

รายงานการวิจัย

การผลิตซุปรูปลามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

The Production of Canned Ready-to-Eat Bio-Shark Fin Soup



นางสาวมารีตา จาคูพรพิพัฒน์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2551

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RDH

๘ 476 ๙

b.12623519

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เลขหมู่ 2551

เลขทะเบียน 137312

วันเดือนปี 22 ส.ย. 2558

### กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตซูปลูกามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทานเป็นโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2551 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ประธานสาขาชีววิทยา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ที่ให้โอกาส สถานที่ ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ทำหน้าที่วางนโยบาย พิจารณา และติดตามผลโครงการและแผนงานการวิจัยให้บรรลุผลเป็นไปตามนโยบายและแผนงานวิจัย เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ขอขอบพระคุณบิดามารดาผู้ล่วงลับที่เคยมอบมรดกสิ่งต่างๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจ และขอบคุณเพื่อนร่วมงาน ผู้ช่วยวิจัย ลูกศิษย์ เจ้าหน้าที่ประจำคณะวิทยาศาสตร์และส่วนบริหารวิชาการ และวิจัยทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ติดตาม และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิในหลากหลายสาขาที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาใช้ประกอบการทำวิจัยและรายงานวิจัย

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการวิจัยฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านและผู้ที่เกี่ยวข้องในการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใดในเนื้อหา ทางผู้วิจัยน้อมรับแต่เพียงฝ่ายเดียว

คณะผู้วิจัย

  
(รศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์)

ชื่อโครงการ	การผลิตซุปรูปลามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน <b>The Production of Canned Ready-to-Eat Bio-Shark Fin Soup</b>
แหล่งเงิน	ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ	2551 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 200,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2550 ถึง กันยายน 2551 /
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ	ผศ.ดร.มาริสา จาคูพรพิพัฒน์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 3 หมู่ 2 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02 3298000, 02 3298400 ต่อ 8412 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0865241177 โทรสาร 02 3298427 E-mail : <a href="mailto:kjmarisa@kmitl.ac.th">kjmarisa@kmitl.ac.th</a> , <a href="mailto:kjmarisa@gmail.com">kjmarisa@gmail.com</a>
นักวิจัยร่วม	รศ.ดร. จินตนา บุนนาค
นักวิจัยร่วม	นางพยอม เกียรติกำจร
คำสำคัญ (Keywords)	หูดลามไบโอ (Bio-shark fin) หูดลามเทียม (Imitative shark fin) กระป๋อง (Canned)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้โดยการเตรียมซุปลูกลามไบโอพร้อมรับประทานโดยเทคนิคการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อรักษาคุณค่าทางอาหารและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นาน ซุปลูกลามไบโอประกอบด้วย เส้นลูกลามไบโอ เห็ดหอม เนื้อปูผ่านการลวก เนื้อไก่หั่น และแป้งคัดแปร (Maps 449 starches ร้อยละ 2). วิธีการประกอบไปด้วยขั้นตอนของ การต้มน้ำซุปล การเติมน้ำซุปลงไปใน กระป๋องอลูมิเนียมแข็งและปิดผนึก นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ สภาวะการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์สุดท้ายมาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง:อาหารกรดต่ำ) และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โดยวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในระดับความชอบแบบสเกลความชอบ 9 คะแนน ตามลักษณะทางด้าน สี กลิ่น ความข้นหนืด รสชาติ ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวม ผลที่ได้พบว่า ผลิตภัณฑ์ซุปลูกลามไบโอกระป๋องมีสุขลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นั่นคือไม่พบทั้งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แฟลตซัวร์ชนิดมิโซฟิลิกและเทอร์โมฟิลิก เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบัส พิวทริแฟกตีฟ แอนแอโรบัส ซัลไฟด์สปอยเลจ สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส ซาลโมเนลลา สตาฟีโลคอคคัส และคลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลอย่างน้อย 60 วัน ส่วนผลจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์ซุปลูกลามไบโอพร้อมรับประทานที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ซุปลูกลามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทานจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการรับประทานในระหว่างการเดินทางง่ายต่อการรับประทานและมีคุณค่าทางอาหาร

## Abstract

The object of this study was provide process for preparing ready-to-eat Bio-shark fin soup by thermal sterilization technique for nutritional content and a shelf stable. This soup optionally having Bio-shark fin ,*Lentinus edodes* (Berk.) Sing (Shiitake mushroom), blanched crab meat sprouts, shredded chicken and modified waxy maize starches (Maps 449 starches 2%). The method comprising the steps of boiling the soup ; filling the boiled soup thus obtained into a rigid aluminum containers and sealing thereof, and sterilizing the sealed container containing the soup in a steam retort , the sterilization value, at 118 °C, 50 min was estimated The end product and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้โดยการเตรียมซูปพูลูกลามไบโอพร้อมรับประทานโดยเทคนิคการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อรักษาคุณค่าทางอาหารและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นาน ซูปพูลูกลามไบโอประกอบด้วย เส้นพูลูกลามไบโอ เห็ดหอม เนื้อปูผ่านการลวก เนื้อไก่หั่น และแป้งคัสแตร์ (Maps 449 starches ร้อยละ 2). วิธีการประกอบไปด้วยขั้นตอนของ การต้มน้ำซูป การเติมน้ำซูปลงไป ใน กระป๋องอลูมิเนียมแข็งและปิดผนึก นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ สภาวะการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์สุดท้ายมาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์  วิถีวิเคราะห์  อาหารทางจุลชีวะวิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง: อาหารกรดต่ำ) และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โดยวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในระดับความชอบแบบสเกลความชอบ 9 คะแนน ตามลักษณะทางด้าน สี กลิ่น ความข้นหนืด รสชาติ ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวม ผลที่ได้พบว่า ผลิตภัณฑ์ซูปพูลูกลามไบโอกระป๋องมีคุณลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นั่นคือไม่พบทั้งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แฟลตซาวร์ชนิดมีโซฟิลิกและเทอร์โมฟิลิก เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบัส พิวทริแฟคทีฟแอนแอโรบัส ซัลไฟด์สปอยเลจ สตาฟีโลคอกคัส ออเรียส ซาลโมเนลลา สตาฟีโลคอกคัส และ คลอสตรีเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาอย่างน้อย 60 วัน ส่วนผลจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์ซูปพูลูกลามไบโอพร้อมรับประทานที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ซูปพูลูกลามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทานจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการรับประทานในระหว่างการเดินทางง่ายต่อการรับประทานและมีคุณค่าทางอาหาร

### Abstract

The object of this study was provide process for preparing ready-to-eat Bio-shark fin soup by thermal sterilization technique for nutritional content and a shelf stable. This soup optionally having Bio-shark fin ,*Lentinus edodes* (Berk.) Sing (Shiitake mushroom), blanched crab meat sprouts, shredded chicken and modified waxy maize starches (Maps 449 starches 2%). The method comprising the steps of boiling the soup ; filling the boiled soup thus obtained into a rigid aluminum containers and sealing thereof, and sterilizing the sealed container containing the soup in a steam retort , the sterilization value, at 118 °C, 50 min was estimated The end product and was analyzed for microbial (Classification: Low acidified foods) following standard protocols and sensory analysis on a 9-point hedonic scale according to colour, odour, flavor, viscosity and overall acceptability characteristics. The results for microbial analysis indicated that the soup thus obtained is free from Total plate count, Coliform, Flat Sour mesophiles, Flat Sour thermophiles, Thermophilic Anaerobes, Putrefactive Anaerobes, Sulphide Spoilage *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Streptococcus*, and *Clostridium perfringens* for at least 60 days. The results of the sensory analysis indicated that the sensory quality of freshly canned sample and that of stored sample (60 days) did not differ significantly ( $p < 0.05$ ). Therefore, the product "Bio-shark fin soup" thus obtained is ready to eat and can be used during travel, by defense personnel or during emergency ration with high nutrients and as similar to any convenience based specialty products.

## สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(2)
บทคัดย่อ	(4)
Abstract	(5)
สารบัญเรื่อง	(6)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญรูป	(8)
บทที่	
1 <b>บทนำ</b>	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
แผนการดำเนินการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2 <b>ทฤษฎีและแนวทางการคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย</b>	6
มูลลาม	6
หลักการฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดผนึกด้วยความร้อน	12
การเสื่อมเสียของอาหารในภาชนะปิดสนิท	13
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแทรกผ่านความร้อนสู่อาหารกระป๋อง	16
ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายความร้อนภายในหม้อฆ่าเชื้อ	22
ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาอุณหภูมิ- เวลาในการฆ่าเชื้อ	23
หม้อฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง ( Retort Canning )	23
ความสัมพันธ์ระหว่างบรรจุภัณฑ์กับอาหาร	28
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	37
3 <b>วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	43
วัสดุอุปกรณ์	43
วิธีการทดลอง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญเรื่อง (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	52
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	61
เอกสารอ้างอิง	63

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงสินค้าอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งบริษัท สุรพลฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน)	9
4.1 ลักษณะภายนอกและภายในของบรรจุภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที ที่สภาวะการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14-30 วัน และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน	53
4.2 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์หลังผ่านการบ่มเพาะเชื้อเป็นเวลา 14 วัน	54
4.3 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซูปหลูกลามไป โอสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งคัดแปรร้อยละ 2 ที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	55
4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซูปหลูกลามกระป๋องพร้อมรับประทานที่เติมแป้งคัดแปรร้อยละ 2 ที่ผ่านการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่าง ๆ	57
4.5 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลินทรีย์ของซูปหลูกลามไป โอสำเร็จรูปพร้อมรับประทานหลังผ่านการเก็บรักษาที่เวลา และ อุณหภูมิต่าง ๆ	58
4.6 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซูปหลูกลามไป โอกระป๋องพร้อมรับประทานทางด้านกายภาพหลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ	60
4.7 การเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ซูปหลูกลามไป โอกระป๋องพร้อมรับประทาน	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงาน	24
4.1	ลักษณะของฝากระป๋องที่เว้า (ซ้าย) และพองขึ้นเล็กน้อย (ขวา) หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยหม้อหนึ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที	53
4.2	ผลิตภัณฑ์ซูปหลวมตามกระป๋องพร้อมรับประทาน	57



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในสถานการณ์ปัจจุบันของการประมงปลาค้างคาว หลายประเทศได้พยายามต่อต้านและหยุดยั้งการบริโภคและการค้าหุฉลาม เนื่องจากเกรงว่าจะเป็นการทำลายพันธุ์หุฉลามจนสูญสิ้นไป โดยเฉพาะการจับปลาค้างคาวและตัดเอาเฉพาะครีบแล้วโยนส่วนอื่น ๆ ทิ้งทะเล ซึ่งมีรายงานจากการวิจัยพบว่าครีบหุฉลามมีน้ำหนักเพียงร้อยละ 1-5 ของน้ำหนักตัวทั้งหมด ส่วนที่ทิ้งและสูญเสียบ้างถึงร้อยละ 95-99 นับว่าเป็นการสูญเสียทรัพยากรอย่างมาก ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงได้ออกกฎหมายห้ามทำการประมงหุฉลาม (Shark Finning Prohibition Act) ในน่านน้ำ โดยห้ามเรือประมงนำครีบปลาค้างคาวขึ้นท่าโดยปราศจากซากปลาค้างคาวทั้งตัว กฎหมายดังกล่าวได้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 13 มีนาคม พ.ศ.2545 เป็นต้นไป และขณะนี้ประเทศออสเตรเลียและสหภาพยุโรป (European Union) ได้ออกกฎระเบียบห้ามดังกล่าวเช่นเดียวกัน FAO (2002) แต่หุฉลาม เป็นอาหารราคาแพงที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในหมู่ผู้บริโภคอาหารจีน แท้จริงหุฉลามนั้นก็มีส่วนที่ได้จากครีบหุฉลาม ประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจนและอีลาสตินที่มีความอ่อนนุ่มล้อมรอบแผ่นกระดูกอ่อนที่เป็นแกนกลางของครีบ โดยมีเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อและหนังหุ้มรอบนอก หุฉลามยังเป็นหนึ่งในอาหารที่มีราคาแพงที่สุดในโลก ตัวอย่างเช่นราคาโดยเฉลี่ยสำหรับครีบส่วนหางที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแล้วที่ยาว 25.4 ซม. เป็นเงิน 17,845 บาทต่อกก. ครีบหลังที่ทำแห้งแล้วยาว 10.16 ซม. ราคาโดยเฉลี่ยเป็น 5,430 บาทต่อกก. ผลิตภัณฑ์จากครีบหุฉลามที่วางจำหน่ายนั้นมีรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นกับขั้นตอนในการเก็บรักษาและการแปรรูป ได้แก่ หุฉลามสด (Wet / fresh fin) หุฉลามที่ผ่านกระบวนการเก็บรักษา (Raw fin) หุฉลามแปรรูป (Processed fin) หุฉลามกึ่งสำเร็จรูป (Prepared fin) โดยเฉพาะหุฉลามกึ่งสำเร็จรูป จะประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจนและ อีลาสตินที่เตรียมได้จากครีบหุฉลามแปรรูป สามารถนำไปประกอบเป็นอาหารได้ทันที ซึ่งเป็นการประหยัดเวลา จึงเป็นที่นิยมแพร่หลายในภัตตาคาร และผู้บริโภคที่นิยมปรุงอาหารรับประทานเองภายในบ้าน ผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่ายใน 2 ลักษณะ คือ แบบเส้น (fin needle) และแบบแห (finnet)

ขั้นตอนการเตรียมหุฉลามกึ่งสำเร็จรูปแบบเส้นในอุตสาหกรรม เริ่มจากนำครีบหุฉลามแปรรูปแช่น้ำสะอาด 8-10 ชม. เพื่อให้อ่อน ทำการฟอกสี โดยทำเช่นเดียวกับวิธีการฟอกสีในขั้นตอนการผลิตครีบหุฉลามแปรรูป นำครีบหุฉลามแปรรูปมาต้มในน้ำเดือดประมาณ 5 นาที เพื่อให้เนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างเส้นใยคอลลาเจนและอีลาสตินหลุดออกไป และเพื่อให้เส้นใยขยายตัวและแผ่กระจายแยกจากกัน ปลายของเส้นใยจะม้วนงอเล็กน้อย นำเส้นใยขึ้นจากน้ำร้อนแล้วนำไปแช่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เย็นทันที ใช้มือขยำเส้นใยที่ได้ เพื่อให้เนื้อเยื่อที่ยังเหลืออยู่ระหว่างเส้นใยหลุดออกไปจนหมด เส้นใยเหล่านี้จะถูกนำไปจำหน่ายในลักษณะหุ้ดลามกึ่งสำเร็จรูปแบบเส้น จากขั้นตอนที่กล่าวไว้ช้เวลานาน มีการใช้สารเคมีและน้ำมาก ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้สูญเสียพลังงานความร้อนและน้ำ ดังนั้นเป็นที่น่าสนใจยิ่งถ้าประเทศไทยสามารถผลิตหุ้ดลามเทียมได้ เพราะจะช่วยทดแทนทรัพยากรสัตว์น้ำธรรมชาติ ลดการนำเข้าหุ้ดลามจากต่างประเทศ และเป็นการลดปัญหามลพิษอันเนื่อง จากกระบวนการแปรรูปหุ้ดลาม ฉะนั้นจึงควรมีการศึกษาระบบวิธีการผลิตหุ้ดลามเทียมจากเจลาตินและโซเดียมแอลจิเนตไว้เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการนำไปพัฒนา เพื่อดำเนินการผลิตระดับอุตสาหกรรมในอนาคต ในปี พ.ศ. 2547-2548 ทางภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำโดย ผศ. ดร. มาริตา จาตุพรพิพัฒน์ ได้รับทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2547-2548 (1 ปี 6 เดือน) จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อศึกษาการผลิตหุ้ดลามเทียมจากเจลาตินและโซเดียมแอลจิเนต และได้จดอนุสิทธิบัตรภายใต้ชื่อ หุ้ดลามเทียมกึ่งสำเร็จรูปแบบเส้นและกระบวนการผลิตหุ้ดลามเทียมนี้ วันขอรับอนุสิทธิบัตร 4 ตุลาคม 2548 เลขทะเบียน 2348 ออกให้วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2549 และพัฒนางานวิจัยดังกล่าวต่อเนื่องโดยการออกแบบเครื่องมือผลิตหุ้ดลามไบโอในระดับอุตสาหกรรม ได้สำเร็จ โดยได้งบประมาณการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 ขณะนี้อยู่ในระหว่างการเตรียมร่างคำขอเพื่อขอรับสิทธิบัตร

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้ เป็นการต่อยอดผลงานวิจัยที่ผ่านมาโดยการพัฒนาการผลิตหุ้ดลามไบโอกระป๋อง โดยพัฒนาเทคโนโลยีของการแปรรูปอาหารด้วยความร้อน ลักษณะที่เรียกว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial sterilization) ที่มุ่งเป้าหมายหลักเพื่อลดความเสียหายที่เกิดต่อคุณภาพด้านโภชนาการและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยลดเวลาในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุปิดสนิท เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพปลอดเชื้อจลินทรีย์นานที่สุด นั่นคือผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่ายสามารถเก็บได้นานโดยไม่เน่าเสียที่อุณหภูมิห้อง และไม่ต้องแช่เย็นลดการใช้พลังงาน และการลดขั้นตอนการเตรียมอาหาร สะดวกต่อการรับประทาน และตอบสนองพฤติกรรมผู้บริโภคของคนในปัจจุบัน เพื่อลดการใช้หุ้ดลามจากธรรมชาติเป็นการอนุรักษ์พันธุ์ปลาฉลาม ลดต้นทุนทางการค้า เป็นทางเลือกให้กับผู้ประกอบการส่งออกอาหารของไทยผลิตเป็นสินค้าส่งออกจำหน่าย ณ ต่างประเทศที่มีข้อกำหนดอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดของสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้จะสูญพันธุ์ หรือที่มักจะเรียกกันว่า อนุสัญญา CITES ซึ่งห้ามประเทศสมาชิกนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของปลาฉลามจากธรรมชาติ นอกจากนี้ยังส่งเสริมการต่อยอดภูมิปัญญาจากงานวิจัยดังกล่าวซึ่งเป็นทรัพย์สินทางปัญญาของนักวิจัยไทย และส่งเสริมให้นำทรัพย์สินทางปัญญาไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการแปรรูปด้วยความร้อนแบบสเตอริไรซ์ต่อคุณภาพทางกายภาพและการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซูปหลูกลามไบโอกระป๋อง
2. เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์ซูปหลูกลามไบโอกระป๋องให้มีคุณสมบัติทางกายภาพ และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยจากอันตรายที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำผลงานวิจัยที่ได้จดสิทธิบัตรแล้วมาพัฒนาต่อยอดและส่งเสริมให้นำทรัพย์สินทางปัญญาไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้จริง โดยการผลิตเป็นสินค้าออกจำหน่าย ในลักษณะผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน (ซูปหลูกลามไบโอ น้ำแดงบรรจุกระป๋อง) ให้แก่ผู้บริโภคทั่วไป กลุ่มลูกค้าในโรงพยาบาล (ของฝาก ของเยี่ยมคนไข้) โดยมุ่งเน้นให้ผลิตภัณฑ์ต้องมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีความปลอดภัย และคุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนต้องมีต้นทุนที่เหมาะสมในการผลิตระดับอุตสาหกรรม โดยมีขั้นตอนการวิจัย ได้แก่ การผลิตซูปหลูกลามไบโอถึงสำเร็จรูปแบบเส้นด้วยเครื่องผลิตซูปหลูกลามไบโอ (จากการวิจัยที่ผ่านมา) กำลังการผลิต 20 กิโลต่อ 8 ชั่วโมง นำไปผลิตเป็นซูปหลูกลามน้ำแดงตามสูตร (จากการวิจัยที่ผ่านมา) บรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ชนิดอีพอกซีฟีโนลิก (epoxy-phenolic) ขนาด 307X113 เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อโดยไอน้ำอ้อมตัว (retorting) ของผลิตภัณฑ์ โดยเลือกอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ ทำให้ได้ค่าที่ใช้กำหนดอุณหภูมิและเวลาที่จำเพาะเจาะจงของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เพื่อให้ได้รูปแบบของกรรมวิธีการผลิตซูปหลูกลามไบโอบรรจุกระป๋อง การวิจัยจึงอาศัยหลักการใหญ่ ๆ ได้แก่ กระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อน ที่เรียกว่ากระบวนการฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial sterilization) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรค ทำให้อาหารเสื่อมเสียและทำลายเอ็นไซม์ที่เป็นสาเหตุการเสื่อมคุณภาพอาหาร ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ และความสะดวกต่อการขนส่ง การเก็บรักษา ลดการใช้พลังงาน นั่นคือผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานไม่ต่ำกว่า 1 ปี ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่จำเป็นต้องแช่เย็นหรือแช่แข็ง เพื่อความสะดวกในการจัดจำหน่ายลดต้นทุนในการขนส่งและการเก็บรักษา



### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ซุปรูปลาคามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน (Bio- shark fin soup ready- to-eat)
2. ได้กระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์ซุปรูปลาคามไบโอกระป๋อง และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อนภายใต้ความร้อนสูง
3. สามารถใช้เป็นมาตรการประกันคุณภาพของอาหารเพื่อให้อาหารมีคุณภาพมาตรฐาน และเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคให้ได้รับอาหารที่ปลอดภัย
4. อนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำ คือ ปลาลาคาม
5. เป็นทางเลือกให้กับผู้ประกอบการผลิตสินค้าส่งออกที่ต้องใช้หุปลาคามเป็นองค์ประกอบ แต่ถูกจำกัดด้วยอนุสัญญา CITES และผู้ประกอบการในประเทศทั้งระดับ ร้านอาหาร โต๊ะจีนภัตตาคาร โรงแรม และพ่อค้าคนกลาง
6. ลดการใช้พลังงาน เนื่องจากผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้ในอุณหภูมิห้องโดยไม่ต้องแช่เย็น สะดวกในการขนส่งและการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและแนวทางการคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

#### หุฉลาม

ประเทศไทยต้องนำเข้าหุฉลามทั้งหมดในรูปหุฉลามตากแห้ง ซึ่งการนำเข้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปริมาณนำเข้าสูงสุดในปี พ.ศ. 2542 เท่ากับ 98,225 มูลค่า 44,176,796 บาท เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2541 เพิ่มขึ้นถึง 1 เท่าตัว หลังจากปี พ.ศ. 2543 ปริมาณการนำเข้าเริ่มลดน้อยลง โดยเฉพาะในช่วง 6 เดือนแรกของปี 2545 ปริมาณการนำเข้าหุฉลามเท่ากับ 26,411 กิโลกรัม มูลค่า 1,333,834 บาท ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากการจำนวนปลาคฉลามทั่วโลกอยู่ในภาวะล่อแหลมที่จะสูญพันธุ์ ขณะที่การขยายพันธุ์ของปลาคฉลามอยู่ในอัตราที่ช้ามาก บางชนิดต้องใช้เวลาคถึง 20 ปี จึงโตพอที่จะสืบพันธุ์ได้ โดยจะผสมพันธุ์ปีเว้นปี และมีระยะตั้งท้องนานถึง 13 เดือน นอกจากนี้ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายห้ามทำการประมงหุฉลาม (Shark Finning Prohibition Act) ในน่านน้ำ โดยห้ามเรือประมงนำครีบฉลามขึ้นท่าโดยปราศจากซากปลาคฉลามทั้งตัว กฎหมายนี้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2545 และปัจจุบันประเทศออสเตรเลียและสหภาพยุโรป ได้ออกกฎระเบียบห้ามคังกล่าวเช่นเดียวกัน (FAO, 2002)

