจัย นางสุภาวดี นาคบรรพ์
นางสาวดุษฎี ทรัพย์บัว
นางสาวสาวิตรี ณุวงศ์ศรี
นางสาวทิพย์พิกา ธรฤทธิ์
นางดลฤดี พิชัยรัตน์

ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร

หน่วยงาน สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
วิทยาเขตตรัง

ปี พ.ศ. 2560

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นและวิธีการใช้ความร้อนแบบถุงเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เคาหยก โดยทำการคัดเลือกจากสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า สูตรของไพบูลย์ นวลปาน (2559) ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด และเมื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ไขมันร้อยละ 11.5 โปรตีนร้อยละ 10.6 คาร์โบไฮเดตรร้อยละ 17.5 เถ้าร้อยละ 2.0 ใยอาหารร้อยละ 1.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.52 และมีพลังงานทั้งหมด 215 kcal/100g เมื่อศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอสซึ่งส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ พบว่าระยะเวลาในการเคี่ยวหมูกับน้ำซอสเป็นระยะเวลา 60 นาที แล้วบรรจุลงในถุงรีทอร์ทเพาซ์แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อที่สภาวะความดัน 0.15 MPa อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส จนได้ค่า F_0 11 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์เคาหยกได้รับการยอมรับมากที่สุด เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ตรวจสอบคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งโดยการใช้ความเย็นด้วย

วิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ตรวจสอบคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และเมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง แต่ไม่มีความแตกต่างกันในด้านสี ด้านเชื้อจุลินทรีย์ ด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Research Title	The comparative study of the quality difference between air blast freezing and retort pouch method of local southern Thai food: Kaoyok
Researcher	Mrs. Supawadee Nakban Ms. Dudsadee Sapbua Ms. Sawittree Nuwongsri Ms. Thippika Thorrarit Mrs. Donrudee Pichairat
Research Consultants	Assistance Professor.Yuporn Puechkamut, Ph.D.
Organization	Culinary Technology and Service. School of Culinary Arts, Primary Location Trang Suan Dusit University Department of Food Industry and Fisheries Products, Rajamangala University of Technology Srivijaya Trang Campus
Year	2017

This research aims to study which method of preservation is more effective on the product quality of Kaoyok; freezing method (air blast) or thermal method (retort pouch). The recipe selected for the production of the Kaoyok was Paiboon Naunpan's recipe because highest score in the sensory evaluation of color, smell, taste and texture. The Kaoyok was then analyzed to find the chemical composition and dietary values. These were as follows; fat 11.5 %, protein 10.6 %, carbohydrate 17.5 %, ash 2.0 %, dietary fiber 1.5 %, pH 5.52 and total energy is 215 kcal/100g. The cooking duration study found that simmering the pork in the sauce for 60 minutes and then packing it in the retort pouch at 118 ^{0}C until the F value (F_0) (11.66 minutes) and sterilized in retort at 0.15 MPa is the most effective. Kaoyok in the retort pouch is stored at room temperature for 12 months. Sampling every three months to determine physical properties by sensory about colour, odour, texture and overall found that all factors there are no difference statistically significant ($P > 0.05$) Indicating that the product did not change after 12 months of storage. And biological test found that

Total plate count (TPC), *E.Coli*, Coliform, Yeast and Mold, *S.aureus*, *Samonell spp.* are negative. For the blast freezing study the same cooking method was used and the Kaoyok was air blast freezer at -18 ^{0}C for 12 months for storage purposes. Sampling every three months to determine physical properties by sensory about colour, odour, texture and overall found that all factors there are no difference statistically significant ($P > 0.05$). Indicating that the product did not change after 12 months of storage. And biological test found that Total plate count (TPC), *E.Coli*, Coliform, Yeast and Mold, *S.aureus*, *Samonell spp.* there are no difference statistically significant ($P>0.05$).

The study on quality change of Kaoyok in retort pouch compared with frozen Kaoyok when stored for 12 months found that the frozen Kaoyok had better texture than the Koayok in retort pouch but there is no difference statistically significant ($P > 0.05$) in the color, microbiology and product acceptance.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งตรัง ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่และเครื่องมือ ตลอดจนขอขอบคุณอาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ผลการทดลอง คณะผู้วิจัยหวังว่าข้อมูลจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นการเผยแพร่ข้อมูลของอาหารพื้นบ้านภาคใต้ : ผลิตภัณฑ์เคาหยกและสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปพัฒนาต่อยอดและนำไปสู่การใช้งานได้จริงในเชิงพาณิชย์ต่อไป

คณะผู้วิจัย

2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	3
ข้อจำกัด	3
สมมติฐานการวิจัย	3
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
อาหารจีนในจังหวัดตรัง	5
วัตถุดิบและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก	6
การแช่แข็ง	11
การสเตอริไลซ์	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	26
วัตถุดิบ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการดำเนินงาน	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	31
4.1 ผลการศึกษาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก	31
4.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เคาหยก	34

หน้า

4.3 ผลการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกด้วยความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ 35
4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกระหว่างการเก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ AIR BLAST ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 42
4.5 ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง 46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 51
สรุปผลการวิจัย 51
อภิปรายผลการทดลอง 52
ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ 53
ข้อเสนอแนะในครั้งต่อไป 54
บรรณานุกรม 55
บรรณานุกรมภาษาไทย 55
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ 57
ภาคผนวก 59
ภาคผนวก ก ภาพแสดงผลิตภัณฑ์เคาหยก 60
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลทางสถิติ 66
ประวัติผู้วิจัย 110

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	อัตราเร็วการแช่เยือกแข็ง	11
2.2	การจำแนกชนิดของอาหารกระป๋องและภาวะที่ใช้ในกระบวนการสเตอริไลเซชัน	22
4.1	แสดงคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เคาหยกทั้ง 3 สูตร	32
4.2	ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เคาหยก	33
4.3	ตารางองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เคาหยก	34
4.4	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับ	36
4.5	แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับ	37
4.6	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส	40
4.7	แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส	41
4.8	แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส	41
4.9	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน	43
4.10	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน	44
4.11	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่เก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน	45
4.12	แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง	47
4.13	แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง	48

หน้า

4.14 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง 50

ข- 1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 67

ข- 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 68

ข- 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 69

ข- 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 69

ข- 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 70

ข- 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 70

ข- 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 71

ข- 8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า L a* b* ของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 72

ข- 9 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า Lของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 72

หน้า

ข- 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า a ของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 73

ข- 11 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า b ของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที 73

ข- 12 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 74

ข- 13 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 75

ข- 14 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L ของผลิตภัณฑ์ เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 75

ข- 15 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า a ของผลิตภัณฑ์ เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 76

ข- 16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า bของผลิตภัณฑ์ เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 77

ข- 17 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 77

ข- 18 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 79

ข- 19 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 80

หน้า

ข- 20 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 80

ข- 21 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 81

ข- 22 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 82

ข- 23 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง 83

ข- 24 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 84

ข- 25 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 85

ข- 26 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า Lของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 86

ข- 27 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า a ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 87

ข- 28 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 88

หน้า

ข- 29 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 89

ข- 30 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 90

ข- 31 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 91

ข- 32 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านรสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 92

ข- 33 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 92

ข- 34 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน 93

ข- 35 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 0 94

ข- 36 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 3 95

ข- 37 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 6 96

หน้า

ข- 38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 9 97

ข- 39 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 12 98

ข- 40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 0 99

ข- 41 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 3 100

ข- 42 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 6 101

ข- 43 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 9 102

ข- 44 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 12 103

หน้า

ข- 45 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 0 104

ข- 46 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 3 105

ข- 47 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 6 106

ข- 48 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 9 108

ข- 49 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 12 109

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ผลของการแช่เยือกแข็งต่อเนื้อเยื่อโดยวิธีแช่เยือกแข็งแบบช้า (a) และ วิธีแช่เยือกแข็งแบบเร็ว (b)	15
2.2	การเปลี่ยนแปลงสถานะของอาหารระหว่างแช่เยือกแข็ง	15
2.3	เครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลท (contact plate freezer)	16
2.4	still air freezer หรือ sharp freezer	17
2.5	การแช่เยือกแข็งแบบพ่นลม (air-blast freezing)	17
ภาพที่ ก- 1	เคาหยกสูตรจากไพบูลย์ นวลปาน	61
ภาพที่ ก- 2	เผือกทอดส่วนผสมของเคาหยก	61
ภาพที่ ก- 3	เนื้อหมูสามชั้นทอดส่วนผสมของเกาหยก	62
ภาพที่ ก- 4	แสดงการบรรจุเคาหยกลงในถุงรีทอร์ทเพาช์	62
ภาพที่ ก- 5	แสดงการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องรีทอร์ท	63
ภาพที่ ก- 6	ลักษณะเคาหยกภายหลังการฆ่าเชื้อ	63
ภาพที่ ก- 7	แสดงการบรรจุผลิตภัณฑ์เคาหยกลงในถ้วยพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน	64
ภาพที่ ก- 8	แสดงแช่แข็งผลิตภัณฑ์เคาหยกในถ้วยพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน	64
ภาพที่ ก- 9	ลักษณะผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่แข็งหลังจากการอุ่นด้วยเตาอบไมโครเวฟ	65
ภาพที่ ก- 10	การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยก	65

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ตรังเป็นจังหวัดหนึ่งของทางภาคใต้ทางฝั่งทะเลด้านตะวันตก ด้วยที่ตั้งที่อยู่เกือบกึ่งกลางของคาบสมุทรมลายู เหมาะสมต่อการเป็นเมืองท่าปากประตูเปิดรับอารยธรรมและความสัมพันธ์ต่างแดน นักเดินเรือโบราณจึงเลือกใช้เป็นที่ข้ามไปสู่ฝั่งทะเลด้านตะวันออกซึ่งเป็นที่ตั้งอาณาจักรสำคัญของภาคใต้ เช่น ศรีวิชัย นครศรีธรรมราช ปัจจุบันจังหวัดตรังยังคงเป็นเมืองท่าสำคัญ และเป็นจังหวัดเดียวด้านฝั่งทะเลตะวันตกที่มีทางรถไฟเชื่อมการคมนาคมขนส่ง ความเป็นเมืองท่าทำให้ตรังเป็นแหล่งรวมของผู้คนต่างเชื้อชาติ ศาสนา และความเชื่อ บวกกับสภาพธรรมชาติอันสมบูรณ์ครบถ้วน ทั้งทิวเขาสูง แม่น้ำ ชายฝั่งทะเลและเกาะน้อยใหญ่ หล่อหลอมวิถีชีวิตชาวตรังให้เกิดความหลากหลายทางประเพณีวัฒนธรรมที่สามารถอยู่รวมกันได้อย่างสันติ จากเอกสารรายงานสมัยรัชกาลที่ 5 กล่าวถึงประชากรจังหวัดตรังเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไทย แขก จีน โดย ไทยคือ กลุ่มพื้นเมืองดั้งเดิม อยู่ในบริเวณเขาควนและที่ราบลุ่มแม่น้ำ แขก ได้แก่ กลุ่มที่นับถือศาสนาอิสลามอยู่ตามชายฝั่งทะเลและเกาะ ส่วนจีน คือ พวกอพยพมาจากโพ้นทะเลมาตั้งถิ่นฐานตามที่ราบริมฝั่งและท่าเรือเพื่อสะดวกต่อการค้าขาย (กรมศิลปากร, 2544)

คนจีนที่อพยพเข้ามาสู่ภาคใต้ของไทยส่วนใหญ่เป็นชาวภาคใต้และชาวภาคตะวันออกของจีน ซึ่งอยู่ใกล้ชายฝั่งหรือใกล้ทะเล เช่น จากมณฑลฝูเจี้ยน (ฮกเกี้ยน) มณฑลกว่างตง (กวางตุ้ง) มณฑลไห่หนาน (ไหหลำ) เป็นต้น และหากจำแนกกลุ่มคนจีนที่อพยพมาตั้งถิ่นฐานในภาคใต้ของไทยได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นคนจีนที่มุ่งแสวงหาชีวิตที่ดีกว่า มักอพยพด้วยเรือสำเภาจีน แบบไม่มีจุดหมายปลายทาง ขึ้นฝั่งที่ไหนก็พร้อมที่จะเผชิญและต่อสู้ชีวิต มักเข้ามาตั้งหลักทำมาหากินในบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตั้งแต่บริเวณไชยา รอบอ่าวบ้านดอน ลุ่มน้ำปากพนัง สงขลาตลอดจนปัตตานี กลุ่มที่ 2 เป็นคนจีนที่มุ่งอพยพมาตั้งหลักแหล่งในบริเวณปลายแหลมมลายูและบริเวณ 2 ฟากช่องแคบมะละกา ได้แก่ ดินแดนชวา มลายู รวมถึงสิงคโปร์และเกาะปีนัง ส่วนใหญ่เป็นคนจีนที่มุ่งแสวงหาโชคลาภ รักการทำธุรกิจการค้า แล้วต่อมาโยกย้ายถิ่นฐานมาสู่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก กลุ่มที่ 3 เป็นคนจีนที่อพยพเข้ามาทางภาคกลางของประเทศไทยก่อนแล้วจึงเคลื่อนย้ายไปตั้งหลักแหล่งในภาคใต้ภายหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่กำลังก่อสร้างทางรถไฟสายใต้ เมื่อสร้างเสร็จส่วนใหญ่จะตั้งหลักแหล่งกระจัดกระจายอยู่บริเวณสถานีรถไฟ กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มกรรมกรจีนที่อพยพเข้ามาเป็นกุลีในเหมืองแร่ดีบุกในภาคใต้ฝั่งตะวันตกอันเนื่องมาจากภาวะการขาดแรงงาน ตามดำริของพระยารัษฎานุ

ประดิษฐ์มหิศรภักดี (คอซิมบี๊) เจ้าเมืองตรัง และเจ้าเมืองภูเก็ต ในระหว่างปี พ.ศ. 2435-2444 (สุธิวงศ์ พงศ์ไพบูลย์ ดิลก วุฒิพานิชย์ และประสิทธิ์ ชิณการณ์, 2544) การเข้ามาตั้งถิ่นฐานของคนจีนส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น การปลูกยางพารา ปาล์มน้ำมัน กาแฟ ความหลากหลายทางสังคมและวัฒนธรรม เช่น ภาษาถิ่น ประเพณีกินเจ และวัฒนธรรมด้านอาหารและการกิน

เคาหยก เป็นอาหารจีนพื้นบ้าน คิดค้นโดยชาวจีนกวางตุ้ง ซึ่งอพยพมาจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มาอาศัยอยู่ในจังหวัดตรัง ของประเทศไทย “เคาหยก” แปลว่า เนื้อคว่ำ ทำมาจากเนื้อหมูสามชั้นที่ผ่านการทอด แล้วนำมาหมักกับน้ำซอสที่มีส่วนผสมของเต้าหู้ยี้ นำไปนึ่งจนน้ำซอสและเนื้อหมูเข้ากันเป็นอย่างดี แล้วนำไปคว่ำในจานพร้อมเสิร์ฟ มีลักษณะคล้ายกับหมูสามชั้นตุ๋นเผือก นิยมใช้ในงานมงคล งานจัดเลี้ยง และงานไหว้เจ้าในเทศกาลต่าง ๆ เป็นอาหารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก รองลงมาจากหมูย่างเมืองตรัง และขนมเค้กเมืองตรัง โดยได้รับความนิยมทั้งคนในท้องถิ่น และผู้ที่มีเชื้อสายจีนในประเทศใกล้เคียง เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ ไต้หวัน เป็นต้น จนเป็นที่กล่าวขวัญว่า เมื่อมาเยือนเมืองตรัง นอกจากหมูย่างและขนมเค้กแล้ว ต้องมาชิมเคาหยกด้วย เนื่องจากเป็นอาหารที่มีรสชาติ และรูปแบบเฉพาะตัว ไม่มีในพื้นที่อื่น ๆ (จันทิมา มุณีกุล 2559) แม้เคาหยกจะเป็นอาหารที่มีเอกลักษณ์และได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แต่ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น หากผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บในระยะเวลาที่นานขึ้น จะส่งผลดีต่อการเก็บรักษาและการจำหน่าย เป็นประโยชน์ต่อการขยายตลาดในอนาคต

การยืดอายุผลิตภัณฑ์สามารถทำได้หลายกระบวนการ การแช่เยือกแข็งเป็นกระบวนการหนึ่งที่ลดอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์นั้นให้ต่ำลงจนถึงระดับที่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำเนินปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่อไป ทำให้จุลินทรีย์ที่มีปะปนอยู่ในอาหารจะชะงักการเจริญเติบโต และหยุดกระบวนการเมทาบอลิซึมลง แต่เนื้อเยื่อของอาหารจะยังคงลักษณะอยู่ได้ โดยทั่วไปมักจะเป็นอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า วิธีการแช่เยือกแข็งแบบการใช้ลมเย็น (Air-Blast Freezing) เป็นวิธีการที่ทำให้อาหารเย็นอย่างรวดเร็ว มีผลดีต่อการคืนตัวของอาหาร เนื่องจากเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กลดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อเซลล์ในอาหาร (นิธิยา รัตนปนนท์, 2544) กระบวนการใช้ความร้อนเป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร การใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมจะขจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมสภาพระหว่างการเก็บรักษา วิธีการให้ความร้อนแบบรีทอร์ทเพาช์ (Retort pouch) เป็นการให้ความร้อนแก่อาหารที่ถูกบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท และผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนภายใต้แรงดันที่กำหนด ซึ่งบรรจุภัณฑ์ของอาหารเป็นซองพลาสติก ทำให้การส่งผ่านความร้อนไปยังตัวสินค้าทำได้ดี รูปลักษณ์ของสินค้าอาหารดี ถุงเพาช์มีรูปแบบที่หลากหลายสามารถสร้างความโดดเด่นของสินค้าอาหารได้ นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการขนส่ง และสะดวกต่อการรับประทานเนื่องจากนำไปอุ่นในไมโครเวฟได้ทันที (Smout

et al, 2000) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาด และพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านจึงศึกษาผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเปรียบเทียบกับการให้ความร้อนแบบถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านภาคใต้ : เคาหยก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารเคาหยก
2. ศึกษาผลการเก็บรักษาโดยวิธีการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารเคาหยก
3. เปรียบเทียบผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นกับการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเคาหยก

ขอบเขตการวิจัย

คัดเลือกสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก โดยใช้สูตรที่ได้รับความนิยมจากจังหวัดตรัง จำนวน 3 สูตร นำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกมายืดอายุการเก็บรักษาโดยวิธีการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ และแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็น

ข้อจำกัด

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบเฉพาะผลิตภัณฑ์เคาหยกเท่านั้น ไม่สามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นได้

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย คือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน : เคาหยก ที่เก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นไม่แตกต่างจากการใช้ความร้อนแบบถุงเพาซ์

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

ผลิตภัณฑ์เคาหยก คือ ผลิตภัณฑ์ที่นำหมูสามชั้นที่ผ่านการทอด แล้วนำมาเคี่ยวกับน้ำซอสจัดเสิร์ฟคู่กับเผือกทอด จัดเรียงในจานโดยให้เนื้อหมูสลับกับเผือกทอดแล้วราดด้วยน้ำซอส ลักษณะเป็นน้ำขลุกขลิก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นการอนุรักษ์ตำรับอาหารพื้นบ้าน : เคาหยก ให้เป็นแหล่งเรียนรู้วัฒนธรรมด้านอาหารให้เยาวชนรุ่นหลัง

2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านเคาหยก กับหน่วยงานพัฒนาชุมชน พาณิชย์จังหวัด หอการค้าจังหวัด และผู้ประกอบการด้านอาหารในจังหวัดตรังในการส่งเสริมและสนับสนุนผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น

3. เพื่อยกระดับอาหารพื้นบ้าน ให้มีความสามารถในการแข่งขันในตลาดอาเซียน

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเปรียบเทียบกับการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านภาคใต้ : เคาหยก ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. อาหารจีนในจังหวัดตรัง
2. วัตถุดิบและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก
3. การแช่แข็ง
4. การสเตอริไลซ์

อาหารจีนในจังหวัดตรัง

ชาวจีนที่อพยพเข้ามาสู่เมืองตรังมีหลายกลุ่มภาษา สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มชาวจีนที่อพยพมาทางเรือ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มคนจีนอพยพก่อนปี พ.ศ.2458 ซึ่งตรงกับช่วงที่เมืองตรังอยู่ที่อำเภอกันตัง ได้แก่ กลุ่มชาวจีนฮกเกี้ยน ไหหลำ แคะ กวางตุ้ง ชาวจีนกลุ่มนี้มีความสามารถทางด้านการเกษตร เช่น ปลูกพริกไทย ยางพารา เลี้ยงหมู มีความสัมพันธ์กับชาวจีนบริเวณปีนัง มลายู สิงคโปร์ ส่วนกลุ่มชาวจีนที่อพยพเข้ามาทางการคมนาคมทางบก ได้แก่ ทางรถไฟและถนน ซึ่งเป็นกลุ่มคนจีนอพยพหลังปี พ.ศ. 2458 ซึ่งตรงกับช่วงที่เมืองตรังอยู่ที่อำเภอเมืองหรือ ตำบลทับเที่ยง คือ กลุ่มชาวจีนแต้จิ๋ว ซึ่งอพยพเข้ามาจากส่วนกลางและจากภาคใต้ฝั่งตะวันออก เป็นชาวจีนกลุ่มที่เข้ามาเป็นแรงงานในกิจการเหมืองแร่ดีบุก และมีความสามารถทางด้านการค้า ชาวจีนกลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กับชาวจีนแต้จิ๋วที่มาจากภาคกลางของไทย (ลลิดา เกิดเรือง, 2549) การเข้ามาตั้งถิ่นฐานของคนจีนส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางสังคมและวัฒนธรรม เช่น ภาษาถิ่น ประเพณีกินเจ และวัฒนธรรมด้านอาหารและการกิน