ประเทศไทยไม่สามารถผลิตหุฉลามเองได้ต้องนำเข้าทั้งหมดในรูปของหุฉลามตากแห้ง ซึ่งการนำเข้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องปริมาณนำเข้าในช่วง 5 เดือนแรกปี 2544 เท่ากับ 35,403 กิโลกรัม มูลค่า 16.50 ล้านบาทเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อนแล้วทั้งปริมาณการนำเข้าเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 79.8 และมูลค่าเพิ่มขึ้นถึง 16 เท่าตัวทีเดียว คาดว่ายอดการนำเข้าหุฉลามในปี 2544 จะพุ่งสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์ โดยแหล่งนำเข้าหลัก คือ ญี่ปุ่น ไต้หวัน อินโดนีเซีย นอร์เวย์ ฮองกง และจีน อย่างไรก็ตามการนำเข้าหุฉลามตากแห้งบางส่วนมีการส่งออกไปใหม่ การนำเข้าหุฉลามแล้วมาอาศัยแรงงานในการล้างเอาทรายและสิ่งสกปรกออกเป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากค่าจ้างแรงงานของไทยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และการนำเข้าเพื่อการส่งออกทั้งหมดได้รับการคืนภาษี แม้ว่าภาษีนำเข้าหุฉลามตากแห้งสูงถึงร้อยละ 60 หรือประมาณกิโลกรัมละ 200 บาทก็ตาม โดยเฉพาะการนำเข้าหุฉลามตากแห้งแล้วส่งออกไปยังตลาดฮ่องกงซึ่งมีส่วนการส่งออกถึงร้อยละ 70 ของมูลค่าการส่งออกในแต่ละปี

ปริมาณและมูลค่าการส่งออกหุฉลามตากแห้งมีแนวโน้มลดลง โดยการส่งออกหุฉลามในช่วง 5 เดือนแรกของปี 2544 เท่ากับ 24,405 กิโลกรัม มูลค่า 30.14 ล้านบาท เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อนแล้วทั้งปริมาณและมูลค่าลดลงร้อยละ 30.4 และร้อยละ 46.5 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการส่งออกไปยังตลาดฮ่องกงและไต้หวันซึ่งเป็นตลาดหลักลดการนำเข้าลงอย่างมาก และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหนึ่งคาดว่า การส่งออกในรูปแบบของหุฉลามปรุงน้ำซุปรสำเร็จรูปในแต่ละปีมีมูลค่าสูงถึง 800 ล้านบาททีเดียว ซึ่งตลาดส่งออกที่สำคัญของหุฉลาม และหุฉลามปรุงน้ำซุปรสำเร็จรูป ได้แก่ ฮองกง ญี่ปุ่น สิงคโปร์ นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย และเดนมาร์ก แต่ความต้องการและการค้าผลิตภัณฑ์ปลาฉลามเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา และยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์ของปลาฉลามที่เป็นที่ต้องการของตลาดมีทั้ง เนื้อ กระดูกอ่อน หนัง ฟัน และตับ โดยเฉพาะหุฉลาม เส้นทางการค้าหุฉลามในประเทศไทยเริ่มจากการนำเข้าจากต่างประเทศ แหล่งค้าส่งแหล่งใหญ่คือร้านค้าในตลาดเก่าเยาวราช และจัดส่งไปอนกัตตาการ โรงแรมและร้านอาหารต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ครีบบู ครีบหาง และกระโดงหลัง แต่วัตถุดิบที่ใช้คือครีบบูปลาฉลามมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะหุฉลามกึ่งสำเร็จรูป (Prepared fin) ซึ่งเป็นเส้นใยคอลลาเจนและอีลาสตินที่เตรียมได้จากครีบบูปลาฉลามแปรรูป สามารถนำไปประกอบเป็นอาหารได้ทันที ซึ่งเป็นการประหยัดเวลา จึงเป็นที่นิยมแพร่หลายในภัตตาคาร และผู้บริโภคที่นิยมปรุงอาหารรับประทานเองภายในบ้าน ผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่ายใน 2 ลักษณะ คือ แบบเส้น (fin needle) และแบบแพ (finnet)

เส้นทางการค้าหุฉลามตากแห้งในประเทศไทยเริ่มจากการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งในปัจจุบันมีผู้นำเข้ารายใหญ่ 2-3 ราย แหล่งค้าส่งแหล่งใหญ่คือ ร้านค้าในตลาดเก่าย่านเยาวราช ซึ่งนำหุฉลามไปล้างทรายและสิ่งสกปรกออก และจัดส่งไปอนกัตตาการ โรงแรม และร้านอาหารต่างๆ ราคาของหุฉลามตากแห้งจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับว่าเป็นส่วนใดของปลาฉลาม โดยเฉพาะหุฉลามที่มีกระดูกเยื่อราคาจะถูกกว่าหุฉลามส่วนที่มีเนื้อเยื่อ กล่าวคือ ราคาจำหน่ายหุฉลามส่วนที่เป็นหางใหญ่ และหางเล็กประมาณกิโลกรัมละ 1,000-3,000 บาท ส่วนครีบบูเล็กราคา กิโลกรัมละ 1,000-2,000 บาท และครีบบูใหญ่ราคา กิโลกรัมละ 2,000 บาทขึ้นไป ส่วนราคาหุฉลามปรุงสำเร็จในช่วง 20-30 ปีที่ผ่านมาเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ จากที่เคยจำหน่ายในราคาหม้อละ 30 บาท สำหรับหม้อดินขนาดเล็ก และหม้อละ 50 บาทสำหรับหม้อดินขนาดใหญ่ ปัจจุบันราคาจำหน่ายเพิ่มขึ้นเป็น 500-600 บาทสำหรับหม้อดินขนาดเล็ก และ 1,000-1,500 บาทสำหรับหม้อดินขนาดใหญ่ตามลำดับ ซึ่งราคายังแตกต่างกันถ้าเป็นหุฉลามแบบแผ่น และหุฉลามแบบเส้น แม้ว่าผู้บริโภคหุฉลามยังจำกัดตัวอยู่ในวงแคบๆ เนื่องจากข้อจำกัดด้านราคาที่อยู่ในเกณฑ์สูง บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด คาดว่ามูลค่าตลาดหุฉลามปรุงสำเร็จในปัจจุบันสูงถึงปีละ 1,300 ล้านบาท นับได้ว่าเป็นตลาดใหญ่ที่ไม่ควรมองข้าม เพราะตลาดยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จากที่เคยเป็นที่นิยมของชาวจีนที่สูงอายุ ปัจจุบันตลาดขยายมาครอบคลุมคนรุ่นหนุ่มสาวที่เป็นคนรุ่นใหม่ที่มีกำลังซื้อสูงด้วย ซึ่งนับว่าเป็นการขยายตลาดหุฉลามลงมาที่ชนชั้นกลางจากเดิมที่ตลาดหุฉลามเป็นตลาดระดับบน (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2544)

เนื่องจากในปัจจุบันเป็นยุคที่มีการแข่งขันสูงในทุก ๆ ด้าน เช่น ด้านการศึกษา เศรษฐกิจ และหน้าที่การงาน จึงเป็นเหตุให้พฤติกรรมการบริโภคของผู้คนเปลี่ยนไป โดยเฉพาะผู้คนในเมืองใหญ่ นิยมความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ไม่มีเวลาที่จะปรุงอาหารแบบเดิม ๆ เพื่อเป็นการประหยัดเวลา จึงต้องอาศัยอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (Ready-to-eat) ที่มีอยู่มากมายในท้องตลาด เช่น อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท อาหารกระป๋อง อาหารแช่เย็น อาหารแช่เยือกแข็ง เช่นบริษัท สุรพลฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน) ได้ผลิตสินค้าอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งออกจำหน่ายหลายชนิด ทั้งผลิตภัณฑ์อาหารทะเล ต้มยำ และอาหารพร้อมรับประทาน (ตารางที่ 1)

ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไป ดังนั้นผู้ประกอบการควรมีความรู้ความเข้าใจต่อกระบวนการผลิตอาหารแต่ละชนิด เพราะหากผู้ประกอบการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการ สารประกอบเด่นที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของวัตถุดิบ รวมทั้งผลของความร้อนต่อการเสื่อมคุณภาพด้านต่างๆ ของอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการขยายกำลังการผลิตจากการแปรรูปในระดับครัวเรือนมาสู่ระดับอุตสาหกรรม ซึ่งจำเป็นต้องเลือกใช้เครื่องจักร ภาชนะในการผลิต และเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหาร รักษาสารที่มีสรรพคุณเด่นต่อสุขภาพ ยืดอายุการเก็บรักษา ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และมีจุดเด่นที่สามารถแข่งขันได้ในตลาดสากล ปัญหาดังกล่าวทำให้อาหารไทยหลายชนิดที่มีศักยภาพสูงเพื่อการส่งออก ต้องล้มเหลวหรือไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และในบางครั้งอาหารเหล่านี้อาจมีคุณภาพ และคุณค่าทางอาหารที่ไม่ได้มาตรฐาน

ดังนั้นก่อนการผลิต ควรมีความรู้และเข้าใจในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งมีข้อกำหนดด้านชนิดของอาหาร คุณภาพและมาตรฐาน กระบวนการผลิต และภาชนะบรรจุที่ใช้ ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการสามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของตน ตามตัวอย่างประกาศและมาตรฐานอาหารอุตสาหกรรม ต่าง ๆ เช่น ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ.2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 179) พ.ศ.2540 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) มาตรฐานอาหารสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง (Canned Ready-to-Eat Food) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 210) พ.ศ. 2543 เรื่อง อาหารกึ่งสำเร็จรูป มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซูปกึ่งสำเร็จรูป (มอก. 462-2533) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบ่งตัดแปรรูปสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร (มอก. 1073-2535) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง (มอก. 335 เล่ม 1-2523) 1/24

ตารางที่ 2.1 แสดงสินค้าอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งบริษัท สุรพลฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน)

ผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก ต่อชิ้น (กรัม)	ส่วนผสม	วิธีการปรุง
โจ๊กไข่เยี่ยวม้าเสฉวน	300	ข้าวหอมมะลิ น้ำซุปล ไข่เยี่ยวม้า เห็ดหอม จิง เครื่องปรุงรส	1. นำสินค้าออกจากช่องแช่แข็งไม่ต้องรอให้ละลาย 2. ฉีกฟิล์มยึดที่ห่อหุ้มสินค้าออก แล้วถอดสายคาตออกจากถ้วย 3. ใช้ส้อมเจาะแผ่นพลาสติกด้านบนให้เป็นรู ประมาณ 3-4 ครั้ง 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อนระดับสูง (850 W) 5.00 - 6.00 นาที (เวลานับอยู่กับรุ่นและกำลังไฟของเตาไมโครเวฟที่ใช้)
ข้าวต้มปลากะพง เห็ดหอม	320	ข้าวสวย เนื้อปลา เห็ดหอม น้ำซุปล	1.-3 เหมือนวิธีข้างต้น 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อนระดับสูง (850 W) 4.00 - 5.00 นาที (เวลานับอยู่กับรุ่นและกำลังไฟของเตาไมโครเวฟที่ใช้)
ข้าวปุ้นมัตพรักไทย ดำ	280	ข้าวหอมมะลิ, ปุ้นม, ถั่วแขก หอมใหญ่	1.-3 เหมือนวิธีข้างต้น 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อนระดับสูง (850 W) 3.00 - 3.30 นาที (เวลานับอยู่กับรุ่นและกำลังไฟของเตาไมโครเวฟที่ใช้)
ข้าวปุ้นมัตผงกะหรี่	300	ข้าวหอมมะลิ ปุ้นม เครื่องแกง เครื่องปรุงรส	1.-3 เหมือนวิธีข้างต้น 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อนระดับสูง (850 W) 3.00 - 3.30 นาที (เวลานับอยู่กับรุ่นและกำลังไฟของเตาไมโครเวฟที่ใช้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงสินค้าอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งบริษัท สุรพลฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน)

ผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก ต่อชิ้น (กรัม)	ส่วนผสม	วิธีการปรุง
ข้าวผัดน้ำพริกกุ้งสด	300	ข้าว ไข่ กุ้ง กะหล่ำ ถั่วงอกยาว แครอท พริก	1.-3 เหมือนวิธีข้างต้น 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อน ระดับสูง (850 W) 3.00 - 3.30 นาที (เวลา ขึ้นอยู่กับรุ่นและกำลังไฟของเตา ไมโครเวฟที่ใช้)
หมีญี่ปุ่นหมูตุ๋น เห็ดหอม	400	น้ำ หมู เส้นก๋วยเตี๋ยว เห็ดหอม เครื่องปรุงรส	1.-3 เหมือนวิธีข้างต้น 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อน ระดับสูง (850 W) 5.00 - 6.00 นาที (เวลา ขึ้นอยู่กับรุ่นและกำลังไฟของเตา ไมโครเวฟที่ใช้)
หมีผัดฮ่องกงกุ้งสด	250	เส้นก๋วยเตี๋ยว กะหล่ำ แคร อท เห็ดหูหนู เครื่องปรุงรส	1.-3 เหมือนวิธีข้างต้น 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อน ระดับสูง (850 W) 3.30 - 4.00 นาที 5. เมื่ออุ่นเสร็จต้องคลุกเคล้าทันที ประมาณ 30 นาที
เกี้ยวกุ้งน้ำราชวงศ์	350	กุ้ง, ผักกวางตุ้ง, น้ำซุปร	1.-3 เหมือนวิธีข้างต้น 4. นำสินค้าเข้าไมโครเวฟ อุณหภูมิความร้อน ระดับสูง (850 W) 5.00 - 6.00 นาที (เวลา ขึ้นอยู่กับรุ่นและกำลังไฟของเตา ไมโครเวฟที่ใช้)

ที่มา : <http://www.surapon.com/th/product/index.php?pid=11>

จุฬาลม จัดเป็นประเภทผลิตภัณฑ์ในความควบคุมของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ จุฬาลมเป็นวัตถุดิบจัดเป็นอาหารทั่วไป จุฬาลมน้ำแดงในภาชนะพลาสติกปิดสนิทจัดเป็นอาหารพร้อมบริโภค และจุฬาลมน้ำแดงในกระป๋อง (canning) จัดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ซึ่งอาหารทั้ง 3 ประเภทนี้มีมาตรฐานกำหนดการปนเปื้อนของสารปรอท เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ 0.5 มก./กก. ซึ่งจากประเด็นปัญหาที่กลุ่ม Wild aid ได้ทำการสุ่มตัวอย่างจุลลामในเขตเยาวราชซึ่งเป็นจุลลामแห้ง 10 ตัวอย่าง พบปรอทเกินมาตรฐาน 7 ตัวอย่าง ดังนั้น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ดำเนินงาน ตรวจสอบสถานที่ผลิตและเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จากสถานที่ต่าง ๆ ได้แก่ สถานที่ผลิตจุลลामน้ำแดงบรรจุกระป๋อง 1 ตัวอย่าง สถานที่จำหน่ายจุลลामแห้ง 4 ตัวอย่าง ภัตตาคารผู้ปรุงจำหน่ายจุลลाम (จุลลामสุก) 3 ตัวอย่าง สถานที่จำหน่ายทั่วไป (เก็บตัวอย่างจุลลामน้ำแดงในภาชนะพลาสติกปิดสนิท 2 ตัวอย่าง) ผลจากการตรวจวิเคราะห์ โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่า จุลลामแห้ง 4 ตัวอย่าง พบปรอทไม่เกินมาตรฐานกำหนด 0.137-0.284 มก./กก. จุลลामสุก 3 ตัวอย่าง พบปรอทไม่เกินมาตรฐานกำหนด 0-0.012 มก./กก. ส่วนจุลลामน้ำแดง ผลการตรวจวิเคราะห์ยังไม่แล้วเสร็จ และพบข้อสังเกตว่า จุลลामที่ใช้เป็นวัตถุดิบส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ กรณีการปนเปื้อนสารปรอทมีปัจจัยสำคัญคือแหล่งอยู่อาศัยของปลาจลลामในน่านน้ำที่แตกต่างกัน ส่วนความปลอดภัยในการบริโภค สิ่งที่ควรคำนึงถึง ได้แก่ ปริมาณการบริโภค โดยปกติจุลลामมีราคาแพง ดังนั้นผู้ผลิตใช้เป็นวัตถุดิบในปริมาณไม่มากนักและผู้บริโภคบริโภคไม่มากนัก ความถี่ในการบริโภค ปกติคนทั่วไปไม่ได้บริโภคเป็นอาหารหลัก กลุ่มผู้บริโภคกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ เพราะหากบริโภคทุกวันติดต่อกัน แม้ว่าจะมีสารปรอทปนเปื้อนไม่เกินมาตรฐานก็อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสมองของทารกในครรภ์ (<http://www.fda.moph.go.th/depart/divtec1/monitor/44annualreport/44hot%20issue.html>) ดังนั้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จุลลामทั้ง 3 ประเภทดังกล่าวจึง เกี่ยวข้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 (2535) 179 (พ.ศ.2540) และ (253) พ.ศ.2545 สำหรับอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ส่วนอาหารพร้อมปรุงและอาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภค เกี่ยวข้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 237) พ.ศ.2544 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารพร้อมปรุงและอาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที

การพัฒนาเทคโนโลยีของการแปรรูปอาหารในปัจจุบันมีเป้าหมายหลักเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดต่อคุณภาพด้านโภชนาการและประสาทสัมผัสโดยการลดเวลาในการให้ความร้อนแก่อาหารก่อนบรรจุ (วิธีปลอดเชื้อหรือที่เรียกว่า aseptic processing) หรืออาหารในภาชนะบรรจุ หลังจากการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในอาหารแล้ว สิ่งสำคัญตามมาคือการทำให้อาหารอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อจุลินทรีย์นานที่สุด การใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมจึงเป็นการสร้างเกราะป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ภายนอกเข้ามาปนเปื้อนในอาหารที่ทำการฆ่าเชื้อมันได้อีก (post contamination) ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีของการแปรรูปผลิตภัณฑ์จุลลामไปโองจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและเลือกภาชนะบรรจุที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หลักการฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดผนึกด้วยความร้อน

อาหารกระป๋อง คือ การเก็บรักษาอาหารในภาชนะปิดผนึกแน่น อากาศและจุลินทรีย์ไม่สามารถเข้ามาได้ (hermetic container) และได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนไว้ อย่างเพียงพอและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องทั่วไป และจัดได้ว่าเป็นอาหารที่ปลอดเชื้อจุลินทรีย์ (Herson and Hulland, 1969) สภาพปลอดเชื้อทางการค้า (commercial sterility) ในวงการอุตสาหกรรมได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ (Potter, 1968)

1. ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่มีพิษรวมทั้ง *Clostridium botulinum* หรือไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรหืออยู่ในอาหารเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค
2. ต้องไม่มีจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพเหลืออยู่ ส่วนจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่นั้นต้องเจริญไม่ได้ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทั่วไป เช่น โกดังสินค้า หรือร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นต้น

โดยทั่วไปอาหารกระป๋องสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (Holdsworth, 1997 ; ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาศิก, 2532) ได้แก่

1. อาหารกรดต่ำ (low acid food) อาหารประเภทนี้มีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.5-6.8 ได้แก่ ผลไม้แห้งประเภทเนื้อสัตว์ ผลไม้แห้งนม เป็นต้น
2. อาหารกรดปานกลาง (medium acid food) อาหารประเภทนี้มีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 4.5-5.0 ได้แก่ ผลไม้แห้งจากผัก และผลไม้แห้งผสมเนื้อกับผัก เป็นต้น
3. อาหารกรดสูง (high acid food) อาหารประเภทนี้มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 3.7 ได้แก่ อาหารหมักดองที่มีรสเปรี้ยว ผลไม้แห้งจากผลไม้ เป็นต้น

การใช้ความร้อนในกระบวนการฆ่าเชื้อ (thermal process) คือการกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้สำหรับอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนตามที่ได้คำนวณระดับของการสเตอริไลซ์ไว้ (degree of sterility) ซึ่งปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณภาพอาหารจากการทำลายด้วยความร้อนโดยพยายามให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด รักษาเนื้อสัมผัสไม่ให้นุ่มและเนื่องจากการได้รับความร้อนมากเกินไป ลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ไม่ต้องการในอาหาร รวมทั้งลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการเก็บรักษานอมอาหาร โดยปรกติการเสียดของอาหารสาเหตุจากจุลินทรีย์ ซึ่งทำความเสื่อมเสียมากที่สุดแต่สามารถกำจัดได้ง่าย ถัดมาคือเอนไซม์ ทำความเสื่อมเสียน้อยกว่าแต่ป้องกันยากกว่า และปฏิกิริยาเคมี ซึ่งทำความเสื่อมเสียน้อยที่สุด แต่ยากต่อการหยุดยั้ง ดังนั้นวิธีการถนอมอาหารสามารถทำได้โดย การเอาจุลินทรีย์ออก ทำลายจุลินทรีย์

ด้วยความร้อน รังสี หรืออาจหยุดกิจกรรมจุลินทรีย์โดยความเย็น ลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ใช้สารเคมี เช่นวัตดูกันเสีย

การฆ่าเชื้อเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของอาหารในด้านความปลอดภัย และอายุการเก็บของอาหาร ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จึงทำการฆ่าเชื้อด้วยการใช้หม้อฆ่าเชื้อ (retort) เพื่อทำลายจุลินทรีย์ซึ่งมักเป็นปัญหาในการทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าว ต้องคำนึงถึงคุณภาพของอาหารภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการและก่อนถึงมือผู้บริโภคด้วย การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยความร้อนที่ใช้ นั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ในทางปฏิบัติ มักทำได้เพียงการฆ่าจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเน่าเสียในสภาวะการเก็บรักษาปกติเท่านั้นซึ่งเรียกว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial Sterile) ซึ่งหมายถึง สภาวะที่ได้จากการให้ความร้อนอย่างเดียวนในปริมาณที่เพียงพอหรือใช้ความร้อนร่วมกับวิธีการอื่นที่จะทำให้อาหารปราศจากจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในลักษณะที่ไม่ต้องเก็บแช่เย็น (ปราศจากจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและที่ทำให้เน่าเสียที่เจริญได้ที่อุณหภูมิห้อง โดยพวก thermophile อาจเหลือรอดแต่ไม่เจริญภายใต้ภาวะปกติ) ซึ่งเป็นสภาพปกติที่อาหารถูกเก็บรักษาหรือจัดจำหน่าย เซลล์ของสปอร์ของจุลินทรีย์สามารถทนความร้อนได้ต่างๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยสำคัญได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา ปริมาณของเซลล์หรือสปอร์ของจุลินทรีย์เมื่อเริ่มให้ความร้อน สภาพของจุลินทรีย์ในขณะที่ให้ความร้อนที่มีผลต่อการทนความร้อน และ ส่วนประกอบของอาหารที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อน

อุตสาหกรรมอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ที่ผ่านกรรมวิธีแปรรูปด้วยความร้อน มีความจำเป็นต้องทดสอบ การกระจายความร้อนในหม้อฆ่าเชื้อ (Temperature Distribution Test) และ ทดสอบอัตราแทรกผ่านความร้อน ไปยังจุดร้อนช้าที่สุดของผลิตภัณฑ์ (Heat Penetration Test) เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์อาหาร ได้รับความร้อนในการฆ่าเชื้ออย่างเพียงพอ และ เป็นการรองรับการจัดทำระบบคุณภาพ HACCP อีกทั้งยังช่วยลดปัญหา การกีดกันทางการค้าในรูปของ non-tariff barrier ในเรื่องคุณภาพ และ ความปลอดภัยของอาหารส่งออก

### การเสื่อมเสียของอาหารในภาชนะปิดสนิท

การเสื่อมเสียของอาหารในภาชนะปิดสนิท อาจเกิดขึ้นได้ 3สาเหตุ ดังนี้

#### 1. การเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ

##### 1.1 การเสียที่มีสาเหตุจากเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียชนิดสร้างสปอร์

อาหารกระป๋องที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว ถ้าเกิดการเสียมักมีสาเหตุจากเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย เนื่องจากสปอร์ของแบคทีเรียนี้ทนความร้อนได้สูงกว่าพวกอื่นๆ การเสียมเนื่องจากเทอร์โมไฟล์ แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

1. การเสียบแบบแฟลตซาวาน์ (flat sour spoilage) การเสียบแบบนี้มีชื่อมาจากการที่กระป๋องมีลักษณะแบนคงรูปแบบเดิม แต่อาหารภายในมีรสเปรี้ยว เนื่องจากการผลิตกรดแลคติกขึ้น ดังนั้นจึงไม่สามารถสังเกตเห็นการเสื่อมเสียชนิดนี้จากลักษณะของกระป๋องได้ ต้องทำการเปิดกระป๋องเพื่อทำการตรวจสอบเท่านั้นจึงจะทราบ การเสียบแบบนี้มักเกิดกับอาหารชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ เช่น ข้าวโพดกระป๋อง ถั่วกระป๋อง เป็นต้น โดยมีสาเหตุหลักๆ จากเชื้อ *Bacillus* sp. เช่น *Bacillus cereus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก สามารถสร้างสปอร์ได้ทั้งในที่ที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจนเซลล์มีรูปร่างเป็นแท่งขนาดใหญ่ และ sporangium ในสปอร์จะไม่มีลักษณะบวม ส่วนใหญ่จะเคลื่อนไหวได้ พบว่าหลาย serotype ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (foodborne illness) โดยจะมีอาการท้องร่วงซึ่งจะเหมือนกับอาการที่เกิดจากการได้รับเชื้อ *Clostridium perfringens* คือถ่ายอุจจาระเป็นน้ำมีอาการปวดและเกร็งที่ช่องท้อง ประมาณ 6 - 15 ชั่วโมง หลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน มีอาการคลื่นไส้พร้อม ๆ กับปวดท้อง แต่อาการอาเจียนเกิดขึ้นไม่บ่อย อาการของโรคจะยังคงอยู่นานที่สุด 24 ชั่วโมง อาหารเป็นพิษชนิดที่ทำให้เกิดอาการอาเจียนจะมีลักษณะเฉพาะคือมีอาการคลื่นไส้และอาเจียน ในเวลา 0.5 - 6 ชั่วโมงหลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน *B.cereus* สามารถทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้เมื่อมี มากกว่า  $10^6$  organism / g

2. การเสียบแบบทีเอ (TA spoilage) การเสียบแบบนี้เกิดจากแบคทีเรียชนิด *Thermophilic anaerobe* (TA) ซึ่งหมายถึง *Clostridium thermosaccharolyticum* ซึ่งเป็น obligate thermo-ophile ที่สร้างสปอร์ และไม่ต้องการออกซิเจน ย่อยน้ำตาลในอาหารที่เป็นกรดต่ำ และปานกลางแล้วเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สไฮโดรเจน ทำให้อาหารกระป๋องที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูงเป็นเวลานานเกิดการบวม และอาจถึงขั้นระเบิดได้ นอกจากนี้อาหารยังมีรสเปรี้ยวอีกด้วย

3. การเสียบแบบเกิดซัลไฟด์ (Sulfide spoilage, Sulfur stinker) การเสียบแบบนี้มีสาเหตุมาจาก *Clostridium nigrificans* ซึ่งทนความร้อนได้สูงกว่าเชื้อที่เป็นสาเหตุการเสียบแบบ flat sour spoilage และ TA spoilage จึงไม่ค่อยพบในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ แต่จะพบในอาหารกระป๋องที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนไม่เพียงพอ และเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิสูง การเสียบแบบนี้จะเกิดสีดำของเฟอร์รัสซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนซัลไฟด์ กับธาตุเหล็ก และมีกลิ่นเหม็น

## 1.2 การเสียมที่มีสาเหตุจากมิโซฟิลิกแบคทีเรียชนิดที่สร้างสปอร์

การเสียแบบมีโซไฟล์นี้เป็นผลมาจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอ โดยจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุหลักคือ

1. *Clostridium* เช่น *Clostridium botulinum* ซึ่งย่อยโปรตีนแล้วเกิดสารประกอบที่มีกลิ่นเหม็น เช่น เมอร์แคปแทน แอมโมเนีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมี *Clostridium* ชนิดที่สร้างสปอร์ที่ทนความร้อนได้อีกด้วย

2. *Bacillus* เป็นสาเหตุของการเสียในอาหารที่ได้รับความร้อนต่ำกว่า  $100^{\circ}\text{C}$  โดยสปอร์จะสามารถทนต่ออุณหภูมิของไอน้ำเดือดได้ และเมื่อมีสภาวะที่เหมาะสมสปอร์ดังกล่าวก็จะงอกออกมา เช่น *Bacillus subtilis*

### 1.3 การเสียที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียชนิดที่ไม่สร้างสปอร์

แบคทีเรียบางชนิดจะทนต่อความร้อน โดยอาจยังมีชีวิตอยู่หลังการฆ่าเชื้อ เช่น *Streptococcus thermophilus*, *Micro-coccus*, *Lactobacillus* และ *Microbacterium* เป็นต้น การพบแบคทีเรียชนิดที่ไม่สร้างสปอร์ในอาหารกระป๋องแสดงว่าอาหารนั้นได้รับความร้อนต่ำ หรือมีการปนเปื้อนที่เกิดจากรูรั่วของกระป๋อง

### 1.4 การเสียที่มีสาเหตุจากยีสต์

ยีสต์ส่วนใหญ่จะไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง จึงไม่ค่อยพบว่าเป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง นอกจากกระป๋องที่ลึมน้ำเข้ากระบวนกรให้ความร้อน

### 1.5 การเสียที่มีสาเหตุจากรา

รามักเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องที่ใช้ภายในครัว เช่น แยม มาร์มาเลต เป็นต้น โดยมักเกิดจากการที่ราผ่านเข้าไปในรูรั่วของกระป๋อง ซึ่งราจะสามารถเจริญได้แม้อาหารดังกล่าวมีน้ำตาลสูงถึงร้อยละ 70-72 หรือมีกรดร้อยละ 0.8-1.0 ก็ตาม เช่น *Aspergillus*, *Penicillium* เป็นต้น

2. การบวมเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี ฝาของอาหารกระป๋องจะบวม เพราะมีแก๊สเกิดขึ้นภายในกระป๋อง เนื่องจากสาเหตุ 2 ประการคือ

2.1 เกิดจากปฏิกิริยาของกระป๋องกับอาหาร จะเกิดขึ้นในกระป๋องที่มีดำหนิ เช่น มีรอยขีดข่วน เหล็กหรือดีบุกสัมผัสกับกรดจากอาหาร เกิดปฏิกิริยาซึ่งให้แก๊สไฮโดรเจนและกระป๋องมีรอยกรดกัดกร่อน ฉะนั้นจึงต้องใช้กระป๋องที่เคลือบด้วยสารที่สามารถทนกรดได้สำหรับบรรจุอาหารที่เป็นกรด

2.2 เกิดจากการสลายตัวของสารบางอย่าง ซึ่งได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น กากน้ำตาล น้ำเชื่อม

3. การบวมเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ อาหารกระป๋องที่บรรจุอาหารเต็มเกินไปที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อผ่านความร้อนสูงอาหารขยายตัวจะดันให้กระป๋องบวมอย่างถาวรเป็นชนิดที่กดไม่ลง การแช่แข็งอาหารกระป๋องที่มีน้ำมาก น้ำขยายตัว กระป๋องอาจแตกหรือมีรูรั่วทำให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนเข้าไปได้ (ลัดดาวัลย์, 2536)

## ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแทรกผ่านความร้อนสู่อาหารกระป๋อง

### 1. ผลกระทบ

1.1 สูตรการผลิต และสัดส่วนของสูตรที่ใช้ ในการผลิตควรเลือกสูตรที่มีส่วนผสมที่เป็นสูตรการผลิตที่คาดว่าจะมีการคลาดเคลื่อนมากที่สุดเมื่อมีการผลิตจริง (worst case) ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสูตรจะต้องหาอัตราการแทรกผ่านความร้อนใหม่

1.2 น้ำหนักบรรจุ การให้ความร้อนในแต่ละครั้งจะต้องระบุน้ำหนักบรรจุ (fill weight) น้ำหนักสุทธิ(net weight) น้ำหนักเนื้อ (drained weight) และอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักสุทธิ(drained weight : net weight) ปกติน้ำหนักบรรจุเพื่อหาการแทรกผ่านความร้อนมักจะบรรจุให้เกินน้ำหนักปกติ 5เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นworst caseของการผลิต น้ำหนักบรรจุเป็นสิ่งที่ต้องคำนึง โดยเฉพาะพวกผักใบ เช่น ผักโขม ต้องระบุน้ำหนักผัก และน้ำหนักน้ำเกลือ ที่บรรจุชัดเจน เพราะถ้าบรรจุมากเกินไปจะทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ conduction นั้นหมายความว่า การถ่ายเทความร้อนภายในช้าลง

1.3 ความหนืด (Consistency หรือ Viscosity) ชนิดและความเข้มข้นของสารให้ความหนืดมีผลอย่างมากในแง่ของการถ่ายเทความร้อน อาหารที่มีความหนืดสูงจะเคลื่อนที่ได้ช้า การถ่ายเทความร้อนจึงต่ำ ขณะที่อาหารที่มีความหนืดต่ำจะเคลื่อนที่ได้ง่าย การถ่ายเทความร้อนเกิดได้ดี อาหารที่มีแข็งเป็นส่วนผสม เช่น ซุปข้าวโพด ขณะที่ยังไม่ได้รับความร้อนความหนืดจะต่ำ การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบconvection แต่เมื่อได้รับความร้อนมากขึ้น ความหนืดของแข็งจะเพิ่มขึ้น ทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ conduction ดังนั้นแข็งจึงมีผลต่อการแทรกผ่านความร้อน การใส่แข็งมากเกินไป หรือใช้แข็งผิดชนิดอาจทำให้เกิดปัญหาการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

1.4 ขนาด รูปร่าง และน้ำหนักของแข็งที่เป็นส่วนประกอบก่อนและหลังฆ่าเชื้อ

1.5 การเปลี่ยนแปลงขนาดและการรวมตัวของของแข็งที่เป็นส่วนประกอบ เมื่อเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อ มีผลต่ออุณหภูมิและตำแหน่งของจุดร้อนช้าที่สุดของผลิตภัณฑ์

1.6 วิธีการเตรียมวัตถุดิบก่อนการบรรจุ ควรปฏิบัติให้ใกล้เคียงการผลิตจริง เช่น มีการลวกหรือการแช่น้ำหรือสารละลายก่อนหรือไม่ ควรกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้

1.7 การดูดน้ำคืนของของแข็งที่เป็นส่วนประกอบ (Rehydration) เนื่องจากความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์จะขึ้นกับสภาวะแวดล้อม ถ้าอยู่ในสภาพเปียกชื้นเช่น ในสารละลาย ความทนทานต่อความร้อนจะต่ำ แต่ถ้าจุลินทรีย์อยู่ในสภาพที่แห้ง ความทนทานต่อความร้อนจะสูงดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีของแข็งอยู่ด้วย ในขั้นตอนการเตรียมจะต้องแช่น้ำให้มีการดูดซึมสม่ำเสมอ เพื่อให้ส่วนผสมเหล่านี้มีความหนาแน่น และขนาดสม่ำเสมอ เมื่อได้รับความร้อนการฆ่าเชื้อภายในชิ้นอาหารจะได้เป็นไปอย่างทั่วถึง เพราะถ้ามีส่วนที่แห้งอยู่อาจมีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ในส่วนนั้นได้ในกรณีที่ใดเพื่อให้การดูดซึมน้ำเกิดขึ้นในระหว่างการให้ความร้อนจะต้องระวังเรื่องอุณหภูมิและเวลาที่ใช้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อลดเวลานั้นถึงแม้ว่าจะได้ค่า  $F_0$  ตามที่ต้องการ แต่ถ้าเวลาที่ใช้สั้นเกินไปการดูดซึมน้ำไม่เพียงพอก็อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้มีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ได้

1.8 สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ สมบัติทางกายภาพกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ผลิตภัณฑ์ว่าเป็นแบบ convection, conduction หรือ broken สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการเคลื่อนที่ที่เป็นแบบ broken เมื่อเริ่มต้นให้ความร้อนจะเคลื่อนที่แบบ convection ก่อน ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นแบบ conduction เช่น ชุปที่มีแข็งเป็นส่วนประกอบ การเปลี่ยนแปลงลักษณะการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้น เนื่องจากแป็งเกิดปฏิกิริยาเจลาติไนเซชัน (gelatinization) เมื่อถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมนอกจากนี้สูตรการผลิตและส่วนประกอบล้วนมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนการเคลื่อนที่จาก convection เป็น conduction เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและเวลา

1.9  $a_w$  ค่า  $a_w$  แสดงปริมาณน้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ หรือเพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ อาหารกระป๋องส่วนใหญ่มีค่า  $a_w > 0.98$  ดังนั้นจุลินทรีย์และสปอร์จึงสามารถเจริญได้ดี ถ้า  $a_w < 0.95$  จุลินทรีย์ เช่น *Staphylococcus aureus* จะถูกยับยั้งทำให้ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้อลดลง

1.10 วัตถุกันเสียและสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และสปอร์ (Preservative) ได้แก่ ไนเตรท ไนไตรท์ เกลือ และน้ำตาล ซึ่งถ้ามีการใช้สารกันเสีย เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะสั้นลง

1.11 พีเอช เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่จะตัดสินว่าควรใช้กระบวนการให้ความร้อนแบบใด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยเชิงการค้า เพราะพีเอชมีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่เจริญได้ และปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้อ อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (พีเอชมากกว่า 4.5) ปริมาณความร้อนที่ใช้จะต้องสามารถทำลายสปอร์ทั้งหมดของ *Clostridium botulinum* รวมทั้งของแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆที่ทนต่อความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค โดยอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจะต้องเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย ในสภาพการเก็บธรรมดาที่ไม่ได้แช่เย็น สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรด และอาหารที่ถูกปรับให้เป็นกรด (พีเอช < 4.5) ปริมาณความร้อนที่ใช้จะน้อยกว่าเพราะจุลินทรีย์ที่ต้องทำลายทนทานต่อความร้อนได้น้อยกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. บรรจุภัณฑ์

2.1 ชนิดของบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ กระป๋อง แก้ว พลาสติก และรีทอร์ทเพาท์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อน และการแทรกผ่านความร้อนของบรรจุภัณฑ์ แต่ละชนิด เช่น การส่งผ่านความร้อนผ่านแผ่นโลหะจะเร็วกว่าผ่านแก้ว หรือพลาสติก เนื่องจากความแตกต่างเรื่องคุณสมบัติการนำความร้อน

2.2 สูญญากาศ และช่องว่างเหนืออาหารในกระป๋อง(Vacuum และHead space) มีผลต่อความร้อนต่อผลิตภัณฑ์ เพราะถ้ามีอากาศหลงเหลืออยู่ในกระป๋อง จะทำให้ตำแหน่งของจุดร้อนช้าสุด (cold point)เปลี่ยนแปลงได้ อาหารจะได้รับความร้อนเนื่องจากหมุนเวียนของน้ำภายในกระป๋อง การรักษาความเป็นสุญญากาศให้ได้ค่าสูงๆ (ในกระป๋องมีอากาศเหลือน้อย) ทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นได้ดี แต่ถ้าความเป็นสุญญากาศน้อย (ในกระป๋องมีอากาศเหลืออยู่มาก) การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นไม่ค่อยดี เพราะอากาศเป็นฉนวนของความร้อน

2.3 ความหนาของบรรจุภัณฑ์(Thickness) เช่นรีทอร์ทเพาท์เพาท์ มีผลโดยตรงต่อจุดร้อนช้าที่สุดของบรรจุภัณฑ์ เพื่อทำการแทรกผ่านความร้อน ควรระบุความหนาของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ด้วย

2.4 การจัดเรียงกระป๋องในตะกร้า ควรบรรจุเต็มตะกร้า(full loaded) หรือวางตามการผลิตจริง (Orientation of can in basket)การจัดเรียงกระป๋องอาจวางในแนวตั้ง (vertical) วางแนวนอน (horizontal) หรือวางแบบไม่เรียงกระป๋อง (jumble load)เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียงกระป๋องในหม้อฆ่าเชื้อมีผลโดยตรงต่อการไล่อากาศ และcome-up time

2.5 ตำแหน่งของกระป๋องในตะกร้า ควรควบคุมให้เหมือนกับการผลิตจริง

2.6 ขนาดกระป๋อง ต้องเป็นขนาดเดียวกัน เพราะถ้าใช้ขนาดต่างกันเวลาที่ใช้น้ำเชื้อจะต่างกัน โดยทั่วไปกระป๋องขนาดใหญ่จะใช้เวลาานกว่า การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อของกระป๋องขนาดต่างๆ โดยทั่วไปสามารถทำได้ 2วิธีคือ จากการคำนวณใหม่โดยอาศัยข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของกระป๋องทุกๆขนาด ซึ่งวิธีการที่ถูกต้อง คือการหาการแทรกผ่านความร้อนของกระป๋องแต่ละขนาดใหม่เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องที่สุด ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนขนาดกระป๋องทำให้ช่องว่างภายในหม้อฆ่าเชื้อไม่เหมือนกันการถ่ายเทความร้อนก็ต่างกันไปด้วย

2.7 การใช้แผ่นกั้นกระป๋อง (divider plate) ลักษณะของแผ่นกั้น และ% open area มีผลต่อการแทรกผ่านความร้อน

2.8 บริษัทผู้ผลิตกระป๋อง ตราหรือยี่ห้อของกระป๋องต้องมีการบันทึก เพราะมีผลต่อวิธีการบรรจุ การปิดฝัก และการแปรรูป

2.9 การตรวจสอบความผิดปกติของบรรจุภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการแปรรูป โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่ตรวจสอบว่า ร้อนช้าที่สุด(slowest heating) และร้อนเร็วที่สุด (fastest heating)เป็นสิ่งที่

ควรทำอย่างยิ่งโดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่เป็นแบบ flexible packages เช่น รีทอร์ทแพทช์แพทช์ การตรวจสอบควรทำตามวิธีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง ถ้าตรวจสอบพบว่าตำแหน่งที่เสียบเทอร์โมคัปเปิลคลาดเคลื่อน นั้นหมายความว่าข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนผิดพลาดใช้ไม่ได้

### 3. วิธีการบรรจุ

3.1 อุณหภูมิขณะบรรจุ ควบคุมอุณหภูมิขณะบรรจุให้เหมือนกับที่ระบุใน scheduled process เพราะมีผลต่ออุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการแทรกผ่านความร้อน ได้แก่ lag factor และ come-up time

3.2 วิธีการบรรจุและน้ำหนักสุทธิ มีผลต่ออัตราการแทรกผ่านความร้อน

3.3 สาเหตุอื่นๆ การควบคุมปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารกระป๋อง (head space) โดยการหาน้ำหนักสุทธิเพียงอย่างเดียว ไม่เพียงพอสำหรับการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามที่กำหนด เพราะปริมาตรของอากาศที่หลงเหลือในกระป๋องหรือบรรจุภัณฑ์อื่น ๆ มีผลโดยตรงต่อปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร และความเป็นสุญญากาศภายในกระป๋อง

### 4. การปิดผนึกฝาภาชนะบรรจุ

เครื่องมือและวิธีการปิดฝาควรสามารถปิดผนึกได้สนิท ความเป็นสุญญากาศในกระป๋อง และขวดแก้ว โดยทั่วไปกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 35-70 กิโลปาสคาล หรือ 10-20 นิ้วปรอท เมื่อวัดที่อุณหภูมิห้อง ความเป็นสุญญากาศมีความสำคัญเพราะมีผลต่อหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร อุณหภูมิของอาหาร การไล่อากาศและประสิทธิภาพของเครื่องมือ ผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น ผักบรรจุกระป๋อง จะใช้ความเป็นสุญญากาศที่วัดได้ต่ำสุดเป็นจุดวิกฤต ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะอื่น ๆ เช่น ถุงรีทอร์ทแพทช์ ถาดแข็งทนความร้อน ภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด สุญญากาศที่ระบุไว้ มีผลต่อปริมาตรของอากาศที่เหลืออยู่ในภาชนะบรรจุ

## 5. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้ มีผลอย่างมากต่อการแทรกผ่านความร้อนสู่ผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนจึงควรระบุด้วยว่าใช้หม้อฆ่าเชื้อชนิดใด รวมทั้งระบุสภาวะขณะทดสอบด้วย

### 5.1 สภาวะขณะทดสอบ ประกอบด้วย

5.1.1 Come-up time คือเวลาที่นับตั้งแต่เริ่มต้นเปิดไอน้ำจนกระทั่งถึงอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อที่ต้องการควรเลือก Come-up time ที่สั้นที่สุด ซึ่งหาได้จากผลการศึกษาระบายความร้อน (temperature distribution) การศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในห้องปฏิบัติการทั่วไป หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้มักมีขนาดเล็กกว่าที่ใช้ตามโรงงานทั่วไป ดังนั้น Come-up time จึงสั้นกว่า และเวลาที่ใช้ในการหล่อเย็น (cooling) ก็เร็วกว่า ฉะนั้นก่อนจะนำสภาวะที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการไปใช้กับงานที่โรงงานจริง จำเป็นต้องปรับสภาวะให้เหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง

### 5.1.2 ภาต/ตะกร้า/ตะแกรง สำหรับวางภาชนะบรรจุภัณฑ์

5.1.3 หม้อฆ่าเชื้อแบบนิ่ง (Still batch retort) ระบบการทำงานของหม้อฆ่าเชื้อชนิดนี้ขึ้นอยู่กับตัวกลางความร้อน (heating medium) ได้แก่ไอน้ำ ไอน้ำ/อากาศ น้ำแบบฉีดพ่นฝอย และน้ำแบบจุ่ม ชนิดของหม้อฆ่าเชื้อ เป็นแบบตั้ง หรือแบบนอน วิธีที่ทำให้ตัวกลางกระจายความร้อน (method of heating medium) เป็นแบบใช้พัดลม บั้ม หรือพ่นอากาศ รวมทั้งปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของความร้อน

5.1.4 หม้อฆ่าเชื้อแบบหมุน (Rotation batch retort) หม้อฆ่าเชื้อแบบนี้ถูกออกแบบมาเพื่อหมุนตะกร้าที่บรรจุผลิตภัณฑ์ การหมุนช่วยเพิ่มอัตราการส่งผ่านความร้อน โดยเฉพาะอาหารที่มีความหนืดหรืออาหารกึ่งแข็ง เช่นเมล็ดถั่วในซอสมะเขือเทศ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการศึกษาอัตราการแทรกผ่านความร้อนของหม้อชนิดนี้ คือช่องว่างภายในกระป๋อง ความชื้นหนืดของผลิตภัณฑ์ สัดส่วนของแข็งต่อของเหลว อุณหภูมิเริ่มต้น ขนาดกระป๋อง ความเร็วและรัศมีของการหมุน และควรเก็บข้อมูลทุกๆ 15 วินาที