อาหารจีนในจังหวัดตรังจึงสามารถแบ่งออกได้ 5 กลุ่ม คือ 1) อาหารจีนฮกเกี้ยน 2) อาหารจีนกวางตุ้ง 3) อาหารจีนแต้จิ๋ว 4) อาหารจีนแคะ/อาหารฮากกา 5) อาหารจีนไหหลำ ซึ่งต่อมาเมื่อคนจีนที่เดินทางเข้ามาอยู่ในจังหวัดตรังนานขึ้น ก็ได้แต่งงานกับคนไทยพื้นเมือง หรือแต่งงานกันเอง ทำให้เกิดการผสมผสานกันของอาหารเกิดเป็นอาหารชนิดใหม่ หรือมีการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นประยุกต์กับอาหารจีนดั้งเดิมที่เคยทำ จนเป็นอาหารที่มีรสชาติเฉพาะตัวในปัจจุบัน

เคาหยก เป็นอาหารจีนพื้นบ้าน ของคนจีนกวางตุ้ง ซึ่งอพยพมาจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มาอาศัยอยู่ในจังหวัดตรัง เป็นอาหารที่ใช้ในงานมงคลและงานประเพณีอื่นๆ และได้รับ

ความนิยมเป็นอย่างมาก ทั้งคนในท้องถิ่น และผู้ที่มีเชื้อสายจีนในประเทศใกล้เคียง เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ ไต้หวัน เป็นต้น “เคาหยก” แปลว่า เนื้อคว่ำ ทำมาจากเนื้อหมูสามชั้นที่ผ่านการทอด แล้วนำมาหมักกับน้ำซอสที่มีส่วนผสมของเต้าหู้ยี้ นำไปนึ่งจนน้ำซอสและเนื้อหมูเข้ากันเป็นอย่างดี แล้วนำไปคว่ำในจานพร้อมเสิร์ฟ มีลักษณะคล้ายกับหมูสามชั้นตุ๋นเผือก นิยมใช้ในงานมงคล งานจัดเลี้ยง และงานไหว้เจ้าในเทศกาลต่าง ๆ

วัตถุดิบและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก

เคาหยกแต่ละตำรับจะมีส่วนผสมบางอย่างเพิ่มเติมที่แตกต่างกันตามสูตรเฉพาะที่ตกทอดมาจากรุ่นสู่รุ่น หรือเกิดจากการประยุกต์เพิ่มเติม คณะวิจัยจึงขอกล่าวเพียงวัตถุดิบหลักที่มีในเคาหยกเพียงเท่านั้น

1. เนื้อหมู หมูหรือสุกรเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Sus domesticus เป็นสัตว์แบบกีบคู่ ลำตัวอ้วน มีจมูกและปากยื่นยาว มีทั้งหมูเลี้ยงและหมูป่า ต่อมามีการปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดีขึ้น ทำให้สุกรมีลักษณะที่เปลี่ยนไป จำแนกได้ดังนี้

1.1 สุกรป่าในเอเชีย ยุโรป อเมริกา

1.2 สุกรพื้นเมืองเอเชีย

1.3 สุกรที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้วหรือสุกรฟาร์ม

สุกรที่เป็นสุกรพื้นเมืองไทยมีหลายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ไทย เช่น พันธุ์ควาย ราดหรือกระโดนเมือง พวง และสุกรจีน เช่น พันธุ์ไหหลำ และพันธุ์เหมยซาน และนอกจากนี้สุกรพื้นเมืองมีชื่อเรียกอีกหลากหลายตามแต่ละท้องถิ่น เช่น จะรูกะนอ จะรูขะเมา หมูกี้ หมูแจ้ หมูหูติ้น หมูกำพร้า หมูขี้พร้า เป็นต้น (จตุพน คูณแก้ว, 2551)

โดยการตัดแต่งซากสุกร ในประเทศไทยได้ยึดเกณฑ์ของคณะกรรมการปศุสัตว์ และเนื้อสัตว์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (U.S. National Livestock and Meat Board) มีวิธีการตัดแต่งเป็นชิ้นส่วนใหญ่และย่อยดังนี้

- การตัดชิ้นส่วนขนาดใหญ่ สามารถแบ่งได้ 5 ชิ้นส่วน ได้แก่ ขาหลัง สัน ไหล่ ขาหน้า และสามชั้น

- การตัดแต่งชิ้นส่วนย่อย เป็นการนำเอาชิ้นส่วนใหญ่มาตัดแต่งให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้เหมาะแก่การนำมาประกอบอาหาร อาจมีกระดูกติดหรือไม่ติดก็ได้ ซึ่งเป็นการตัดแต่งตามตลาดสดทั่วไป ได้แก่ เนื้อสันนอก สันใน เนื้อสะโพก ซี่โครงชนิดกระดูกอ่อน ซี่โครงชนิดกระดูกแข็ง หมูสามชั้น ขาหมู มัน และหนัง (จารึก ศรีอรุณ ทรงพล วิธานวัฒนา ทิพย์พิกา ธรฤทธิ์ และเสาวพรรณ ปาละสุวรรณ, 2558)

โดยส่วนของเนื้อหมูที่นำมาใช้ทำเคาหยก คือ เนื้อหมูส่วนสามชั้น

2. เผือก (Taro) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือตอนใต้ของเอเชียกลาง ปัจจุบันใช้ปลูกเป็นพืชอาหารในหมู่เกาะเวสต์อินดีสต์ แอฟริกาและเอเชีย เป็นอาหารหลักในหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก และปาปัวนิวกินี รวมทั้งชาวเกาะในอินโดนีเซีย เผือกรับประทานได้หลายส่วน โดยหัว หัวย่อย ไหล ใบและก้านใบเมื่อต้มสุกสามารถรับประทานได้ แบ่งได้ 4 พันธุ์คือ

- เผือกหอม เป็นเผือกที่มีขนาดหัวใหญ่ โดยมีหัวเล็กติดอยู่เล็กน้อย ต้มรับประทานมีกลิ่นหอม กาบใบใหญ่สีเขียว

- เผือกเหลือง เป็นเผือกที่มีหัวขนาดย่อม สีเหลือง

- เผือกไม้หรือเผือกไหหลำ เป็นเผือกหัวมีขนาดเล็ก

- เผือกตาแดง เป็นเผือกที่มีตาสีแดงเข้ม มีหัวเล็ก ๆ ติดอยู่รอบหัวใหญ่ เป็นกลุ่มจำนวนมาก กาบใบและเส้นใบสีแดง

โดยเผือกที่ใช้สำหรับการทำเคาหยกคือเผือกหอม เนื่องจากมีขนาดหัวใหญ่ เนื้อแน่น

3. ซีอิ๊ว Fermented soy sauce หมายถึงซอสชนิดหนึ่ง เรียกโดยทั่วไปว่าซีอิ๊ว เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จากการหมัก (fermentation) มีวัตถุดิบหลักคือ ถั่วเหลือง (soybean) ซีอิ๊วเป็นเครื่องปรุงรส (condiment) ที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร หรือใช้จิ้มอาหารโดยเสิร์ฟพร้อมอาหารชนิดต่างๆ บนโต๊ะอาหาร ที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง มีกำเนิดมาจากประเทศในแถบเอเชีย เช่น จีนและญี่ปุ่น ปัจจุบันแพร่หลายและเป็นที่นิยมทั่วโลก ซีอิ๊วหมักที่ผลิตในประเทศไทยมี 4 ชนิด คือ

- ซีอิ๊วขาว หมายถึง ซีอิ๊วที่ไม่ได้แต่งรสและสี

- ซีอิ๊วดำเค็ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำซีอิ๊วขาวมาเก็บต่อตามกรรมวิธีผลิตเพื่อให้ได้ความเข้มข้นและสีตามกำหนด

- ซีอิ๊วดำ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากซีอิ๊วขาวผสมกับสารให้ความหวานในอัตราส่วนที่พอเหมาะจนกระทั่งได้ความหวานและความเค็มตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

- ซีอิ๊วหวาน หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากซีอิ๊วขาวในปริมาณน้อยผสมกับสารให้ความหวานจนได้ความหวานตามเกณฑ์ที่กำหนด

4. ขิง ชื่ออังกฤษ Ginger ชื่อวิทยาศาสตร์ Zingiber afficinale Rosc. ตระกูล Zingiberaceae เป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยว มีหัวใต้ดิน เรียกว่า เหง้า มีข้อหรือปล้อง เหง้าขิงแตกสาขาออกเป็นแง่งซึ่งมีกลิ่นหอม และมีรสเผ็ดร้อน ดอกขิงเป็นปุ่มมีเกล็ดเล็กๆ ออกดอกเป็นเกล็ดคล้ายกระทือ มีน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 1-3 เป็นซิงจิเบอริน (zingiberine) ส่วนรสเผ็ดร้อนเนื่องมาจากสารจิงเจอรอล (gingerol) และชาโกล (shagoal) ส่วนที่ใช้ทำอาหารคือแง่งอ่อนและแก่ โดยจะใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งรสและกลิ่นอาหารหวาน และคาวหลายชนิด

5. กระเทียม ชื่อภาษาอังกฤษ Garlic ชื่อวิทยาศาสตร์ Allium sativum L. ตระกูล Alliaceae เป็นพืชล้มลุกใบหนาแบบเรียวยาว ต้นและหัวสีขาว กลีบเป็นที่สะสมอาหารและน้ำมันหอมระเหย กลีบเรียงซ้อนกันอยู่เป็นหัวในกลีบมีน้ำเหนียวเป็นยาง กระเทียมมีหลากพันธุ์แตกต่างกันในขนาด สีและกลิ่น เช่น กระเทียมไทย มีหัวขนาดเล็กกลีบสีขาว เนื้อในสีขาว รสและกลิ่นฉุนจัด กระเทียมลาวหัวสีม่วง เนื้อในสีขาว รสและกลิ่นฉุนจัด กระเทียมพันธุ์บ้านโฮ่วจังหวัดลำพูน มีหัวขนาดกลาง กลีบสีขาวปนม่วง กลิ่นรสฉุน ในกระเทียมมีสารประกอบกำมะถัน ชื่อ อัลลินิน (allinin) เป็นสารที่คงตัวไม่มีสีมีกลิ่นเล็กน้อย ละลายได้ในน้ำแต่เมื่อกระเทียมถูกบดขยี้หรือทุบให้ช้ำ เนื้อเยื่อจะแตกออกและปล่อยเอนไซม์อัลลิเนส (allinase) ออกมาย่อยสารอัลลินินไปเป็นสารอัลลิซิน (allicin) ไพรูเวฬและแอมโมเนีย ซึ่งจะให้กลิ่นรสของกระเทียมรุนแรง สารอัลลิซินมีลักษณะเป็นน้ำมันเหลว กลิ่นฉุนเฉพาะของกระเทียมแต่ไม่คงตัว สลายได้ง่าย เมื่อถูกความร้อน ส่วนที่ใช้ทำอาหาร คือ หัวอ่อนและแก่ ประโยชน์ทางด้านอาหาร ใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรส หรือหมักเนื้อสัตว์

6. ผักชี ชื่ออังกฤษ Coriander ชื่อวิทยาศาสตร์ Coriandrum sativum L. ตระกูล Umbelliferae เป็นพืชล้มลุก ต้นสูงประมาณครึ่งฟุต ใบเล็กเป็นฝอยขอบใบหยักคล้ายใบขึ้นฉ่าย แต่ขนาดใบเล็กกว่า ดอกเป็นช่อสีขาว ผลกลมเล็กขนาดหัวเท่าไม้ขีดไฟ ส่วนที่ใช้ทำอาหารคือ ต้น ราก และลูก ประโยชน์ทางด้านอาหารสามารถรับประทานเป็นผักเคียง หรือรากใช้ทำเป็นเครื่องแกง หรือหมักเนื้อสัตว์

7. พริกไทย ชื่ออังกฤษ Pepper ชื่อวิทยาศาสตร์ Piper nigrum ตระกูล Piperaceae เป็นไม้เถาเนื้อแข็ง เลื้อยพาดพันหลักหรือต้นไม้อื่น ใบคล้ายใบพลู ลำต้นเป็นข้อมีรากออกตามข้อเพื่อยึดเกาะสิ่งที่พาดพัน ดอกเป็นช่อ ผลกลมติดกันเป็นช่อ ผลดิบเป็นสีเขียวเมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีแดง มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ พริกไทยดำและพริกไทยขาว พริกไทยดำได้จากผลพริกไทยที่แก่จัดแต่ยังไม่สุกและนำมาตากแห้ง ส่วนพริกไทยขาวได้จากผลพริกไทยที่สุกแล้วนำมาแช่น้ำ เอาเปลือกออกและตากแห้ง สารสำคัญที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ สารจำพวก Monoterpene และ Sesquiter pene ทำให้พริกไทยมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ส่วนที่ใช้ทำอาหาร คือ ผลอ่อนและผลแก่ ประโยชน์ทางด้านอาหาร ใช้ใส่เครื่องแกง ใช้เป็นส่วนผสมในการหมักเนื้อสัตว์

8. น้ำตาลทรายแดง เป็นน้ำตาลพื้นบ้านที่ผลิตจากอ้อยมีลักษณะเป็นผงร่วนและมีกลิ่นหอม ซึ่งเป็นกลิ่นของกากน้ำตาล มีปริมาณซูโครสประมาณ ร้อยละ 80 และกากน้ำตาลอยู่มากจึงทำให้มีสีคล้ำ บางครั้งเกือบดำ

9. ผงหอม เป็นเครื่องเทศ 7 ชนิดบดเข้าด้วยกัน ใช้ใส่เคาหยก หมูแดง ไส้ซาลาเปา หมูพะโล้ เป็นต้น (รัตนา สนั่นชาติวณิช, 2559) โดยเครื่องเทศแต่ละชนิดกล่าวโดยละเอียด (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2559; โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต, 2552; สุดารัตน์ หอมหวล: 2554; อบเชย วงศ์ทองและขนิษฐา พูนผลกิจ, 2558) ดังนี้

9.1 โป๊ยกั๊ก หรือ จันทน์แปดกลีบ เป็นเครื่องเทศเก่าแก่ของจีนที่ใช้มานานกว่า 1,000 ปี ส่วนที่ใช้คือผลแก่ตากแห้ง ลักษณะผลปริแตกเป็นดาว 5 แฉกมีเมล็ดสีน้ำตาลอมแดงอยู่ด้านในแต่ละแฉก มีกลิ่นหอมอ่อนๆ รสเผ็ดหวาน ก่อนใช้นิยมเผาไฟหรือต้มให้หอมก่อน ใส่อาหารประเภทต้ม ตุ๋น หรืออบ สรรพคุณช่วยบำบัดอาการท้องผูก ปวดท้อง อาหารไม่ย่อย ท้องเฟ้อ ถ่ายปัสสาวะยาก โรคในช่องปาก

9.2 อบเชย ชื่ออังกฤษ Cinnamon ชื่อวิทยาศาสตร์ Cinnamomun iner Blume (อบเชยไทย) C. cassia Nees ex Blume (อบเชยจีน) C.Loureivii (อบเชยญวน) C.zeylanicum Nees. (อบเชยลังกา) C. zeylanicum Nees (อบเชยเทศ) ตระกูล Lauraceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ใบแข็ง หนา ยาว เป็นมัน เปลือกต้นและใบมีกลิ่นหอม เนื่องจากน้ำมันหอมระเหย ปริมาณน้ำมันหอมระเหยในอบเชยชนิดต่างๆ จะแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ส่วนที่ใช้ คือ เปลือก ประโยชน์ทางด้านอาหาร ใช้ปรุงทั้งอาหารหวานและคาวประเภทตุ๋น

9.3 จันทน์เทศน์ ชื่ออังกฤษ Mace (ดอกจันทน์เทศน์) Nutmeg (ลูกจันทน์เทศน์) ชื่อวิทยาศาสตร์ Myristica fragrans Houtt ตระกูล Myristicaceae ต้นจันทน์เทศเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ใบดกหนาทึบ เนื้อไม้สีนวล ดอกมีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม ผลกลมยาว เนื้อไม้เรียวกว่าแก่นจันทน์ รกหุ้มเมล็ดมีสีแดง เรียกว่า ดอกจันทน์เทศ เมล็ดเรียกว่าลูกจันทน์เทศน์ ส่วนที่ใช้คือดอกและลูก ประโยชน์ทางด้านอาหารใช้เป็นเครื่องปรุงในอาหารคาว

9.4 ลูกผักชี เป็นเมล็ดพันธุ์ของต้นผักชี (Coriandrum sativum L. ในวงศ์ Umbelliferae) ดอกมีลักษณะสีขาว ออกผลในฤดูหนาว เมล็ดสีขาวหม่นหรือน้ำตาลซีด มีกลิ่นหอมของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งความหอมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแก่อ่อนของเมล็ด กลิ่นรสของลูกผักชีคล้ายพืชตระกูลส้ม มะนาว เนื่องจากมีสารกลุ่ม terpenes linalool และ pinene ใช้เป็นส่วนผสมปรุงแต่งกลิ่นและรสของอาหารได้

9.5 เทียนข้าวเปลือก หรือยี่หร่าหวาน หรือ เทียนแกลบ ชื่ออังกฤษ Sweet fennel ชื่อวิทยาศาสตร์ Foeniculum vulgare Miller subsp. var. vulgare ในวงศ์ Umbelliferae ลักษณะผลแห้ง รูปขอบขนาน ด้านข้างค่อนข้างแบน ไม่มีขน ผิวเรียบ เมล็ดหรือซีกผลมีลักษณะด้านนอกนูน ด้านในที่ประกบกันของเมล็ดหรือด้านแนวเชื่อมค่อนข้างแบนหรือเว้าเล็กน้อย ด้านที่นูนมีสันตามแนวยาวของเมล็ดจำนวน 3 เส้นด้านแนวเชื่อม 2 เส้น สันมีลักษณะยื่นนูนจากผิวเด่นชัด เมล็ดมีสีน้ำตาลผลดูคล้ายข้าวเปลือก ภายในแต่ละซีกมีเมล็ด 1 เมล็ด ทำให้ดูเหมือนแกลบ เมื่อบดเป็นผงมีสีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลอมเขียว กลิ่นหอมเฉพาะตัว รสหวาน และเผ็ดร้อน

9.6 ลูกกระวาน กระวานมีชื่ออังกฤษว่า Cardamon ชื่อวิทยาศาสตร์ Elettaria cardamomum Maton เป็นพืชอายุยืน ต้นมีลักษณะคล้ายต้นข่า ใบเป็นแผ่นยาว ช่อดอกขึ้นมาจากโคนต้น ผลกลมเปลือกเกลี้ยงเป็นพูมีสีขาวนวลภายในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลแก่ขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก

ทั้งผลและเมล็ดมีกลิ่นหอมคล้ายการบูร ส่วนที่ใช้คือเมล็ด โดยผลใช้เป็นเครื่องปรุงอาหารเพื่อให้ได้กลิ่นหอม

10. เต้าหู้ยี้ (Fermented bean curd หรือ Fermented tofu) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับปรุงรสอาหารหรือซอส ได้จากการนำก้อนเต้าหู้มาหมักด้วยเชื้อรา แล้วหมักดองในน้ำปรุงรสที่ทำจากส่วนประกอบต่างๆ เช่น น้ำตาล เกลือ ผงพะโล้ ไวน์ อาจมีพริกแดง ข้าวแดง ขิงอยู่ด้วย หรือนำก้อนเต้าหู้มาหมักดองในเต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ที่มีขายในท้องตลาดมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ สีเหลืองและสีแดง โดยมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้

1) นำถั่วเหลืองมาทำเต้าหู้แข็ง และตัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยม แล้วนำไปแช่น้ำเกลือ (Salting curing 1 คืน

2) นำไปอบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที เพื่อฆ่าจุลินทรีย์และลดความชื้นที่ผิว และพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3) เรียงเต้าหู้ในถาด แล้วใส่เชื้อรา บ่มให้เชื้อราเจริญ 3-7 วัน ชิ้นเต้าหู้จะมีเส้นใยของเชื้อราขึ้นโดยรอบ

4) นำเต้าหู้ไปหมักในน้ำเกลือ โดยเรียงเต้าหู้ในถังหมักเป็นชั้นๆ ใส่น้ำเกลือ และเติมเครื่องเทศอื่นๆ เช่นพริกแดง ขิง ผงพะโล้ ได้เป็นเต้าหู้ยี้สีเหลือง

5) เต้าหู้ยี้สีแดง จะเติมข้าวแดง หรือ อั๊กกั๊ก (Red yeast rice) ปิดฝาหมักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาเดือนครึ่งหมัก

11. กำเจือง เป็นเครื่องปรุงรสสีแดง ทำมาจากมันเทศผสมถั่วเหลือง นำไปต้มและบดละเอียด

12. น้ำมันปาล์ม น้ำมันหรือไขมันที่ใช้บริโภคมาจาก 2 แหล่ง คือ พืชและสัตว์ โดยน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันจากพืชที่ได้จากการสกัดจากส่วนเนื้อของผลปาล์มในระหว่างการเก็บเกี่ยวและขนย้าย น้ำมันปาล์มจะแตกตัวได้ง่ายด้วยน้ำย่อยของผลปาล์ม ทำให้น้ำมันปาล์มที่ได้มีสีส้มแดงมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง และมีแคโรทีนอยด์ปะปนมา น้ำมันปาล์มจะมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวสูงกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ (ยกเว้นน้ำมันมะพร้าว) เมื่ออยู่ในที่อากาศเย็นจะเป็นไขได้ง่าย เป็นน้ำมันที่เหมาะสำหรับการทอดอาหาร

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก

เคาหยกเป็นอาหารที่มีกระบวนการทำหลายขั้นตอนและให้ความร้อนหลายวิธี โดยมีขั้นตอนการทำดังนี้ (จันทิมา มุนีกุล, 2559; มุ่ยคิม แซ่ก๊วย, 2559 และไพบูลย์ นวลปาน, 2558)