5.1.5 หม้อฆ่าเชื้อแบบต่อเนื่อง (Continuous retort) การศึกษาการแทรกผ่านความร้อน โดยใช้เทอร์โมคัปเปิลแทบจะทำได้ เนื่องจากระบบการทำงานของเครื่อง หากต้องการศึกษาอาจใช้ process simulator หรือ self contained temperature measurement and data storage modules

### 5.2 การถ่ายเทความร้อนของอาหาร

อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่าน ไปยังจุดร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องขึ้นอยู่กับลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งเกิดขึ้นไม่เท่ากัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.2.1 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction heating curve) อาหารในกระป๋องจะได้รับความร้อนในทุกทิศทุกทางผ่านผนังกระป๋อง แล้วผ่านจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง โดยมีทิศทางไปยังจุดร้อนช้าที่สุดของอาหาร ซึ่งอยู่ที่จุดกึ่งกลางของกระป๋อง (geometric center) นั่นคือพลังงานความร้อนจะถูกส่งถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง(อาหารที่อยู่ติดผนังกระป๋อง)ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ (จุดร้อนช้าที่สุด) โดยผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนแบบการนำนั้น อนุภาคอาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ภายในกระป๋อง การถ่ายเทความร้อนจึงไม่รวดเร็วเหมือนกับกาพาความร้อนแบบธรรมชาติ (natural convection)

5.2.2 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพา (convection heating curve) ถ้าเป็นการพาความร้อนแบบธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นโดยมีสาเหตุจากความหนาแน่นของตัวกลาง (อาหารเหลว) ที่แตกต่างกัน โดยโมเลกุลของอาหารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ขณะที่โมเลกุลที่มีความหนาแน่นมากกว่า(หนักกว่า)จะเคลื่อนที่ลงมาแทนที่ ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่ามีอุณหภูมิสูงกว่า จึงเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า ทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหารภายในกระป๋อง เป็นเหตุให้สมมาตรของอาหารกระป๋องเสียไป ลักษณะการถ่ายเทความร้อน แสดงดังรูป 2.3.6 ดังนั้นจุดร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องจะอยู่ที่ประมาณ  $3/4$  นับจากขอบล่างของกระป๋องสำหรับกระป๋องขนาดเล็ก และสำหรับกระป๋องขนาดใหญ่ เช่นกระป๋องเบอร์ 10 จุดร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่ประมาณ  $1\frac{1}{2}$  นับจากขอบล่างของกระป๋องตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิล

การถ่ายเทความร้อนแบบพาบังคับ (forced convection) จะมีแรงภายนอกมาบังคับโมเลกุลของอาหารเหลวเคลื่อนที่ เกิดการผสมของของเหลวภายในกระป๋อง ทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้อย่างรวดเร็วขึ้น เช่นการฆ่าเชื้ออาหารในเครื่องฆ่าเชื้อแบบหมุน (agitating cooker) ซึ่งจะมีการหมุนของกระป๋องระหว่างฆ่าเชื้อ ในกรณีนี้มักมีไม่พบจุดที่ร้อนช้าที่สุด หรือถ้ามีก็จะอยู่ที่จุดกึ่งกลางกระป๋อง อาหารที่มีการเคลื่อนที่แบบพาความร้อนได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม และน้ำผลไม้

5.2.3 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสม (Broken heating curve) อาหารในกลุ่มนี้ได้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีแข็ง หรือสารให้ความหนืดเป็นส่วนประกอบหรือผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นอาหารขนาดใหญ่ๆ ในของเหลว เช่นข้าวโพดฝักอ่อน เห็ด ผักชิ้นใหญ่ๆ ในน้ำเกลือ อาหารเหล่านี้จะมีการถ่ายเทความร้อนได้ทั้งสองแบบ คือในช่วงต้นการถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นได้เร็วมากเป็นแบบconvection แล้วเปลี่ยนเป็นแบบconductionเมื่อถ่ายเทความร้อนไปยังอาหารที่เป็นของแข็ง หรืออาหารที่มีความชื้นหนืดมาก ตำแหน่งร้อนช้าที่สุดของการถ่ายเทความร้อนแบบนี้ไม่แน่นอน ดังนั้นจึงมีการกำหนดตำแหน่งร้อนช้าที่สุดที่จุดต่างๆกัน เช่น 2 เซนติเมตรนับจากขอบล่างของกระป๋อง หรือ  $1/3$  ของความสูงกระป๋อง หรือจุดกึ่งกลางระหว่างconvection กับconduction อย่างไรก็ตามถ้าต้องการทราบตำแหน่งที่

แน่นอนสามารถหาได้จากการทดลอง โดยทำการวัดอุณหภูมิหลายๆจุด แล้วพิจารณาว่าจุดใดที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากที่สุด

**ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายความร้อนภายในหม้อฆ่าเชื้อ (Critical factor that affect temperature distribution in retort)**

1. อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ (initial temperature) ในสภาวะที่อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำ เช่น ในกรณีของอุณหภูมิบรรยากาศมีค่าต่ำในประเทศแถบยุโรป ทำให้ต้องกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการไล่อากาศนานขึ้น

2. ลักษณะการออกแบบหม้อฆ่าเชื้อ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (retort design) ลักษณะและรูปร่างของหม้อฆ่าเชื้อแต่ละตัว มีผลต่อการกระจายความร้อน รวมไปถึงการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ขนาดของท่อที่ติดตั้งเข้ากับตัวถังของหม้อฆ่าเชื้อควรเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือเจาะรูตัวถังหม้อฆ่าเชื้อเพิ่มเติม จะมีผลต่อการกระจายความร้อนของไอน้ำจึงต้องทำการทดสอบการกระจายความร้อนใหม่

3. ปริมาณการบรรจุ (Number of containers) ช่วงเวลาการไล่อากาศจะมีค่าน้อยลงถ้าปริมาณบรรจุน้อยก็จะลดเวลาที่ใช้ในการไล่อากาศแต่ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการฆ่าเชื้อในแต่ละครั้งก็จะมีค่าน้อยลงด้วย ดังนั้นควรหาจุดที่เหมาะสมระหว่างเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละครั้ง แต่ในการทำงานจริงมักบรรจุกระป๋องเข้าไปจนเต็มแล้วใช้ความดันไอน้ำสูงๆ เพื่อลดเวลาช่วงการไล่อากาศให้น้อยลงเพื่อสามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ให้ได้ปริมาณมาก ใช้เวลาน้อยเพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าแรงงาน

4. ขนาด และรูปร่างของกระป๋อง (Size and dimension of can) การกระจายความร้อนภายในหม้อฆ่าเชื้อขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของกระป๋อง การใช้กระป๋องขนาดเล็กจะทำให้เวลาที่ใช้ในการกระจายความร้อนภายในหม้อฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น

5. การจัดเรียงกระป๋องภายในตะกร้า (Can configuration) การจัดเรียงกระป๋องและการใช้แผ่นกั้น (divider plate) ในการฆ่าเชื้อมีผลต่อการกระจายความร้อนภายในหม้อฆ่าเชื้อเป็นอย่างมาก เนื่องจากการจัดเรียงกระป๋องและการใช้แผ่นกั้นเป็นสิ่งที่กำหนดทางเดินของการไหลของไอน้ำจากรอบ ๆ ตะกร้าและท่อไอน้ำไปสู่กระป๋องที่อยู่ภายในตะกร้า

## ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาอุณหภูมิ- เวลาในการฆ่าเชื้อ (factors for considering time –temperature of thermal process)

อุณหภูมิ-เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบทางการค้าจะขึ้นกับ

1. ชนิดของอาหาร (types of food) - ความเป็นกรด – ค่า (pH) ของอาหารจะมีความสำคัญต่ออุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (obligate anaerobes) หรือที่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (facultative anaerobes) เนื่องจากสปอร์บางชนิดที่ทนความร้อนได้สูงมากนั้นไม่สามารถเจริญ และก่อให้เกิดอันตรายในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH ต่ำ)

2. จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง (related microorganisms) - เชื้อ *Clostridium botulinum* สามารถเจริญและสร้างสารพิษได้ในอาหารที่มีพีเอชสูงประมาณ 4.5 เชื้อแบคทีเรียนี้เป็นพวกที่ไม่ต้องการอากาศ ทนความร้อนได้สูงและใช้เป็นดัชนีที่บ่งบอกว่า ปริมาณความร้อนที่ให้แก่อาหารนั้นเพียงพอหรือไม่ เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษที่ก่อให้เกิดโรคในอาหารบรรจุกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ เชื้อ *Clostridium botulinum* หลายสายพันธุ์ที่สามารถสร้างสารพิษได้โดยเฉพาะชนิด A และ B ซึ่งสร้างสปอร์ที่ทนความร้อนได้สูงมาก อย่างไรก็ตามแม้ว่าสารพิษจะอันตรายมาก (ปริมาณหนึ่งในล้านส่วนก็สามารถฆ่าชีวิตคนได้) แต่ก็สามารถถูกทำลายได้โดยการให้ความร้อน (moist heat) ที่ 100°C เป็นเวลา 10 นาที (รุ่งนภา, 2535)

## หม้อฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง (Retort Canning)

หม้อฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่อาหารในกระป๋องโดยผ่านตัวกลางไอน้ำหรือน้ำเพื่อทำลายจุลินทรีย์ และสปอร์ภายในภาชนะปิดสนิท โดยเฉพาะอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน มีการควบคุมอุณหภูมิ เวลา และความดันที่ถูกต้องตามกำหนด เครื่องรีทอร์ทสร้างจากโลหะหนาประกอบเป็นรูปทรงปิดที่มีฝาครอบซึ่งสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยที่ความดัน 30 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือมากกว่า หม้อฆ่าเชื้อต้องมีส่วนประกอบของท่อไอน้ำเข้า ท่อระบายอากาศ bleeder และติดตั้งอุปกรณ์สำหรับอ่านอุณหภูมิรวมถึงความดัน การทำงานของเครื่องคือระบบจะมีการส่งผ่านความร้อนโดยมีซึ่งผสมระหว่างอากาศ และน้ำร้อนเป็นตัวกลาง ซึ่งตัวกลางทั้งสองมีบทบาทในการนำความร้อนเท่ากัน ( Pflug,1964; Pflug and Borrero,1967; Terajima, 1974 ) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่ออาหารที่ผ่านการรีทอร์ท

### ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อ

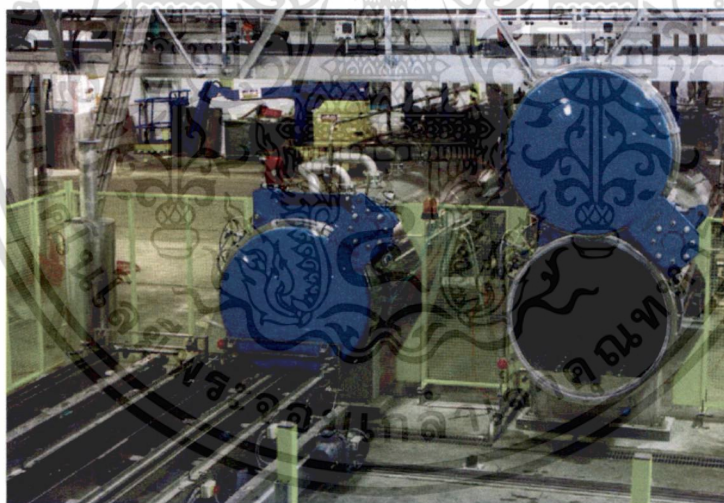
หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้กันมีอยู่หลายประเภท ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (ศุภวุฒิ, 2547)

1. แบ่งตามลักษณะการฆ่าเชื้อ
2. แบ่งตามลักษณะการหมุนของกระป๋อง/บรรจุ
3. แบ่งตามการวางของหม้อฆ่าเชื้อ
4. แบ่งตามตัวกลางการให้ความร้อน

### ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามลักษณะการฆ่าเชื้อ

1. หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงาน (Discontinuous Batch Retort)

หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้เป็นเครื่องมือที่เก่าที่สุดที่ใช้ในการแปรรูปด้วยความร้อน (Thermal Processing) ซึ่งนิยมใช้ในโรงงานอาหารกระป๋องทั้งขนาดใหญ่และเล็ก รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะแก้วด้วย



รูปที่ 1.1 หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงาน

ที่มา : Msstate.edu

วิธีการโดยพื้นฐานประกอบด้วยการนำตะกร้าภาชนะเข้าไปยังภาชนะเหล็ก ปิดฝาหม้อและให้ความร้อน โดยมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาที่ให้ความร้อน หาได้จากอัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าไปยังภาชนะ เมื่อได้เวลาตามที่กำหนดแล้วจะให้ความเย็น โดยการปิดท่อจ่ายความร้อนแล้วเปิดน้ำเย็นเข้าไป อย่างไรก็ตามภาชนะบรรจุโลหะขนาดใหญ่และขวดแก้วที่มีฝาแบบกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Process-on) จำเป็นต้องกำจัดความดันอากาศก่อนเริ่มต้นให้ความเย็นเนื่องจากความดันที่แตกต่างระหว่างภายนอกและภายในภาชนะ จะทำให้กระป๋องโค้งงอ (Buckle) และฝาหลุดได้ (Dislodge) หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงานมักนิยมใช้กันมาก แม้ว่าจะต้องใช้แรงงานมากก็ตาม เนื่องจากสามารถใช้ได้กับภาชนะขนาดใดก็ได้และยังใช้ได้กับอาหารชนิดต่างๆ กัน

## 2. เครื่องฆ่าเชื้อแบบทำงานต่อเนื่อง (Continuous Retort)

2.1 Continuous Pressure Cooker-Cooler เป็นเครื่องฆ่าเชื้อที่ไม่มีการกวนภาชนะ จะอยู่บนล้อหมุนหรือสายพานส่วนที่ให้ความร้อนเบื้องต้น การฆ่าเชื้อและการทำให้เย็น การส่งผ่านไปยังแต่ละส่วนซึ่งมีความดันแตกต่างกันกระทำโดยใช้ตัวล๊อคความดัน

2.2 Continuous Rotary Sterilizer กระป๋องจะเคลื่อนที่ไปตามทางที่เป็นวงก้นหอย ซึ่งยึดแน่นกับผนังด้านในของทรงกระบอกทั้งสามส่วน ส่วนปีกซึ่งติดกับเส้นรอบวงถึงกลางที่หมุนอย่างช้าๆ จะส่งกระป๋องไปรอบตลอดความยาวของแต่ละส่วนของทรงกระบอก โดยมีตัวล๊อคความดันช่วยขนถ่ายเข้าและออกจากเครื่องและระหว่างส่วนทั้งสาม การกวนภายในกระป๋องจะเกิดขึ้นจากการหมุนและคลื่นไหล ขณะที่กระป๋องเคลื่อนที่รอบวงโค้ง (Helix)

เครื่องฆ่าเชื้อประเภทนี้มีความจุสูงและทำให้การฆ่าเชื้อเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอแต่มีข้อเสียคือ กระป๋องจำนวนมากจะได้รับความร้อน ณ เวลาหนึ่งๆ ดังนั้นถ้ามีการขาดช่วงขึ้นระหว่างการขนถ่าย จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นรวมทั้งความเครียดจากความดัน (pressure Strain) และการช็อกเนื่องจากความร้อน (Thermal Shock)

2.3 Hydrostatic Sterilizer เครื่องฆ่าเชื้อชนิดนี้จะใช้วิธีกักไอน้ำสูงด้วยคอลัมน์น้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.4.10 กระป๋องจะเคลื่อนผ่านหอไอน้ำ (Steam Tower) แล้วได้รับความดันจากน้ำที่อยู่ในคอลัมน์ (Water Column) สายพานประกอบด้วยคูโซ่หมุนที่เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ กระป๋องจะเคลื่อนที่ในลักษณะแนวอนตามแกนยาวกระป๋อง ซึ่งช่วยถ่ายเทความร้อนแบบการพาภายในกระป๋อง

กระป๋องจะเข้าสู่ส่วนที่ให้ความร้อนเบื้องต้น(Lag) ในท่อของน้ำที่เป็นรูปตัวยู จะพบว่า อุณหภูมิน้ำตอนต้นของส่วนนี้ประมาณ 82-88 องศาเซลเซียสและทางออกประมาณ 107-118 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นกระป๋องจะเคลื่อนที่ไปยังห้องไอน้ำ(Steam Chamber) ภายในช่วงเวลาที่เหมาะสมค่าหนึ่ง ซึ่งกระป๋องจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงและออกจากห้องนี้ไปยังท่อน้ำรูปตัวยูอีกด้านหนึ่ง จากนั้นจะให้ความเย็นแก่กระป๋อง

เครื่องฆ่าเชื้อแบบนี้มีข้อดีคือ อาหารและกระป๋องเกิดการช็อกเนื่องจากอุณหภูมิและความดันน้อยที่สุด ใช้ได้กับภาชนะทุกชนิดและใช้ไอน้ำและน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามลักษณะการหมุนของกระป๋อง/บรรจุ

#### 1. หม้อฆ่าเชื้อที่การหมุนของบรรจุภัณฑ์ขณะฆ่าเชื้อ (Agitation Retort)

ลักษณะการหมุนในขณะฆ่าเชื้อนั้นภายในจะสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าแบบไม่หมุน ดังนั้นจึงประหยัดพลังงานได้มากกว่า แต่ราคาค่อนข้างแพง

#### 2. หม้อฆ่าเชื้อที่ไม่มีกรหมุนของบรรจุภัณฑ์ขณะฆ่าเชื้อ (Non-agitation Retort)

หม้อฆ่าเชื้อแบบไม่หมุนจะใช้พลังงานมากกว่าเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนภายในได้ช้ากว่าแต่ส่วนใหญ่ยังใช้กันอยู่มากเนื่องจากราคาถูก

### ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามลักษณะการวางของหม้อ

#### 1. หม้อฆ่าเชื้อแบบตั้ง (Vertical Retort)

หม้อฆ่าเชื้อแบบนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้เนื่องจากโหลบรรจุภัณฑ์ไม่สะดวก ข้อดีคือ  
สามารถประหยัดพื้นที่

#### 2. หม้อฆ่าเชื้อแบบนอน (Horizontal Retort)

เป็นแบบที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากสะดวกในการขนย้ายบรรจุภัณฑ์

### ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามตัวกลางให้ความร้อน

#### 1. หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้ไอน้ำในการฆ่าเชื้อ

หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดเนื่องจากราคาถูกกว่าแบบใช้น้ำร้อนมากและ ใช้ได้เฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่เป็น  
การปฏิบัติงานส่วนใหญ่ยังใช้พนักงานเป็นผู้ควบคุมการทำงาน ใช้ได้เฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่เป็น  
กระป๋องเท่านั้น

#### 2. หม้อฆ่าเชื้อที่ต้องใช้ความดันสูงในการฆ่าเชื้อ

หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้ส่วนใหญ่พบในอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่เนื่องจากมีราคาแพง และต้องใช้พนักงานควบคุมที่มีความชำนาญ ซึ่งสามารถถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้ดีมากและ ใช้กับบรรจุภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น ขวดแก้ว, ถุงพลาสติก เป็นต้น สามารถแบ่งได้เป็นแบบต่างๆ ดังนี้

##### 2.1 ใช้น้ำร้อนความดันสูง

##### 2.2 ใช้น้ำและอากาศผสมกัน โดยใช้พัดลมดูดไอน้ำและอากาศที่ผสมกันเข้ามาให้ความร้อนภายใน ซึ่งทำให้การกระจายความร้อนดีมาก

### อุปกรณ์ที่สำคัญมีดังนี้

1. เครื่องควบคุมการทำงานไอน้ำอัตโนมัติ ซึ่งตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายใน Retort เครื่องควบคุมความดันอัตโนมัติ เพื่อควบคุมปริมาณไอน้ำที่จะจ่ายเข้าไปใน Retort เพื่อป้องกันไอน้ำหรือความชื้นดีย้อนกลับเข้าสู่ระบบลม
2. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ (MIG) เครื่องบันทึกอุณหภูมิ/เวลา 1 ชุด (Data Logger) ติดตั้งในตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิของตัวกลางความร้อนได้อย่างแม่นยำและสามารถอ่านค่าได้อย่างสะดวก
3. ตะกร้า (crates) แผ่นกั้นรอง (dividers) และชั้นวาง ใช้วางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำการฆ่าเชื้อให้เป็นสัดส่วนและการกระจายความร้อนเป็นไปอย่างทั่วถึง
4. Plate heat เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น ประกอบด้วยแผ่นเหล็กสแตนเลสบาง ๆ หลายแผ่นวางประกบและยึดกันโดยกรอบโลหะ จะทำให้เกิดช่องขนานระหว่างแผ่นอาหารเหลวและตัวกลางถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะถูกบีบผ่านช่องเหล่านี้สลับกัน โดยจะไหลในลักษณะสวนทางกัน แผ่นโลหะทั้งหมดจะปิดแน่นด้วยยางสังเคราะห์เพื่อป้องกันการผสมกันระหว่างผลิตภัณฑ์และตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและการทำให้เย็นแผ่นโลหะมีลักษณะเป็นลูกฟูกเพื่อทำให้ของเหลวไหลแบบเทอร์บูเลนซ์ร่วมกับการบีบด้วยความเร็วสูง จึงช่วยลดความหนาของฉนวนฟิล์ม และทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าสูงขึ้น
5. สัญญาณระดับน้ำ เพื่อบอกระดับน้ำใน Retort เพื่อให้ระดับน้ำเพียงพอต่อกระบวนการ retort
6. เทอร์โมคัปเปิล เพื่อใช้ในการหาค่า Temperature distribution การออกแบบระบบกระจายความร้อนภายใน Retort อันมีผลต่อ temperature distribution หรือ ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิภายใน Retort ขณะฆ่าเชื้อใน stream retort ปัจจัยที่มีผลกระทบเช่น การออกแบบท่อกระจายไอน้ำ และท่อ vent สำหรับระบบ stream air

### Retort Test มี 3 วิธี

1. Direct Steam เป็นการฉีด steam เข้าไปใน Retort โดยตรงไม่ได้ผ่าน plate heat จนได้ค่าอุณหภูมิเท่ากับที่ตั้งไว้แล้วก็ทำการ cooling
2. Water Spray เป็นการที่ฉีดน้ำผ่าน plate heat เพื่อแลกเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำแล้วก็เข้าไปยัง Retort
3. Steam and Water Spray เป็นการรวมกันของ steam และ น้ำ การฆ่าเชื้ออาหารซึ่งบรรจุในแก้วหรืออริทอร์ทเพาทท์จะใช้การฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อนภายใต้ความดันสูง บรรจุภัณฑ์แก้วจะหนากว่ากระป๋องโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแรง นอกจากนี้แล้วแก้วยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าโลหะ การแทรกของความร้อนผ่านแก้วจึงช้ากว่าโลหะ ทำให้ต้องใช้ เวลาในการให้ความร้อนนานกว่า นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการแตกร้าวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิอย่างรวดเร็ว อาหารกระป๋องจะได้รับความร้อนเร็วกว่าวัสดุอื่น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์มีหน้า ตัดบางกว่า ทำให้สามารถประหยัดพลังงานและยังป้องกันผิวหน้าของอาหารไม่ได้รับความร้อน มากเกินไป ในพาทินิยมให้ความร้อนแก่อาหารเหลวหรือหึ่งเหลวในแนวนอนเพื่อให้อาหารมี ความหนาพอกัน การวางบรรจุภัณฑ์ในแนวตั้งจะช่วยให้การหมุนเวียนของน้ำร้อนในเครื่องดี แต่ จำเป็นต้องใช้โครงยึดเพื่อป้องกันไม่ให้พาทิตกมารวมกันอยู่ข้างล่าง ซึ่งจะทำให้อัตราการแทรก ผ่านความร้อนและระดับการสเตอริไลซ์เปลี่ยนไป เครื่องฆ่าเชื้อโดยใช้สเปรย์น้ำร้อน (water spray retort) จึงเหมาะสำหรับการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง บรรจุภัณฑ์พลาสติกหรือในขวดแก้ว (วิล, 2547)