1. การเตรียมหมู ใช้หมูส่วนท้อง ตัดให้มีขนาดพอดีกับภาชนะที่ใช้เตรียม

1.1 ทำความสะอาดหมู ขูดขนออกให้หมด ล้างให้สะอาดพักไว้

1.2 ต้มหรือลวกหมูในน้ำเดือดพอสุก นำไปล้างน้ำเย็น และพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ

1.3 สักหนังหมูให้ทั่ว (ในขั้นตอนนี้อาจทาซีอิ๊วบนหมูเพื่อช่วยเพิ่มสีก็ได้)

1.4 ทอดหมูในน้ำมันท่วม (Deep-fry) จนหนังหมูมีสีน้ำตาลทอง นำขึ้นพัก

1.5 หั่นหมูตามขนาดที่ต้องการ พักไว้ (อาจหมักด้วยขิงหรือเหล้าจีน)

2. การเตรียมเผือก ควรเลือกเผือกหอมที่มีปริมาณแป้งมาก นำมาปอกเปลือกและหั่นหนาตามต้องการ ทอดในน้ำมันท่วมจนด้านนอกกรอบ และมีสีน้ำตาลทอง พักไว้

3. การเคี่ยวน้ำซอสเคาหยก (รากผักชี กระเทียม เต้าหู้ยี้ ขิง พริกไทย น้ำตาล ผงหอม และน้ำเปล่าหรือน้ำสต๊อกหมู) จนมีรสชาติจึงใส่หมูที่พักไว้ลงเคี่ยวในน้ำเคาหยก จนหมูนุ่มตักหมูขึ้นพัก และใส่เผือกลงเคี่ยวกับน้ำที่เหลือจนเผือกนุ่ม ตักเผือกขึ้นพัก

4. นำหมูที่พักมาเรียงใส่ชามสลับกับเผือกและราดด้วยน้ำซอสเคาหยกที่เหลือและนำไปนึ่งคว่ำบนจานที่ใช้เสิร์ฟ

การแช่แข็ง

ทฤษฎีการแช่แข็ง

การแช่เยือกแข็งอาหาร มีหลักการพื้นฐาน คือ การลดอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์นั้นให้ต่ำลงจนถึงระดับที่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำเนินปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่อไปได้ ทำให้จุลินทรีย์ที่มีปะปนอยู่ในอาหารชะงักการเติบโต และหยุดกระบวนการแมทาบอลิซึมลง แต่เนื้อเยื่อของอาหารจะยังคงลักษณะอยู่ได้ โดยทั่วไปจุดเยือกแข็ง (Freezing point) ของอาหารจะเท่ากับ –18 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า (นิธิยา รัตนปนนท์, 2544)

อัตราการแช่เยือกแข็ง (freezing rate)

วิธีการแช่เยือกแข็งแต่ละแบบจะมีอัตราเร็วในการทำให้อาหารแข็งตัวต่างกันขึ้นกับวิธีการส่งถ่ายความร้อนของตัวกลางความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายที่ต้องการ และความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งอัตราเร็วการแช่เยือกแข็งตามประสิทธิภาพของเครื่องมือได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 อัตราเร็วการแช่เยือกแข็ง

ประเภทการแช่เยือกแข็ง	อัตราการแช่เยือกแข็ง (ซม./นาที)	ประเภทของอาหาร
แบบช้า	0.2	อาหารที่มีขนาดใหญ่
แบบเร็ว	0.5-3	อาหารที่บรรจุขนาดย่อย
แบบเร็วมาก	5-10	อาหารขนาดหน่วยเล็กๆ
แบบเร็วยิ่งยวด	10-100	อาหารสำหรับการแช่เยือกแข็ง แบบ cryogenic freezing

ที่มา : วิไล รังสาดทอง (2546)

การแช่เยือกแข็งแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับโดยคำนึงถึงอัตราการเคลื่อนที่ของผิวหน้าของน้ำแข็งดังนี้คือ (วิไล รังสาดทอง, 2546)

1. การแช่เยือกแข็งแบบช้า (Slow freezing) คือการทำให้อาหารแข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณจุดเยือกแข็งอย่างช้าๆ โดยใช้เวลาประมาณ 3-72 ชั่วโมง อัตราการเคลื่อนที่ของผิวหน้าของน้ำแข็งเท่ากับ 0.2 เซนติเมตรต่อชั่วโมง วิธีนี้ได้แก่ การแช่อาหารในช่องแช่เยือกแข็งของตู้เย็น ซึ่งจะมีอุณหภูมิระหว่าง -1 ถึง -15 องศาเซลเซียส การแช่เยือกแข็งแบบช้าเป็นการลดอุณหภูมิลง 1 องศาเซลเซียส ต่อนาทีใช้เวลานาน 1 ชั่วโมง ในการเกิดผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์จะมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะไปดันผนังเซลล์ของเนื้อสัตว์หรือผักและผลไม้ เกิดการบอบช้ำและฉีกขาดได้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร หลังจากที่ผลึกน้ำแข็งละลายจนอาหารกลับสู่สภาพเดิมอาหารจะมีลักษณะ ชุ่มน้ำ มีส่วนของเหลวภายในเซลล์ไหลออกมา ซึ่งเป็นประกอบด้วยสารอาหาร วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ

2. การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว (Quick หรือ Fast freezing) คือการทำให้น้ำในอาหารกลายเป็นน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว อัตราการเคลื่อนที่ของผิวหน้าของน้ำแข็งเท่ากับ 0.2 เซนติเมตรต่อชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิ -17 ถึง -45 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาสั้นไม่ควรเกินกว่า 30 นาที วิธีนี้พบว่าผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดเล็กละเอียด ไม่มีชั้นแยกแสดงให้เห็นชัดเจน โดยการเกิดผลึกน้ำแข็งจะเกิดในเซลล์ด้วยซึ่งจะไม่ทำให้เซลล์ของอาหารบอบช้ำมากนัก เหมือนกับการแช่เยือกแข็งแบบช้า ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมในอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องแช่เยือกแข็ง

3. การแช่เยือกแข็งแบบเร็วมาก (Rapid freezing) 5-10 เซนติเมตรต่อชั่วโมง เช่น เครื่องแช่แข็งแบบฟลูอิดไดซ์

4. เครื่องแช่เยือกแข็งแบบเร็วที่สุด (Ultrarapid freezing) 10-100 เซนติเมตรต่อชั่วโมง เช่น เครื่องแช่เยือกแข็งแบบใช้ไครโอเจน

อัตราเร็วของการแช่เยือกแข็งสามารถคำนวณเวลาการทำให้อาหารแข็งตัวได้ การนำความร้อนเกิดขึ้นภายในอาหารไปสู่ผิวและถูกกำจัดออกไปโดยตัวกลางในระหว่างการแช่เยือกแข็ง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนได้แก่

1. การนำความร้อนของอาหาร
2. พื้นที่ที่สามารถถ่ายเทความร้อนได้ของอาหาร
3. ระยะทางที่ความร้อนต้องเดินทางในอาหาร
4. ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอาหารและตัวกลางทำให้แห้ง
5. ผลของฉนวนฟิล์มบางๆ รอบอาหาร ถ้ามีบรรจุภัณฑ์ด้วยจะเป็นการเพิ่มสิ่งกีดขวางการถ่ายเทความร้อน

โดยทั่วไปการนำความร้อนจะไม่แตกต่างกันนักที่อุณหภูมิระหว่าง 0 ถึง 20 องศาเซลเซียส แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ นั่นคือค่าการนำความร้อนของเนื้อ

เยือกแข็งจะสูงกว่าเนื้อที่ไม่ได้แช่เยือกแข็งถึง 3 เท่า การไหลของความร้อนในลักษณะตั้งฉากหรือขนานกับเส้นใยกล้ามเนื้อก็มีผลเช่นเดียวกัน (วิไล รังสาดทอง, 2546)

การกำหนดเวลาในการแช่เยือกแข็งเป็นเรื่องที่ยาก แต่มีวิธีคิดอยู่ 2 วิธี ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของอาหารที่จุดที่แข็งตัวช้าที่สุดจากค่าเริ่มต้นไปยังอุณหภูมิสุดท้ายที่กำหนด (Effective freezing time) และช่วงเวลาตั้งแต่ผิวของอาหารมีอุณหภูมิเข้าใกล้ 0 องศาเซลเซียส จนถึงเวลาที่จุดแข็งตัวช้าที่สุดมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เริ่มเกิดน้ำแข็ง 10 องศาเซลเซียส (Nominal freezing time) วิธีแรกเป็นเวลาที่อาหารอยู่ในเครื่องแช่เยือกแข็งและใช้ในการคำนวณผลผลิตของกระบวนการผลิต ในขณะที่วิธีที่สองเป็นเวลาที่ใช้ในการประมาณค่าความเสียหายของผลิตภัณฑ์เนื่องจากไม่มีการคำนึงถึงสภาวะเบื้องต้นหรืออัตราการทำให้เย็นที่แตกต่างกันที่จุดต่างๆ บนผิวอาหาร การคำนวณเวลาในการแช่เยือกแข็งมีความซับซ้อนเนื่องจาก

1. ความแตกต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหาร
2. ความแตกต่างของขนาดและรูปร่างของอาหารแต่ละชิ้น
3. ความแตกต่างของจุดเยือกแข็งและอัตราการเกิดผลึกน้ำแข็งในส่วนต่างๆ ของชิ้นอาหาร
4. ความหนาแน่นที่เปลี่ยนไป การนำความร้อน ความร้อนจำเพาะและการแพร่ความร้อนร่วมกับการลดลงของอุณหภูมิอาหาร

ในทางปฏิบัติสามารถคำนวณอัตราการแช่เยือกแข็งโดยการประมาณสำหรับชิ้นอาหารทางลูกเต๋าโดยใช้สูตรที่พัฒนาโดย Plank ซึ่งใช้สมมุติฐานดังต่อไปนี้

1. การแช่เยือกแข็งเริ่มจากจุดเยือกแข็งแม้ว่าน้ำทั้งหมดในอาหารจะยังไม่แข็งตัวและไม่คำนึงถึงการสูญเสียความร้อนสัมผัส
2. การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นอย่างช้าๆ พอที่จะเกิดสภาวะ steady-state
3. แนวทางการแข็งตัวเกิดในลักษณะเดียวกับรูปร่างของอาหารนั้น เช่น เป็นรูปสี่เหลี่ยมสำหรับอาหารที่เป็นบล็อกสี่เหลี่ยม
4. จุดเยือกแข็งมีเพียงจุดเดียว
5. ความหนาแน่นของอาหารไม่มีการเปลี่ยนแปลง
6. การนำความร้อนและความร้อนจำเพาะของอาหารคงที่เมื่ออาหารยังไม่แข็งตัว แต่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นค่าคงที่อื่นๆ เมื่ออาหารแข็งตัวแล้ว

$$t_f = \frac{\lambda}{\theta_f - \theta_a}\left(\frac{L}{6}\left(\frac{1}{h} + \frac{x}{k_1}\right) + \frac{L^2}{24k_2}\right)$$

ขณะที่ t_f = เวลาในการเยือกแข็ง

L(m) = ความยาวของชิ้นอาหาร

h(W/m^2 K) = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิว

θ_f(°C) = จุดเยือกแข็งของอาหาร

θ_a(°C) = จุดเยือกแข็งของตัวกลางในการเยือกแข็ง

γ (J/kg) = ความร้อนแฝงของการตกผลึก

ρ (kg/m^3) = ความหนาแน่น

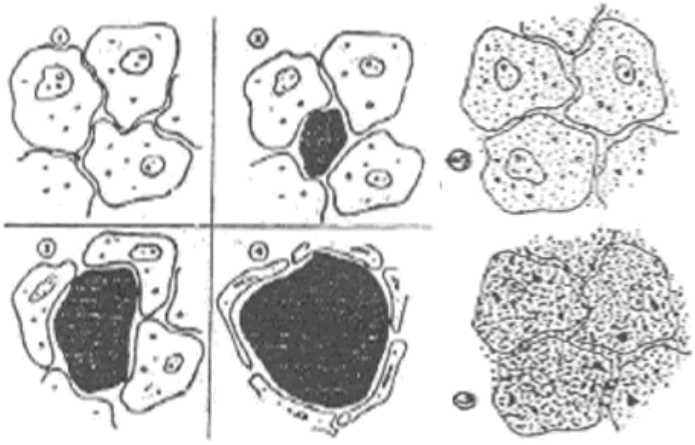
x (m) = ความหนาของบรรจุภัณฑ์

k_1(W/mK) = การนำความร้อนของบรรจุภัณฑ์

k_2(W/mK) = การนำความร้อนของอาหารส่วนที่เยือกแข็ง

อัตราเร็วของการแช่เยือกแข็งมีอิทธิพลต่อเนื้อเยื่อ หากการแช่เยือกแข็งกระทำอย่างช้า ๆ จะทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดโตขึ้นในช่องว่างระหว่างเซลล์ (Intercellular space) ซึ่งจะทำให้เซลล์ที่อยู่รอบ ๆ มีโครงสร้างเปลี่ยนไปและทำลายผนังเซลล์ที่อยู่ข้างเคียง นอกจากนี้ผลึกน้ำแข็งยังมีความดันไอน้ำต่ำกว่าบริเวณภายในเซลล์ ทำให้มีน้ำเคลื่อนย้ายจากภายในเซลล์ออกมายังผลึกน้ำแข็ง ทำให้ผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นในช่องว่างระหว่างเซลล์ และเซลล์พืชจะเหี่ยวลง (ภาพที่ 2.1) และเซลล์จะถูกทำลายอย่างถาวร เมื่อความเข้มข้นของตัวถูกละลายภายในเซลล์เพิ่มขึ้น (วิไล รังสาดทอง, 2546)

เมื่อนำอาหารแช่เยือกแข็งมาหลอมละลาย เซลล์จะไม่สามารถคืนรูปและเต่งเหมือนเดิม อาหารจะมีเนื้อนิ่ม มีของเหลวจากภายในเซลล์ไหลออกมาเนื่องจากผนังเซลล์ถูกทำลาย อย่างไรก็ตาม หากกระบวนการแช่เยือกแข็งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นภายในเซลล์และช่องว่างจะมีขนาดเล็ก จะมีผลเสียหายต่อผนังเซลล์น้อยมาก และไม่เกิดความแตกต่างระหว่างความดันไอน้ำด้วย เซลล์ไม่เหี่ยวลง หรือมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ลักษณะเนื้อของอาหารแช่เยือกแข็งจะยังคงเหมือนเดิมมาก (ภาพที่ 2.1) ทำให้อาหารแช่เยือกแข็งที่ได้มีคุณภาพดีและเมื่อนำไปหลอมละลายก็จะมีลักษณะปรากฏที่ดีด้วย



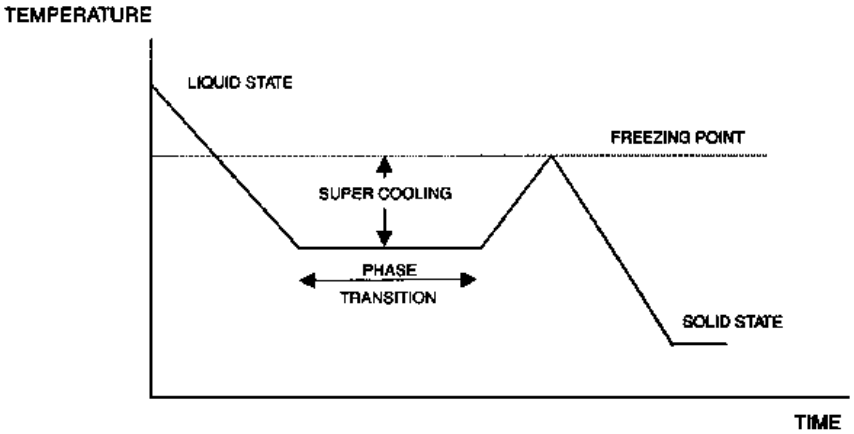
(a) (b)

ภาพที่ 2.1 ผลของการแช่เยือกแข็งต่อเนื้อเยื่อโดยวิธีแช่เยือกแข็งแบบช้า (a) และ วิธีแช่เยือกแข็งแบบเร็ว (b)

เวลาของการแช่แข็ง (Freezing time)

เวลาของการแช่แข็งหรืออัตราการแช่แข็งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกใช้ระบบแช่แข็งเพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม เวลาของการแช่แข็งจะเป็นตัวบ่งบอกความจุของระบบด้วยและยังมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของอาหารแช่แข็งดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นวิธีหาเวลาของการแช่แข็งจึงมีความสำคัญ เพื่อให้แน่ใจว่าได้คัดเลือกระบบแช่แข็งที่มีประสิทธิภาพตามต้องการ

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแช่แข็ง คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผลิตภัณฑ์ และตัวกลางทำให้เย็น (Cooling medium) ลักษณะการถ่ายเทความร้อนจากผลิตภัณฑ์ หรือภายในผลิตภัณฑ์ ขนาด ชนิด และรูปร่างของภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ และ ขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติทางด้านความร้อนของผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 2.2)

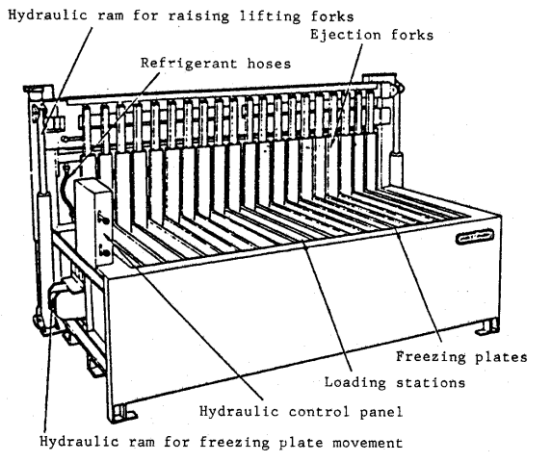


ภาพที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงสถานะของอาหารระหว่างแช่เยือกแข็ง

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2559)

วิธีการแช่เยือกแข็ง

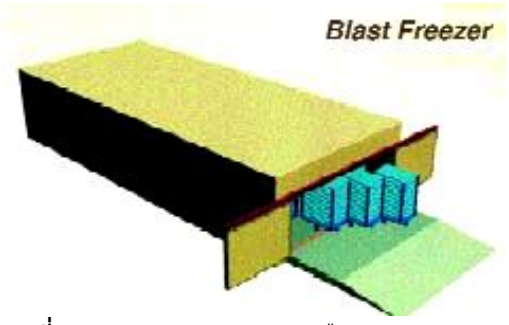
1. วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยโลหะในการถ่ายเทความร้อน วิธีนี้เป็นการอาศัยเครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลท (contact plate freezer) ประกอบด้วยแผ่นโลหะที่บรรจุอาหาร 2 แผ่น โดยแผ่นเพลทจะมีลักษณะกลวงให้สารทำความเย็นไหลผ่านได้ สารทำความเย็นอาจใช้น้ำเกลือเย็น แอมโมเนียหรือฟรีออน เมื่อนำอาหารมาทำการแช่เยือกแข็งโดยวิธีนี้ทำได้โดยบรรจุอาหารลงในถาดโลหะให้เต็มแล้วนำเข้ามาวางในเครื่อง จากนั้นระบบไฮโดรลิคของเครื่องจะเลื่อนเพลทด้านบนให้ลงมาสัมผัสกับอาหาร แผ่นโลหะจะสัมผัสกับอาหารทั้งด้านบนและด้านล่าง เกิดการถ่ายเทความร้อนอย่างรวดเร็วอาหารจะแข็งตัว (วิไล รังสาดทอง, 2546)



ภาพที่ 2.3 เครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลท (contact plate freezer)
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2559)

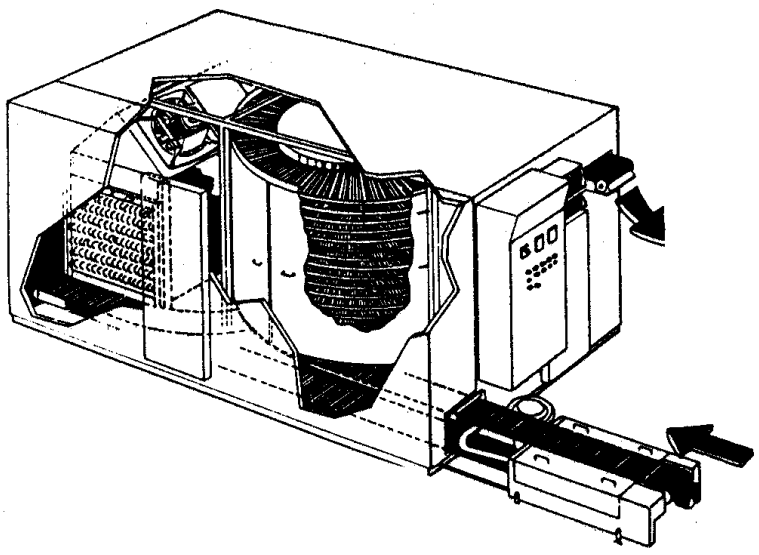
2. วิธีการแช่เยือกแข็งประเภทอาศัยอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 แบบคือ

การอาศัยอากาศที่หยุดนิ่งเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนในลักษณะนี้อากาศจะเคลื่อนที่อย่างช้าๆ หรือไม่มีการเคลื่อนที่เลยตัวอย่างที่เป็นการถ่ายเทแบบนี้คือ ห้องแช่เยือกแข็งแบบอากาศนิ่งหรือตู้แช่เยือกแข็ง (Still air freezer หรือ Sharp freezer) ห้องแช่เยือกแข็งชนิดนี้มีอุณหภูมิระหว่าง -18 ถึง -40 องศาเซลเซียส ในการแช่เยือกแข็งแบบนี้จะช้ากว่าการแช่เยือกแข็งแบบอื่น แต่ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีขนาดใหญ่ และจะต้องนำไปทำการแปรรูปในภายหลัง (วิไล รังสาดทอง, 2546)



ภาพที่ 2.4 still air freezer หรือ sharp freezer
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2559)