#### ความสัมพันธ์ระหว่างบรรจุภัณฑ์กับอาหาร (สุพจน์ , 2547)

บรรจุภัณฑ์ถือเป็นตัวกลางในการนำอาหารไปสู่มือผู้บริโภค ในอดีตบรรจุภัณฑ์อาจไม่ใช่ สิ่งที่จำเป็นนัก เนื่องจากสภาพแวดล้อมยังไม่มีมลพิษหรือยังไม่มีเทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ ทันสมัย แต่ในปัจจุบันบรรจุภัณฑ์กับเข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น และมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการบรรจุอาหาร เราจำเป็นต้องพิจารณาอย่างละเอียดในการ เลือกรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการบรรจุอาหาร เนื่องจากอาหารสามารถทำปฏิกิริยากับบรรจุ ภัณฑ์ได้ สิ่งที่เกิดขึ้นอาจเป็นกระบวนการทางเคมี ทางกายภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสิ่งเหล่านี้มี ผลกระทบต่อคุณภาพของอาหารและบรรจุภัณฑ์ทั้งสิ้น ดังเราจะเห็นได้จาก ซอสที่มีรสเปรี้ยวมี ความเป็นกรดสูง หากผู้ผลิตเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นพลาสติก ซึ่งไม่มีคุณสมบัติที่ทนต่อกรด กรด จะทำให้โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์เปลี่ยนรูปและทำให้ซอสที่บรรจุอยู่ภายในได้รับการปนเปื้อน สารเคมีที่ซึมออกมาจากบรรจุภัณฑ์ได้

#### ชนิดของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่ออาหารและบรรจุภัณฑ์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทคือ

1. การเคลื่อนย้ายมวลสารซึ่งเป็นองค์ประกอบของบรรจุภัณฑ์สู่อาหาร(Migration) กล่าวคือ สิ่งที อยู่บรรจุภัณฑ์ เช่น สารเติมแต่งบรรจุภัณฑ์ น้ำมันหล่อลื่น ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่อาจถ่าย ทอดจากตัวบรรจุภัณฑ์ไปสู่อาหารได้

2. การเคลื่อนย้ายขององค์ประกอบในอาหารสู่บรรจุภัณฑ์(Scalping) กล่าวคือ สารที่ทำให้เกิดรสชาติในอาหาร แก๊ส ความชื้นของอาหาร ฯลฯ สิ่งเหล่านี้สามารถออกจากตัวอาหารเข้าสู่ตัวบรรจุภัณฑ์ได้
3. การเคลื่อนย้ายขององค์ประกอบในอาหารผ่านบรรจุภัณฑ์ไปสู่สิ่งแวดล้อม (Egress permeation) กล่าวคือ การบรรจุอาหารที่มีความชื้นในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นจากภายในได้ทำให้ความชื้นในอาหารซึมผ่านบรรจุภัณฑ์ออกไปสู่สิ่งแวดล้อมทำให้อาหารที่สูญเสียความชื้นจะแห้งไม่น่ารับประทาน เช่น ขนมปัง ขนมเปียะ ฯลฯ เป็นต้น
4. การเคลื่อนย้ายของมวลสารจากสิ่งแวดล้อมผ่านบรรจุภัณฑ์ไปสู่อาหาร(Ingress permeation) กล่าวคือ ความชื้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอกซึมผ่านเข้าไปภายในบรรจุภัณฑ์สู่อาหาร เช่น ขนมอบกรอบมีความแห้งมากกว่าสิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้นขนมจึงซึมซับความชื้น อากาศ แก๊ส จากภายนอกผ่านตัวบรรจุภัณฑ์ ทำให้ขนมไม่กรอบ กลิ่น และรสชาติก็จะเปลี่ยนไป

#### กระบวนการที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นระหว่างอาหารและบรรจุภัณฑ์

1. การเคลื่อนย้ายขององค์ประกอบที่อาจจะเป็นพิษภัยต่อผู้บริโภคเข้าสู่อาหาร
2. การเพิ่มหรือสูญเสียของความชื้นในอาหาร
3. การเกิดกระบวนการสันดาปจากออกซิเจน
4. การสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ
5. การสูญเสียก๊าซและกลิ่นรสที่ต้องการ

#### กระบวนการที่ต้องการให้เกิดขึ้นระหว่างอาหารและบรรจุภัณฑ์

กระบวนการนี้อาจเกิดจากการเพิ่มเติมสารบางชนิดเข้าไปในตัวบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะมีคุณสมบัติตามที่ผู้ผลิตอาหารต้องการเพื่อ

1. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของก๊าซที่ช่วยถนอมรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บอาหาร
2. การขจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์หรือแต่งเติมกลิ่นที่ต้องการ
3. ป้องกันการสันดาปจากออกซิเจน
4. การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอดีตผู้คนจำนวนมากไม่เห็นความสำคัญของบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากอยู่ใกล้แหล่งผลิตการเคลื่อนย้ายสินค้าจึงไม่ใช่เรื่องยากทำให้บรรจุภัณฑ์ที่ดีไม่ใช่เรื่องจำเป็น แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีต่างๆ เจริญมากขึ้นทำให้ผู้คนจากทั่วโลกมีการติดต่อสื่อสารและไปมาหาสู่กันมากขึ้น เมื่อมีการติดต่อสื่อสารที่สะดวกมากขึ้น ความต้องการซื้อจากต่างถิ่นก็จะเกิดขึ้นตามไปด้วย ทำให้บรรจุภัณฑ์เริ่มมีบทบาทมากขึ้น ทำอย่างไรให้สามารถเก็บรักษาสินค้าให้มีระยะเวลาขายนานขึ้นก่อนจะถึงมือลูกค้า เนื่องจากมีระยะทางและสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ที่ดียังเป็นการขยายโอกาสในการจำหน่ายสินค้าได้อีกด้วย

### การบรรจุหีบห่อหรือการบรรจุภัณฑ์

คือกระบวนการที่ครอบคลุมทั้งระบบตั้งแต่การนำวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์มาแปรรูปเป็นบรรจุภัณฑ์และนำบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุอาหารหรือสินค้าเพื่อส่งถึงมือผู้บริโภค โดยจะต้องมีค่าใช้จ่ายที่สอดคล้องเหมาะสมกับความต้องการของผลิตภัณฑ์และกลุ่มเป้าหมาย หากคุณออกแบบบรรจุภัณฑ์ออกมาอย่างสวยงามแต่มีต้นทุนสูงและผู้บริโภคไม่สามารถใช้ประโยชน์จากบรรจุภัณฑ์ได้เต็มที่แล้วนั้นหมายความว่า คุณกำลังทำสิ่งที่ลูกค้าไม่ต้องการ

### บทบาทของบรรจุภัณฑ์ในประเทศที่พัฒนา

1. มีขยะจากบรรจุภัณฑ์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น
2. มีการสูญเสียผลิตภัณฑ์อาหารต่ำ เนื่องจากมีการบริหารจัดการวัตถุดิบที่ดี ทำให้มีวัตถุดิบที่เหลือทิ้งน้อยลง
3. มีการกระจายสินค้าไปตามแหล่งต่างๆ อย่างทั่วถึง เนื่องจากประเทศที่พัฒนาแล้วมีการใช้เทคโนโลยีการแปรรูปสินค้าและเทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัยมากขึ้น จึงสามารถผลิตบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับลักษณะของสินค้า ซึ่งเป็นการเพิ่มความสะดวกในการขนส่ง
4. มีอาหารบริโภคนอกฤดูกาลได้มากขึ้น เนื่องจากมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยจึงทำให้ในการเก็บรักษาอาหารได้ยาวนานขึ้น
5. มีโอกาสสูงที่จะได้รับอาหารอย่างสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทบาทของบรรจุภัณฑ์ในประเทศที่กำลังพัฒนา

1. มีขยะบรรจุภัณฑ์ต่ำ
2. มีการสูญเสียผลิตภัณฑ์อาหารสูง
3. มีการกระจายอาหารในวงจำกัด
4. มีอาหารบริโภคได้ในฤดูกาลเท่านั้น
5. เป็นการยากที่ผู้บริโภคจะได้รับอาหารอย่างสมดุล

## สิ่งที่เป็นปัจจัยในการกำหนดรูปร่างและการนำบรรจุภัณฑ์ไปใช้

วิถีการดำเนินชีวิตของคนในปัจจุบันเป็นตัวกำหนดรูปร่างของบรรจุภัณฑ์และการนำบรรจุภัณฑ์มาใช้ จากการวิจัยพบว่าจะมีผู้บริโภคที่เป็นผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคใส่ใจในสุขภาพและมีเทคโนโลยีทางการแพทย์ที่ทันสมัยมากขึ้น มีการเพิ่มขึ้นของประชากรในปริมาณที่ลดลง ผู้บริโภคมีเวลาในการปรุงอาหารจำกัด มีการอพยพเข้ามาอยู่ในเมืองใหญ่มากขึ้น สิ่งเหล่านี้ถือเป็นโอกาสสำหรับผู้ประกอบการด้านอาหาร ซึ่งเป็นธุรกิจที่จะได้รับการตอบสนองเป็นอย่างดีจากผู้บริโภคทุกกลุ่ม แต่ผู้ประกอบการอาจประสบปัญหาจากผลกระทบต่างๆ ที่จะทำให้ธุรกิจซบเซาลงซึ่งอาจเนื่องมาจากต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น หรือการเปิดตลาดการค้าเสรี

## อุปสรรคทางการค้าระหว่างประเทศของการเปิดการค้าเสรี

ปัจจุบันการแข่งขันของตลาดมีความเสรีมากขึ้น เนื่องจากมีการเจรจาทำข้อตกลงเปิดตลาดการค้าเสรีระหว่างกลุ่มประเทศต่างๆ กันเพิ่มมากขึ้น ในอดีตก่อนการที่จะมีการเจรจาเปิดตลาดการค้าเสรีนั้น นานาประเทศจะมีการตั้งกำแพงภาษีขึ้นมาเพื่อเป็นข้อกีดกันทางการค้า แต่เมื่อมีการตกลงเจรจกันก็ทำให้กำแพงภาษีที่ตั้งไว้ลดลง นี่เป็นข้อดีที่ทำให้ผู้ประกอบการสามารถนำสินค้าของตนเองเข้าไปขายยังต่างประเทศได้โดยไม่มีกำแพงภาษีขึ้นมาก็ดีกัน แต่ในขณะเดียวกันผู้ประกอบการในประเทศก็จะได้รับผลกระทบจากการลดกำแพงภาษีเช่นเดียวกัน เมื่อไม่มีกำแพงภาษีสินค้าทำให้ที่ถูกนำเข้าจากต่างประเทศจะมีราคาต่ำลง ซึ่งนอกจากสินค้าจะมีราคาต่ำลงแล้วยังเป็นสินค้าที่มีคุณภาพดีกว่าสินค้าที่ผลิตในประเทศ ดังนั้นทำให้ผู้ประกอบการภายในประเทศจะต้องพัฒนาสินค้าของตนเองให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ ซึ่งถึงแม้จะไม่มีกำแพงภาษี แต่ประเทศต่างๆ อาจใช้มาตรการด้านอื่นมาทดแทนเพื่อเป็นข้อกีดกันก็ได้เช่น คุณภาพสินค้า แหล่งผลิตสินค้า แหล่งวัตถุดิบ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลักษณะบรรจุภัณฑ์ ฯลฯ ทั้งหมดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือภาพรวมที่เกิดขึ้นจริงจากการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน ในต่างประเทศมีการกำหนดมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์ที่สามารถสัมผัสอาหารไว้ซึ่งผู้ประกอบการที่จะนำสินค้าเข้าไปจำหน่ายจะต้องปฏิบัติตาม เช่น EU Framework Directive 89/109/EEC Article2, Monomer Directive 89/109/EEC หรือ GRAS ฯลฯ เป็นต้น ผู้ประกอบการจำเป็นต้องศึกษากฎระเบียบเหล่านี้อย่างละเอียด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการผลิตสินค้าประเภทอาหารที่จะส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้อย่างถูกต้อง

### หน้าที่พื้นฐานของบรรจุภัณฑ์

1. รองรับสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ
2. คุ้มครองและปกป้องสินค้าจากความเสียหายต่างๆ
3. แจ้งข้อมูลรายละเอียดของสินค้า เกี่ยวกับ ชนิดของสินค้า คุณภาพ ผู้ผลิต และผู้จัดจำหน่าย
4. อำนวยความสะดวกในการใช้งาน ให้กับผู้บริโภค ทั้งในด้านการเก็บรักษา การขนส่ง
5. ช่วยโฆษณาประชาสัมพันธ์สินค้า ทำให้ผู้บริโภคสนใจเข้ามาสัมผัสและเลือกซื้อ
6. ส่งเสริมการขายโดยการสร้างภาพลักษณ์และความเชื่อถือให้แก่สินค้า

### ประเภทของบรรจุภัณฑ์

สามารถแบ่งตามขั้นตอนการขนส่งและการจัดจำหน่ายได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับตัวสินค้าโดยตรงและสัมผัสกับสินค้าโดยตรง โดยตัวบรรจุภัณฑ์จะต้องแจ้งข้อมูลต่างๆและสรรพคุณของสินค้าให้ผู้บริโภคทราบ ต้องมีความสวยงามสะอาด มีความแข็งแรง มีน้ำหนักและขนาดที่เหมาะสมกับการเลือกซื้อ มีความสะดวกสบายในการใช้งาน และที่สำคัญจะต้องสามารถวางจำหน่ายบนชั้นวางสินค้าได้
2. บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับบรรจุสินค้าหน่วยย่อยอีกชั้นหนึ่งเพื่อให้สะดวกต่อการขนส่ง เช่น ถังขนาดต่างๆ จะต้องมีความแข็งแรงทนทานต่อน้ำหนักของสินค้า แต่ไม่จำเป็นต้องมีความสวยงามและแสดงรายละเอียดต่างๆ มากมายนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์

ก่อนการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมผู้ประกอบการควรพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

1. ควรทราบข้อมูลทางธรรมชาติของสินค้าหรือการเสื่อมสภาพ ความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นกับตัวสินค้าเช่น การแตกหัก การเน่าเสีย การเกิดกลิ่น รสชาติเปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังต้องทราบคุณสมบัติทางกายภาพของสินค้าเช่น ชนิดผง ชนิดเม็ด ของเหลว ก๊าซ และตลอดจนรูปร่างของสินค้า น้ำหนัก ปริมาตร
2. ควรทราบสภาพแวดล้อมในการผลิต การบรรจุ การขนส่งและการจัดจำหน่าย การลำเลียงขนส่ง จะก่อให้เกิดความเสียหายได้ เช่น ตู้ขนส่งสินค้า จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้าย เส้นทางขนส่ง สภาพอากาศ และสิ่งมีชีวิต ฯลฯ
3. ทราบความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายว่าพวกเขาต้องการสิ่งใดจากบรรจุภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นความสะดวกสบาย ความสวยงาม และกฎระเบียบต่างๆ ที่เป็นข้อกำหนดของสินค้าและบรรจุภัณฑ์ ผลิตอาหารเป็นต้นเมื่อคุณทราบสิ่งต่างๆ ข้างต้นแล้วให้เลือกวัสดุและรูปแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องกับปัจจัยที่กล่าวถึง

### ชนิดของวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

ชนิดของวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มและซอสได้แก่

### ชนิดบรรจุภัณฑ์

#### บรรจุภัณฑ์แก้ว

##### ข้อดี

1. มีความเป็นกลางไม่ทำปฏิกิริยากับสินค้า
2. ทนทานต่อความร้อน คงรูปแข็งแรง สะดวกต่อการเรียงซ้อน
3. ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ใอน้ำได้ดี
4. ใส ช่วยแสดงสินค้าได้ดี
5. สามารถออกแบบฝาปิดให้ เปิดแล้วปิดกลับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. สามารถนำมาหลอมเพื่อหมุนเวียนใช้ได้

### ข้อเสีย

1. มีน้ำหนักมาก สิ้นเปลืองค่าวัสดุและค่าขนส่ง
2. ไม่ทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
3. ไม่ทนต่อแรงดึงและแรงกระแทกมีรูปแบบจำกัด ไม่ยืดหยุ่นในการผลิตจำเป็นต้องใช้งานร่วมกับวัสดุอื่น เช่น ฝาโลหะในการปิดผนึก

### บรรจุภัณฑ์พลาสติก

#### ข้อดี

1. สามารถขึ้นรูปแบบได้หลากหลาย สวยงาม
2. มีความคงรูปในระดับหนึ่ง
3. น้ำหนักเบา มีความเหนียว
4. สามารถพิมพ์สีส่นได้หลากหลาย
5. ทนทานต่อความชื้นและสภาวะอากาศ ที่เปลี่ยนแปลงได้ในระดับหนึ่ง
6. พลาสติกบางชนิดมีความสามารถเก็บกลิ่นได้ดี

#### ข้อเสีย

1. มีความต้านทานต่อการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้น้อยสำหรับพลาสติกบางชนิด
- ในปัจจุบันพลาสติกถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องสามารถปรับให้มีคุณสมบัติที่สามารถใช้งานได้  
อย่างเหมาะสมซึ่งอาจใช้วิธี การรีดร่วมหรือประกบพลาสติกที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ  
เพิ่มลงไปบนพลาสติกพื้นฐานที่ใช้กันอยู่เพื่อทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติที่ดีมากขึ้น

### ชนิดของฟิล์มพลาสติกที่นิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์

1. พอลิเอทิลีนหรือถุงเย็น (PE)
2. พอลิโพรพิลีนหรือถุงร้อน(PP)
3. พอลิสไตรีน (PS)
4. พอลิไวนิลครอไรด์ (PVC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พอลิอะมาด์ (PA)
6. พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVDC or Saran)
7. พอลิเอทิลีนเทอร์ฟทาเลต (PET)
8. ไอโอโนเมอร์ (Ionomer or Surlyn)
9. เอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์ (EVOH)

ลำดับที่ 1-7 เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุดในตลาด และเป็นพลาสติกพื้นฐานที่มีใช้กัน โดยทั่วไปในห้องตลาดปัจจุบันส่วนลำดับที่ 8-9 เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษ มีค่าราคาแพงและมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของอากาศและแก๊สต่างๆ ได้ดี ซึ่งการนำมาใช้นั้นจะเป็นการใช้ร่วมกับพลาสติกพื้นฐานทั่วไป เพียงแต่นำพลาสติกทั้งสองตัวนี้มาเป็นส่วนหนึ่งด้วยวิธีการรีดร่วม การประกบหรือการฉาบบางๆ เท่านั้น ก็สามารถทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษตามที่ท่านต้องการได้

การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ท่านจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาการเก็บรักษาสินค้าด้วย เพราะหากระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาการใช้งานเป็นเวลาด้านๆ ท่านสามารถเลือกใช้พลาสติกที่มีคุณสมบัติธรรมดาๆ ได้เพื่อความประหยัด เช่น ซอสที่มีความเป็นกรดหรือด่างมากๆ ท่านอาจเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีความใสหรือความมันวาวน้อย เช่น HPDE หรือ LPDE ซึ่งจะมีราคาถูก แต่ทั้งนี้ท่านต้องคำนึงถึงระยะในการเก็บรักษาและการใช้งาน เนื่องจากซอสมีไขมัน ถ้าท่านเก็บซอสนานเกินไปภายในบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้ อาจทำให้การซึมผ่านของสภาพแวดล้อมภายนอกเข้าสู่ภายในบรรจุภัณฑ์ทำให้เกิดปฏิกิริยากับสินค้าได้ สินค้าจะมีรสชาติ หรือกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป เพราะพลาสติกทั้งสองชนิดนี้ป้องกันการซึมผ่านต่างๆ ได้ไม่ดึ้นก แต่ทั้งนี้ท่านสามารถใช้คุณสมบัติของพลาสติกบางตัวเช่น EVOH มาช่วยเสริมให้บรรจุภัณฑ์ของท่านมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของสภาพแวดล้อมภายนอกได้โดยการนำมาฉาบเคลือบบางๆ

**เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุภัณฑ์ในปัจจุบัน**

1. เรซินหรือพอลิเมอร์ชนิดชั้นคุณภาพใหม่ เรซินคือสารตั้งต้นของพลาสติก
2. ฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกซึ่งผลิตจากพอลิเมอร์ชนิดเดียว
3. ฟิล์มประกบ หรือฟิล์มรีดร่วมของพลาสติกต่างชนิดกัน ความแตกต่างของฟิล์มทั้งสองอย่างคือ ฟิล์มประกบเป็นการนำพลาสติกสองแผ่นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันมาประกบกันด้วยกาว สำหรับฟิล์มรีดร่วมเป็นการนำพลาสติกผ่านเครื่องรีดเป็นแผ่น โดยเมื่อผ่านความร้อนพลาสติกทั้งสองแผ่นสามารถ ติดกันในขณะที่ยังร้อนอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เทคโนโลยีการขึ้นรูปพลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆ
5. เทคโนโลยีการบรรจุ และการปิดผนึก
6. เทคโนโลยีการออกแบบเพื่อการผลิต การขนส่ง การใช้สอยของผู้บริโภค

#### การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องกับกระบวนการใช้งานด้านต่างๆ

1. กระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยความร้อนในระดับต่างๆ เช่น พาสเจอร์ไรด์ สเตอริไรต์ ฯลฯ
2. กระบวนการบรรจุแบบปลอดเชื้อ
3. บรรจุภัณฑ์แบบปรับ/ควบคุมบรรยากาศ โดยทั่วไปวิธีนี้จะใช้กับอาหารสดเป็นเทคโนโลยีตัวใหม่ ซึ่งมีการบรรจุแก๊สหรือควบคุมปริมาณของแก๊สภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะมีลักษณะบรรจุภัณฑ์หรือชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะตัว
4. บรรจุภัณฑ์ชนิดพิเศษ บรรจุภัณฑ์ฉลาด เป็นแนวโน้มบรรจุภัณฑ์ในอนาคต ซึ่งอาจมีฉลากที่สามารถแสดงสถานะของสินค้าขณะอยู่ในอุณหภูมิต่างๆ และสามารถบ่งบอกได้ว่า สินค้ามีสภาพเป็นเช่นไร

#### แนวโน้มการใช้บรรจุภัณฑ์ในอนาคต

1. มีขนาดพอดีกับการบริโภคแต่ละครั้ง เช่น ถาด ถ้วย ขวดที่มีปริมาณการบรรจุน้อยๆ
2. ไม่ต้องปรุงแต่ง หรือมีขั้นตอนการปรุงเพียงเล็กน้อย เช่น การนำอาหารอุ่นร้อนด้วย เตาอบ ไมโครเวฟได้ทันทีที่ต้องการรับประทาน
3. เพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้บริโภค เช่น มีฝาหรือส่วนของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ดวง ซ้อนสำหรับ ตักรับประทาน หรือมีจุกเปิดปิดที่สะดวกต่อการบริโภค
4. บรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับระบบการกระจายสินค้าที่รวดเร็วและทันสมัย เช่น บาร์โค้ด มิติ ขนาดที่เป็นมาตรฐานสามารถวางบนชั้นสินค้าได้
5. การคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ต้องถูกสุขอนามัย และมีความปลอดภัยมากขึ้น
6. ประเด็นสิ่งแวดล้อมจะมีการถกเถียงกันมากขึ้น เช่น การลดปริมาณวัสดุ การนำกลับมาใช้อีก การเก็บภาษีบรรจุภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม บรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภคพิเศษ เช่น คนพิการ คนชรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

มาริสา (2549) ศึกษาแนวโน้มทางการตลาดการค้าหูลงตามในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ถึง ไตรมาสที่ สองของ พ.ศ. 2545 ไทยส่งออกหูลงตามตากแห้งปริมาณรวมทั้งสิ้น 408,836 กิโลกรัม เป็นมูลค่า 279.4 ล้านบาท โดยประเทศฮ่องกงนำเข้าหูลงมาจากไทยมากที่สุดถึงร้อยละ 54.5 และการนำเข้าหูลงตามตากแห้งมีปริมาณ 393,861 กิโลกรัมมูลค่า 44,176,796 บาท โดยนำเข้าจากประเทศฮ่องกงมากที่สุดถึงร้อยละ 64.2 ส่วนรายละเอียดชนิดประเภทและคุณภาพหูลงตามที่นำเข้าและส่งออกยังไม่มีข้อมูล แหล่งค้าส่งแหล่งใหญ่คือ ร้านค้าในตลาดเก่าเยาวราช ราคาจำหน่ายหูลงตามอยู่ในช่วง 1,000-3,000 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดของครีบ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์หูลงตามปรุงน้ำซุปร่ำสำเร็จมีกำลังผลิตสูงถึง 180,000 ถ้วยต่อวัน โดยราคาถ้วยละ 185 บาท จากการสำรวจตลาดการค้าหูลงตามในเขตกรุงเทพโดยสัมภาษณ์พ่อค้าหูลงตามจำนวน 10 ราย พบว่า พ่อค้าหูลงตามให้ความสำคัญต่อชื่อเสียงของผู้จัดหา ครีบหูลงเป็นต้นนิยมของผู้ซื้อ สีของครีบที่ผ่านกระบวนการทำแห้งควรเป็นสีเหลืองอำพัน และการตัดครีบหลัง และครีบหูลง ควรตัดแบบพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว สายพันธุ์ปลาถลามที่นิยมได้แก่ ฉลามเสือ ในส่วนของการสำรวจเกี่ยวกับกิจการในร้านค้าหูลงตาม ผู้นำเข้าหูลงตามซื้อหูลงตามที่ผ่านกระบวนการเก็บรักษา ช่วงเดือนมกราคม-มีนาคมมีการซื้อมากที่สุด ส่วนใหญ่หูลงตามจะนำไปจำหน่ายในภัตตาคาร นำเข้าจากผู้จัดหาจากต่างประเทศ

Jatupornpipat. M. *et al.* (2004) ได้ทดลองกรรมวิธีการเตรียมอาหารเพื่อสุขภาพโดยใช้สารสกัดชีวธรรมชาติจาก พืช สาหร่ายสีน้ำตาล กระจกสัตว์ และน้ำมันปลา (ผลลูกอหรันต์ โซเดียมอัลจินตและเจลาติน และโอเมก้าสาม) ซึ่งมีลักษณะเนื้อสัมผัส รูปร่างและสี เหมือนกับหูลงตามธรรมชาติ

มาริสา (2547-2548) ศึกษาการผลิตหูลงตามเทียมจากเจลาตินและโซเดียมแอลจินต ซึ่งเป็นสารสกัดจากธรรมชาติได้แก่ กระจกสัตว์และสาหร่ายสีน้ำตาล ตามลำดับ โดยศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตหูลงตามไปโอได้แก่ ชนิดของเจลาติน ปริมาณเจลาตินและโซเดียมแอลจินต ความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ เวลาในการแช่หูลงตามไปโอในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และความเข้มข้นของสีจากผลไม้ลูกอหรันต์ที่ใช้ ต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หูลงตามไปโอผลที่ได้คือการเตรียมของผสมระหว่างเจลาตินชนิด 240 bloom 20 mesh และโซเดียมแอลจินตชนิด GMB อัตราส่วน 4 ต่อ 1.5 ในน้ำร้อน เมื่อได้เจลาตินทำการฉีดผ่านกระบอกฉีดยาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 มม. ลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 15 นาที ผลิตภัณฑ์ หูลงตามไปโอที่ได้มีลักษณะห้วมน้ำยแหลม ความยาว 3 ซม. ล้างผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำ 3 ครั้ง นำผลิตภัณฑ์แช่ในสารละลายสีจากผลไม้ลูกอหรันต์ร้อยละ 0.4 เป็นเวลา 5 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสได้แก่ ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็ง การทนต่อการเคี้ยว ความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเกาะตัวรวมกัน ค่าความยืดหยุ่นและค่าความเหนียวเป็นกาวเท่ากับ 1.0004 N 0.0124 N.mm. 0.0801 N.mm. 0.1478 mm และ 27.7016 gf ตามลำดับ ทำการเตรียมซูปพูลลามาไบโอทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคมอบรับเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ซูปพูลลามาสด

มาริสตา (2549) ศึกษาการออกแบบเครื่องมือเพื่อผลิตพุดลามาเทียมในระดับอุตสาหกรรม เป็นเครื่องมือใช้สำหรับผลิตพุดลามาไบโอถึงสำเร็จรูปแบบเส้น มีระบบการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ชุด คือ ถังบรรจุวัตถุดิบหรือถังผสม ตัวถังทำด้วยสแตนเลส 2 ชั้น มีตัวทำความร้อน สามารถควบคุมอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส มีใบกวนพร้อมมอเตอร์ สำหรับผสมวัตถุดิบ ปัมบรรจุ สามารถปรับความเร็วรอบได้ มีระบบควบคุมแบบ touch screen มีหัวปล่อยจำนวนไม่น้อยกว่า 9 หัว และถังรองรับผลิตภัณฑ์ ตัวถังเป็นสแตนเลส 2 ชั้น มีตัวทำความร้อน สามารถควบคุมอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส มีอุปกรณ์หรือจุดปล่อยผลิตภัณฑ์ออกมา

ภาณี (2536) กำหนดสูตรต้นแบบการผลิตซูปพูลลามา โดยมีส่วนประกอบและเครื่องปรุงรส ได้แก่ พุดลามาชนิดเส้น เนื้อไก่ น้ำซูปไก่ต้ม แป้งข้าวโพดพรีเจล น้ำมันงา เหล้าจีน น้ำตาล เกลือ และพริกไทย ปริมาณ 180, 180, 720, 21, 12.5, 12.5, 10.5, 3.5 และ 1.4 ตามลำดับ

ชีวรรณ์ (2539) ศึกษาการผลิตซูปพูลลามาถึงสำเร็จรูป โดยหาสูตรของซูปพองที่เหมาะสม ซึ่งคัดแปลงจากสูตรของ ภาณี (2536) ซูปพองมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ส่วนประกอบได้แก่ แป้งข้าวโพดพรีเจล ยีสต์ออคโตไลเซต และผงหอมแดง ร้อยละ 31.58, 4.21 และ 4.21 ตามลำดับคิดเป็นร้อยละของส่วนประกอบของเครื่องปรุงทั้งหมด นอกจากนี้พุดลามาที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เป็นครีบลามตากแห้ง เกรด 3 ซึ่งมีขั้นตอนในการเตรียม หลายขั้นตอนได้แก่ แช่น้ำ 2 วัน ขลิบริมครีบลาม กระดูกล้างส่วนฐานครีบลาม แช่น้ำเกลือ 5 นาที ต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ได้พุดลามาแบบเส้นออกมา นำมาแช่น้ำอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ นาน 30 นาที การทำให้โครงสร้างของโปรตีนในพุดลามาแบบเส้นพองตัวเพื่อประโยชน์ในการคืนรูป ต้องนำไปแช่สารละลายกรดฟอสฟอริกและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1 นาน 4 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จึงได้พุดลามาแบบเส้นในรูปที่แห้ง เมื่อนำมาปรุงเป็นซูป จะต้องกำจัดกลิ่นคาวโดยการต้มในน้ำจืด อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที ในส่วนของเนื้อไก่เส้นทำแห้งซึ่งผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ร้อยละ 3 นาน 20 นาที และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ซูปพุดลามาถึงสำเร็จรูปที่ประกอบด้วยพุดลามา เนื้อไก่ เครื่องปรุง ในอัตราส่วน 5 : 5 : 9.5 เติมน้ำเดือด 100 มล. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าร้อยละของค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน คาก ถั่ว และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 83.9, 8.83, 1.22, 0.06, 1.68 และ 4.31 ตามลำดับ ส่วนอายุการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ซุปรูทกลามกิ่งสำเร็จรูปที่เหมาะสมคือ ใช้วิธีแยกปรุงระหว่างส่วนเนื้อของผลิตภัณฑ์ และเครื่องปรุง โดยบรรจุแบบแยกส่วนเป็น 4 ส่วน ได้แก่ รูทกลามเส้น เนื้อไก่ ซุปผง น้ำมันงาและเหล้าจีน ในอุณหภูมิเทคนิค Nylon/LLDPE ขาวขุ่น, PET/PE/AL/copolymer resin, Nylon/PE/ionomer resin พบว่าเก็บได้นาน 4 เดือน

บริษัท Penford ได้ผลิตแป้งตัดแปรเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายชนิด โดยมีชื่อทางการค้า ตัวอย่างเช่น MAP 449, MAPS 306, MAPS 40, MAPS 306 เป็นต้น โดยแป้งตัดแปร MAPS 449 ปริมาณ 180 กรัม (กรัมต่อน้ำหนัก) นำมาใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง และซุปรู้ต

Nagar *et al.*, (2000) ได้นำแป้งตัดแปร ได้แก่ แป้งข้าวโพดเดกซ์ทริน มาใช้เป็นสารตัวพาในการเตรียมคิโทโรแลคโซลิดคิสเพอร์ชัน (ketorolac solid dispersion) เพื่อเพิ่มการละลายของตัวยา

Sanchez *et al.* (1995). ได้นำแป้งตัดแปร ได้แก่ แป้งเจลาตินในซึ่ที่ผ่านขบวนการทำให้แห้งโดยใช้ความเย็น (gelatinization freeze-dried starch) มาใช้เป็นส่วนผสมในยาเม็ดออกฤทธิ์เนิ่น (sustained release tablet)

Bandyopadhyay *et al.* (1980). ได้นำแป้งตัดแปร ได้แก่ แป้งข้าวโพดที่ผ่านขบวนการเดกซ์ทรีไนเซชัน (dextrinized corn starch) โดยเอนไซม์อัลฟา-อะมิเลส (alpha-amylase) มาใช้เป็นส่วนช่วยยึดเกาะในขั้นตอนการทำเกรนูลเปียกของยาเม็ด

Euverink, *et al.* (2005). ผลิตแป้งตัดแปรจากแป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลังโดยใช้เอนไซม์แอลฟา 1-4 แอลฟา 1-4 กลูโคซิล ทรานสเฟอเรส (alpha-1,4-alpha-1,4-glucosyl transferases) แป้งตัดแปรที่ได้มีความเข้มข้นอย่างน้อย ร้อยละ 3 เมื่อละลายเป็นสารละลายเจลที่คงตัวต่อความร้อน (thermoreversible gel) จึงนำมาใช้เป็นสารคงตัวในอุตสาหกรรมอาหาร

Rao *et al.* (1997). ศึกษาพฤติกรรมกลศาสตร์การไหล ของแป้งตัดแปรที่ทนร้อน โดยละลายในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่าแสดงพฤติกรรม antithixotropic ที่อัตราแรงเฉือนเท่ากับ 200 ต่อวินาที

Morgan, *et al.* (2003). ใช้แป้งตัดแปรในการการเติมสารละลายเจลดังกล่าวลงในผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถคงลักษณะเฉพาะ ปริมาณการใช้ประมาณ ร้อยละ 0.3-20 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และเมื่อนำไปให้ความร้อน พบว่าผลิตภัณฑ์ยังคงรักษาลักษณะเนื้อสัมผัส และกลิ่นรสได้ดี

Amparo, *et al.* ได้ศึกษาผลของการใช้ความดันสูงต่อบรรจุภัณฑ์ชนิดที่ผลิตจากพลาสติก EVOH โดยวัสดุของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้จะประกอบด้วยพลาสติกผสม 3 ชั้นคือ PP (Polypropylene)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100µm/EVOH10µm /PP100µm พบว่าบรรจุภัณฑ์ สามารถคงคุณสมบัติได้เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปอาหารที่ใช้ความดันสูงได้ เช่นกระบวนการรีทอร์ท และยังสามารถป้องกันการแพร่ผ่านของออกซิเจนได้เป็นอย่างดี

Rubin *et al.* (1998) ได้ศึกษาเรื่องการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่สามารถผ่านกระบวนการรีทอร์ทได้ หรือรีทอร์ทคัพ โดยด้วยชนิดนี้มีทั้งรูปทรงกระบอก หรือทรงกรวยตัดยอด ขนาดตั้งแต่ 6 ออนซ์ถึง 16 ออนซ์ นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์น้ำซूप สตู และอาหารสำหรับเด็ก ซึ่งสามารถนำมาอุ่นในเครื่องไมโครเวฟได้ทันทีเมื่อต้องการรับประทาน และยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากโลหะอีกด้วย หลังจากที่ทำการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารในบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวมีอายุการเก็บได้นานปี ถึงนานที่สุดคือ 3 ปี โดยไม่มีการแพร่ผ่านของออกซิเจน หรือน้ำในระหว่างการเก็บรักษาเลย

Downing (1996) ได้ศึกษาเรื่องการแทรกผ่านภาชนะบรรจุของแบคทีเรีย พบว่า ชั้นลามิเนทของรีทอร์ทแพคเกจจิ้งจะไม่ยอมให้แบคทีเรียแทรกผ่านได้ นอกจากนี้จะมีรอยแตกในชั้นลามิเนทสามารถตรวจสอบรอยแตกนั้นได้โดยเทคนิคย้อมสี รอยแตกในอลูมิเนียมพอยล์ไม่ยอมให้แบคทีเรียผ่านเข้าไปในอาหารได้ตราบดีที่รอยนั้นไม่ทะลุผ่านชั้นพลาสติก นอกจากนี้ยังศึกษาการใช้โพลีไทรีนซึ่งทนต่อการกระแทกสูงรวมทั้งการใช้โพลีเอสเตอร์และโพลีคาร์บอเนต ผู้ผลิตกล่าวว่าภาชนะบรรจุดังกล่าวให้อายุการเก็บรักษา 12 เดือน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารด้วย

Leistner *et al.* (1970) ได้แบ่งผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อสัตว์ในภาชนะปิดสนิทออกเป็น 4 ประเภท ซึ่งการแบ่งผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ออกเป็นกลุ่ม ๆ นี้จะเป็นแนวกว้าง ๆ ให้ผู้ผลิตสามารถเลือกกรรมวิธีที่เหมาะสมในการแปรรูป เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนมากหรือน้อยเกินไป โดยให้พิจารณาร่วมกับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ก่อนถึงมือผู้บริโภค ได้แก่

1. ประเภทที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนต่ำ (low heated product) ซึ่งพอจะเทียบได้กับการพาสเจอร์ไรซ์ โดยการใช้อุณหภูมิในการแปรรูปต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้เช่น แฮมกระป๋อง ไส้กรอกสด เป็นต้น ซึ่งไม่สามารถแปรรูปโดยใช้อุณหภูมิสูงได้ เพราะจะไปทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่นกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสเสียไป ซึ่งความร้อนในระดับนี้โดยทั่วไปจะเพียงพอที่จะทำลายเซลล์เจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค อย่างไรก็ตามกระบวนการให้ความร้อนนี้จะไม่สามารถทำลายสปอร์ของ *Bacillus* และ *Clostridium* จึงต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปมีส่วนในการถนอมรักษา สำคัญรองมาจากเกลือไนไตรท์ และอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์หลังจากการแปรรูป ดังนั้นในการ

แปรรูปผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จึงต้องมีการเติมเกลือไนไตรท์ลงไป ในปริมาณสูงสุด ตามที่กฎหมายกำหนดและควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้คงที่ ตลอดเวลา

2. ประเภทที่ 2 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนปานกลาง (medium heated product) มีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อีกหลายชนิดที่ไม่สามารถผ่านการให้ความร้อนสูงได้ โดยไม่เสีย ลักษณะเนื้อสัมผัส รูปร่างและกลิ่นรส เช่น ไส้กรอกตับ ไส้กรอกเลือด เป็นต้น ค่า ( $F_0$ ) ของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะอยู่ระหว่าง 0.6-0.8 นาที ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะสามารถทำลายเซลล์เจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย รวมทั้งสปอร์ของ *Bacillus* ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง และชอบอุณหภูมิสูง รวมทั้ง *Clostridium botulinum* ด้วย เนื่องจาก *Clostridium botulinum* จะถูกทำลายที่  $F_0$  ไม่น้อยกว่า 2.78 นาที แต่สำหรับสปอร์ของ *Clostridium botulinum* กลุ่มที่ไม่ย่อยสลาย โปรตีนจะถูกทำลายไปในกระบวนการแปรรูปนี้ เองจากจุลินทรีย์กลุ่มนี้ทนความร้อนไม่มากนัก ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส ได้ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส สามารถควบคุมจุลินทรีย์ *Clostridium botulinum* กลุ่มที่ย่อยสลายโปรตีนและทนความร้อนได้สูง ซึ่งอาจมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ไม่ให้สามารถเจริญเติบโตได้ แต่ก็ไม่ควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไว้นานเกิน 1 ปี เนื่องจากการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ในไนไตรท์ยังมีบทบาทสำคัญที่สุด รongลงมาได้แก่กระบวนการให้ความร้อนและอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา ปริมาณไนไตรท์ที่เติมลงไปและปริมาณไนไตรท์ที่ยังคงเหลือในผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยที่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่โดยเฉพาะสปอร์ของ *Clostridium botulinum* และ *Bacillus*
3. ประเภทที่ 3 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนสูง (high heated product) ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ คอรั่นบีฟ ชูปซัน หรืออาหารสำเร็จรูปที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบด้วยหรือแม้แต่ไส้กรอกอิมัลชัน ก็อาจผ่านความร้อนสูงได้ หากมีการใช้วิธีการแปรรูปที่เหมาะสมค่า  $F_0$  ของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อยู่ระหว่าง 4.0-5.5 และหลังการให้ความร้อนแล้วจะต้องทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยความร้อนดังกล่าวจะทำลายเซลล์เจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย รวมทั้งสปอร์ของ *Clostridium botulinum* และ *Bacillus* ที่ชอบอุณหภูมิสูงจะไม่ถูกทำลายและยังอาจหลงเหลืออยู่ได้ ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ไว้ที่อุณหภูมิเกิน 40 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของสปอร์ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประเภทที่ 4 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนสูงมาก (very high heated product) ผลิตภัณฑ์ส่วนมากที่อยู่ในประเภทที่ 3 สามารถผ่านความร้อนสูงมากได้เช่นกัน โดยไม่สูญเสียลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ค่า  $F_0$  ของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อยู่ระหว่าง 12-15 ซึ่งกระบวนการดังกล่าวทำลายเซลล์เจริญทั้งหมดรวมทั้งสปอร์ของ *Clostridium botulinum* และ *Bacillus* ที่ชอบอุณหภูมิสูงด้วย การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์จึงไม่เกิดกับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นานเกิน 1 ปี ที่อุณหภูมิเกินกว่า 40 องศาเซลเซียส

Mysore, et al. (2005). จดสิทธิบัตรเรื่องการเตรียมและกระบวนการผลิตซूपพร้อมรับประทาน โดยมีขั้นตอนใหญ่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การต้มซूपที่มีองค์ประกอบของชิ้นผัก และเนื้อ จากนั้นบรรจุซूपดังกล่าวลงในภาชนะทนร้อน ปิดฝา และนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแบบไอน้ำ (steam in a retort) ที่ค่า  $F_0$  ในช่วง 6 -10 ทำให้ผลิตภัณฑ์ซूपดังกล่าวสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 6 เดือน และไม่พบกลุ่มจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ทนร้อน (thermophillic spore forms) จุลินทรีย์ต้องการอากาศ (mesophilic aerobes) ยีสต์และรา (yeasts, moulds) และกลุ่ม โคลิฟอร์ม (coliforms)

Nolfi (2005) ได้จดสิทธิบัตร เกี่ยวกับกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้การรีทอร์ท เป็นวิธีที่ต้นทุนค่อนข้างต่ำ และให้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงเป็นกระบวนการที่โรงงานอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้ โดยจะผลิตอาหารด้วยกระบวนการที่ไม่ปลอดเชื้อก่อนเช่นการตัดแต่งวัตถุดิบต่าง ๆ บนสายพานก่อนที่จะนำส่วน ประกอบทั้งหมดมาผ่านกระบวนการรีทอร์ท ซึ่ง พบว่าการออกแบบขั้นตอนการบรรจุอาหารที่ดีจะช่วยให้เนื้อสัมผัส และรสชาติของอาหารไม่เปลี่ยนแปลงไปหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์

##### 3.1.1 วัตถุดิบ

- 1) ปูแช่แข็ง
- 2) แป้งเอ็มเอพีเอส 449 (Nutrition Ltd., Part.)
- 3) ผลิตภัณฑ์ไก่และหมูสด
- 4) เห็ดหอมแห้ง
- 5) หุ้ลลามาไบโอ (มาริสา จาตุพรพิพัฒน์, คณะวิทยาศาสตร์, สจล.)

##### 3.1.2 เครื่องมือ

- 1) เครื่อง Soxhlet Apparatus (Büchi 810, Büchi)
- 2) เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (PG5002, Mettler-Toledo(Thailand)Ltd.)
- 3) เครื่องชั่ง ขนาด 1 กิโลกรัม
- 4) เครื่องชั่ง ขนาด 5 กิโลกรัม
- 5) เครื่องวัดความดัน (Pressure gauge)
- 6) เครื่องวัดความหนืด (Programmable DV-II + Viscometer, Brookfield)
- 7) เครื่องวัดพีเอช (pH Cyberscan 2000)
- 8) เครื่องวัดสี (Minolta CR 300)
- 9) เครื่องย่อย (Vapodest 30, Gerhardt)
- 10) งานเพาะเชื้อ
- 11) ชุดทดสอบซิม
- 12) ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 13) ตู้บ่ม (Binder)
- 14) ตู้อบ (Modell 600, Memmert)
- 15) เตาเผา (Hotspot Furnace, Gallenkamp)
- 16) ถังตีปั่น
- 17) โปรแกรมประมวลผลทางสถิติ (SPSS version 13)
- 18) หม้อฆ่าเชื้อ (Horizontal Retort Single Swing Door, Thai Shin-I Industry Co.,Ltd.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 19) หม้อต้มสแตนเลส
- 20) หม้อนึ่งความดัน (SS-325, TOMY)
- 21) หลอดดักแก๊ส
- 22) หลอดทดลอง
- 23) อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Memmert)

### 3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 1) Baird-Parker Agar (BPA)
- 2) Brain Heart Infusion (BHI)
- 3) Coagulate Plasma
- 4) Eosin Methylene Blue Agar (EMB Agar)
- 5) *Escherichia coli* Broth (EC Broth)
- 6) Lactose broth (LB Broth)
- 7) Lauryl Sulfate Broth (LST Broth)
- 8) Lysine-Indole-Motility (LIM) Medium
- 9) Mannitol Egg-Yolk Polymyxin B (MYP)
- 10) Peptone
- 11) Plate Count Agar (PCA)
- 12) Rappaport-Vassiliadis (RV)
- 13) Tetrathionate (TT)
- 14) Triple sugar iron Agar (TSI)
- 15) Trypticase Soy Agar (TSA)
- 16) Trypticase Soy Broth (TSB)
- 17) Trypticase Soy-Polymyxin Broth
- 18) Tryptose Sulphite Cycloserine (TSC)
- 19) Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD)

### 3.1.4 บรรจุภัณฑ์

- 1) กระป๋องโลหะ 307 ชนิด 2 ชั้น ขนาด 7.0 ออนซ์ (RCI)
- 2) ฝากระป๋อง

### 3.2 วิธีการทดลอง

การวิจัยแบ่งงานออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบได้แก่หุจลามาไบโอกิ่งสำเร็จรูปแบบเส้นด้วยเครื่องผลิตหุจลามาไบโอที่ออกแบบเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบและน้ำซุ๊ป
2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์ซุ๊ปหุจลามาไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ซุ๊ปหุจลามาไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน
4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุ๊ปหุจลามาไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

#### ตอนที่ 1 การเตรียมหุจลามาไบโอกิ่งสำเร็จรูปแบบเส้น เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบและน้ำซุ๊ป

1.1 ผลิตหุจลามาไบโอกิ่งสำเร็จรูปจากเจลาตินและโซเดียมแอลจินेट ซึ่งเป็นสารสกัดชีวธรรมชาติได้แก่ กระดุกสัตว์และสาหร่ายสีน้ำตาล ตามลำดับ อ้างอิงตามสูตรที่เหมาะสม (มาริสา, 2548) ด้วยเครื่องผลิตหุจลามาไบโอ (มาริสา, 2549) จำนวน 100 กิโลกรัม สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพหรือมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 210) พ.ศ. 2543 เรื่อง อาหารกิ่งสำเร็จรูป และลักษณะเนื้อสัมผัส (มาริสา, 2549) และทางจุลชีววิทยาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาอาหารกระป๋อง (มอก.335 เล่ม 1-2523)

1.2 ผลิตน้ำซุ๊ป โดยสูตรและวิธีของ มาริสา (2549) จำนวน 500 กิโลกรัม สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์วิเคราะห์คุณภาพหรือมาตรฐานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซุ๊ปกิ่งสำเร็จรูป (มอก.462-2533) และทางจุลชีววิทยาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาอาหารกระป๋อง (มอก.335 เล่ม 1-2523)

#### ตอนที่ 2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์ซุ๊ปหุจลามาไบโอกระป๋อง พร้อมรับประทาน

นำวัตถุดิบข้อ 1.1 และน้ำซุ๊ปข้อ 1.2 ที่เตรียมจากตอนที่ 1 บรรจุ (ขณะร้อน) ลงในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ชนิดอีพอกซีฟีนอลิก (epoxy-phenolic) ขนาด 307X113 โดยชั่งน้ำหนักอาหาร 180 กรัม และเหลือพื้นที่เฮดสเปซ (Head Space) เท่ากับ 1/32 หรือ 0.5 ซม. ของกระป๋องชนิดนี้ ถ้าเลี้ยงกระป๋องเข้าสายพานเครื่องไล่อากาศด้วยระบบไอน้ำ โดยหลังจากที่ผ่านสายพานดังกล่าวแล้วอุณหภูมิของอาหารภายในกระป๋องจะต้องอยู่ในช่วง 60-80 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการปิดผนึกฝากระป๋อง (Seam) ด้วยเครื่องปิดฝากระป๋องกึ่งอัตโนมัติทันที และนำผลิตภัณฑ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุเสร็จแล้วเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

**1. ทดสอบประสิทธิภาพในการให้ความร้อน (sterility test) ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชีววิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง (มอก. 335 เล่ม 1-2523) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่**

**1.1 การตรวจสอบลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง**

ใช้จำนวนตัวอย่างตามที่ได้ระบุไว้ในแต่ละมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารกระป๋องนั้น ๆ (ไม่น้อยกว่า 8 กระป๋อง) ตรวจสอบลักษณะภายนอกของกระป๋อง ก่อนจะลอกฉลากให้บันทึกรายละเอียดบนฉลากไว้ก่อนพร้อมทั้งทำเครื่องหมายไว้บนกระป๋อง ตรวจสอบความผิดปกติภายนอกของกระป๋อง เช่น บวม บวม เป็นสนิม เป็นต้น (ถ้ากระป๋องบวมไม่ต้องอบและไม่ต้องวิเคราะห์ถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้) เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 กระป๋อง

**1.2 นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เหลือ ซึ่งผ่านการตรวจสอบข้อ 1.1 เข้าอบเพาะเชื้อ**

นำตัวอย่างส่วนหนึ่งมาอบที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ถึง 30 วัน และส่วนที่เหลืออบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ถึง 10 วัน ในกรณีที่กระป๋องบวม หรือมีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นระหว่างการอบเพาะเชื้อไม่ต้องนำมาวิเคราะห์ (ถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้) หลังจากอบจนครบตามกำหนดแล้ว ให้ทำการตรวจสอบดังนี้.1 ล้างตัวอย่างให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด เช็ดฝากระป๋องด้านที่ไม่มีรหัสให้ทั่วด้วยเอทานอลแล้วลนด้วยเปลวไฟจากตะเกียงใช้เครื่องเปิดกระป๋องที่ลนไฟร้อนจัดเพื่อฆ่าเชื้อ เปิดกระป๋องออกให้กว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้ ถ้าเป็นของเหลว ให้เจาะรูโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ถึง 2 เซนติเมตร ตักลักษณะอาหารทั่วไปภายหลังการอบ ดังนี้ สี กลิ่น ลักษณะอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง ถ้าอาหารมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นเปลี่ยนไปจากเดิมจนผิดปกติอย่างเห็นได้ชัดให้ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องทั้งหมดไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถ้าอาหารผ่านการตรวจสอบตาม 1.2 แล้วไม่ผิดปกติให้นำไปวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ต่อไป

**1.3 การตรวจสอบทางจุลินทรีย์**

การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แบ่งตัวอย่างปริมาณพอควรจากส่วนกลางของกระป๋องใส่ลงในหลอดแก้วหรือขวดแก้วปราศจากเชื้อ แล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

ซ้ำหรือทดสอบพิษซึ่งอาจมีในอาหารนั้น ส่วนที่เหลือใช้สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้องนำมาจากส่วนกลางของกระป๋องทุกครั้ง ในกรณีที่อาหารกระป๋องไม่เป็นเนื้อเดียวกันให้ใช้เครื่องตีปั่น ก่อนนำไปวิเคราะห์

### 1.3.1 วิธีวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

1. ชั่งตัวอย่างจากกระป๋อง 10 กรัม หรือดูดตัวอย่างจากกระป๋องด้วยปิเปตมา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดที่มีสารละลายเพื่อเจือจาง 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 หรือให้เจือจางต่อไปจนกว่าจะอ่านจำนวนจุลินทรีย์ได้ 30 ถึง 300 โคโลนี
2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง จากข้อ 1 ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ความเข้มข้นละ 2 จาน สำหรับของเหลวให้ใช้ปิเปตดูดโดยตรงจากตัวอย่างมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ 2 จานด้วย
3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อเพคตาคานต่อะการ์ ที่หลอมเหลวแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 10 ถึง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรผสมให้เข้ากัน
4. ตั้งทิ้งไว้ให้แข็ง กลับจานเพาะเชื้อ แล้วนำไปอบเพาะเชื้อ (incubate) ที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อซึ่งมีปริมาณ 30 ถึง 300 โคโลนี หากค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร

### 1.3.2 วิธีวิเคราะห์โคลิฟอร์ม (coliform)

#### 1.3.2.1 ทดสอบขั้นแรก (presumptive test)

1. นำตัวอย่างประมาณ 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาเพาะ (inoculate) ลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแล็กโตสไบลัรบรอทหรือยลละ 2 หรือ ลอริลทริปโตสบรอท จำนวน 2 หลอด
2. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปทดสอบต่อตามข้อ 1.3.2.1

#### 1.3.2.2 ทดสอบขั้นสมบูรณ์ (completed test)

1. นำหลอดที่มีก๊าซจากข้อ 1.3.2.1 (2) มาขยายเบา ๆ แล้วใช้ที่เขี่ยเชื้อ (loop) ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จุ่มลงในอาหารเลี้ยงเชื้อในหลอดที่มีก๊าซ นำไปขีดเป็นเส้น ๆ (streak) บนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อเอนโดคาร์หรือสิวาน์อีเอ็มบิอะการ์ ในลักษณะที่จะให้โคโลนีแยกจากกันหลังการอบเพาะเชื้อ

2. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์มในอาหารเลี้ยงเชื้อเอนโดคาร์ จะมีลักษณะสีแดงและโคโลนีเฉพาะของโคลิฟอร์ม ในอาหารเลี้ยงเชื้อลิวอัสอีเอ็มบีเอคาร์ จะมีลักษณะเป็นสีเข้ม อาจเป็นสีแดงเข้มหรือม่วงเข้มก็ได้
3. ถ่ายโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะจากข้อ 2 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบสโตรหรือยล 2 หรือลอริลทริปโตสปรอทและบนอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเตรียนต์เอคาร์
4. อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ดูการเกิดก๊าซในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบสโตรหรือลอริลทริปโตสปรอท ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นให้นำเชื้อที่ขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเตรียนต์เอคาร์ ไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสแตน (gram stain) ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้ามีเชื้อซึ่งเป็นกรัมลบ (gram negative) มีรูปร่างเป็นแท่งสั้น ๆ ไม่มีสปอร์แสดงว่าเป็นแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม

### 1.3.3 แพลตซัวร์ (flat sour) ชนิดเทอร์โมฟิลิก (thermophilic) และชนิดมีโซฟิลิก (mesophilic)

นำตัวอย่าง 2 กรัม หรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซ์โตรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เฟิลบรท จำนวน 4 หลอด และในอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซ์โตรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เฟิลอีก 4 จาน อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 และ 55 องศาเซลเซียส อย่างละ 2 หลอด และ 2 จาน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อพวกแพลตซัวร์ จะทำให้เกิดกรดขึ้น ซึ่งจะเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

### 1.3.4 เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบัส (thermophilic anaerobes)

- 2 นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม หรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบีฟฮาร์ดอินฟิวชันมีเดียมหรือคูมิตมีเดียม ซึ่งได้ต้มไล่อากาศออกและทำให้เย็นแล้วจำนวน 4 หลอด แบ่งไปต้มที่ 80 องศาเซลเซียส 20 นาที 2 หลอดทำให้เย็นแล้วเทพาราฟินหรืออะคาร์ที่ปราศจากเชื้อทับผิวหน้าอาหารในหลอดทั้ง 4 หรือจะใส่ในแอนแอโรบิกจาร์ (anaerobic jar) ก็ได้
- 3 อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 48 ถึง 72 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสแตน ถ้ามีเชื้อซึ่งเป็นกรัมบวก (gram positive) มีรูปร่างเป็นแท่ง มีสปอร์อยู่ปลายหรือก่อนไปทางปลายแสดงว่าเป็นเชื้อพวกเทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบัส

### 1.3.5 พิวยทรีแฟกตีฟแอนแอโรบัส (putrefactive anaerobes)

วิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 1.3.4 แต่อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส 72 ถึง 96 ชั่วโมง

### 1.3.6 ซัลไฟด์สปอยเลจ (sulphide spoilage)

นำตัวอย่างประมาณ 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อไอร์ออนซัลไฟด์อะคาร์ซึ่งหลอมเหลว และทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ให้แข็ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 24 ถึง 48 ชั่วโมง นำมาตรวจดูอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้าโคโลนี่เป็นสีดำแสดงว่าเป็นบักเตรีพวกซัลไฟด์สปอยเลจ

### 1.3.7 สตาฟีโลคอกคัส (Staphylococcus)

1. หยดตัวอย่างประมาณ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อเมนนิคอลลีซอลต์เอกโยลด์อะคาร์และเทลลูไรต์ไกลซินอะคาร์อย่างละ 2 จาน ใช้แท่งแก้วปลายอกลี้น (spread) ไปให้ทั่วผิวหน้า
2. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส 24 ถึง 48 ชั่วโมง ตรวจดูถ้ามีโคโลนี่เป็นสีเหลืองรอบ ๆ โคโลนี่มีลักษณะชุ่มบนอาหารเลี้ยงเชื้อเมนนิคอลลีซอลต์เอกโยลด์อะคาร์ หรือโคโลนี่เป็นสีดำบนอาหารเลี้ยงเชื้อเทลลูไรต์ไกลซินอะคาร์ ให้นำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสแตน แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าพบว่าติดสีกรัมบวก มีลักษณะกลม อยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงอุ้งน แสดงว่าเป็นบักเตรีชนิดสตาฟีโลคอกคัส
3. นำโคโลนี่ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตามข้อ 2 เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ดอินฟิวชันบรอน นำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูโคอะกูเลส (coagulase) ต่อไป
4. การทดสอบโคอะกูเลส ละลายโคอะกูเลสพลาสมา (coagulase plasma) ขนาด 100 มิลลิกรัม ในน้ำ

กลั่น 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ปิเปตดูดพลาสมา 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ลงในหลอดแก้วเล็ก ๆ เติมเชื้อที่เพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ดอินฟิวชันบรอนจากข้อ 7.1.7.3 ลงไป 2 หยด อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส ตรวจดูการแข็งตัวของพลาสมาทุก ๆ ชั่วโมงเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ถ้ามีการแข็งตัวของพลาสมาเกิดขึ้นแสดงว่ามีบักเตรีชนิดสตาฟีโลคอกคัสที่อาจทำให้อาหารเป็นพิษได้

### 1.3.8 ซาลโมเนลลา (Salmonella)

1. ชั่งตัวอย่าง 20 กรัมใส่ลงในแลกโตสบรอน ผสมให้เข้ากัน อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างจากข้อ 7.1.8.1 จำนวน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในเชลไนด์ซีสตินบรอนหรือเตตระไทโอเนตบรอน อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง

3. ใช้ที่เขี่ยเชื้อจุ่มอาหารเลี้ยงเชื้อจากข้อ 7.1.8.2 แล้วขีดเป็นเส้น ๆ บนผิวหน้าที่แห้งแล้วของอาหารเลี้ยงเชื้อเอสเอสอะการ์ และอาหารเลี้ยงเชื้อบิสมัทซัลไฟต์อะการ์หรืออาหารเลี้ยงเชื้อเอสเอสอะการ์และอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนอะการ์ ในลักษณะที่จะให้โคโลนีแยกจากกัน หลังการอบเพาะเชื้อ นำไปอบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ถึง 48 ชั่วโมง ตรวจสอบโคโลนีไม่มีสีบนอาหารเลี้ยงเชื้อเอสเอสอะการ์หรือโคโลนีมีสีดี หรือสีเขียวบนอาหารเลี้ยงเชื้อบิสมัทซัลไฟต์อะการ์และโคโลนีมีสีแดงหรือสีชมพูบนอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนอะการ์ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของซาลโมเนลลา
4. นำเชื้อที่มีลักษณะของซาลโมเนลลาที่บริสุทธิ์แล้วมาตรวจสอบเพื่อยืนยันในอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิดดังนี้
  - (1) เพาะเชื้อลงในทริเปิลชูการ์ไอร้ออนอะการ์โดยขีดบนอาหารเลี้ยงเชื้อและแทง (stab) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้ออบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ถ้ามีซาลโมเนลลาจะทำให้ส่วนบนของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีแดง ส่วนภายในอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีเหลือง อาจเป็นสีดำ ถ้าเป็นชนิดที่สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ และมักจะมีก๊าซดูได้จากรอยแยกของอาหารเลี้ยงเชื้อ
  - (2) เพาะเชื้อลงในไลซีนไอร้ออนอะการ์ โดยทำเช่นเดียวกับข้อ (1) ถ้ามีซาลโมเนลลาอาหารเลี้ยงเชื้อจะเป็นสีม่วงอย่างเค็มหลังจาก 24 ชั่วโมง แล้วอาจมีสีดำบ้างถ้าสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์และอาจมีก๊าซด้วย ดูได้จากรอยแยกของอาหารเลี้ยงเชื้อ
  - (3) เพาะเชื้อลงในยูเรียบรอก ออบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ถ้าเป็นซาลโมเนลลาจะไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ (คอยสังเกตคู่มือของอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้ามีการเปลี่ยนสีระหว่างการอบแสดงว่าไม่ใช่ซาลโมเนลลา)
  - (4) เพาะเชื้อลงในทริปโตเนบรอกหรือยลละ 1 ออบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วเติมโคเวคส์รีเอเจนต์ (Kovac's reagent) ลงไป ถ้าเป็นซาลโมเนลลาจะเกิดปฏิกิริยาอินโดล (indole) ลบ (negative) จะไม่เปลี่ยนสีของโคเวคส์รีเอเจนต์
- 5 นำเชื้อที่ผ่านการตรวจสอบตามข้อ 4 ไปทดสอบการจับตัวเป็นก้อน (agglutination) กับโพลีวาเลนต์โอ (polyvalent O) และโพลีวาเลนต์ เอช. แอนติเซรา (polyvalent H. antisera) ถ้าให้ผลบวกแสดงว่าเป็นซาลโมเนลลา

### 1.3.9 สเตรปโตคอกคัส (Streptococcus)

นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม หรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาเพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบัพเฟอร์อะไซด์กลูโคสกลีเซอรอลบรอก แล้วอบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ถ้ามีสีเหลืองเกิดขึ้น ถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อทริปโตเนกกลูโคสเอคแทรกต์ซอลต์บรอก

อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ถ้าขุนนำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสแติน ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าพบแบคทีเรียซึ่งเป็นกรัมบวก มีรูปร่างกลม แสดงว่ามีแบคทีเรียพวกเอนเทอโรคอกไค (Enterococci)

## 2 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ได้แก่

- 2.1 วัดค่าสี ในระบบ CIE Lab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )
- 2.2 วัดความหนืดของผลิตภัณฑ์ซูปในแต่ละความเข้มข้น โดยใช้เครื่องวัดความหนืดรุ่น Brookfield
- 2.3 วัดค่าพีเอช โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH Cyberscan 2000)

## ตอนที่ 3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ซูปหูลตามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

นำผลิตภัณฑ์ซูปหูลตามไบโอกระป๋องที่ผลิตได้ในตอนที่ 2 มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Methods for sensory testing) โดยวิธีการทดสอบความชอบ (preference tests) ด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (Nine-point hedonic scale) ในด้านลักษณะคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่น ความข้นหนืด รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม สเกลความชอบ 9 คะแนน (Nine-point hedonic scale) โดยคะแนน 1 ชอบน้อยที่สุด และ คะแนน 9 ชอบมากที่สุด วิเคราะห์ด้วยวิธีใช้วิธี t-test

## ตอนที่ 4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซูปหูลตามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซูปหูลตามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทานที่ได้จากตอนที่ 2 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน สุ่มตัวอย่างที่เวลา 0 14 30 และ 60 วัน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลินทรีย์ และลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับตอนที่ 2 ข้อ 1 และข้อ 2 ตามลำดับ และวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ซูปหูลตามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### 4.1 สภาพที่เหมาะสมของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์ซูพหลูตามไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการให้ความร้อน (sterility test) ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง (มอก. 335 เล่ม 1-2523) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่

##### 1 การตรวจสอบลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง

ผลจากกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที ต่อผลิตภัณฑ์ซูพหลูตามไบโอที่เติมแป้งคัดแปรร้อยละ 2 (ไม่ได้แสดงผล) พบว่าลักษณะของกระป๋องไม่เกิดความผิดปกติใด ๆ ที่เกินมาตรฐานกำหนด แต่พบว่าบางกระป๋องมีฝากระป๋องไม่อยู่ในลักษณะที่เว้าลง แต่กลับพองตัวขึ้นเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4.1 เมื่อนำมาวัดความดันสุญญากาศพบว่าค่าที่ได้เท่ากับ 4.83 in/Hg ซึ่งต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด (ช่วง 5-10 in/Hg) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ขึ้นเหนียวและเย็นเกินไปก่อนที่จะถูกนำเข้ารางไล่อากาศทำให้อุณหภูมิสุดท้ายของผลิตภัณฑ์อยู่ที่ระดับต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส (มาตรฐานกำหนด 60-80 องศาเซลเซียส) ทำให้ในขั้นตอนการไล่อากาศไม่สามารถไล่อากาศออกได้หมด และไม่สามารถนำกลับไปเข้ารางไล่อากาศอีกครั้งเพราะเครื่องไล่อากาศเป็นระบบไอน้ำในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังไม่ได้ทำการปิดฝากระป๋อง ทำให้ความชื้นจากรางไล่อากาศเปลี่ยนแปลงความชื้นเหนียวของผลิตภัณฑ์บริเวณผิวหน้าได้ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อปริมาณเชื้อเริ่มต้นก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ

ผลการตรวจลักษณะภายในและภายนอกของบรรจุภัณฑ์ภายหลังจากการฆ่าเชื้อและนำผลิตภัณฑ์ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14-30 วัน และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน พบว่า จำนวนตัวอย่างทั้ง 8 กระป๋องที่สุ่มตรวจก็ไม่พบความผิดปกติใด ๆ นั่นคือ กระป๋องไม่บวมจนผิดรูป ไม่เป็นสนิม และไม่บูบ ซึ่งให้ผลดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ลักษณะของฝากระป๋องที่เว้า (ซ้าย) และพองขึ้นเล็กน้อย (ขวา) หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที

ตารางที่ 4.1 ลักษณะภายนอกและภายในของบรรจุภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที ที่สภาวะการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14-30 วัน และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน

ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก			ลักษณะภายใน	
	0 วัน	37°ซ 14 วัน	55°ซ 14 วัน	37°ซ 14 วัน	55°ซ 14 วัน
1	☑	☑	-	✓	-
2	☑	☑	-	✓	-
3	☑	☑	-	✓	-
4	☑	☑	-	✓	-
5	☑	-	☑	-	✓
6	☑	-	☑	-	✓
7	☑	-	☑	-	✓
8	☑	-	☑	-	✓

หมายเหตุ : ☑ หมายถึง ไม่มีความผิดปกติ ไม่บวม ไม่บวม ไม่เป็นสนิม  
 ✓ หมายถึง สี กลิ่น อยู่ในระดับปกติ  
 - หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจในตัวอย่างนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานมอก. 335 เล่ม 1-2523 (อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ) หลังจากการบ่มเพาะเชื้อที่ 37 และ 55 องศาเซลเซียส ผลตรวจพบจุลินทรีย์ในโคลัมไบโอกระป๋องมีลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530) นั่นคือไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แพลตซาวร์ชนิดมีโซฟิลิกและเทอร์โมฟิลิก เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์ พิวริแฟกทีฟแอนแอโรบส์ ซัลไฟด์สปอยเลจ สตาฟีโลคอกคัส ออเรียส ซาลโมเนลลา สตาฟีโลคอกคัส และ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์หลังผ่านการบ่มเพาะเชื้อเป็นเวลา 14 วัน

การตรวจวิเคราะห์	การบ่มที่อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	37	55
Total Plate Count 35°C, (cfu/ml)	nd	nd
Coliform (MPN)	< 3.0	< 3.0
Flat Sour mesophiles /2ml.	nd	nd
Flat Sour thermophiles /2ml.	nd	nd
Thermophilic Anaerobes	nd	nd
Putrefactive Anaerobes	nd	nd
Sulphide Spoilage/2ml	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> , cfu/ml	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> , cfu/ml	nd	nd
<i>Streptococcus sp.</i>	nd	nd

หมายเหตุ : nd หมายถึง ไม่พบ

## 3 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น พบว่าเกิดความเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที พบว่าค่าความหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 51.20 cp เป็น 47.91 cp แสดงว่ากระบวนการฆ่าเชื้อมีผลต่อค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซูปหลามไบโอ เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งชนิดนี้จะจับตัวเป็นเจลชนิดที่ไม่แข็งตัว มีโครงสร้างที่สั้น เมื่อได้รับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนสูงเป็นเวลานานจึงทำให้ความหนืดลดลง นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไบโอจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดน้อย (ค่าพีเอช 5.54) แต่แข็งเอ็มเอพีเอส 449 เหมาะสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรดสูง (พีเอช 3.3) และในผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง (Penford, 2005) สอดคล้องกับ Golachowski *et al.* (2004) พบว่า คือ อุณหภูมิ และความเข้มข้นของแข็งมีผลต่อลักษณะการไหลของผลิตภัณฑ์ที่มีแข็งเป็นองค์ประกอบ

ผลการวิเคราะห์ค่าการวัดสีระหว่างผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไบโอสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งคัดแปรร้อยละ 2 ที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อพบว่าค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ให้ผลการวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) เนื่องจากเจลของแป้งชนิดนี้ มีความเหนียว มีความใส สามารถทนต่อสภาวะการผลิตที่รุนแรงเช่น การให้ความร้อนเป็นเวลานาน ส่วนค่า  $a^*$  ยังคงมีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีแนวโน้มไปทางสีแดง (redness) แต่ค่าดังกล่าวของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ค่า  $b^*$  ของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ คือมีค่าเป็นบวกมากขึ้นแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีแนวโน้มไปทางสีเหลืองมากขึ้น นั่นคือกระบวนการฆ่าเชื้อส่งผลต่อลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองมากขึ้น สีแดงลดลง แต่ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง

**ตารางที่ 4.3** ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไบโอสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งคัดแปรร้อยละ 2 ที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ

กระบวนการ	คุณสมบัติ	พีเอช	ความหนืด (cp)	ค่าสี		
				$L^*$	$a^*$	$b^*$
ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ		5.52	51.20 <sup>a</sup>	85.39 <sup>NZ</sup>	8.10 <sup>a</sup>	1.59 <sup>b</sup>
ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ		5.54	47.91 <sup>b</sup>	83.35 <sup>NZ</sup>	5.26 <sup>b</sup>	4.04 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : <sup>NZ</sup> ไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในสคริปต์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตอนที่ 3 ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ซุปรูขลุกลามใบโอบระป้องพร้อมรับประทาน

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรือไม่นั้น มิได้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี หรือทางจุลินทรีย์โดยตรง หากแต่สิ่งแรกๆ ที่ผู้บริโภคจะสัมผัสได้กลับเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้ได้โดยประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเอง จึงต้องมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อตรวจคุณภาพของ สี กลิ่น ความข้นหนืด รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลเป็นดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.2 นั่นคือ

ค่าเฉลี่ยความชอบทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ซุปรูขลุกลามกระป้องพร้อมรับประทานหลังจากผ่าน กระบวนการฆ่าเชื้อมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 7.89 เป็น 5.11 เนื่องด้วยหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนองค์ประกอบบางอย่างของผลิตภัณฑ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอุณหภูมิสูงจึงทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 60 วัน ที่อุณหภูมิ 45°C มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบทางด้านสี 7.33 ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 25°C ที่มีค่าเฉลี่ย 6.44 อย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นในผลิตภัณฑ์ซุปรูขลุกลามสำเร็จรูปพร้อมรับประทานหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 8.11 เป็น 5.44 ส่วนในผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 60 วัน ที่อุณหภูมิ 45°C มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ด้านความข้นหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 7.56 เป็น 5.44 หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ และในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นาน 60 วัน ที่อุณหภูมิ 30°C ก็มีค่าสูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45°C อย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยคะแนนด้านรสชาติก็เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับด้านอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว คือ ภายหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ค่าเฉลี่ยคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 7.56 เป็น 5.44 และคะแนนด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45°C ก็มีค่าสูงกว่าที่ 30°C อย่างมีนัยสำคัญ คะแนนด้านลักษณะปรากฏก็เช่นเดียวกัน ส่วนค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคมีความชอบในผลิตภัณฑ์ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อมากกว่าผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและเก็บเก็บรักษาที่ 30°C เป็นเวลา 60 วัน และ ผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและเก็บเก็บรักษาที่ 45 °C เป็นเวลา 60 วันอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 8.22 และ 7.89 7.78 และ 7.5 ตามลำดับตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซูปลูกลามกระป๋องพร้อมรับประทาน ที่เติมแป้งคัดแปรร้อยละ 2 ที่ผ่านการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่างๆ

ลักษณะที่ ทดสอบ ระยะเวลาการเก็บ	สี	กลิ่น	ความข้น หนืด	รสชาติ	ลักษณะ ปรากฏ	ความชอบ โดยรวม
ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	7.89 <sup>a</sup>	8.11 <sup>a</sup>	7.56 <sup>a</sup>	7.56 <sup>a</sup>	7.44 <sup>a</sup>	8.22 <sup>a</sup>
หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	5.11 <sup>c</sup>	5.44 <sup>b</sup>	5.44 <sup>b</sup>	5.44 <sup>b</sup>	5.22 <sup>c</sup>	7.89 <sup>a</sup>
เก็บรักษาที่ 30°C เป็นเวลา 60 วัน	6.44 <sup>bc</sup>	5.56 <sup>b</sup>	6.11 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>ab</sup>	5.89 <sup>bc</sup>	7.78 <sup>a</sup>
เก็บรักษาที่ 45°C เป็นเวลา 60 วัน	7.33 <sup>ab</sup>	6.78 <sup>ab</sup>	5.89 <sup>b</sup>	7.22 <sup>a</sup>	6.89 <sup>ab</sup>	7.50 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแถวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
( $p \leq 0.05$ )



รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์ซูปลูกลามกระป๋องพร้อมรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตอนที่ 4 ผลศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไปโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

##### 4.1 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ดัดแปลงตามมาตรฐาน มอก. 335 เล่ม 1-2523 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 14 30 และ 60 วัน แสดงผลดังตารางที่ 4.5 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไปโอกระป๋องมี สุขลักษณะ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530) นั่นคือไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แพลตซาวร์ชนิดมีไซฟิลิกและเทอร์โมฟิลิก เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบัส พิวทรีแฟคทีฟแอนแอโรบัส ซัลไฟด์สปอยเลจ สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส ซาลโมเนลลา สตาฟีโลคอคคัส และ กลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์

ตารางที่ 4.5 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลินทรีย์ของซูปหลวมไปโอสำเร็จรูป พร้อมรับประทานหลังผ่านการเก็บรักษาที่เวลา และ อุณหภูมิต่าง ๆ

Type	Condition							
	30°C				45°C			
	0	14	30	60	0	14	30	60
Total Plate Count 35°C, (cfu/ml)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Coliform (MPN)	< 3	3	< 3	< 3	< 3.0	3.0	< 3.0	< 3.0
Flat Sour mesophiles /2ml.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Flat Sour themophiles /2ml.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Thermophilic Anaerobes	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Putrefactive Anaerobes	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Sulphide Spoilage/2ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> , cfu/ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Salmonella</i> spp. /25 ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Streptococcus</i> sp.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Clostridium perfringens</i> /ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ : nd หมายถึง ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

จากการตรวจสอบทางด้านกายภาพพบว่า ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 30 และ 45 °ซ มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงโดยมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.2-5.8 ค่าความหนืดในช่วงเริ่มต้นของสถานะเก็บรักษาที่ 30°ซ มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จนกระทั่งวันที่ 60 ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 30 °ซ เป็นเวลา 60 วันมีความหนืดลดลง 25.18 cp เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ที่เวลาเริ่มต้น) 47.91 cp อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 45 °ซ มีความหนืดลดลงอย่างมีนัยตามระยะเวลาในการบ่ม ได้แก่ 0 14 30 และ 60 วัน มีค่าความหนืดเท่ากับ 47.91 45.36 25.82 และ 23.52 cp ตามลำดับ ค่าความดันภายในกระป๋องในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 30°ซ ในช่วง 14 วันแรกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 30 และ 60 วัน พบว่าค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าความดันภายในมีการเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สูง เนื่องจากการไล่อากาศออกไม่หมดในขั้นตอนการไล่อากาศในครั้งแรก ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 45°ซ ก็เช่นกันแม้ค่าความดันในตอนสุดท้ายจะกลับมาใกล้เคียงกับช่วง 14 วันแรกอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเปลี่ยนแปลงค่าในระหว่างนั้นก็แสดงให้เห็นชัดเจนว่าความดันภายในไม่คงที่ ค่าความสว่าง (L\*) ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 30°ซ ในวันที่ 14 มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น แต่หลังจากนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษาค่าความสว่าง (L\*) ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 45°ซ ในวันที่ 14 มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และคงที่ในวันที่ 14 ถึง 30 วัน และลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน ส่วนค่าสี (a\*, b\*) โดยรวมแล้วทั้งสถานะการเก็บรักษาที่ 30 และ 45°ซ จะมีการ

## 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไปโอกระป๋องพร้อม

### รับประทาน

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไปโอกระป๋องพร้อมรับประทานโดยเปรียบเทียบระหว่าง ก่อนการฆ่าเชื้อ หลังการฆ่าเชื้อ และหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน แสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้น ปริมาณของแข็ง โปรตีน ไขมัน และเถ้า ในผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไปโอกระป๋องพร้อมรับประทานทั้งก่อนการฆ่าเชื้อ หลังการฆ่าเชื้อ และหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.6 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไบโอกระป๋องพร้อมรับประทานทางด้านกายภาพหลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (วัน)	อุณหภูมิการ เก็บรักษา (°ซ)	พีเอช	ความ หนืด (cp)	ความดันภายใน กระป๋อง (in/Hg)	ค่าสี		
					L*	a*	b*
0	-	5.54	47.91 <sup>a</sup>	4.83 <sup>ab</sup>	23.35 <sup>c</sup>	5.26 <sup>a</sup>	4.04 <sup>a</sup>
14	30	5.50	47.69 <sup>a</sup>	4.66 <sup>ab</sup>	26.18 <sup>b</sup>	5.04 <sup>ab</sup>	3.46 <sup>a</sup>
	45	5.52	45.36 <sup>b</sup>	5.33 <sup>a</sup>	29.35 <sup>a</sup>	4.68 <sup>b</sup>	1.87 <sup>b</sup>
30	30	5.50	47.69 <sup>a</sup>	3.90 <sup>b</sup>	26.27 <sup>b</sup>	5.12 <sup>ab</sup>	3.48 <sup>a</sup>
	45	5.58	25.82 <sup>c</sup>	3.83 <sup>b</sup>	29.40 <sup>a</sup>	4.75 <sup>b</sup>	1.94 <sup>b</sup>
60	30	5.54	25.18 <sup>c</sup>	5.06 <sup>a</sup>	25.79 <sup>b</sup>	4.96 <sup>ab</sup>	2.29 <sup>b</sup>
	45	5.53	23.52 <sup>d</sup>	5.20 <sup>a</sup>	26.87 <sup>b</sup>	7.90 <sup>ab</sup>	2.17 <sup>b</sup>

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ซูปหลวมไบโอกระป๋องพร้อมรับประทาน

ระยะเวลา (สัปดาห์)	สภาวะการ เก็บรักษา (°ซ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ของแข็ง (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)
ก่อนการนำเชื้อ	-	86.18 <sup>ns</sup>	11.49 <sup>ns</sup>	4.91 <sup>ns</sup>	7.98 <sup>ns</sup>	1.68 <sup>ns</sup>
0	-	77.89 <sup>ns</sup>	11.73 <sup>ns</sup>	5.04 <sup>ns</sup>	7.51 <sup>ns</sup>	1.76 <sup>ns</sup>
60	30	76.02 <sup>ns</sup>	11.60 <sup>ns</sup>	4.89 <sup>ns</sup>	7.46 <sup>ns</sup>	1.74 <sup>ns</sup>
	45	75.15 <sup>ns</sup>	11.44 <sup>ns</sup>	5.17 <sup>ns</sup>	7.97 <sup>ns</sup>	1.73 <sup>ns</sup>

หมายเหตุ : 1. ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
( $p \leq 0.05$ )

2. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยดังกล่าวถูกจำกัดด้วยงบประมาณและระยะเวลาในการวิจัย ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 2 ปี และทำการออกแบบฉลากโภชนาการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในเชิงการค้าต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยการผลิตซูปหลวมไบโอกระป๋องพร้อมรับประทานประกอบด้วย เส้นพุดลวมไบโอในน้ำซูปที่มีส่วนผสมของแป้งเอ็มเอพีเอส 449 เนื้อปู ไก่ฉีกฝอย เห็ดหอมแห้งหั่น นำผลิตภัณฑ์บรรจุ (ขณะร้อน) ลงในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ชนิดอีพอกซีฟีโนลิก (epoxy-phenolic) ขนาด 307X113 โดยชั่งน้ำหนักอาหาร 180 กรัม และเหลือพื้นที่เฮดสเปซ (Head Space) เท่ากับ 1/32 หรือ 0.5 ซม. ของกระป๋องชนิดนี้ ถ้าเลี้ยงกระป๋องเข้าสายพานเครื่องไล่อากาศด้วยระบบไอน้ำ โดยหลังจากที่ผ่านสายพานดังกล่าวแล้วอุณหภูมิของอาหารภายในกระป๋องจะต้องอยู่ในช่วง 60-80 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการปิดผนึกฝากระป๋อง (Seam) ด้วยเครื่องปิดฝากระป๋องกึ่งอัตโนมัติทันที และนำผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จแล้วเข้าหม้อนิ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณสมบัติตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง (มอก. 335 เล่ม 1-2523) ได้แก่ การตรวจสอบลักษณะทั่วไปของตัวอย่างพบว่า จำนวนตัวอย่างทั้ง 8 กระป๋องที่สุ่มตรวจก็ไม่พบความผิดปกติใด ๆ นั่นคือ กระป๋องไม่บวมจนผิดรูป ไม่เป็นสนิม และไม่บูบ

ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานมอก. 335 เล่ม 1-2523 (อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ) หลังจากการบ่มเพาะเชื้อที่ 37 และ 55 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ซูปพุดลวมไบโอกระป๋องมีสุขลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2530 แต่ลักษณะทางกายภาพด้านความหนืดมีค่าลดลง

ผู้บริโภคทั่วไปมีการยอมรับในด้านความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์ซูปพุดลวมไบโอกระป๋องที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน

ผลิตภัณฑ์ซูปพุดลวมไบโอกระป๋องสามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 60 วัน โดยไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แฟลตซัวร์ชนิดมีโซฟิลิกและเทอร์โมฟิลิก เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบัส พิวทริแฟคทีฟแอนแอโรบัส ซัลไฟด์สปอยเลจ สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส ซาลโมเนลลา สตาฟีโลคอคคัส และ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ แต่มีลักษณะทางด้านกายภาพได้แก่ค่าความหนืดลดลง ส่วนคุณค่าทางอาหารมีค่าไม่แตกต่างกันทั้งก่อนการฆ่าเชื้อและหลังการฆ่าเชื้อ และหลังการบ่มเป็นเวลา 60 วัน นั่นคือ สามารถทำการผลิตซูปพุดลวมไบโอกระป๋องโดยการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนิ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที โดยยังคงรักษาคุณค่าทางอาหารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม.(2535) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแปงัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. เอกสารมอก.ที่ 1073-2535. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรุงเทพมหานคร.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. (2542). เทคโนโลยีของแปง. กรุงเทพมหานคร : เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชั่น.

ชีว์รัตน์ สุนทรเสนา. (2539). การผลิตซูปหลวมกึ่งสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 (2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. (109 ร.จ.9713 ตอนที่ 112 ลงวันที่ 8 กันยายน พ.ศ.2535

ไพบุลย์ ธรรมรัตน์ว่าสิก. 2532. กรรมวิธีการแปงรูปอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร. กรุงเทพมหานคร.

ภาณี ลอยเกตุ. (2536) 100 ยาจีนจากอาหารทะเล. สำนักพิมพ์เจริญวิทย์. กรุงเทพมหานคร.

มาริสา จาคูพรพิพัฒน์ (2549). การศึกษาการผลิตหลวมเทียมจากเจลาตินและโซเดียมแอลจิเนต. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณแผ่นดิน 2547-2548. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาริสา จาคูพรพิพัฒน์ (2549). หลวมเทียมกึ่งสำเร็จรูปแบบเส้นและกระบวนการผลิตหลวมไปโอนี่. อนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ/เลขจดแจ้ง 0503001253เลขทะเบียน/เลขสัญลักษณ์ 2348 ออกให้วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2549

มาริสา จาคูพรพิพัฒน์ (2549). การออกแบบเครื่องมือเพื่อผลิตหลวมเทียมในระดับอุตสาหกรรม. อยู่ในระหว่างการเขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณแผ่นดิน 2459. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง (มอก.335 เล่ม 1-2523) ศูนย์สารสนเทศ สถาบันอาหาร. ระบบสารสนเทศ มาตรฐาน กฎ ระเบียบ ด้านอาหารของไทยภายใต้การสนับสนุนตามโครงการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมระยะที่ 2 : มาตรฐานอาหารสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง. <http://www.nfi.or.th/stat/industry.asp>

สุนัยวิจักกสิกร (2544). หลวม : ต้นเหตุปลาหลวมสูญพันธุ์ ... เตือนระวังสารปรอท 5 กรกฎาคม 2544

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง (2547) ความรู้บรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำดื่มและซอสประเภทต่างๆ. วันที่ 17 มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิไล รังสาดทอง (2547) เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อากัสตรา ชนิดท์. (2537). ชีวเคมี. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bandyopadhyay, A.K., Chaudhuri, B. and Bhattacharjee, P.R. Starch paste granulation Part 1 Effect of dextrinized corn starch mucilages as binding agents on granulation and tablet quality. Aust.J. Pharm. Sci. 9: 85-89.

Bemiller, J.N. (1997). Starch modification : challenges and prospects. Starch/Stärke, 49, 127-131.

Caquin Group . Sterilization Machines . [www.caquin.com/english/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=27&id=93&Itemid=162](http://www.caquin.com/english/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=27&id=93&Itemid=162)

Clipping the Fin Trade.Research and policy initiatives could take a bite out of shark exploitation.Week of Oct. 12, 2002; Vol. 162, No. 15 , p. 232 .sciencenews. org

Davina Quarterman (2006). Public release date: 3-Oct-2006. Triple threat: World fin trade may harvest up to 73 million sharks per year. Blackwell Publishing Ltd.

Downing,D. L. (1996). A complete course in canning and related process, 13 th Ed. CTI Publications, Inc. Maryland, USA.

Egr.msu.edu . Dairy Processing Handbook . Published by Tetra Pak Processing Systems AB, S-221 86 Lund, Sweden. pg. 222 . [www.egr.msu.edu/~steffe/handbook/fig910.html](http://www.egr.msu.edu/~steffe/handbook/fig910.html)

Euverink; Gerrit Jan Willem (Groningen, NL), Binnema; Doede Jacob (Groningen, NL) . Use of *modified starch* as an agent for forming a thermoreversible gel. United States Patent 6,864,063. March 8, 2005

FAO. 2002. International Plan of Action for the conservation and management of sharks and the shark fisheries of Thailand. Food and Agriculture Organization of United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. 177 p.

Fenford.com. About starch modification. <http://www.penford.com.au/main.php?ID=11>.

FMC Food Tech. Sterilization. [www.fnctechnologies.com/FoodTech/FruitsandVegetables/InContainerSterilizers.aspx](http://www.fnctechnologies.com/FoodTech/FruitsandVegetables/InContainerSterilizers.aspx)

Fungi Perfecti . Equipment for the Preparation of Media . [fungi.com/info/comm/comm3.html](http://fungi.com/info/comm/comm3.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Gillian Wong (2006). USATODAY.com - Yao Ming swears off shark's fin soup  
<http://www.surapon.com/th/product/index.php?pid=11>  
 (<http://www.fda.moph.go.th/depart/divtce1/monitor/44annualreport/44hot%20issue.html>)
- Herson , A.C. and Hulland, E.D. 1969. Canned Food. 6<sup>th</sup> ed. J&A. Churchill Ltd. London.
- Holdworth, S.D. 1997. Thermal Processing of Packaged Foods. Blackie Academic & Professional. London
- Leister,L., Wirth, F. and Takace, J. 1970. Einteilungder Fleischkon servennach der hitzebehandlung. Fleischwirth. 50 : 216-217.
- Marisa , J., Payom, K., Jirawat, P., Chanikarn , S. and Yaowadee P. 2004. The Health food and method for its preparation. Proc. Of 1<sup>st</sup> KMITL International Conference on In tegration of Science & Technology for Sustainable Development. Bangkok, Thailand. 25-26 August . Vol.2 : 345-348.
- Morgan, E.K, Klemaszewski, J.L., Osullivan, M., and Immel, I.W. (2003). Controlled-viscosity flavoring system. International Publication Number WO 03/015538 A127 February 2003 (27.02.2003)
- Msstate.edu . Thermal Processing . [www.msstate.edu/org/silvalab/Thermal%20Processing%20Canning.pdf](http://www.msstate.edu/org/silvalab/Thermal%20Processing%20Canning.pdf)
- Mysore, N.R.R., Mysore, A.K., Vijaylakshmi, M.R. Vanajakshi, V., Mysore, R.A. (2005). Ready to serve soup and process for preparation thereof. International Publication Number WO 2005/067739 A1. 28 July 2005 (28.07.2005)
- Nagar, M.S., Meshram, R.N. and Ramprakash, G. 2000. Solid dispersion of hydroxypropyl beta-cyclodextrin and ketorolac : enhancement of in-vitro dissolution rate, improvement in anti-inflamamatory activity and reduction in ulcerogenicity in rats. J. Pharm.Pharmacol. 53(8): 949-956.
- Nolfi, F. V. (2005). Temperature coordinated through-line food packaging system, United State s Patents. 6,843,037 B2 . Jan. 18, 2005.
- Potter, N.N. 1968. Food Science. 2 nd ed. The AVI Publishing Company. New York.
- Processmastersindia.com.[www.processmastersindia.com/jpg-files/show-img/processsing-equipments/vertical-retort-web.jpg](http://www.processmastersindia.com/jpg-files/show-img/processsing-equipments/vertical-retort-web.jpg)

- Rao , M. A., Okechukwu , P. E. Okechukwu, Da Silva , P. M. S. and Oliveira ,J. C. (1997).  
Rheological behavior of heated starch dispersions in excess water: role of starch granule.  
Carbohy. Poly.33 (4) : 273-283
- Rubin,L.S., Newton, K.G. and Blizard, A. (1998). Retortable extened shelf life food container,  
United State Patent 5,843,501. Dec. 1, 1998.
- Sanchez, L., Torrado, S. and Lastres, J.L. 1995. Gelatinized/freeze dried starcg as a excipient in  
sustained release tablet. Int. J. Pharm. 115(7) :201-208.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้