การอาศัยอากาศที่เคลื่อนที่เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน การแช่เยือกแข็งแบบนี้จะใช้อากาศที่มีอุณหภูมิ -18 ถึง -34 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า มีความเร็วลมในการไหลผ่าน 0.5-17.5 เมตรต่อวินาที ซึ่งแล้วแต่ชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น การแช่เยือกแข็งแบบพ่นลม (Air-blast freezing) ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดขึ้น เหมาะสมที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป วิธีการคือการนำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแช่เยือกแข็งวางบนถาดหรือวางบนสายพานโลหะที่มีรู แล้วเคลื่อนอาหารนี้เข้าไปในเครื่องที่มีการเป่าลมเย็นจัดลงในอาหารนั้น สำหรับลมเย็นที่เป่าลงมาควบคุมการหมุนเวียนให้เป็นไปอย่างเหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของผลิตภัณฑ์ที่นำไปแช่เยือกแข็ง (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2546) การแช่เยือกแข็งโดยวิธีนี้อาจมีการสูญเสียน้ำไปกับกระแสลมเย็นในบางครั้งอาจสูงถึง ร้อยละ 5 ดังนั้นจึงควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะที่เหมาะสมจะช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ภาชนะบรรจุอาจเป็นอุปสรรคในการถ่ายเทความร้อนบ้าง จึงควรมีการออกแบบการแช่เยือกแข็งให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2.5 การแช่เยือกแข็งแบบพ่นลม (air-blast freezing)
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2559)

3. วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยของเหลวเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน วิธีการนี้จะอาศัยของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำได้แก่ น้ำเกลือเย็น สารละลายโพรพิลีนไกลคอล สารละลายกลีเซอรอล สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หรือสารละลายน้ำตาลที่ทำให้เย็นตัวมาฉีดพ่น หรือจุ่มลง ส่วนใหญ่ใช้วิธีจุ่มในเครื่องแช่เยือกแข็งแบบจุ่ม (Immersion freezer) วิธีการนี้มีข้อดีในแง่ผลิตผลไม่สูญเสียน้ำ เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอกันหรือมีซอกมุมที่ลมเย็นพัดเข้าไม่ถึง แต่การแช่เยือกแข็งวิธีนี้ใช้เพียงเพื่อทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์แข็งตัวเป็นส่วนใหญ่การแช่เยือกแข็งนี้มีข้อไม่เหมาะสมคือ อาจมีการปนเปื้อนบ้าง โดยเฉพาะสารเคมี อาจทำให้รสชาติเปลี่ยนไป เช่น มีรสเค็ม หรืออาจทำให้สารละลายขังในผลิตภัณฑ์ หากต้องการใช้วิธีนี้ให้ปลอดภัยควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในพลาสติกที่บรรจุแบบแนบเนื้อ การแช่เยือกแข็งวิธีนี้มักจะต้องใช้ร่วมกับการแช่เยือกแข็งวิธีอื่นๆ ดังเช่นการแช่เยือกแข็งไก่ กุ้งหรือปลาจุ่มลงในสารละลายเย็นเนื่องจากการแช่เยือกแข็งวิธีนี้เป็นวิธีการแช่เยือกแข็งที่มีความเร็วปานกลาง จึงมีการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ต่อโดยใช้ลมเย็น

4. วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยการระเหยของของเหลวในการถ่ายเทความร้อน (Evaporating liquid freezer) วิธีการแช่เยือกแข็งโดยการระเหยนี้อาจเรียกว่า การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิค (Cryogenic freezing) วิธีการแช่เยือกแข็งแบบนี้ใช้ของเหลวเช่นกัน แต่ของเหลวที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งวิธีนี้ต้องมีคุณสมบัติในการระเหยง่ายเช่น ไนโตรเจนเหลว (Liquid nitrogen) คาร์บอนไดออกไซด์เหลว หรือสารประกอบฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งไนโตรเจนเหลวเป็นสารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากเป็นสารเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ ไนโตรเจนเหลวมีอุณหภูมิประมาณ -196 องศาเซลเซียส เมื่อฉีดพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ที่ลำเลียงอยู่บนสายพาน ไนโตรเจนเหลวเมื่อสัมผัสกับผลิตภัณฑ์จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน ไนโตรเจนเหลวจะเดือดกลายเป็นไอ โดยดูดเอาความร้อนจากชิ้นของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จะเย็นตัวและแข็งอย่างรวดเร็ว มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีสภาพเนื้อสัมผัสที่ดี วิธีการนี้ทำได้ง่ายแต่ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ต้องใช้ไนโตรเจนเหลวประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม และการใช้ค่อนข้างจำกัด ต้องระมัดระวังเนื่องจากการแข็งตัวอย่างรวดเร็ว อาจทำให้ผิวของผลไม้เป็นรอยแตกได้ และผลิตภัณฑ์อาจติดบนสายพาน (วิไล รังสาดทอง, 2546)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกศรินทร์ บาตรโพธิ์ ธัญลักษณ์ สร้อยทอง และสงวนศรี เจริญเหรียญ (2554) ศึกษาผลของอัตราแช่เยือกแข็งและวิธีการละลายน้ำแข็งต่อคุณภาพของขนมชั้นแช่เยือกแข็ง โดยเตรียมขนมชั้นนำมาแช่เยือกแข็งแบบเร็วที่อัตราการแช่เยือกแข็ง 4.08 องศาเซลเซียสต่อนาที และแช่เยือกแข็งแบบช้าที่อัตราการแช่เยือกแข็ง 0.2 องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นนำมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง

และในน้ำร้อนที่ 80 และ 90 องศาเซลเซียส จากการตรวจสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องมือที่วิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่า ขนมชั้นที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบช้ามีเนื้อสัมผัสแข็งกว่าขนมชั้นที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบเร็วอย่างมีนัยสำคัญ และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของขนมชั้นที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบเร็วมากกว่า และการทำละลายในน้ำร้อนที่ 80 และ 90 องศาเซลเซียส ให้ผลที่ดีกว่าอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการให้ความร้อนสูงระยะเวลาสั้นช่วยให้ขนมชั้นกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เร็วที่สุด

วิภา สุโรจนะเมธากุล วารุณี วารัญญานนท์ และพัชรี ตั้งตระกูล (2550) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง : เส้นหมี่ราดหน้า เตรียมโดยการปรับความชื้นของเส้นหมี่อบแห้ง ให้มีค่าประมาณร้อยละ 50 ก่อนที่จะผสมกับน้ำมันพืชและซอสดำในสัดส่วน 500:20:20 โดยน้ำหนัก นำเส้นหมี่ น้ำราดหน้าพร้อมผักและเนื้อหมู ไปผ่านกรรมวิธีการแช่เยือกแข็ง ด้วยไอไนโตรเจนเหลว การคืนรูปเส้นหมี่และน้ำราดหน้าแช่เยือกแข็ง ทำโดยการละลายด้วยไมโครเวฟ (900 วัตต์) นาน 2 และ 5 นาทีตามลำดับ ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ชิมไม่สามารถบอกความแตกต่างของเส้นหมี่ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งและละลาย 1-5 รอบ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน$3.0x10^3$ cfu/g จุลินทรีย์ชนิด *E. Coli* และ Coliform น้อยกว่า 3 MPN/g ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค น้ำราดหน้าที่เตรียมจากสตาร์ชมันฝรั่งผสมเจลาตินมีคะแนนการยอมรับจากผู้ชิมสูงกว่าการใช้สตาร์มันสำปะหลังดัดแปร ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่ราดหน้าแช่เยือกแข็งสามารถเก็บได้นานไม่น้อยกว่า 3 เดือนที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

นพรัตน์ มะเห ดาริกา อวะภาค และดลฤดี พิชัยรัตน์ (2557) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน : ข้าวยำทอดแช่เยือกแข็ง พบว่าสภาวะในการแช่เยือกแข็ง ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส (จนอุณหภูมิจุดกึ่งกลางผลิตภัณฑ์เท่ากับ -18 องศาเซลเซียส) ใช้เวลาในการแช่เยือกแข็ง 113 นาที ด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งเท่ากับ 1.20 cm/hr ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีองค์ประกอบต่างๆ ทางเคมีคือ โปรตีน ร้อยละ 7.67 ไขมันร้อยละ 17.33 เถ้าร้อยละ 1.22 ความชื้นร้อยละ 43.26 ค่าแอคติวิตีของน้ำ (a_w) เท่ากับ 0.97 คุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งที่นำมาทอดใหม่อีกครั้ง พบว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับผลิตภัณฑ์ การศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บไว้ได้นาน 4 วัน โดยคุณภาพทางจุลินทรีย์และทางเคมีไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ส่วนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

Miller, Steven & Knudson (2014) ศึกษาการเปรียบเทียบสารอาหารและต้นทุนของผักผลไม้กระป๋อง ผักผลไม้แช่เยือกแข็งและผักผลไม้สดโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างผัก 8 ชนิด และผลไม้ 10 ชนิด ซึ่งบรรจุในหลากหลายบรรจุภัณฑ์และสัมพันธ์กับราคา พบว่าผักกระป๋องมีราคาเฉลี่ยต่ำกว่าผักแช่เยือกแข็งและผักสด สำหรับผลไม้กระป๋องมีสารอาหารน้อยและมีราคาเฉลี่ย

ต่ำซึ่งผู้วิจัยแนะนำให้บริโภคผลไม้แช่แข็งและกระป๋องเนื่องจากมีราคาไม่สูงและได้รับสารอาหารที่เพียงพอต่อวัน

การสเตอริไลซ์

สเตอริไลเซชั่น (Sterilization) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้อาหารได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงและมีระยะเวลานานเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรียและเอนไซม์ต่างๆ ทั้งหมดในอาหาร โดยการสเตอริไลเซชั่นอาหารจะต้องได้รับความร้อนอุณหภูมิสูงถึง 121 องศาเซลเซียส ในภาวะที่ร้อนชื้นอย่างน้อย 5 นาที อาหารที่ผ่านการการสเตอริไลเซชั่นแล้วจะสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป การสเตอริไลเซชั่นอาหารที่อยู่ในภาชนะบรรจุ ระยะเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ในอาหารที่อยู่ในภาชนะบรรจุจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ (นิธิยา รัตนปนนท์, 2544) ได้แก่

1. ชนิดของจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนและเอนไซม์ในอาหาร
2. ความร้อนที่ใช้และภาวะของหม้อนึ่งความดันไอที่ใช้
3. ความเป็นกรดด่างของอาหาร
4. ขนาดของภาชนะบรรจุ
5. ลักษณะทางกายภาพของอาหาร

ผลของความร้อนต่อจุลินทรีย์

ความร้อนจะทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ จึงทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารและเอนไซม์ที่ควบคุมเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ต่างๆ อัตราเร็วของการทำลายเป็น first order reaction เมื่ออาหารได้รับความร้อนสูงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร อัตราการตายของจำนวนจุลินทรีย์ (%) ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆจะเท่ากัน และจะเท่ากับเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของจำนวนจุลินทรีย์ที่มีเมื่อเริ่มต้น เรียกว่า Logarithmic order of death อธิบายโดยกราฟอัตราการตาย (Death rate curve) กับเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ให้ลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ณ ที่อุณหภูมิหนึ่ง จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมี D-value แตกต่างกัน หาก D-value สูง แสดงว่าจุลินทรีย์นั้นทนความร้อนได้ดี จึงต้องใช้เวลาในการทำลายนานจากค่า logarithmic order of death จะมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง 2 ประการ

1. หากในวัตถุดิบมีจุลินทรีย์จำนวนมาก จะต้องใช้เวลานานในการลดจำนวนลงจนถึงระดับที่ต้องการ การแปรรูปอาหารระดับอุตสาหกรรมจำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบแต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน และเป็นการยากที่จะคำนวณหา process time ของแต่ละรุ่นหรือชุดของการผลิต (Batch) ดังนั้นจึงใช้ specific temperature time combination สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิด และขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะต้องลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นลงให้มีจำนวนเหลือใกล้เคียงกันมากที่สุด

2. เนื่องจากการคำนวณหาจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายเป็นค่า log หากต้องการทำลายให้หมดทุกเซลล์จะต้องให้ความร้อนเป็น infinite time ดังนั้นในการแปรรูปอาหารจึงต้องลดจำนวนจุลินทรีย์ลงให้เหลือมีชีวิตรอดอยู่น้อยที่สุด ซึ่งจัดเป็นการทำให้ปลอดเชื้อเชิงการค้า (Commercial sterility) ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความคงทนต่อความร้อนของจุลินทรีย์ ได้แก่

2.1 ชนิดของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์มีมากมายหลายชนิด หลายสปีชีส์และสายพันธุ์ซึ่งทนต่อความร้อนได้แตกต่างกัน และสปอร์จะทนความร้อนได้ดีกว่าตัวเซลล์ของจุลินทรีย์

2.2 ภาวะที่ใช้ในการบ่ม (Incubation condition) ภาวะที่ใช้ระหว่างที่เซลล์ของจุลินทรีย์เจริญหรือเกิดสปอร์ เช่น อุณหภูมิ สปอร์ที่สร้างในภาวะที่อุณหภูมิสูงจะทนความร้อนได้ดีกว่าสปอร์ที่สร้างอุณหภูมิต่ำ อายุของเซลล์ เซลล์ที่มีระยะการเจริญต่างกันก็ทนความร้อนได้ต่างกัน อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ หากในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเกลือหรือกรดไขมันจะทำให้สปอร์ทนความร้อนได้ดี

2.3 ภาวะระหว่างการให้ความร้อน ซึ่งภาวะที่สำคัญได้แก่

พีเอชของอาหาร แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคและที่ทำให้อาหารเน่าเสียเร็วจะทนความร้อนได้ดีเมื่อพีเอชใกล้เป็นกลาง ส่วนยีสต์และราสามารถทนต่อภาวะที่มีความเป็นกรดได้ แต่ทนต่อความร้อนได้น้อยกว่าสปอร์ของแบคทีเรีย

ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ของอาหารมีอิทธิพลต่อการทนความร้อนของ vegetative cell ของจุลินทรีย์ และการใช้ความร้อนชื้น (Moist heat) จะมีประสิทธิภาพดีกว่าความร้อนแห้ง (Dry heat) สำหรับการทำลายสปอร์

องค์ประกอบของอาหาร อาหารที่มีโปรตีน ไขมัน และน้ำตาลสูงจะทำให้จุลินทรีย์ทนความร้อนได้ดี โซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่ำที่ใช้เติมในอาหารส่วนใหญ่ไม่มีผลกระทบ และอาหารที่อยู่ในสภาพคอลลอยด์จะทำให้เซลล์ทนความร้อนได้ดี

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้และภาวะที่ใช้บ่มมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่จะรอดชีวิตได้ เอนไซม์ส่วนใหญ่มี D-value และ Z-value อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับจุลินทรีย์จึงถูกทำลายได้ในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนปกติ แต่ก็มีเอนไซม์บางชนิดที่ทนความร้อนได้ดี โดยเฉพาะอาหารที่เป็นกรด เอนไซม์อาจถูกทำลายไม่หมดเนื่องจากใช้ความร้อนในช่วงเวลาสั้นหรืออุณหภูมิไม่สูงนัก

การกำหนดมาตรฐานของอาหารที่บรรจุในรีทอร์ทเพาช์นั้น จะใช้มาตรฐานเดียวกันกับการจำแนกชนิดของอาหารกระป๋อง

ตารางที่ 2.2 การจำแนกชนิดของอาหารกระป๋องและภาวะที่ใช้ในกระบวนการสเตอริไลเซชัน

การจำแนกชนิดของอาหารตามภาวะความเป็นกรด	ค่าพีเอชของอาหาร	ชื่ออาหาร	สาเหตุการเน่าเสีย	กระบวนการลดความร้อนที่ต้องการขั้นต่ำ
ความเป็นกรดต่ำ (low acid)	7.0	เนื้อวัว เนื้อปู เนื้อหมู หอย นางรม น้ำนม เนื้อเป็ด ไก่ เนื้อปลา ไข่	Mesophilic spore-forming anaerobic bacteria	ใช้ความร้อนสูง อุณหภูมิประมาณ 116-121 องศาเซลเซียส (240-250 องศาฟาเรนไฮต์) เวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของภาชนะบรรจุและลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารที่แปรรูป
	6.0	เนื้อกระป๋อง ถั่วต่างๆ แครอท หน่อไม้ฝรั่ง มันฝรั่ง ผักบางชนิด	Themophiles เอนไซม์ในอาหารตามธรรมชาติ	
	5.0	ซุปมะเขือเทศ ซุปต่างๆ		
ความเป็นกรดต่ำปานกลาง	4.6	ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป	พีเอชที่ยับยั้ง Clostridium botulinum	
ความเป็นกรด	4.0	มะเขือเทศ ข้าว สาลี	Non spore forming aciduric bacteria	ใช้ความร้อนจากน้ำเดือดหรือไอน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
		กะหล่ำปลีดอง สับปะรด แอปเปิ้ล สตรอเบอรี่ ส้มที่มีรสเปรี้ยว	Aciduric spore forming bacteria เอนไซม์ในอาหารตามธรรมชาติ	
ความเป็นกรดสูง (High acid)	ต่ำกว่า 4.0	อาหารดอง น้ำมะนาว น้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว แยม และผลิตภัณฑ์อาหารที่มีรสเปรี้ยว	ยีสต์และรา	

ผลของการสเตอริไลซ์ต่ออาหาร

การสเตอริไลซ์มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้นานขึ้นและพยายามให้มีคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพการบริโภคเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ความแตกต่างระหว่าง D-value และ Z-value ของจุลินทรีย์ เอนไซม์ และองค์ประกอบของอาหาร จะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลทำให้เหลือคุณค่าทางโภชนาการและคุณค่าทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด ผลของการสเตอริไลเซชันต่ออาหาร ได้แก่

สี การเปลี่ยนสีของอาหารบรรจุกระป๋อง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ร่วมกันในระหว่างการแปรรูป ซึ่งจะมีผลต่อสีตามธรรมชาติที่มีอยู่ในอาหาร ตัวอย่าง เช่น สีแดงของออกซีไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ในเนื้อสัตว์บางชนิด จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเมทไมโอโกลบิน (Metmyoglobin) และสีม่วง (Purplish) ของไมโอโกลบิน จะถูกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงของไมโอฮีโมโครโมเจน (myohaemochromogen) และยังเกิดปฏิกิริยา Millard browning และคาราเมลไลเซชัน ทำให้เกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อที่ถูกสเตอริไลเซชันแล้ว ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันเมื่อต้มเนื้อให้สุก การเติมโซเดียมไนไตรต์และโซเดียมไนเตรตจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเจริญของเชื้อ C.botulinum แต่จะทำให้เนื้อมีสีแดงชมพูเนื่องจากเกิดสารไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน และเมทไมโอโกลบินไนไตรต์

การใช้กระบวนการ UHT กับเนื้อสัตว์ ผลของ UHT จะทำให้สารสีในเนื้อสัตว์ (Meat pigment)เกิดการเปลี่ยนแปลง และเกิดปฏิกิริยา Millard browning และคาราเมลไลเซชันเพียงเล็กน้อย ส่วนในผักและผลไม้สารแคโรทีนและบีตานินไม่มีผลกระทบคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินจะมีผลกระทบเล็กน้อย และอาจจะยังคงรักษาสีเดิมตามธรรมชาติไว้ได้

กลิ่นและรสชาติ เนื้อบรรจุกระป๋อง (Canned food) มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างซับซ้อน เช่น การเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส (Pyrolysis) ดีแอมมิเนชัน (Deamination) และดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation) ของกรดอะมิโน เกิดการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตโดยปฏิกิริยา Millard browning และคาราเมลไลเซชันได้เป็นเฟอฟุราล (Furfural) และไฮดรอกซีเมทิลเฟอฟูราล (Hydroxymethyfurfural) รวมทั้งเกิดออกซิเดชันและดีคาร์บอกซิเลชันของลิพิดด้วย การเกิดปฏิกิริยาระหว่างกันของสารต่างๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดสารให้กลิ่นและรสชาติใหม่จำนวนมาก

ลักษณะเนื้อและความหนืด การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารประเภทเนื้อสัตว์เกิดจากโปรตีนเกิดการจับตัวเป็นก้อนและสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ จะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวและเหนียว หากโปรตีนคอลลาเจนเกิดปฏิกิริยาไฮโดรเลซิสจะนิ่มลงและสารที่ละลายออกมาจะเป็นเจลาติน นอกจากนี้ยังมีไขมันออกมาอยู่ในอาหารด้วย บางครั้งมีการเติมพอลิฟอสเฟตเพื่อช่วยอุ้มน้ำทำให้เนื้อนุ่มและไม่หดตัว

คุณค่าทางโภชนาการ การบรรจุอาหารใส่กระป๋องแล้วทำการสเตอริไลเซชัน ทำให้เกิดไฮโดรไลซิสของคาร์โบไฮเดรตและลิพิด แต่คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไม่เปลี่ยนแปลง โปรตีนจะ

เกิดการเสียสภาพธรรมชาติในเนื้อกระป๋อง และมีการสูญเสียกรดอะมิโนประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากถูกทำลายด้วยความร้อน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการให้ความร้อน

Srinivasa Gopal, Vijayan, Balachandran, Madhavan and Iyer (2001) ได้ศึกษาการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์แกงปลาพื้นบ้านของประเทศอินเดีย โดยการบรรจุในถุงเพาซ์ขนาด 15.5 ซม.x 7 ซม. พบว่า การใช้ความร้อนที่มีค่า F_0 = 8.43 เป็นสภาวะการฆ่าเชื้อที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แกงปลาพื้นบ้านได้รับการยอมรับด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด และสามารถเก็บในอุณหภูมิห้องได้ในระยะเวลา 1 ปี

โสรส เกศรินทร์ (2553) ศึกษาผลของกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหวานในน้ำเกลือบรรจุในบรรจุภัณฑ์กึ่งอ่อนตัวระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดข้าวโพดหวานในน้ำเกลือบรรจุในภาชนะกึ่งอ่อนตัวเกิดสีน้ำตาลระหว่างการเก็บ ส่งผลให้อายุการเก็บสั้นลง จึงศึกษาผลของอุณหภูมิฆ่าเชื้อต่างๆ 4 ระดับ ที่ใช้โดยให้มีค่า F_0 = 6 นาทีเท่ากัน และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 20 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส โดยการทดลองในส่วนแรกเป็นการศึกษาอัตราการส่งผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์เพื่อกำหนดเวลาในการฆ่าเชื้อที่แต่ละอุณหภูมิที่ให้ค่า F_0 เท่ากับ 6 นาที ซึ่งจะนำไปใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ต่อไป ส่วนที่สองเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านสี และกลิ่นรสระหว่างการเก็บ โดยในการศึกษาคุณภาพด้านสี พิจารณาจากค่าสี ค่าดัชนีสีน้ำตาล ปริมาณฟีนอลที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ ปริมาณ 2,5 dimethy-4-hydroxy-3(2H)-furanone (DMHF) โดยคุณภาพกลิ่นรส พิจารณาจากปริมาณไดเมตทิลซัลไฟด์

จากผลการทดลองในส่วนแรก กำหนดกระบวนการผลิตใหม่ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกล่อง Tetra recart ขนาด 85x45x110 มม. มีค่า F_0 = 6 นาที ใช้เวลา 22 16 12 และ 9 นาที ที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อ 188 121 124 และ 127 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลส่วนที่สองพบว่าสีของข้าวโพดหวานเข้มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น สังเกตได้จากค่าสีและค่าดัชนีสีน้ำตาลสูงขึ้น ดังนั้นสรุปได้ว่ากระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (127 องศาเซลเซียส เวลา 9 นาที) ให้คุณภาพด้านสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่ากระบวนการผลิตอื่นๆ ที่ศึกษา

Bindu, Ravishankar and Srinicasa (2006) ทำการทดลองเพื่อประเมินคุณภาพการเก็บรักษาหอยกาบฝาดำ (Black clam) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาสภาพเนื้อสัมผัสและความฉ่ำน้ำ. ด้วยการทดลองบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ภายใต้สภาพสูญญากาศโดยคงกระบวนการที่ฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันสูง (Retort) เวลา และอุณหภูมิรวมระหว่างกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้การบันทึกข้อมูลค่า F_0 และค่าระหว่างการให้ความร้อน การส่งผ่านความร้อนถูกกำหนดโดยใช้วิธีการคำนวณ เวลาที่ใช้ในการ

ดำเนินการทั้งสิ้น คือ 44 นาที ที่ F_0=9 และใช้เวลา cook value 99 นาที การใช้บรรจุภัณฑ์สูญญากาศโดยใช้การฆ่าเชื้อโดยใช้แรงดันพบว่าสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติ (28 ± 2 °C). เป็นระยะเวลา 1 ปี

Shah, Bosco, Mir and Sunooj (2017) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาของแกงเนื้อพื้นเมืองที่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาช์ขนาด 15 ซม.x 20 ซม. โดยนำแกงเนื้อพื้นเมืองมาฆ่าเชื้อด้วยความร้อนใช้ค่า F_0 ตั้งแต่ 7 ถึง 11 นาที พบว่า ค่า F_0 ที่ 9 นาที ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด และสามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 เดือน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

- เนื้อหมูสามชั้น
- เผือก
- ซีอิ๊วขาว
- ขิง
- กระเทียม
- ผักชี
- พริกไทย
- น้ำตาลทรายแดง
- โป๊ยกั๊ก
- อบเชย
- จันทน์เทศ
- ลูกผักชี
- เทียนข้าวเปลือก
- ลูกกระวาน
- เต้าหู้ยี้
- กำเจือง
- น้ำมันปาล์ม

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการผลิตเคาหยก ได้แก่ มีด เขียง ถาด เครื่องชั่ง ตะแกรง คีมคีบ หม้อ กระทะ ที่สักหนังหมู กระชอน พิมพ์เคาหยก ลังถึง

2. อุปกรณ์ในการให้ความร้อนฆ่าเชื้อ ได้แก่

2.1 เครื่องรีทอร์ท Water Spray Retort Machine โมเดล A091 Fabric No.M4665

2.2 เครื่องปิดถุงสูญญากาศ รุ่น VM203 ยี่ห้อ Audionvac โปรแกรม 3 ระดับ 3 ซีลระดับ 1.8

2.3 ถุงรีทอร์ทเพาซ์แบบยืนชนิดทึบแสง ขนาด 132 x 200 x 28 มิลลิเมตร

3. อุปกรณ์ในการใช้ความเย็นในการเก็บรักษาเคาหยก

3.1 ตู้แช่เยือกแข็งระบบลมเย็น (Air blast freezer) พัฒน์กล อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

3.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ รุ่น t 105 ยี่ห้อ Testo ประเทศเยอรมัน ช่วงวัดอุณหภูมิ -50 ถึง +275 องศาเซลเซียส

3.3 ถ้วยพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน (Polypropylene) บรรจุขนาด 12 X 6 เซนติเมตร

3.4 ฟิล์มหด ฟิล์มชนิดพีวีซี (Poly vinyl chloride) ขนาด 8 X 7 นิ้ว

3.5 เตาอบไมโครเวฟ รุ่น MB4049GW ยี่ห้อแอลจี ความถี่ 2.450 เมกะเฮิร์ทซ์ กำลังไฟ 700 วัตต์

4. อุปกรณ์ในการวัดคุณสมบัติทางกายภาย

4.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร Texture Analyser รุ่น TA-XTplus (Surrey, England) ใช้ใบมีด Blade set ระยะตัด 25 มิลลิเมตร ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยตัวอย่างมีขนาดโดยเฉลี่ย กว้าง x ยาว x หนา 4x6x1 เซนติเมตร

4.2 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น ColorFlex สภาวะทดสอบ CIELab Scale $D65/10^0$ port size 1.25 นิ้ว

5. อุปกรณ์ในการวัดคุณสมบัติทางเคมี

5.1 ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)

5.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5.3 โถดูดความชื้น (desiccator)

5.4 เตาเผา (muffle furnace)

5.5 เตาไฟฟ้า (Hot plate)

5.6 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Kjeldalh)

5.7 เครื่องสกัดไขมัน (Soxtherm automatic รุ่น SE3M Gerhardt)

5.8 เครื่อง Fiber tech

สถานที่ดำเนินการทดลอง

ห้องปฏิบัติการอาหารนานาชาติ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งตรัง อ.ห้วยยอด จ.ตรัง

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

วิธีการดำเนินงาน

1. การศึกษาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก

ศึกษาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก จากสูตรที่ได้รับความนิยมในจังหวัดตรัง จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรของจันทิมา มุนีกุล (2559) สูตรของไพบูลย์ นวลปาน (2559) และสูตรของโกคิ๋วและเจ้แพ้ง (2559) ทดลองผลิตตามวิธีการผลิตต้นแบบดังกล่าว โดยมีเนื้อหมูสามชั้น และเผือกหอมเป็นวัตถุดิบหลัก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เคาหยกทั้ง 3 สูตรมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบ Hedonic Scaling (9 scales) พิจารณาปัจจัยคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน คัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) ผู้ที่ประกอบอาหารเคาหยก ในจังหวัดตรัง 2) ห้องปฏิบัติการอาหาร มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งตรัง

2. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เคาหยก

นำผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 1 มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ใยอาหาร ค่าความเป็นกรด-ด่าง และพลังงานทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2012)

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) ห้องปฏิบัติการอาหารมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งตรัง 2) ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

3. การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกด้วยความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์

3.1 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเคี่ยวหมูกับน้ำซอส นำเนื้อหมูที่เตรียมตามสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อที่ 1 มาเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 และ 120 นาที นำเนื้อหมูบรรจุลงในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ถุงละ 140 กรัม เผือกทอด 50 กรัม จากนั้นบรรจุน้ำซอส 60 กรัม ลงในถุง ปิดผนึกถุงรีทอร์ทเพาซ์โดยการไล่อากาศ ตรวจสอบสภาพตะเข็บถุงให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ นำผลิตภัณฑ์เคาหยกไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ในหม้อฆ่าเชื้อที่สภาวะความดัน 0.15 MPa Shah, Bosco, Mir and Sunooj (2017) ได้ทดลองฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในถุงเพาซ์กับแกงเนื้อพื้นเมืองโดยใช้ค่า F_0 = 7-11 นาที แต่ผลิตภัณฑ์เคาหยกเป็นแกงเนื้อที่ต้องการให้เนื้อหมูมีความนุ่มจึงใช้ค่า F_0 = 11นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ได้ไปตรวจคุณภาพทางกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์

(1) ตรวจคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

วัดสีด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Hunterlab รุ่น ColorFlex

วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XTPlus

(2) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ Hedonic Scaling (9 scales) โดยใช้ผู้ทดสอบ (ที่ผ่านการฝึกฝน) จำนวน 10 คน พิจารณาปัจจัยคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

3.2 ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกที่บรรจุรีทอร์ทเพาซ์

ผลิตเคาหยกบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ โดยใช้สภาวะการเคี่ยวหมูที่ได้รับการคัดเลือกในข้อ 3.1 นำมาเก็บรักษาดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างระหว่างการเก็บรักษาทุก ๆ 3 เดือน มาตรวจคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ สีและเนื้อสัมผัส ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

(1) ตรวจคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

วัดสีด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Hunterlab รุ่น ColorFlex

วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XTPlus

(2) ตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ Total plate count, *E-coli*, Coliform, Yeast & Mold, *Staphylococcus aureus*, และ *Samonella* spp. (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2556)

(3) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ Hedonic Scaling (9 scales) โดยใช้ผู้ทดสอบ (ที่ผ่านการฝึกฝน) จำนวน 10 คน พิจารณาปัจจัยคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) ห้องปฏิบัติการอาหารมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งตรัง 2) ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 3) ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกระหว่างการเก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ทำโดยนำผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 1 นำมาแช่เยือกแข็งในด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างระหว่างการเก็บรักษาทุก 3 เดือน มาตรวจคุณภาพทางกายภาพ จุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

(1) ตรวจคุณภาพทางกายภาพ

วัดสีด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Hunterlab รุ่น ColorFlex

วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XTPlus

(2) ตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ Total plate count, *E-coli*, Coliform, Yeast & Mold, *Staphylococcus aureus*, และ *Samonella* spp. (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข , 2556) โดยส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

(3) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ Hedonic Scaling (9 scales) โดยใช้ผู้ทดสอบ (ที่ผ่านการฝึกฝน) จำนวน 10 คน พิจารณาปัจจัยคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) ห้องปฏิบัติการอาหารมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งตรัง 2) ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 3) ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

นำผลการตรวจคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพด้านเชื้อจุลินทรีย์ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูล โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan’s Multiple Range Test (DMRT) การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อกสมบูรณ์ (Randomized completely block design, RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan’s Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก

เคาหยก เป็นอาหารจีนที่มีหมูสามชั้นและเผือกเป็นส่วนประกอบหลัก โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้นำสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยกจาก 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 จาก จันทิมา มุนีกุล (2559) ได้รับการยอมรับจากหนังสือพิมพ์ผู้จัดการออนไลน์ในวันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2555 ให้เป็นสูตรต้นตำรับการทำเคาหยก สูตรที่ 2 เป็นสูตรจากไพบูลย์ นวลปาน (2559) ซึ่งเป็นผู้ได้รับชนะเลิศในรายการเชฟกระทะเหล็กผ่านโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 7 ในปี พ.ศ. 2555 และสูตรที่ 3 จาก โกคิ๋วและเจ้แพ้ง (2559) ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับรางวัลชนะเลิศใน “งานประชันจุงเป๋าเกาหยุก” โครงการสืบทอดและอนุรักษ์วัฒนธรรมอาหารประจำถิ่นที่วิทยาลัยสารพัดช่างตรังร่วมกับองค์การบริหารส่วนจังหวัดตรังจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2556 นำสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยกทั้งสามสูตรมาทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิมจำนวน 50 คน ทดสอบโดยใช้วิธีการ Hedonic Scaling (9 scales) พบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรจากจันทิมา มุณีกุล (2559) ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เป็น 6.42, 6.28,7.06, 6.94, 7.18 ตามลำดับ สูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรจากไพบูลย์ นวลปาน (2559) ได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัสและด้านความชอบโดยรวมเป็น 7.22, 7.20, 7.32, 7.34, 7.44 ตามลำดับ และสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรจากโกคิ๋วและเจ้แพ้ง (2559) ได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัสและด้านความชอบโดยรวมเป็น 6.54, 5.62, 5.90, 5.90,6.16 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีเป็น 6.42 และ 6.54 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในขณะที่ สูตรที่ 2 ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสี เป็น 7.22 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีสูงกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเป็น 6.28 และ 5.62 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในขณะที่ สูตรที่ 2 ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านกลิ่น เป็น 7.20 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นสูงกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติเป็น 7.06 และ 7.32 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในขณะที่

สูตรที่ 3 ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านรสชาติ เป็น 5.90 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านรสชาติน้อยกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสเป็น 6.94 และ 7.34 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในขณะที่ สูตรที่ 3 ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส เป็น 5.90 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสน้อยกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมเป็น 7.18 และ 7.44 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในขณะที่ สูตรที่ 3 ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวม เป็น 6.16 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมน้อยกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 จึงอธิบายได้ว่า สูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรของไพบูลย์ นวลปาน (2559) ได้รับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรของโกคิ๋วและเจ้แพ้ง (2559) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรของจันทิมา มุณีกุล (2559) พบว่า สูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรของไพบูลย์ นวลปาน (2559) ได้รับการยอมรับในด้านสีและด้านกลิ่นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของสูตรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้เลือกสูตรที่ 2 ของไพบูลย์ นวลปาน (2559) ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.2 เป็นสูตรในการศึกษาในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 4.1 แสดงคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เคาหยกทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่2	สูตรที่ 3
สี	6.42 ± 1.85^{b}	7.22 ± 1.40^{a}	6.54 ± 4.65^{b}
กลิ่น	6.28 ± 1.55^{b}	7.20 ± 1.55^{a}	5.62 ± 2.32^{b}
รสชาติ	7.06 ± 1.67^{a}	7.32 ± 1.46^{a}	5.90 ± 2.21^{b}
เนื้อสัมผัส	6.94 ± 1.63^{a}	7.34 ± 1.72^{a}	5.90 ± 2.13^{b}
ความชอบโดยรวม	7.18 ± 1.27^{a}	7.44 ± 1.28^{a}	6.16 ± 1.85^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ 2 เป็นสูตรดัดแปลงจากคุณไพบูลย์ ได้รับการยอมรับมากที่สุด ซึ่งมีส่วนผสมและวิธีทำดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เคาหยก

ส่วนผสมที่ 1 การเตรียมหมู		ส่วนผสมที่ 2 การเตรียมเผือก		ส่วนผสมที่3 การเตรียมน้ำซอส	
เนื้อหมูสามชั้น	5 กิโลกรัม	เผือกหอม	2 กิโลกรัม	น้ำต้มหมู	5 ลิตร
น้ำเปล่า	6 ลิตร	น้ำมันปาล์ม	2 กิโลกรัม	รากผักชีบุบ	20 กรัม
เกลือ	15 กรัม			หอมแดงบุบ	75 กรัม
รากผักชีบุบ	15 กรัม			กระเทียมบุบ	25 กรัม
ขิงบุบ	25 กรัม			โป๊ยกั๊ก	5 กรัม
อบเชยแท่ง	8 กรัม			อบเชย	8 กรัม
โป๊ยกั๊ก	5 กรัม			ขิงหั่นแผ่น	50 กรัม
กระเทียมบุบ	50 กรัม			ผงหอม	50 กรัม
ซีอิ๊วดำ	25 กรัม			ผงพะโล้	50 กรัม
น้ำส้มสายชู	35 กรัม			ซอสพริก	250 กรัม
น้ำมันปาล์ม	5 ลิตร			เต้าหู้ยี้เซี่ยงไฮ้	85 กรัม
				เต้าหู้ยี้มาเลเซีย	90 กรัม
				เต้าหู้ยี้ไทย	30 กรัม
				ผงชูรส	20 กรัม
				น้ำมันหอย	60 กรัม
				ซอสปรุงรส	25 กรัม
				น้ำตาลปีบ	20 กรัม
				น้ำตาลทราย	30 กรัม

การเตรียมส่วนผสมที่ 1 การเตรียมเนื้อหมู ทำโดย

1. น้ำและเกลือใส่หม้อตั้งไฟให้เดือด
2. ใส่รากผักชีทุบ และขิงแผ่น อบเชย โป๊ยกั๊ก กระเทียม ซีอิ๊วดำ ปล่อยให้เดือดอีกครั้ง
3. นำหมูสามชั้นลงต้ม 15-20 นาที ให้เนื้อหมูพอสุก
4. ตักหมูขึ้นพักให้เย็น
5. ใช้ที่สักหนัง สักชิ้นหมูด้านที่เป็นหนังจนทั่ว แล้วนำน้ำส้มสายชูทาบนหนังจนทั่ว พักไว้ 10 นาที
6. นำไปทอดไฟแรงในน้ำมันท่วมจนกรอบทั้งชิ้น (มีสีน้ำตาลทอง)

7. นำขึ้นพักและล้างน้ำไหลผ่านเอาน้ำมันออก พักให้สะเด็ดน้ำ ทอดอีกครั้งจนหนังกรอบฟู พักให้เย็น และหั่นให้มีขนาด 5×8.5×1 ซม. พักไว้

การเตรียมส่วนผสมที่ 2 การเตรียมเผือก ทำโดย

1. ปอกเปลือกเผือกและหั่นตามขวาง หนาประมาณ 5×8.5×1 ซม.

2. นำเผือกลงทอดในน้ำมันท่วมจนผิวด้านนอกเป็นสีน้ำตาลทอง พักไว้

การเตรียมส่วนผสมที่ 3 การเตรียมน้ำซอส ทำโดย

1. นำน้ำที่ได้จากการต้มหมูมาตั้งไฟต่อ ใส่รากผักชีทุบ หอมแดงบุบ กระเทียมบุบ โป๊ยกั๊ก อบเชย ขิงแผ่นสับหยาบ ผงหอม ผงพะโล้ ซอสพริก เต้าหู้ยี้ทั้ง 3 ชนิด ผงชูรส น้ำมันหอย ซอสปรุงรส เคี่ยวประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วจึงใส่น้ำตาลปีบ น้ำตาลทราย

2. ใส่หมูที่เตรียมไว้จากการทำส่วนผสมที่ 1 นำมาเคี่ยวประมาณ 2 ชั่วโมง ตักหมูขึ้นพัก

3. ใส่เผือกลงเคี่ยวประมาณ 15 นาที ตักเผือกขึ้นพัก

4. เคี่ยวน้ำที่เหลือจนงวด และเข้มข้น

จัดเสิร์ฟโดยเรียงหมูที่ได้จากการเตรียมส่วนผสมที่ 1 สลับกับเผือกที่ได้จากการเตรียมส่วนผสมที่ 2 ในจานและราดด้วยน้ำซอสที่เคี่ยวในการเตรียมส่วนผสมที่ 3

4.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เคาหยก

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ได้จากสูตรดัดแปลงของไพบูลย์ นวลปาน (2559) ได้แสดงผลดังในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เคาหยก

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โปรตีน	10.6 g/100g
ไขมัน	11.5 g/100g
คาร์โบไฮเดรต	17.3 g/100g
เถ้า	2.0 g/100g
ใยอาหาร	1.5g/100g
พลังงานทั้งหมด	215 kcal/100 g

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลิตภัณฑ์เคาหยกมีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ โปรตีนร้อยละ 10.6 ไขมันร้อยละ 11.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 17.3 เถ้าร้อยละ 2.0 ใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 1.5 และมีพลังงานทั้งหมด 215 กิโลแคลอรี่

4.3 ผลการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกด้วยความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์

4.3.1 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอส

การเคี่ยวเป็นการให้ความร้อนแก่อาหาร เพื่อให้เนื้อสัมผัสของอาหารอ่อนนุ่ม ผลิตภัณฑ์เคาหยกมีส่วนประกอบหลักคือ หมูและเผือก ในน้ำซอส มีลักษณะน้ำคลุกคลิก การเคี่ยวหมูเป็นระยะเวลา 120 นาที ตามการศึกษาข้อที่ 4.1 นั้น เพื่อให้เนื้อสัมผัสของเนื้อหมูมีลักษณะอ่อนนุ่มละลายในปาก การเคี่ยวเผือกเป็นระยะเวลา 15 นาที เพื่อให้เผือกดูดน้ำซอส มีรสชาติและเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม ละลายในปากเช่นเดียวกันกับเนื้อหมู

เผือกหอม ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักหนึ่งของผลิตภัณฑ์เคาหยก เมื่อนำมาให้ความร้อนในสภาวะที่มีความดันในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว ทำให้แป้งที่อยู่ในเผือกเกิดปฏิกิริยาเจลาติไนเซชั่น ดูดน้ำเต็มที่ จนแป้งแตกตัว เผือกมีลักษณะที่ไม่เป็นชิ้น จึงไม่สามารถนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพได้

เนื้อหมูซึ่งผ่านการเคี่ยวมาแล้วเป็นระยะเวลา 120 นาที เมื่อถูกบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ แล้วใช้ความร้อนและความดันในระดับหนึ่งเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ความร้อนที่สูงอาจจะทำให้สูญเสียการอุ้มน้ำ เนื้อแข็งกระด้าง ผู้วิจัยจึงศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูก่อนนำมาบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ส่วนเผือกนั้น ผู้วิจัยนำเผือกที่ผ่านการทอดแล้ว แต่ไม่ผ่านการเคี่ยวบรรจุลงในถุงรีทอร์ทเพาซ์ร่วมกับเนื้อหมูที่ผ่านกระบวนการเคี่ยว และ น้ำซอส เพื่อให้คงรสชาติอันเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์เคาหยก

จากการศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอสในระยะเวลา 3 ระดับ คือ 0, 60 และ 120 นาที ปริมาณ 140 กรัม เผือกปริมาณ 50 น้ำซอสปริมาณ 60 กรัม บรรจุลงในถุงรีทอร์ทเพาซ์ปิดผนึกถุงรีทอร์ทเพาซ์โดยไล่อากาศ แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ในหม้อฆ่าเชื้อที่สภาวะความดัน 0.15 MPa จนได้ F_0 11 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ได้ไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณสมบัติทางกายภาพ

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับ

ระยะเวลาการเคี่ยว (นาที)	ความแข็ง (นิวตัน)	สี		
		L^*	a^*	b^*
0	130.72 ± 21.39^{a}	51.30 ± 1.97^{a}	13.79 ± 1.20^{ns}	28.83 ± 1.55^{ns}
60	81.91 ± 15.97^{c}	46.65 ± 1.05^{b}	14.04 ± 0.60^{ns}	25.36 ± 3.52^{ns}
120	105.12 ± 16.18^{b}	36.71 ± 1.66^{c}	15.42 ± 1.16^{ns}	22.78 ± 1.51^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูเคาหยกกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 นาที 60 นาที และ 120 นาที ที่บรรจุอยู่ในถุงรีทอร์ทเพาซ์ หลังการนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส F_0 11 นาที ในหม้อฆ่าเชื้อที่สภาวะความดัน 0.15 MPa ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่า

ด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อหมู โดยวัดความแข็งของเนื้อ พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0, 60,120 นาที มีค่าความแข็ง คือ 130.72, 81.91 และ 105.12 นิวตัน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า เนื้อหมูผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที มีค่าความแข็งน้อยที่สุด นั่นหมายความว่ามีความนุ่มมากที่สุด ในขณะที่ เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที มีความแข็งรองลงมา และเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสเป็นเวลา 0 นาที มีความแข็งมากที่สุด หรือมีความนุ่มน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ด้านสีของเนื้อหมู พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสเป็นระยะเวลา 0 60 และ 120 นาที มีค่า L^* (ค่าความสว่างของสีมีค่า 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว)) เป็น 51.30, 46.65 และ 36.71 ตามลำดับ เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลาต่างกันมีค่าความสว่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย เนื้อหมูที่ไม่ถูกเคี่ยวกับน้ำซอสเลยมีค่าความสว่างมากที่สุด คือ 51.30 เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสเป็นเวลา 60 นาทีมีค่าความสว่างรองลงมา คือ 41.65 และเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสเป็นเวลา 120 นาทีมีค่าความสว่างน้อยที่สุด หรือมีสีเข้มมากที่สุด คือ 36.71 ค่า a^* แปรค่าจาก-100 (สีเขียว) ไปจนถึง +100 (สีแดง) พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสเป็นระยะเวลา 0 60 และ 120 นาที มีค่า a^* เป็น 13.79, 14.04, และ15.42 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลาต่างกันส่งผลให้ค่าสี a^* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ค่า b*แปรค่าจาก-100 (สีน้ำเงิน) ไปจนถึง +100 (สีเหลือง) พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 0 60 และ 120 นาที มีค่า b^* เป็น 28.83, 25.36, และ 22.78 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลาต่างกันส่งผลให้ค่าสี b^* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับ

ระยะเวลาการเคี่ยว (นาที)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	4.2 ± 0.79^{b}	3.1 ± 0.74^{b}	3.2 ± 0.79^{c}	2.5 ± 0.53^{c}	2.4 ± 0.70^{c}
60	4.7 ± 0.95^{ab}	5.2 ± 0.79^{a}	6.3 ± 0.48^{a}	6.5 ± 0.71^{a}	6.5 ± 0.53^{a}
120	5.2 ± 0.79^{a}	5.5 ± 0.85^{a}	4.3 ± 1.16^{b}	5.4 ± 0.52^{b}	5.5 ± 1.35^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 0 นาที 60 นาที และ 120 นาที แล้วบรรจุลงในถุงรีทอร์ทเพาช์ แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ในหม้อฆ่าเชื้อที่สภาวะความดัน 0.15 MPa จนได้ค่า F_0 11 นาที พบว่า

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ระยะเวลาการเคี่ยวเนื้อหมู 3 ระดับ พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0, 60, 120 นาที มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีเป็น 4.2, 4.7 และ 5.2 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีแตกต่างกับหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ในขณะที่ หมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสีไม่แตกต่างจากหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาทีและ 120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ระยะเวลาการเคี่ยวเนื้อหมู 3 ระดับ พบว่า หมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0, 60, 120 นาที มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นเป็น 3.1, 5.2 และ 5.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นน้อยกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 และ120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ในขณะที่ หมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านกลิ่นไม่แตกต่างจากหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ระยะเวลาการเคี่ยวเนื้อหมู 3 ระดับ พบว่า หมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0, 60, 120 นาที มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติเป็น 3.1, 6.3 และ 4.3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที มีคะแนนเฉลี่ยการ

ยอมรับด้านรสชาติน้อยกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 และ120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านรสชาติสูงกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ระยะเวลาการเคี่ยวเนื้อหมู 3 ระดับ พบว่า หมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0, 60, 120 นาที มีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสเป็น 2.5 6.5 และ 5.4 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสน้อยกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 และ 120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ระยะเวลาการเคี่ยวเนื้อหมู 3 ระดับ พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0, 60, 120 นาทีมีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมเป็น 2.4, 6.5 และ 5.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมน้อยกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 และ120 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที ได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมสูงกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 0, 60 และ 120 นาที ดังแสดงในตารางที่ 4.5 มีความสัมพันธ์กับการตรวจคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสและด้านสีไปในทิศทางเดียวกัน คือ

คุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 3 ระดับ คือ 0 60 และ 120 นาที เมื่อบรรจุถุงรีทอร์ทเพาช์แล้วผ่านการฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซียส ที่สภาวะความดัน 0.15 MPa พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 60 นาที มีค่าความแข็งน้อยที่สุด ในขณะที่หมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที มีค่าความแข็งเป็นอันดับสอง และเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที มีค่าความแข็งมากที่สุด สัมพันธ์กับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับทางเนื้อสัมผัสโดยผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที สูงที่สุด คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที เป็นอันดับที่สอง และให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที น้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลานานถึง 120 นาที แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพ สูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ กล้ามเนื้อหดตัว ส่วน

เนื้อหมูผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที นั้น มีค่าความแข็งสูงที่สุด ผู้ชิมให้ความเห็นว่าเนื้อหมูมีความแข็งและเหนียว เนื่องจากเนื้อหมูไม่ผ่านการเคี่ยว เป็นเนื้อหมูที่ทอดแล้วนำไปใส่ถุงรีทอร์ทเพาช์แล้วฆ่าเชื้อให้ความร้อนเลย ทำให้เนื้อหมูไม่มีรสชาติของน้ำซอส

ด้านสี ผู้ทดสอบให้ความเห็นตรงกับการตรวจคุณภาพทางกายภาพ คือ เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด หรือมีสีเข้มมากที่สุด เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที มีค่าความสว่างรองลงมา หรือมีความเข้มรองลงมา และเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะเดียวกันผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที สูงกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีของเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที ไม่ต่างจากเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื้อหมูที่ผ่านการให้ความร้อนที่นานกว่าจะทำให้มีสีคล้ำกว่าอันเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 จึงอธิบายโดยสรุปได้ว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาทีได้รับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาที และ 120 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีและกลิ่น พบว่า เนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที ไม่แตกต่างจากเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 120 นาที แต่มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีและกลิ่นสูงกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวที่ระยะเวลา 0 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จึงคัดเลือกเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 60 นาที ไปศึกษาอายุการเก็บรักษาในหัวข้อต่อไป

4.3.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาช์

จากผลการศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอสก่อนนำไปบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาช์แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อ ได้คัดเลือกเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสเป็นระยะเวลา 60 นาที ปริมาณ 140 กรัม เผือกทอดที่ไม่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอส ปริมาณ 50 กรัม น้ำซอสปริมาณ 60 กรัม บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาช์ ปิดผนึกถุงรีทอร์ทเพาช์โดยไล่อากาศ แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ในหม้อฆ่าเชื้อที่สภาวะความดัน 0.15 MPa จนได้ F_0 11 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ได้ไปศึกษาอายุการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยเก็บตัวอย่างในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างระหว่างการเก็บรักษาทุก ๆ 3 เดือน คือ เดือนที่ 0 3 9 และ 12 มาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สีและเนื้อสัมผัส ตรวจสอบคุณภาพทาง

จุลินทรีย์ ได้แก่ Total plate count, *E-coli*, Coliform, Yeast & Mold, *Staphylococcus aureus*, และ *Samonella* spp และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

ตารางที่ 4.6 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (เดือน)	ความแข็ง (นิวตัน)	สี		
		L^*	a^*	b^*
0	81.91±15.97 ^{ns}	42.71±4.15^{ns}	14.44±0.63^{ns}	21.85±2.95^{ns}
3	84.99±2.24 ^{ns}	42.29±1.34^{ns}	14.94±0.67^{ns}	21.99±1.34^{ns}
6	83.75±6.20 ^{ns}	42.09±1.07^{ns}	14.68±0.75^{ns}	22.05±0.68^{ns}
9	86.13±2.40 ^{ns}	42.14±0.75^{ns}	14.43±0.57^{ns}	22.28±0.99^{ns}
12	86.09±2.82 ^{ns}	42.57±0.56^{ns}	14.74±0.89^{ns}	21.88±1.05^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เมื่อผ่านการเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 3 6 9 และ 12 เดือน พบว่า

คุณสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง พบว่า ผลิตภัณฑ์เคาหยกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน มีค่าความแข็งของเนื้อหมู 81.91 นิวตัน 84.99 นิวตัน, 83.75 นิวตัน, 86.13 นิวตัน และ 86.09 นิวตัน ตามลำดับ แสดงว่าอายุการเก็บที่ระยะเวลาตั้งแต่ 3 เดือน ถึง12 เดือน ไม่ทำให้ค่าความแข็งของเนื้อหมูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ค่า L^* (ค่าความสว่างของสีมีค่า 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว)) ของเนื้อหมูเคาหยกที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่ผ่านการเก็บที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เป็น 42.71, 42.29, 42.06, 42.14 และ 42.57 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าอายุการเก็บที่ระยะเวลาตั้งแต่ 3 เดือนถึง12 เดือน ไม่ทำให้ค่าความสว่างของเนื้อหมูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าa^* แปรค่าจาก-100 (สีเขียว) ไปจนถึง +100 (สีแดง) พบว่า เนื้อหมูเคาหยกที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่ผ่านการเก็บที่ระยะเวลา 0 3 6 9 และ 12 เดือน มีค่า a^* เป็น 14.44, 14.94, 14.68, 14.43และ14.74 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าอายุการเก็บที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 เดือนถึง12 เดือน ไม่ทำให้ค่าสี a^*ของเนื้อหมูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ค่า b*แปรค่าจาก-100 (สีน้ำเงิน) ไปจนถึง +100 (สีเหลือง) พบว่า เนื้อหมูเคาหยกที่บรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ที่ผ่านการเก็บที่ระยะเวลา 0 3 6 9 และ 12 เดือน มีค่า b^* เป็น 21.85 21.99 22.05

22.28 และ 21.88 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าอายุการเก็บที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 เดือนถึง 12 เดือน ไม่ทำให้ค่าสี b^*ของเนื้อหมูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (เดือน)	เชื้อจุลินทรีย์				
	TPC	*E.coli* & Coliform	Yeast & Mold	*S. aureus*	*Samonella* spp
0	negative	negative	negative	negative	negative
3	negative	negative	negative	negative	negative
6	negative	negative	negative	negative	negative
9	negative	negative	negative	negative	negative
12	negative	negative	negative	negative	negative

จากตารางที่ 4.7 เมื่อนำผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 60 นาที บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส F_0 11 นาที ในหม้อฆ่าเชื้อที่สภาวะความดัน 0.15 MPa แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยนำผลิตภัณฑ์เคาหยกออกมาตรวจเชื้อจุลินทรีย์ได้แก่ Total Plate Count (TPC) *E-Coli* & Coliform Yeast & Mold *Staphylococcus aureus* และ *Samonella* spp ทุก 3 เดือน พบว่า ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวเลย

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (เดือน)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.0 ± 0.95^{ns}	5.5 ± 0.85^{ns}	4.7 ± 0.83^{ns}	6.0 ± 0.82^{ns}	6.0 ± 0.94^{ns}
3	5.8 ± 0.92^{ns}	5.2 ± 0.63^{ns}	4.7 ± 0.67^{ns}	5.9 ± 0.57^{ns}	6.2 ± 0.63^{ns}
6	5.8 ± 0.79^{ns}	5.5 ± 0.85^{ns}	4.6 ± 0.84^{ns}	5.8 ± 0.42^{ns}	5.7 ± 1.49^{ns}
9	6.0 ± 0.94^{ns}	5.6 ± 0.70^{ns}	4.5 ± 1.08^{ns}	5.9 ± 0.88^{ns}	6.2 ± 0.42^{ns}
12	5.9 ± 0.57^{ns}	5.6 ± 0.52^{ns}	4.8 ± 0.92^{ns}	6.0 ± 0.67^{ns}	6.0 ± 0.82^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.8 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ถูกเก็บรักษาในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 6.0 5.8 5.8 6.0 และ 5.9 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ถูกเก็บรักษาในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 5.5 5.2 5.5 5.6 และ 5.6 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ถูกเก็บรักษาในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 4.7 4.7 4.6 4.5 และ 4.8 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ถูกเก็บรักษาในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 6.0 5.9 5.8 5.9 และ 6.0 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ถูกเก็บรักษาในเดือนที่ 0 3 6 9 และ 12 เป็น 6.0 6.2 5.7 6.2 และ 6.0 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 เดือน ด้วยการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา 12 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกระหว่างการเก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

ในสภาวะการใช้ชีวิตแบบเร่งรีบของคนในยุคปัจจุบัน อาหารแช่แข็งเป็นทางเลือกที่ได้รับความสนใจ ง่ายต่อการรับประทาน ผลิตภัณฑ์เคาหยกเป็นผลิตภัณฑ์ที่คนตรังนิยมรับประทานและนิยมซื้อไปฝากญาติมิตรที่อยู่ไกลบ้าน การบรรจุผลิตภัณฑ์เคาหยกในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถเรียงชิ้นของหมูสลับกับชิ้นของเผือกและราดน้ำซอส ทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบการนำเสนอที่สวยงามและ

ถูกต้องตามวัฒนธรรมการกิน งานวิจัยฉบับนี้จึงนำผลิตภัณฑ์เคาหยกบรรจุในถ้วยพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน (PP) แช่เยือกแข็งด้วยการใช้ลมเย็น (Air Blast Freezer) เป็นตัวกลางในการถ่ายเทอุณหภูมิ เพื่อให้อุณหภูมิของใจกลางผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า -18 องศาเซลเซียส ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 3 เดือนมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา (เดือน)	ความแข็ง (นิวตัน)	สี		
		L*	a*	b*
0	45.34±8.23 ^{ns}	43.63±1.13 ^{a}	13.27±0.67 ^{ns}	19.24±0.73^{ns}
3	45.74±1.24 ^{ns}	42.06±1.63 ^{ab}	13.02±0.72 ^{ns}	19.04±0.81^{ns}
6	45.63±2.86 ^{ns}	41.31±1.01 ^{bc}	13.06±0.48^{ns}	19.06±0.99^{ns}
9	45.88±1.80 ^{ns}	41.08±0.83 ^{bc}	13.26±0.23^{ns}	19.49±0.87^{ns}
12	46.09±2.54 ^{ns}	40.03±0.87 ^{c}	13.73±0.67^{ns}	19.14±0.90^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เคาหยกทุก ๆ 3 เดือน มาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพในด้านความแข็งและสีของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า

คุณภาพทางกายภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่เก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน มีความแข็งเป็น 45.34 นิวตัน, 45.74 นิวตัน, 45.63 นิวตัน, 45.88 นิวตัน และ 46.09 นิวตัน ตามลำดับ แสดงว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ไม่ทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์เคาหยกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คุณสมบัติทางกายภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยก มีค่า L^* (ค่าความสว่างของสีมีค่า 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว)) ของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่เก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เป็น 43.63, 42.06, 41.31, 41.08 และ 40.03 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเนื้อหมูเคาหยกที่เก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 เดือน เริ่มมีสีเข้มขึ้นและเนื้อหมูเคาหยกที่เก็บไว้นานถึง 12 เดือน มีสีเข้มมากที่สุด ค่าa^* แปรค่าจาก-100 (สีเขียว) ไปจนถึง +100 (สีแดง) พบว่า เนื้อหมูเคาหยกที่เก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เก็บที่ระยะเวลา 0 3 6 9 และ

12 เดือน มีค่า a* เป็น 13.27, 13.02, 13.06, 13.26 และ 13.73 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าอายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไม่ทำให้ค่าสี a*ของเนื้อหมูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่า b*แปรค่าจาก-100 (สีน้ำเงิน) ไปจนถึง +100 (สีเหลือง) พบว่า เนื้อหมูเคาหยกที่เก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เก็บที่ระยะเวลา 0 3 6 9 และ 12 เดือน มีค่า b* เป็น 19.24, 19.04, 19.06, 19.49 และ 19.14 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าอายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไม่ทำให้ค่าสี b*ของเนื้อหมูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา (เดือน)	จุลินทรีย์					
	TPC (CFU/g)	*E.coli* (MPN/g)	Coliform (MPN/g)	Yeast & Mold (CFU/g)	*S. aureus* (MPN/g)	*Samonella* spp
0	<10	<3	<3	<10	<3	negative
3	<10	<3	<3	<10	<3	negative
6	<10	<3	<3	<10	<3	negative
9	<10	<3	<3	<10	<3	negative
12	<10	<3	<3	<10	<3	negative

จากตารางที่ 4.10 เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เคาหยกทุก ๆ 3 เดือน มาตรวจสอบคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ Total Plate Count (TPC), *E-Coli*, Coliform, Yeast & Mold *Staphylococcus aureus* และ Samonella spp พบว่า เดือนที่ 0 ผลิตภัณฑ์มีปริมาณของ Total Plate Count (TPC) น้อยกว่า 10 CFU/g ปริมาณ *E-Coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ปริมาณ Coliform น้อยกว่า 3 MPN/g ปริมาณ Coliform, Yeast & Mold น้อยกว่า 10 CFU/g ปริมาณ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 3 MPN/g และไม่พบ *Samonella* spp เมื่อเก็บรักษาต่อไปจนถึง 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ทุกๆ 3 เดือน พบว่า คุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่เก็บรักษาโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา (เดือน)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	5.6±0.84 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}	6.3±0.48 ^{ns}	5.4±0.97 ^{ns}	6.0±1.15 ^{ns}
3	5.8±0.63 ^{ns}	5.4±0.52 ^{ns}	6.2±0.92 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}	6.2±0.63 ^{ns}
6	5.8±0.42 ^{ns}	5.5±0.53 ^{ns}	6.0±0.67 ^{ns}	5.2±0.63 ^{ns}	6.0±0.67 ^{ns}
9	5.9±0.74 ^{ns}	5.4±0.70 ^{ns}	5.8±0.63 ^{ns}	5.7±0.67 ^{ns}	6.0±0.47 ^{ns}
12	5.5±0.53 ^{ns}	5.5±0.71 ^{ns}	5.7±0.48 ^{ns}	5.6±0.70 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกที่เก็บรักษาด้วยโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือน โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการอบรม จำนวน 10 คน ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ 9 คะแนน (9 hedonic scales) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยละลายผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องไมโครเวฟที่คลื่นความถี่ 2.450 เมกะเฮิร์ทซ์ กำลังไฟ 700 วัตต์ เป็นระยะเวลา 4 นาที พบว่า

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่ถูกเก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 5.6 5.8 5.8 5.9 และ 5.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 12 เดือนนั้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่ถูกเก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 5.6 5.4 5.5 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 12 เดือนนั้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งถูกเก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 6.3 6.2 6.0 5.8 และ 5.7 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 12 เดือนนั้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่ถูกเก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 5.4 5.6 5.2 5.7 และ 5.6 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 12 เดือนนั้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งที่ถูกเก็บรักษาในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0 3 6 9 12 เป็น 6.0 6.2 6.0 6.0 และ 5.6 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 12 เดือนนั้น ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 เดือน ด้วยการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา 12 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.5 ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์และผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ในระยะเวลา 12 เดือน พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทั้งในส่วนของคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เพื่อให้มีข้อมูลในการเลือกวิธีการในการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เคาหยก จึงได้นำผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ในด้านคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

ระยะเวลา (เดือน)	ประเภทผลิตภัณฑ์	ความแข็ง (นิวตัน)	สี		
			L*	a*	b*
0	T1	81.91±15.97	42.71±4.14^{ns}	14.44±0.63^{ns}	21.85±2.95^{ns}
	T2	45.34±8.23	43.63±1.13 ^{ns}	13.27±0.67 ^{ns}	19.24±0.73^{ns}
3	T1	84.99±2.24	42.29±1.34^{ns}	14.94±0.68^{ns}	21.99±1.34^{ns}
	T2	45.74±1.24	42.06±1.63^{ns}	13.02±0.72 ^{ns}	19.04±0.81^{ns}
6	T1	83.75±6.20	42.10±1.08^{ns}	14.68±074ns	22.05±0.68^{ns}
	T2	45.63±2.86	41.31±1.01 ^{ab}	13.06±0.48^{ns}	19.06±0.99^{ns}
9	T1	86.13±2.40	42.14±0.75^{ns}	14.43±0.57ns	22.28±0.99^{ns}
	T2	45.88±1.80	41.08±0.83 ^{ns}	13.26±0.23^{ns}	19.49±0.87^{ns}
12	T1	86.09±2.82	42.57±0.56^{ns}	14.74±0.89ns	21.88±1.05^{ns}
	T2	46.09±2.54	40.03±0.87 ^{ns}	13.73±0.67^{ns}	19.14±0.90^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ (T1) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง (T2) เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาตรวจสอบความแข็งและสี ดังในตารางที่ 4.12 พบว่า เนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีค่าความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 81.00-87.00 นิวตัน ในขณะที่เนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่แข็งมีค่าความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 45.00-46.00 นิวตัน เนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงกว่าเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งเกือบ 2 เท่า แต่อยู่ในระดับคะแนนที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ ส่วนคุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกทั้งสองชนิดนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ (T1) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง (T2) เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาตรวจสอบ Total Plate Count (TPC) *E- Coli* & Coliform Yeast & Mold *Staphylococcus aureus Samonella* spp ดังในตารางที่ 4.13 พบว่า ผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ (T1) ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว เนื่องจากการฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อที่มีความดัน สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้หมด และเมื่อเก็บในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 เดือน ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ แต่ในขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งมีเชื้อจุลินทรีย์ตั้งต้นตั้งแต่การผลิตเป็นTotal Plate Count (TPC) น้อยกว่า 10 CFU/g ปริมาณ *E-Coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ปริมาณ

Coliform น้อยกว่า 3 MPN/g ปริมาณ Coliform, Yeast & Mold น้อยกว่า 10 CFU/g ปริมาณ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 3 MPN/g และไม่พบ *Samonella* spp เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งต่อไปอีก 12 เดือน พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

ระยะเวลา (เดือน)	ประเภทผลิตภัณฑ์	TPC (CFU/g)	*E-coli* (MPN/g)	Coliform (MPN/g)	Yeast & Mold (CFU/g)	*S. aureus* (MPN/g)	*Samonella* spp
0	T1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
	T2	<10	<3	<3	<10	<3	Neg.
3	T1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
	T2	<10	<3	<3	<10	<3	Neg.
6	T1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
	T2	<10	<3	<3	<10	<3	Neg.
9	T1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
	T2	<10	<3	<3	<10	<3	Neg.
12	T1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
	T2	<10	<3	<3	<10	<3	Neg.

หมายเหตุ Neg. หมายถึง negative (ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์)

T1 หมายถึง ผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ T2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ (T1) กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง (T2) เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกัน ดังแสดงผลในตารางที่ 4.14 พบว่า

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งในเดือนที่ 0 3 6 9 12 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีเป็น 6.0 5.8 5.8 6.0 และ 5.9 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีเป็น 5.6 5.8 5.8 5.9 และ5.5 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งในเดือนที่ 0 3 6 9 12 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นเป็น 5.5 5.2 5.5 5.6 และ

5.6 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีเป็น 5.6 5.4 5.5 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งในเดือนที่ 0 3 6 9 12 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติเป็น 4.7 4.7 4.6 4.5 และ 4.8 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติเป็น 6.3 6.2 6.0 5.8 และ 5.7 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งในเดือนที่ 0 3 6 9 12 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสเป็น 6.0 5.9 5.8 5.9 และ 6.0 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสเป็น 5.6 5.6 5.2 5.7 และ 5.6 ตามลำดับ

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งในเดือนที่ 0 3 6 9 12 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมเป็น 6.0 6.2 5.7 6.2 และ 6.0 ตามลำดับและผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบโดยรวมเป็น 6.0 6.2 6.0 6.0 และ 5.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

ระยะเวลา (เดือน)	ประเภทผลิตภัณฑ์	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	T1	6.0±0.95 ^{ns}	5.5±0.85 ^{ns}	4.7±0.83 ^{ns}	6.0±0.82 ^{ns}	6.0±0.94 ^{ns}
	T2	5.6±0.84 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}	6.3±0.48 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}	6.0±1.15 ^{ns}
3	T1	5.8±0.92 ^{ns}	5.2±0.63 ^{ns}	4.7±0.67 ^{ns}	5.9±0.57 ^{ns}	6.2±0.63 ^{ns}
	T2	5.8±0.63 ^{ns}	5.4±0.52 ^{ns}	6.2±0.92 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}	6.2±0.63 ^{ns}
6	T1	5.8±0.79 ^{ns}	5.5±0.85 ^{ns}	4.6±0.84 ^{ns}	5.8±0.42 ^{ns}	5.7±1.49 ^{ns}
	T2	5.8±0.42 ^{ns}	5.5±0.53 ^{ns}	6.0±0.67 ^{ns}	5.2±0.63 ^{ns}	6.0±0.67 ^{ns}
9	T1	6.0±0.94 ^{ns}	5.6±0.70 ^{ns}	4.5±1.08 ^{ns}	5.9±0.88 ^{ns}	6.2±0.42 ^{ns}
	T2	5.9±0.74 ^{ns}	5.4±0.70 ^{ns}	5.8±0.63 ^{ns}	5.7±0.67 ^{ns}	6.0±0.47 ^{ns}
12	T1	5.9±0.57 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}	4.8±0.92 ^{ns}	6.0±0.67 ^{ns}	6.0±0.82 ^{ns}
	T2	5.5±0.53 ^{ns}	5.5±0.71 ^{ns}	5.7±0.70 ^{ns}	5.6±0.70 ^{ns}	5.6±0.52 ^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

T1 หมายถึง ผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ T2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

ผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีค่าความแข็งที่วัดได้จากเครื่องมือวัดเนื้อสัมผัสมากกว่าผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งตามข้อมูลในตารางที่ 4.13 แต่ผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจาก ค่าความแข็งของเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เคาหยกทั้งสองแบบอยู่ในระดับที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับได้ จึงให้คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน

การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกด้วยการบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ สะดวกต่อการขนส่ง และง่ายต่อการบริโภค แต่เมื่อนำมาใส่ในภาชนะเพื่อรับประทานโดยไม่จัดตกแต่งเสียก่อน จะทำให้ดูไม่น่ารับประทาน

การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกด้วยการแช่เยือกแข็ง เมื่ออุ่นผลิตภัณฑ์ให้ร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ ทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปทรงที่สวยงาม แต่มีข้อจำกัด คือ การควบคุมความสะอาดและสุขาภิบาลในการผลิต เพื่อควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษา ทำให้ยุ่งยากต่อการขนส่ง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยก

สูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยกที่ได้รับการคัดเลือกจากผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9 hedonic scales เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยคือสูตรของไพบูลย์ นวลปาน (2559) ซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด

2. ผลิตภัณฑ์เคาหยกมีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้คือ ไขมันร้อยละ 11.5 โปรตีนร้อยละ 10.6 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 17.5 เถ้าร้อยละ 2.0 ใยอาหารร้อยละ 1.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.52 และมีพลังงานทั้งหมด 215 kcal/100g

3. ผลการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เคาหยกด้วยความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์

3.1 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวหมูกับน้ำซอสเป็นระยะเวลา 60 นาที จะทำให้ผลิตภัณฑ์เคาหยกได้รับการยอมรับมากที่สุด

3.2 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ตรวจสอบคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งโดยการใช้ความเย็นด้วยวิธีการ Air Blast ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

ผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ไม่เปลี่ยนแปลง

5. ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

5.1 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีความแตกต่างกันในด้านความแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง

5.2 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์เคาหยกในรีทอร์ทเพาซ์และผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งไม่เปลี่ยนไปจากเดิม

5.3 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์และผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

อภิปรายผลการทดลอง

1. การศึกษาผลการเก็บรักษาโดยวิธีการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า เมื่อเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอสเป็นเวลา 120 นาที ตามสูตรของไพบูลย์ นวลปาน (2559) แล้วนำไปบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในหม้อนึ่งไอน้ำที่มีสภาวะความดันทำให้เนื้อหมูแข็งและเหนียวมาก ซึ่งตรงกับการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสของอาหารหลังจากผ่านกระบวนการสเตอริไลเซชั่นจะทำให้โปรตีนในเนื้อหมูเสียสภาพธรรมชาติ สูญเสียสภาวะในการอุ้มน้ำ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2544) เช่นเดียวกับงานวิจัยของทวิวัฒน์ วิจิตรปัญญารักษ์ (2550) ได้ศึกษาการลวกกุ้งเพื่อพัฒนากรรมวิธีในการผลิตข้าวผัดกุ้งบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า การลวกกุ้งที่เวลา 1 นาที ให้คะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสกุ้งดีที่สุด จึงทำการศึกษาระยะเวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอสก่อนการบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลา 60 นาทีในการเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอสเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านเนื้อสัมผัสดีที่สุด

สีของเนื้อหมูเคาหยกที่ผ่านการเคี่ยว 120 นาที แล้วบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์และฆ่าเชื้อด้วยความร้อนมีค่าสีที่คล้ำกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการเคี่ยวเป็นระยะเวลา 0 นาทีและ60 นาที เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2544)

เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ตรวจสอบคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ Bindu, Ravishankar and Srinicasa (2006) ได้ศึกษาอายุการเก็บของแกงหอยบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ โดย

สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบทดสอบความชอบ พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่เปลี่ยนแปลงไปจนถึงอายุการเก็บ 12 เดือน

2. การศึกษาผลการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เคาหยก ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน แล้วสุ่มมาตรวจคุณภาพทางกายภาพ จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทุก 3 เดือน พบว่า ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งให้ผลตรงกับ Espinoza Rodezno และคณะ ปี 2013 ได้ทำการศึกษาผลการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นต่อคุณภาพของเนื้อปลา พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 เดือน คุณภาพของเนื้อปลาไม่เปลี่ยนแปลงไป

3. การเปรียบเทียบผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นกับการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า ผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งเล็กน้อย แต่ผู้ทดสอบให้การยอมรับได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจาก เนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ เป็นเนื้อหมูสามชั้น ทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดเนื้อสัมผัส แต่ผู้ทดสอบให้การยอมรับเนื่องจาก ค่าความแข็งของเนื้ออยู่ในระดับยอมรับให้เป็นผลิตภัณฑ์เคาหยกได้

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

1. จากการศึกษาผลการเก็บรักษาโดยวิธีการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เคาหยกเพื่อรักษาคุณภาพของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในเหมือนกับผลิตภัณฑ์เคาหยกทั่วไป ควรใช้เวลาในการเคี่ยวเนื้อหมูกับน้ำซอสครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด แล้วนำผลิตภัณฑ์เคาหยกบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์เพื่อฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2. จากการศึกษาผลการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เคาหยก ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หากต้องการนำมาอุ่นเพื่อรับประทานใช้วิธีการนึ่งเป็นเวลา 15 นาที (นับเวลาจากน้ำเดือด) วิธีการอุ่นโดยใช้เครื่องไมโครเวฟที่คลื่นความถี่ 2.450 เมกะเฮิร์ท กำลังไฟ 700 วัตต์เป็นเวลา 4 นาที

3. จากการศึกษาการเปรียบเทียบผลการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นกับการให้ความร้อนในถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เคาหยก พบว่า การยืดอายุการเก็บรักษาทั้งสองวิธีให้ผลไม่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์เคาหยกที่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์จะสะดวกต่อการขนส่ง และการบริโภค ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็งให้ความรู้สึกต่อการน่ารับประทานมากกว่า และมีต้นทุนในการขนส่งและเก็บรักษาสูง ทั้งนี้ผู้ประกอบการสามารถเลือกวิธีการเก็บรักษาได้ทั้ง 2 วิธีเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะในครั้งต่อไป

1. ผลิตภัณฑ์เคาหยกที่บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ดี แต่เมื่อนำมาบริโภคแล้วไม่ได้จัดเรียงเนื้อหมูของผลิตภัณฑ์เคาหยกให้สวยงามทำให้ดูไม่น่ารับประทาน จึงควรพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุอาหารแล้วมีรูปลักษณ์สวยงาม พร้อมกับสามารถฆ่าเชื้อให้ความร้อนได้

2. ผลิตภัณฑ์เคาหยก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจำนวนมากเพื่อใช้ในการจัดงานเลี้ยง จึงควรหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลาต่อวัน เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตให้กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เคาหยกเพื่อจัดงานเลี้ยง

3. ผลิตภัณฑ์เคาหยก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจำนวนมากเพื่อใช้ในการจัดงานเลี้ยง จึงควรศึกษาผลของการฆ่าเชื้อให้ความร้อนในบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ในงานจัดเลี้ยง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

กรมศิลปากร. (2544). **เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเรื่องวัฒนธรรมพัฒนาการทางประวัติศาสตร์เอกลักษณ์และภูมิปัญญาจังหวัดตรัง**.กรุงเทพมหานคร: กรมศิลปากร.

เกศิรินทร์ บาตรโพธิ์ ธัญลักษณ์ สร้อยทอง และสงวนศรี เจริญเหรียญ. (2554). **ผลของอัตราการแช่เยือกแข็งและวิธีการละลายน้ำแข็งต่อคุณภาพของขนมชั้นแช่เยือกแข็ง**. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร วันที่ 1-4 ก.พ. 2554. หน้า 275-281.

จตุพน คูณแก้ว. (2551). **การศึกษาลักษณะซากและคุณภาพเนื้อสุกรพื้นเมืองไทย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์.

จันทิมา มุนีกุล. (2559, 3 กันยายน). เจ้าของกิจการร้านอาหารสีฟ้าไฟล์สไตล์ฟู้ดตรัง เลขที่ 37 ถนนพัทลุง ตำบลทับเที่ยง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง: สัมภาษณ์.

จารึก ศรีอรุณ ทรงพล พิธานวัฒนา ทิพย์พิกา ธรฤทธิ์ และเสาวพรรณ ปาละสุวรรณ. (2558). **อาหารยุโรป 2 (อาหารกลางวันและอาหารค่ำ).** กรุงเทพฯ: โครงการสวนดุสิต กราฟฟิคไซท์..

ทวิพัฒน์ วิจิตรปัญญารักษ์. (2550). **การพัฒนากรรมวิธีผลิตข้าวผัดกุ้งบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นพรัตน์ มะเห ดาริกา อวะภาค และดลฤดี พิชัยรัตน์. (2557). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน: ข้าวยำทอดแช่เยือกแข็ง**.การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 6 วันที่ 20-21 มีนาคม 2557 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี.ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ปี 2556 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

นิธิยา รัตนปนนท์. (2544). **หลักแปรรูปอาหารเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2556). **การตรวจวิเคราะห์อาหาร**. กระทรวงสาธารณสุข. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

พฤกษา สวาทสุข. (2559). **ผลของเวลาการให้ความร้อนต่อลักษณะทางกายภาพของปลาทูต้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์**. วารสารแก่นเกษตร, 44(2), 257-264

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2559). การแช่เยือกแข็งแบบพ่นลม. สืบค้นเมื่อ2559, มีนาคม 1 , เข้าถึงได้จาก:http://www.fao.org/docrep/003/r1076e/R1076E04.htm

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2559). การเปลี่ยนแปลงสถานะของอาหารระหว่างแช่เยือกแข็ง. สืบค้นเมื่อ 2559, มีนาคม 1 , เข้าถึงได้จาก http://www.fao.org/docrep/008/y5979e/y5979e03.htm

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2559). เครื่องแช่เยือกแข็งแบบเพลท.สืบค้นเมื่อ 2559, มีนาคม 1 , เข้าถึงได้จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0928/plate-freezer

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2559). เครื่อง Still air freezer หรือ Sharp freezer. สืบค้นเมื่อ 2559, มีนาคม 1, เข้าถึงได้จาก http://www.fao.org/docrep.htm

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2559). เต้าหู้ยี้ สืบค้นเมื่อ 2559, มีนาคม 1 , เข้าถึงได้จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki.

ไพบูลย์ นวลปาน.(2 มิถุนายน 2558). หัวหน้าเชฟ โรงแรมธรรมรินทร์ธนา เลขที่ 69/8 ถนนห้วยยอด ตำบลทับเที่ยง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง: สัมภาษณ์.

มุ่ยคิม แซ่ก๊วย.(2559, 3 กันยายน). เจ้าของกิจการร้านอาหารโกคา เลขที่ 127 ถนนพัทลุง ซอย 3 ตำบลทับเที่ยง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง: สัมภาษณ์.

รัตนา สนั่นชาติวณิช. (2559, 3 กันยายน). เจ้าของกิจการยิ้นจี้ถ่อง เลขที่ 114 ถนนราชดำเนิน อำเภอเมือง จังหวัดตรัง: สัมภาษณ์.

โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต. (2552). *อาหารไทย***.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ลลิดา เกิดเรือง. (2549). **บทบาทของชาวจีนต่อการพัฒนาการทางเศรษฐกิจและสังคมเมืองตรัง พ.ศ. 2458 -ทศวรรษที่ 2520**. วิทยานิพนธ์ปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร, สาขาวิชาประวัติศาสตร์เอเชียตะวันออกเฉียงใต้, ภาควิชาประวัติศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย.

วิภา สุโรจนะเมธากุล, วารุณี วารัญญานนท์, และพัชรี ตั้งตระกูล. (2550). **สมบัติของเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง :ก๋วยเตี๋ยวราดหน้า** ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร (น.531-538). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล รังสาดทอง. (2546). **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. (2546). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุดารัตน์ หอมหวล. (2554). เทียนข้าวเปลือก. สืบค้นเมื่อ 2559, กันยายน 5, เข้าถึงได้จาก http://www.phargarden.com/main.php?action=contact

สุธิวงศ์ พงศ์ไพบูลย์, ดิลก วุฒิพานิชย์ และประสิทธิ์ ชิณการณ์. (2544). **จีนทักษิณ: วิถีชีวิตและพลัง**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

โสรส เกศรินทร์. (2553). **ผลของกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหวานในน้ำเกลือบรรจุในบรรจุภัณฑ์กึ่งอ่อนตัวระหว่างการเก็บรักษา.** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, วิศวกรรมศาสตร์,วิศวกรรมอาหาร.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกิจ. (2558). **หลักการประกอบอาหาร**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

Chamber IV, E and M B wolf. (1996). **Sensory Testing Methods**. Philadelphia : American Society of Testing and Methods, USA.

Espinoza Rodezno L.A., Sundararajan S., Mis Solval K., Chotiko A., Li J., Zhang J., Alfaro L., Bankston J. D., Sathivel S. (2013). **Cryogenic and Air Blast Freezing Techniques and Their Effect on the Quality of Catfish Fillets**. LWT-Food Science and Technology 54 (377-382).

Bindu, J., Ravishankar C.N. and Srinivasa Gopal T.K. (2007). **Shelf life evaluation of a ready to eat black clam (Villoritacyprinoides) product in indigenous retort pouches**. Journal of Food Engineering. 78, 995-100.

Lakshmana J. H., Jayaprahash,C., Kumar,R., Kumaraswamy, M. R., Kathiravan, T and Nadanasabapathi, S. (2013). **Development and Evaluation of Shelf Stable Retort Pouch Processed Readyto - Eat Tender Jackfruit (Artocarpusheterophyllus) Curry**. Food Processing & Technology.

Miller R., Steven. and Knudson A.,William. (2014). **Nutrition and Cost Comparisons of Select Canned, Frozen, and Fresh Fruits and Vegetables**. American Journal of Lifestyle.

Shah, M. A., Bosco, S. J. D., Mir, S. A. and Sunooj, K.V. (2017). **Evaluation of Shelf life of Retort Pouch Package Rogan Josh, a Traditional Meat Curry of Kashmir, India**. Food Packaging and Shelf Life 12: 76-82.

Srinivasa Gopal, T.K., Vijayan, P.K., Balachandran, K.K., Madhavan, P., Iyer, T.S.G. (2001). **Traditional Kerala Style Fish Curry in Indgenous Retort Pouch**. Food Control 12.

Smout, C., Avila I, Van Loey AML, Hendrickx MEG, and Silva, C. (2000) **Influence of rotational speed on the statistical variability of heat penetration parameters and on the non-uniformity of lethality in retort processing**. Journal of Food Engineering 45: 93-102.

Vijayan, P.K. (1984). **Report on training program on retortable pouch processing of fish and fish analysis at Tropical Development and Research Institute and Metal Box (R & D***)*, UK, Cochin : Central Institute of Fisheries Technology.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพแสดงผลิตภัณฑ์เคาหยก

ภาพที่ ก- 1 เคาหยกสูตรจากไพบูลย์ นวลปาน

ภาพที่ ก- 2 เผือกทอดส่วนผสมของเคาหยก

ภาพที่ ก- 3 เนื้อหมูสามชั้นทอดส่วนผสมของเกาหยก

ภาพที่ ก- 4 แสดงการบรรจุเคาหยกลงในถุงรีทอร์ทเพาซ์

ภาพที่ ก- 5 แสดงการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องรีทอร์ท

ภาพที่ ก- 6 ลักษณะเคาหยกภายหลังการฆ่าเชื้อ

ภาพที่ ก- 7 แสดงการบรรจุผลิตภัณฑ์เคาหยกลงในถ้วยพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลี**น**

ภาพที่ ก- 8 แสดงแช่แข็งผลิตภัณฑ์เคาหยกในถ้วยพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน

ภาพที่ ก- 9 ลักษณะผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่แข็งหลังจากการอุ่นด้วยเตาอบไมโครเวฟ

ภาพที่ ก- 10 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยก

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ ข- 1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

ANOVA

				Sum of Squares	df
color	Between Groups		(Combined)	5.000	2
		Linear Term	Contrast	5.000	1
			Deviation	.000	1
			Within Groups	19.300	27
			Total	24.300	29
flavor	Between Groups		(Combined)	34.200	2
		Linear Term	Contrast	28.800	1
			Deviation	5.400	1
			Within Groups	17.000	27
			Total	51.200	29
teste	Between Groups		(Combined)	49.400	2
		Linear Term	Contrast	6.050	1
			Deviation	43.350	1
			Within Groups	19.800	27
			Total	69.200	29
texture	Between Groups		(Combined)	85.400	2
		Linear Term	Contrast	42.050	1
			Deviation	43.350	1
			Within Groups	9.400	27
			Total	94.800	29

ANOVA

				Sum of Squares	df
overall	Between Groups		(Combined)	91.400	2
		Linear Term	Contrast	48.050	1
			Deviation	43.350	1
			Within Groups	23.400	27
			Total	114.800	29

ตารางที่ ข- 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

color

Duncan[a]

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.00	10	4.2000	
2.00	10	4.7000	4.7000
3.00	10		5.2000
Sig.		.197	.197

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

flavor

Duncan[a]

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.00	10	3.1000	
2.00	10		5.2000
3.00	10		5.5000
Sig.		1.000	.405

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

teste

Duncan[a]

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	10	3.2000		
3.00	10		4.3000	
2.00	10			6.3000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

texture

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
treatment	N	1	2	3
1.00	10	2.5000		
3.00	10		5.4000	
2.00	10			6.5000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

		Subset for alpha = 0.05		
treatment	N	1	2	3
1.00	10	2.4000		
3.00	10		5.5000	
2.00	10			6.5000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

			F	Sig.
Between Groups		(Combined)	14.810	.000
	Linear Term	Unweighted	8.618	.008
		Weighted	7.736	.011
		Deviation	21.884	.000

Duncan[a,,b]

		Subset for alpha = 0.05		
treatment	N	1	2	3
2.00	8	81.9094		
3.00	9		105.1211	
1.00	8			130.7174
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.308.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

ตารางที่ ข- 8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า L a* b* ของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

ANOVA

				F	Sig.
L	Between Groups		(Combined)	85.415	.000
		Linear Term	Contrast	165.118	.000
			Deviation	5.712	.041
a	Between Groups		(Combined)	2.953	.103
		Linear Term	Contrast	5.093	.050
			Deviation	.812	.391
b	Between Groups		(Combined)	6.506	.018
		Linear Term	Contrast	12.917	.006
			Deviation	.096	.764

ตารางที่ ข- 9 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า Lของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
treatment	N	1	2	3
3.00	4	36.7050		
2.00	4		41.6525	
1.00	4			51.3025
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ข- 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า a ของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

Duncan[a]

treatment	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1.00	4	13.7850
2.00	4	14.0375
3.00	4	15.4225
Sig.		.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ข- 11 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพด้านสีค่า b ของหมูที่ผ่านการเคี่ยวกับน้ำซอสที่ระยะเวลา 3 ระดับคือ 0 60 120 นาที

Duncan[a]

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	4	22.7800	
2.00	4	25.3550	25.3550
1.00	4		28.8325
Sig.		.161	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ข- 12 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

ANOVA

				Sum of Squares	df	Mean Square
L	Between Groups		(Combined)	1.386	4	.347
		Linear Term	Unweighted	.086	1	.086
			Weighted	.190	1	.190
			Deviation	1.196	3	.399
		Within Groups		97.396	17	5.729
		Total		98.782	21	
a	Between Groups		(Combined)	.813	4	.203
		Linear Term	Unweighted	.004	1	.004
			Weighted	.026	1	.026
			Deviation	.787	3	.262
		Within Groups		8.360	17	.492
		Total		9.173	21	
b	Between Groups		(Combined)	.502	4	.125
		Linear Term	Unweighted	.057	1	.057
			Weighted	.082	1	.082
			Deviation	.420	3	.140
		Within Groups		56.610	17	3.330
		Total		57.112	21	

ตารางที่ ข- 13 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

Duncan[a,,b]

		Subset for alpha = 0.05
Month	N	1
3.00	4	42.0950
4.00	4	42.1350
2.00	4	42.2850
5.00	4	42.5675
1.00	6	42.7083
Sig.		.739

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.286.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ข- 14 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

Duncan[a,,b]

		Subset for alpha = 0.05
Month	N	1
3.00	4	42.0950
4.00	4	42.1350
2.00	4	42.2850
5.00	4	42.5675
1.00	6	42.7083
Sig.		.739

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.286.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ข- 15 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า a ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

Duncan[a,,b]

		Subset for alpha = 0.05
Month	N	1
4.00	4	14.4275
1.00	6	14.4383
3.00	4	14.6825
5.00	4	14.7375
2.00	4	14.9350
Sig.		.352

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.286.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ข- 16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

Duncan[a,,b]

		Subset for alpha = 0.05
Month	N	1
1.00	6	21.8533
5.00	4	21.8825
2.00	4	21.9850
3.00	4	22.0475
4.00	4	22.2775
Sig.		.763

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.286.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ข- 17 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

ANOVA

texture

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	101.155	4	25.289	.405	.804
Within Groups	2184.629	35	62.418		
Total	2285.784	39			

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1.00	8	81.9100
3.00	8	83.7525
2.00	8	84.9938
5.00	8	86.0850
4.00	8	86.1275
Sig.		.350

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.

ตารางที่ ข- 18 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

ANOVA

				Mean Square	F	Sig.
color	Between Groups		(Combined)	.100	.140	.966
		Linear Term	Contrast	.000	.000	1.000
			Deviation	.133	.187	.905
			Within Groups	.713		
flavor	Between Groups		(Combined)	.270	.519	.722
		Linear Term	Contrast	.360	.692	.410
			Deviation	.240	.462	.711
			Within Groups	.520		
taste	Between Groups		(Combined)	.130	.169	.953
		Linear Term	Contrast	.000	.000	1.000
			Deviation	.173	.225	.879
			Within Groups	.771		
texture	Between Groups		(Combined)	.070	.147	.963
		Linear Term	Contrast	.000	.000	1.000
			Deviation	.093	.196	.898
			Within Groups	.476		
overall	Between Groups		(Combined)	.420	.481	.750
		Linear Term	Contrast	.000	.000	1.000
			Deviation	.560	.641	.592
			Within Groups	.873		

ตารางที่ ข- 19 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

color

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	10	5.8000
3.00	10	5.8000
5.00	10	5.9000
1.00	10	6.0000
4.00	10	6.0000
Sig.		.643

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 20 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

flavor

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	10	5.2000
1.00	10	5.5000
3.00	10	5.5000
4.00	10	5.6000
5.00	10	5.6000
Sig.		.278

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 21 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

taste

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
4.00	10	4.5000
3.00	10	4.6000
1.00	10	4.7000
2.00	10	4.7000
5.00	10	4.8000
Sig.		.504

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 22 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

texture

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
month	N	1
3.00	10	5.8000
2.00	10	5.9000
4.00	10	5.9000
1.00	10	6.0000
5.00	10	6.0000
Sig.		.571

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 23 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

overall

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
month	N	1
3.00	10	5.7000
1.00	10	6.0000
5.00	10	6.0000
2.00	10	6.2000
4.00	10	6.2000
Sig.		.295

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 24 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square
Between Groups	(Combined)	15.630	4	3.907
Linear Term	Unweighted	.016	1	.016
	Weighted	.195	1	.195
	Deviation	15.435	3	5.145
Within Groups		596.139	35	17.033
Total		611.768	39	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.950.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ข- 25 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า L* a* b* ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	4.394	4	1.099	.569	.689
	Within Groups	28.946	15	1.930		
	Total	33.340	19			
a	Between Groups	1.268	4	.317	.929	.473
	Within Groups	5.119	15	.341		
	Total	6.387	19			
b	Between Groups	.542	4	.136	.180	.945
	Within Groups	11.304	15	.754		
	Total	11.847	19			

ตารางที่ ข- 26 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า L ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

L

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3.00	4	42.5575
4.00	4	43.0875
5.00	4	43.1925
1.00	4	43.6250
2.00	4	43.9225
Sig.		.227

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ข- 27 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า a ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

a

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
month	N	1
2.00	4	13.0225
3.00	4	13.0600
4.00	4	13.2625
1.00	4	13.2725
5.00	4	13.7300
Sig.		.141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ข- 28 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีค่า b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

b

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
month	N	1
2.00	4	19.0400
3.00	4	19.0575
5.00	4	19.1350
1.00	4	19.2400
4.00	4	19.4900
Sig.		.516

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ข- 29 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
color	Between Groups	1.080	4	.270	.639	.637
	Within Groups	19.000	45	.422		
	Total	20.080	49			
flavor	Between Groups	.280	4	.070	.194	.940
	Within Groups	16.200	45	.360		
	Total	16.480	49			
taste	Between Groups	2.600	4	.650	1.508	.216
	Within Groups	19.400	45	.431		
	Total	22.000	49			
texture	Between Groups	1.600	4	.400	.786	.540
	Within Groups	22.900	45	.509		
	Total	24.500	49			
overall	Between Groups	1.920	4	.480	.900	.472
	Within Groups	24.000	45	.533		
	Total	25.920	49			

ตารางที่ ข- 30 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

color

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
5.00	10	5.5000
1.00	10	5.6000
2.00	10	5.8000
3.00	10	5.8000
4.00	10	5.9000
Sig.		.228

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 31 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

flavor

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	10	5.4000
4.00	10	5.4000
3.00	10	5.5000
5.00	10	5.5000
1.00	10	5.6000
Sig.		.515

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 32 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านรสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

taste

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
5.00	10	5.7000
4.00	10	5.8000
3.00	10	6.0000
2.00	10	6.2000
1.00	10	6.3000
Sig.		.073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 33 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3.00	10	5.2000
1.00	10	5.4000
2.00	10	5.6000
5.00	10	5.6000
4.00	10	5.7000
Sig.		.170

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 34 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของการประเมินลักษณะประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง เป็นระยะเวลา 12 เดือน

overall

Duncan[a]

month	N	Subset for alpha = 0.05
		1
5.00	10	5.6000
1.00	10	6.0000
3.00	10	6.0000
4.00	10	6.0000
2.00	10	6.2000
Sig.		.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ ข- 35 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 0

texture

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	8	81.9100	15.96654	5.64503	68.5616	95.2584	66.50	112.55
2.00	8	45.3438	8.22545	2.90814	38.4671	52.2204	36.60	63.66
Total	16	63.6269	22.51886	5.62971	51.6274	75.6263	36.60	112.55

texture

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between(Combined)	5348.363	1	5348.363	33.159	.000
Groups	5348.363	1	5348.363	33.159	.000
Within Groups	2258.120	14	161.294		
Total	7606.483	15			

ตารางที่ ข- 36 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 3

texture

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	8	83.7525	6.20253	2.19292	78.5671	88.9379	70.02	88.91
2.00	8	45.6275	2.85905	1.01083	43.2373	48.0177	43.91	50.48
Total	16	64.6900	20.23295	5.05824	53.9086	75.4714	43.91	88.91

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between(Combined)	5814.063	1	5814.063	249.287	.000
Groups	5814.063	1	5814.063	249.287	.000
Within Groups	326.519	14	23.323		
Total	6140.581	15			

ตารางที่ ข- 37 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 6

texture

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	8	83.7525	6.20253	2.19292	78.5671	88.9379	70.02	88.91
2.00	8	45.6275	2.85905	1.01083	43.2373	48.0177	43.91	50.48
Total	16	64.6900	20.23295	5.05824	53.9086	75.4714	43.91	88.91

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between(Combined)	5814.063	1	5814.063	249.287	.000
Groups	5814.063	1	5814.063	249.287	.000
Within Groups	326.519	14	23.323		
Total	6140.581	15			

ตารางที่ ข- 38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 9

Descriptives

texture

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	8	86.1275	2.39949	.84835	84.1215	88.1335	81.91	88.11
2.00	8	45.8775	1.79972	.63630	44.3729	47.3821	42.94	48.11
Total	16	66.0025	20.88576	5.22144	54.8733	77.1317	42.94	88.11

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between (Combined)	6480.250	1	6480.250	1440.607	.000
Groups	6480.250	1	6480.250	1440.607	.000
Within Groups	62.976	14	4.498		
Total	6543.226	15			

ตารางที่ ข- 39 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 12

Descriptive

stexture

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	8	86.0850	2.81558	.99546	83.7311	88.4389	80.14	89.22
2.00	8	46.0850	2.53750	.89714	43.9636	48.2064	42.10	50.14
Total	16	66.0850	20.81756	5.20439	54.9921	77.1779	42.10	89.22

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between (Combined)	6400.000	1	6400.000	890.968	.000
Groups	6400.000	1	6400.000	890.968	.000
Within Groups	100.565	14	7.183		
Total	6500.565	15			

ตารางที่ ข- 40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 0

Group Statistics

	month0	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L	1.00	6	42.7083	4.14471	1.69207
	2.00	4	43.6250	1.13027	.56513
a	1.00	6	14.4383	.62815	.25644
	2.00	4	13.2725	.66930	.33465
b	1.00	6	21.8533	2.95359	1.20580
	2.00	4	19.2400	.73080	.36540

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
L	Equal variances assumed	4.747	.061	-.424	8
	Equal variances not assumed			-.514	6.052
a	Equal variances assumed	.007	.937	2.805	8
	Equal variances not assumed			2.765	6.262
b	Equal variances assumed	4.221	.074	1.703	8
	Equal variances not assumed			2.074	5.878

ตารางที่ ข- 41 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 3

Group Statistics

	month3	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L	1.00	4	42.2850	1.34297	.67148
	2.00	4	42.0575	1.63439	.81719
a	1.00	4	14.9350	.67614	.33807
	2.00	4	13.0225	.72085	.36043
b	1.00	4	21.9850	1.33951	.66976
	2.00	4	19.0400	.81286	.40643

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
L	Equal variances assumed	.000	.993	.215	6
	Equal variances not assumed			.215	5.783
a	Equal variances assumed	.015	.907	3.870	6
	Equal variances not assumed			3.870	5.976
b	Equal variances assumed	2.750	.148	3.759	6
	Equal variances not assumed			3.759	4.946

ตารางที่ ข- 42 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 6

Group Statistics

	month6	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L	1.00	4	42.0950	1.07534	.53767
	2.00	4	41.3075	1.01795	.50898
a	1.00	4	14.6825	.74209	.37104
	2.00	4	13.0600	.48028	.24014
b	1.00	4	22.0475	.67535	.33767
	2.00	4	19.0575	.99554	.49777

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
L	Equal variances assumed	.165	.699	1.064	6
	Equal variances not assumed			1.064	5.982
a	Equal variances assumed	.673	.443	3.671	6
	Equal variances not assumed			3.671	5.138
b	Equal variances assumed	3.461	.112	4.971	6
	Equal variances not assumed			4.971	5.279

ตารางที่ ข- 43 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 9

Group Statistics

	month9	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L	1.00	4	42.1350	.74679	.37340
	2.00	4	41.0775	.82649	.41325
a	1.00	4	14.4275	.56612	.28306
	2.00	4	13.2625	.23358	.11679
b	1.00	4	22.2775	.99070	.49535
	2.00	4	19.4900	.87182	.43591

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
L	Equal variances assumed	.014	.911	1.899	6
	Equal variances not assumed			1.899	5.939
a	Equal variances assumed	1.813	.227	3.805	6
	Equal variances not assumed			3.805	3.993
b	Equal variances assumed	.013	.912	4.225	6
	Equal variances not assumed			4.225	5.905

ตารางที่ ข- 44 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่า L a b ของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 12

Group Statistics

	month12	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L	1.00	4	42.5675	.56269	.28135
	2.00	4	40.0325	.87038	.43519
a	1.00	4	14.7375	.89474	.44737
	2.00	4	13.7300	.67340	.33670
b	1.00	4	21.8825	1.04818	.52409
	2.00	4	19.1350	.90673	.45337

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
L	Equal variances assumed	.077	.791	4.892	6
	Equal variances not assumed			4.892	5.135
a	Equal variances assumed	.658	.448	1.799	6
	Equal variances not assumed			1.799	5.573
b	Equal variances assumed	.010	.922	3.965	6
	Equal variances not assumed			3.965	5.878

ตารางที่ ข- 45 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์ปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 0

Group Statistics

	month0	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
color	1.00	10	6.0000	.94281	.29814
	2.00	10	5.6000	.84327	.26667
flavor	1.00	10	5.5000	.84984	.26874
	2.00	10	5.6000	.51640	.16330
taste	1.00	10	4.7000	.82327	.26034
	2.00	10	6.3000	.48305	.15275
texture	1.00	10	6.0000	.81650	.25820
	2.00	10	5.4000	.96609	.30551
overall	1.00	10	6.0000	.94281	.29814
	2.00	10	6.0000	1.15470	.36515

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
color	Equal variances assumed	.590	.452	1.000	18
	Equal variances not assumed			1.000	17.780
flavor	Equal variances assumed	2.568	.126	-.318	18
	Equal variances not assumed			-.318	14.849
taste	Equal variances assumed	1.389	.254	-5.301	18
	Equal variances not assumed			-5.301	14.540
texture	Equal variances assumed	1.661	.214	1.500	18
	Equal variances not assumed			1.500	17.514
overall	Equal variances assumed	2.250	.151	.000	18
	Equal variances not assumed			.000	17.308

ตารางที่ ข- 46 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 3

Group Statistics

	month3	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
color	1.00	10	5.8000	.91894	.29059
	2.00	10	5.8000	.63246	.20000
flavor	1.00	10	5.2000	.63246	.20000
	2.00	10	5.4000	.51640	.16330
taste	1.00	10	4.7000	.67495	.21344
	2.00	10	6.2000	.91894	.29059
texture	1.00	10	5.9000	.56765	.17951
	2.00	10	5.6000	.51640	.16330
overall	1.00	10	6.2000	.63246	.20000
	2.00	10	6.2000	.63246	.20000

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
color	Equal variances assumed	3.692	.071	.000	18
	Equal variances not assumed			.000	15.964
flavor	Equal variances assumed	.000	1.000	-.775	18
	Equal variances not assumed			-.775	17.308
taste	Equal variances assumed	.129	.724	-4.160	18
	Equal variances not assumed			-4.160	16.522
texture	Equal variances assumed	.762	.394	1.236	18
	Equal variances not assumed			1.236	17.841
overall	Equal variances assumed	.000	1.000	.000	18
	Equal variances not assumed			.000	18.000

ตารางที่ ข- 47 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์กับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 6

Group Statistics

	month6	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
color	1.00	10	5.8000	.78881	.24944
	2.00	10	5.8000	.42164	.13333
flavor	1.00	10	5.5000	.84984	.26874
	2.00	10	5.5000	.52705	.16667
taste	1.00	10	4.6000	.84327	.26667
	2.00	10	6.0000	.66667	.21082
texture	1.00	10	5.8000	.42164	.13333
	2.00	10	5.2000	.63246	.20000
overall	1.00	10	5.7000	1.49443	.47258
	2.00	10	6.0000	.66667	.21082

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
color	Equal variances assumed	4.431	.051	.000	18
	Equal variances not assumed			.000	13.755
flavor	Equal variances assumed	2.250	.151	.000	18
	Equal variances not assumed			.000	15.031
taste	Equal variances assumed	1.102	.308	-4.118	18
	Equal variances not assumed			-4.118	17.090
texture	Equal variances assumed	1.231	.282	2.496	18
	Equal variances not assumed			2.496	15.680
overall	Equal variances assumed	3.841	.066	-.580	18
	Equal variances not assumed			-.580	12.446

ตารางที่ ข- 48 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 9

	month9	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
color	1.00	10	6.0000	.94281	.29814
	2.00	10	5.9000	.73786	.23333
flavor	1.00	10	5.6000	.69921	.22111
	2.00	10	5.4000	.69921	.22111
taste	1.00	10	4.5000	1.08012	.34157
	2.00	10	5.8000	.63246	.20000
texture	1.00	10	5.9000	.87560	.27689
	2.00	10	5.7000	.67495	.21344
overall	1.00	10	6.2000	.42164	.13333
	2.00	10	6.0000	.47140	.14907

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
color	Equal variances assumed	1.698	.209	.264	18
	Equal variances not assumed			.264	17.017
flavor	Equal variances assumed	.070	.795	.640	18
	Equal variances not assumed			.640	18.000
taste	Equal variances assumed	4.295	.053	-3.284	18
	Equal variances not assumed			-3.284	14.522
texture	Equal variances assumed	.007	.933	.572	18
	Equal variances not assumed			.572	16.905
overall	Equal variances assumed	.596	.450	1.000	18
	Equal variances not assumed			1.000	17.780

ตารางที่ ข- 49 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เคาหยกในถุงรีทอร์ทเพาซ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคาหยกแช่เยือกแข็ง ณ เดือนที่ 12

Group Statistics

	month12	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
color	1.00	10	5.9000	.56765	.17951
	2.00	10	5.5000	.52705	.16667
flavor	1.00	10	5.6000	.51640	.16330
	2.00	10	5.5000	.70711	.22361
taste	1.00	10	4.8000	.91894	.29059
	2.00	10	5.7000	.48305	.15275
texture	1.00	10	6.0000	.66667	.21082
	2.00	10	5.6000	.69921	.22111
overall	1.00	10	6.0000	.81650	.25820
	2.00	10	5.6000	.51640	.16330

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
color	Equal variances assumed	1.100	.308	1.633	18
	Equal variances not assumed			1.633	17.902
flavor	Equal variances assumed	1.301	.269	.361	18
	Equal variances not assumed			.361	16.474
taste	Equal variances assumed	1.837	.192	-2.741	18
	Equal variances not assumed			-2.741	13.621
texture	Equal variances assumed	1.125	.303	1.309	18
	Equal variances not assumed			1.309	17.959
overall	Equal variances assumed	.519	.480	1.309	18
	Equal variances not assumed			1.309	15.207

ประวัติผู้วิจัย

1. นางสุภาวดี นาคบรรพ์

ประวัติการศึกษา
- วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. นางสาวดุษฎี ทรัพย์บัว

ประวัติการศึกษา
- วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
- วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3. นางสาวสาวิตรี ณุวงศ์ศรี

ประวัติการศึกษา
- วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4. นางสาวทิพย์พิกา ธรฤทธิ์

ประวัติการศึกษา
- คหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

5. นางดลฤดี พิชัยรัตน์

ประวัติการศึกษา
- วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง