สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและอายุการเก็บรักษา ของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร

นางสาว ญาณี คูวิวัฒนชัย
นางสาว ปณิธิโรจน์ อาภรณ์เพ็ชร์
นางสาว ศิริลักษณ์ เตชเกียรติพงศ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72578
วัน,เดือน,ปี 20 ส.ค. 2550

b 11276934
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงงานพิเศษ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา ๒๕๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thermal Processing and Shelf-life of Modify-starch-soup Product

Miss Yanee Khoowiwattanachai

Miss Panithiroj Apornpetch

Miss Sirilak Techakiatipong

Special Project Submitted in Partial Fulfillment of The Requirement for

The Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Program of Industrial Microbiology Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร (Thermal Processing and Shelf-life of Modify-starch-soup Product)
นักศึกษา	นางสาวญาณี คูวิวัฒนชัย นางสาวปณิธิโรจน์ อาภรณ์เพ็ชร์ นางสาวศิริลักษณ์ เตชเกียรติพงศ์
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์
ปีการศึกษา	2549
คณะวิทยาศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผศ. อารี ฤทธิบูรณ์	
กรรมการ	ผศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์	
กรรมการ	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	
กรรมการ	อ. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์	

.....

(รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร

นักศึกษา นางสาวญาณี คูวิวัฒนชัย
นางสาวปณิธิโรจน์ อาภรณ์เพ็ชร์
นางสาวศิริลักษณ์ เตชเกียรติพงศ์

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2549

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์

บทคัดย่อ

จากการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของแป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ร้อยละ 2 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านสีและรสชาติสูงที่สุด (สีเป็นลักษณะแรกที่ผู้บริโภคพิจารณา) แป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ที่ความเข้มข้นนี้จึงถูกเลือกใช้ในการทดลอง เมื่อนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 118°ซ เป็นเวลา 50 นาที พบว่าประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้ออยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำซุปไม่เปลี่ยนแปลงคุณภาพมากนักทั้งทางด้านกายภาพและเคมี และจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำซุปพบว่า เป็นเวลานานกว่า 5 สัปดาห์ที่ผลิตภัณฑ์น้ำซุปคงคุณภาพไว้ได้ โดยเริ่มเกิดการเสื่อมเสียขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 9 แต่ยังไม่ถือว่าผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพอย่างชัดเจน เนื่องจากการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมยังอยู่ในระดับที่ดี จึงต้องทำการศึกษาต่อไป

ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดต่ำมักเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อแฟลตซาวร์(Flat Sour Spoilage) ซึ่งพบมากขึ้นในผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยในสัปดาห์ที่ 9 ผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่ผ่านการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะ จะพบเชื้อแฟลตซาวร์ในปริมาณมากขึ้น ทั้งยังพบเชื้อซาลโมเนลลา (*Salmonella* sp.) ในผลิตภัณฑ์น้ำซุปทั้ง 2 สภาวะการเก็บรักษาอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Thermal Processing and Shelf-life of Modify-starch-soup Product
Name	Miss Yanee Khoowiwattanachai Miss Panithiroj Apornpetch Miss Sirilak Techakiatipong
Department	Applied Biology
Program	Industrial Microbiology
Academic Year	2006
Special Project Advisor	Asst. Prof. Dr. Marisa Jatupornpipat
Special Project Co-advisor	Asst. Prof. Dr. Pimpen Pornchaleampong

Abstract

From the study thermal processing and shelf-life of modify-starch-soup product we found that, 1.) the testers gave the highest colour, the first consideration of consumers, and taste for 2 % modified starch (MAPS 449) concentration for choose in our study. After the thermal processing at 118 ºC for 50 minutes, 2.) efficiency was on acceptable level because the physical quality and chemical quality of our sterile soup product didn't have significant change. Our product was in the best quality for 5 weeks. Although there was a bit spaleness at the 9 weeks, the quality still the acceptable level therefore we continue on this study.

Low-acid food products are usually spaled by flat sour spoilage, depend on the longer shelf-life. The 9 wecks our modify-starch-soup product, keep in 2 states, we found more flat sour and *Salmonella* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ก็ด้วยความเสียสละ ความอนุเคราะห์ และน้ำใจจากบุคคลหลายฝ่าย ซึ่งทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอบพระคุณ ผศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำชี้แนะและให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานปัญหาพิเศษ

ขอบพระคุณ ผศ.อารี ฤทธิบูรณ์ ประธานกรรมการ อ.คนึงกานต์ กลั่นบุศย์ กรรมการ รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ในความอนุเคราะห์ตลอดโครงงาน

ขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ควบคุมโครงงานปัญหาพิเศษทุกท่านที่ได้ให้คำชี้แนะ และแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดโครงงาน

ขอบพระคุณ ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคุณอำนาจ คูตะคุ ที่ให้ความรู้ โอกาส และข้อเสนอแนะต่าง ๆ มากมายแก่คณะผู้จัดทำ

ขอบพระคุณ รศ.ดร.จินตนา บุนนาค และคุณบารมี ทองใบน้อย เจ้าหน้าที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ในความกรุณาสละเวลามาช่วยเหลือและให้ความรู้

ขอบพระคุณในความเอื้อเฟื้อของนักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ทุกๆ ท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ

ขอบพระคุณบุพการีและครอบครัวที่เลี้ยงดู อบรมสั่งสอน และคอยเป็นกำลังใจให้ก้าวต่อไปข้างหน้าอย่างมั่นคง

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนสำหรับน้ำใจ กำลังใจ มิตรภาพดีๆ และขอบคุณที่เดินเคียงข้างฟันฝ่าอุปสรรคร่วมกันตลอดมา

ขอขอบคุณ บริษัท นูทริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบในการดำเนินโครงงานนี้

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัยโปรดดลบันดาลให้ความเมตตากรุณาเหล่านี้ส่งผลให้ท่าน และครอบครัวมีความสุข ความเจริญ สุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคภัยทั้งหลายด้วยเทอญ

ญาณี คูวิวัฒนชัย
ปณิธิโรจน์ อาภรณ์เพ็ชร์
ศิริลักษณ์ เตชเกียรติพงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญกราฟ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	3
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 แป้ง (Starch)	6
2.2 การบรรจุกระป๋องและบรรจุภัณฑ์	16
2.3 อาหารกระป๋อง	25
2.4 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	29
2.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์	53
2.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	58
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 วัสดุอุปกรณ์	62
3.2 วิธีการทดลอง	64
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปราย	
4.1 ผลการศึกษาหาความเข้มข้นของแป้งดัดแปรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร	67
4.2 ผลการศึกษาผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรในภาชนะปิดสนิท	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร 72

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 82

เอกสารอ้างอิง 87

ภาคผนวก ก 92

ภาคผนวก ข 95

ภาคผนวก ค 104

ภาคผนวก ง 107

ภาคผนวก จ 145

ภาคผนวก ฉ 150

ภาคผนวก ช 154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 4.1 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในแต่ละช่วงเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 45°ซ 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1.1 สมบัติที่แตกต่างกันของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน 8

ตารางที่ 2.1.2 ช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แป้งแต่ละชนิดมีความคงตัว 14

ตารางที่ 2.2.1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับประเภทของอาหารแปรรูป 18

ตารางที่ 2.4.1 ตัวอย่างค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด 35

ตารางที่ 2.5.1 เครื่องมือบางอย่างและวิธีการใช้เพื่อวัดค่าความหนืดและความคงตัว ของผลิตภัณฑ์ 55

ตารางที่ 2.5.2 แสดงตัวแปรทางลักษณะเนื้อสัมผัส และคำที่นิยมใช้ 57

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ 67

ตารางที่ 4.2 ประเมินผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยให้คะแนนตามระดับ ความชอบ 68

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบลักษณะภายนอกและภายในของบรรจุภัณฑ์หลังจากผ่าน กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 70

ตารางที่ 4.4 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์หลังผ่านการอบเพาะเชื้อเป็นเวลา 14 วัน 71

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้ง ดัดแปรที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ 71

ตารางที่ 4.6 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรทาง ด้านจุลินทรีย์หลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ 72

ตารางที่ 4.7 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรทาง ด้านกายภาพหลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ 77

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ที่เติมแป้งดัดแปรร้อยละ 2 ที่ผ่านการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่าง ๆ 78

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบคุณภาพทางอาหารของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ที่เติมแป้งดัดแปร 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 คุณสมบัติและการนำแป้งเอ็มเอพีเอสไปใช้ที่ระดับต่างๆ 2

รูปที่ 2.1.1 โครงสร้างของอะมิโลส 6

รูปที่ 2.1.2 โครงสร้างของอะมิโลเพกทิน 7

รูปที่ 2.1.3 โครงสร้างของแป้งข้าวเจ้าภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 9

รูปที่ 2.1.4 โครงสร้างของแป้งข้าวโพดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 9

รูปที่ 2.1.5 การเติมหมู่ไฮดรอกซีโพรพิว 13

รูปที่ 2.2.1 บรรจุภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ ของบริษัท 24

รูปที่ 2.2.2 บรรจุภัณฑ์ที่นำมาใช้ 24

รูปที่ 2.4.1 อิทธิพลของความเป็นกรด- ด่างในอาหารที่มีต่อความต้านทานความร้อนของสปอร์ 30

รูปที่ 2.4.2 กราฟอัตราการอยู่รอด (Survivor curve) 31

รูปที่ 2.4.3 ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ 250°ฟ 32

รูปที่ 2.4.4 ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิต่างๆ 33

รูปที่ 2.4.5 กราฟการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (thermal death time curve) 34

รูปที่ 2.4.6 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารแบบ conduction และconvection 40

รูปที่ 2.4.7 หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงาน 43

รูปที่ 2.4.8 Continuous Pressure Cooker-Cooler 44

รูปที่ 2.4.9 Continuous Rotary Pressure Sterilizer และ Continuous Rotary Atmospheric Sterilizer 44

รูปที่ 2.4.10 Hydrostatic Sterilizer 45

รูปที่ 2.4.11 ฆ่าเชื้อแบบหมุน 46

รูปที่ 2.4.12 หม้อฆ่าเชื้อแบบไม่หมุน 46

รูปที่ 2.4.13 หม้อฆ่าเชื้อแบบตั้ง 47

รูปที่ 2.4.14 หม้อฆ่าเชื้อแบบนอน 47

รูปที่ 2.4.15 Steam Retort 48

รูปที่ 2.4.16 หม้อฆ่าเชื้อที่ต้องใช้ความดันสูงในการฆ่าเชื้อ 48

รูปที่ 2.4.17 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ (MIG) 49

รูปที่ 2.4.18 ตะกร้า (crates) 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.4.19 Plate heat 50
รูปที่ 2.4.20 สัญญาณระดับน้ำ 50
รูปที่ 2.4.21 เทอร์โมคัปเปิล 51
รูปที่ 2.4.22 Horizontal Retort Single Swing Door 52
รูปที่ 2.5.1 ตัวอย่างแบบสอบถามแบบ Hedonic scaling 60
รูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรความเข้มข้นร้อยละ 2 ก่อนนำไปบรรจุกระป๋อง 69
รูปที่ 4.2 ลักษณะของฝากระป๋องที่เว้า และพองขึ้นเล็กน้อย 70
รูปที่ 4.3 ลักษณะการเจริญของเชื้อ Flat Sour บนอาหารแข็ง และในอาหารเหลว 74
Dextryptone Bromcrysal Purple
รูปที่ 4.4 ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Salmonella* sp.ในขั้นการทดสอบยืนยัน 74
รูปที่ 4.5 ลักษณะของอาหารที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อต่าง ๆ ที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง 75
รูปที่ 4.6 ลักษณะการเจริญของ *Vibrio* sp.บนอาหารแข็ง TCBS 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ

ผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เติมเนื้อสัตว์หรือส่วนประกอบต่าง ๆ และนำมาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ เพื่อให้เก็บรักษาไว้ได้นานขึ้นโดยยังคงรักษาคุณภาพ และกลิ่นรสของส่วนประกอบไว้และสามารถนำมารับประทานได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านวิธีการใด ๆ

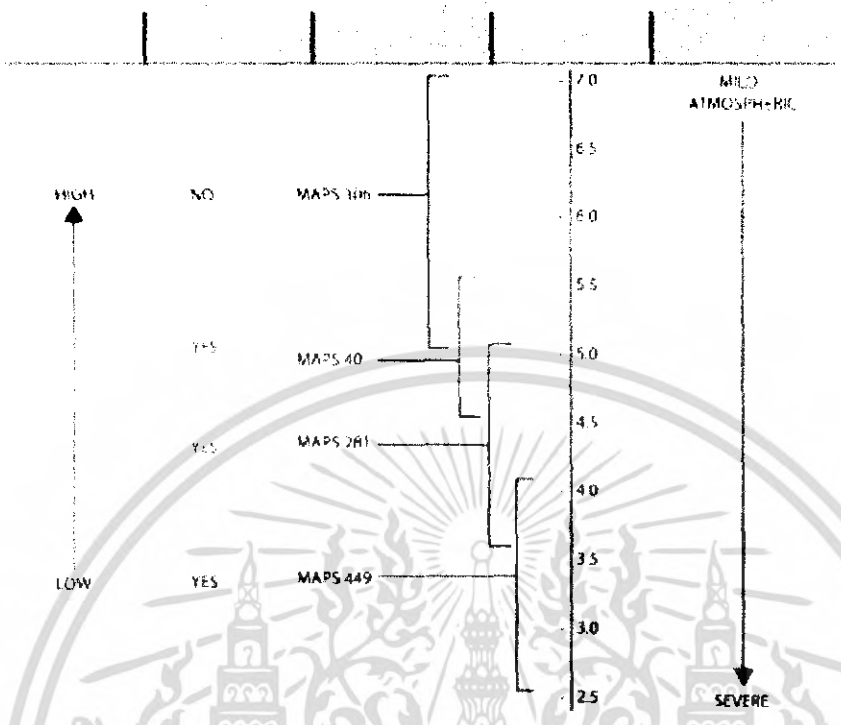
ผลิตภัณฑ์ซุปโดยทั่วไปจะต้องคำนึงถึงการเลือกแป้งที่จะใช้ทำซุปเป็นหลัก เนื่องจากความหนืดและรสสัมผัสที่ผู้บริโภคจะได้รับโดยตรงจากการรับประทานซุป โดยมากมักอาศัยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นหลักในการเลือกผลิตภัณฑ์แป้ง โดยเราจะดูคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการทั้งเรื่องเนื้อสัมผัส รสสัมผัสและอายุการเก็บรักษา ดูรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการว่าเป็น ผง น้ำ หรือแช่แข็ง และวิธีการนำไปใช้

โดยทั่วไปการทำอาหารที่รับประทานทันทีสามารถใช้แป้งธรรมดาได้ แต่ในทางอุตสาหกรรมแล้วพบว่าแป้งที่ไม่ได้ดัดแปรคุณสมบัติจะมีข้อจำกัดในการนำไปใช้คือ ไม่มีความคงตัว และเกิดการคืนรูป จึงได้มีการพัฒนาแป้งดัดแปรต่าง ๆ มาใช้มากขึ้น

แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (Starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี เป็นต้น มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมี และ/หรือ ทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือ เอนไซม์ และ/หรือ สารเคมีชนิดต่างๆแป้งเหล่านี้จะมีการพัฒนาคุณสมบัติต่าง ๆ ให้เหมาะกับการนำไปใช้ เช่น มีความคงตัว มีเนื้อสัมผัสดี ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535)

แป้งเอ็มเอพีเอส (MAPS) เป็นแป้งข้าวโพดดัดแปรชนิด waxy maize starch ที่ถูกดัดแปลงโดยการเชื่อมพันธะเป็นร่างแห และกระบวนการเติมหมู่อะซิติล โดยแป้งชนิดนี้จะสามารถทำให้เกิดเจลที่ตักได้ง่ายและมีความใส ซึ่งมีการนำมาใช้ในการผลิตซุปและซอสเป็นอย่างมาก เนื่องจากแป้งชนิดนี้มีเนื้อสัมผัสที่มีคุณภาพสูง มีความคงตัวที่ดี ให้รสสัมผัสที่ดี และจะมีความคงตัวในผลิตภัณฑ์แช่แข็ง ซึ่งให้ผลเหมือนกับช่วงต่าง ๆ ของแป้งมาซากะ โดยที่แป้งระดับต่าง ๆ จะมีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน (Penford.com, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 คุณสมบัติและการนำแป้งเอ็มเอพีเอสไปใช้ที่ระดับต่าง ๆ

ที่มา : Penford.com, 2005

ปัจจุบันผู้บริโภคมีการให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยของอาหารเพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากการที่ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน เช่น GMP HACCP จะเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคและเป็นสินค้าที่มีส่วนแบ่งในตลาดมากกว่า

การฆ่าเชื้อเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของอาหารในด้านความปลอดภัยและอายุการเก็บของอาหาร ผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จึงทำการฆ่าเชื้อด้วยการใช้หม้อฆ่าเชื้อ (Retort) เพื่อทำลายจุลินทรีย์ซึ่งมักเป็นปัญหาในการทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวต้องคำนึงถึงคุณภาพของอาหารภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการและก่อนถึงมือผู้บริโภคด้วย

การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยความร้อนที่ใช้นั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ในทางปฏิบัติมักทำได้เพียงการฆ่าจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเน่าเสียในสภาวะการเก็บรักษาปกติเท่านั้นซึ่งเรียกว่า " การฆ่าเชื้อเชิงการค้า" (Commercial Sterile) ซึ่งหมายถึง สภาวะที่ได้จากการให้ความร้อนอย่างเดียวในปริมาณที่เพียงพอ หรือใช้ความร้อนร่วมกับวิธีการอื่นที่จะทำให้อาหารปราศจากจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในลักษณะที่ไม่ต้องเก็บแช่เย็น ซึ่งเป็นสภาพปกติที่อาหารถูกเก็บรักษาหรือจัดจำหน่าย เซลล์ของสปอร์ของจุลินทรีย์สามารถทนความร้อนได้ต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยสำคัญ ได้แก่ 1) ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา 2) ปริมาณของเซลล์หรือสปอร์ของจุลินทรีย์เมื่อเริ่มให้ความร้อน 3) สภาพของจุลินทรีย์ในขณะให้ความร้อนที่มีผลต่อการทนความร้อน 4) ส่วนประกอบของอาหารที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อน

การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปอาหาร หมายถึง การใช้อุณหภูมิสูง ๆ เพื่อช่วยให้อาหารมีความคงตัว เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการเก็บรักษาถนอมอาหาร สามารถแบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะการถ่ายเทความร้อน และลักษณะการบรรจุของอาหารกระป๋องไว้ดังนี้คือ 1) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำผักน้ำผลไม้ นม ผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อม ผักบรรจุน้ำเกลือ เนื้อสัตว์บรรจุในน้ำเกลือซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ถ้ามีชิ้นใหญ่จะมีการพาความร้อนช้าลง 2) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาแต่ช้ากว่าแบบแรก เช่น ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้หรือเนื้อสัตว์ที่บรรจุแน่นขึ้น ทำให้มีน้ำซึ่งเป็นตัวพาความร้อนลดลง 3) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนจากการพาความร้อนเป็นการนำความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซุปบางชนิด หรืออาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบอยู่มาก 4) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำตลอด เช่น ผักที่บรรจุแน่นโดยไม่มีของเหลว ครีมซุป ผลิตภัณฑ์ในซอสข้น แยม เป็นต้น 5) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำ แล้วเป็นการพาความร้อนในช่วงหลังของการให้ความร้อน พบได้ในอาหารที่มีการละลายของเจล เช่น พุดดิงและน้ำมะเขือเทศบางชนิด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1.2.1 เพื่อศึกษาหาความเข้มข้นของแป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรในภาชนะปิดสนิท

1.2.3 เพื่อศึกษาหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรที่ผ่านสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ศึกษาหาความเข้มข้นของแป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ที่เหมาะสมที่เติมลงในผลิตภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในสภาวะที่กำหนด และทำการตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ การตรวจสอบทางเคมี การตรวจสอบทางกายภาพ และการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร

1.4.2 ได้ทราบถึงผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรในภาชนะปิดสนิท

1.4.3 ได้ทราบการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการหลังจากทำการฆ่าเชื้อและเก็บรักษาในระยะเวลาหนึ่ง

1.4.4 ได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาหาความเข้มข้นของแป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร

1.5.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรในภาชนะปิดสนิท

1.5.3 ศึกษาหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรที่ผ่านสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

เนื่องจากในปัจจุบันเป็นยุคที่มีการแข่งขันสูงในทุก ๆ ด้าน เช่น ด้านการศึกษา ด้านเศรษฐกิจ ด้านหน้าที่การงาน เป็นต้น จึงเป็นเหตุให้พฤติกรรมการบริโภคของผู้คนเปลี่ยนไป โดยเฉพาะผู้คนในเมืองใหญ่ คือต้องการความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ไม่มีเวลาที่จะปรุงอาหารแบบเดิม ๆ จึงต้องอาศัยอาหารสำเร็จรูป (Ready-to-eat) ที่มีอยู่มากมายในท้องตลาด แต่ในบางครั้งก็ด้อยคุณภาพและไม่มีคุณค่าทางอาหารมากนัก เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และเนื่องด้วยน้ำซุปที่ปรุงแต่งขึ้นจะมีอายุในการเก็บรักษาที่ค่อนข้างสั้น ดังนั้นจึงมีการหากรรมวิธีในผลิตซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรแบบถ้วยขึ้นเพื่อสะดวกต่อการบริโภคและเพื่อใช้ในการเก็บรักษาน้ำซุปให้ยังคงมีคุณภาพที่เหมือนเดิมหรือคล้ายเดิมมากที่สุด

ผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร ได้มีการพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้บริโภค เพราะสามารถรับประทานได้โดยใช้เวลาเพียงเล็กน้อยในการอุ่น มีประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นอาหารที่มีคุณค่าให้พลังงานได้ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ยังมีมาตรฐานที่ดีและสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานโดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางด้านต่าง ๆ อีกด้วย

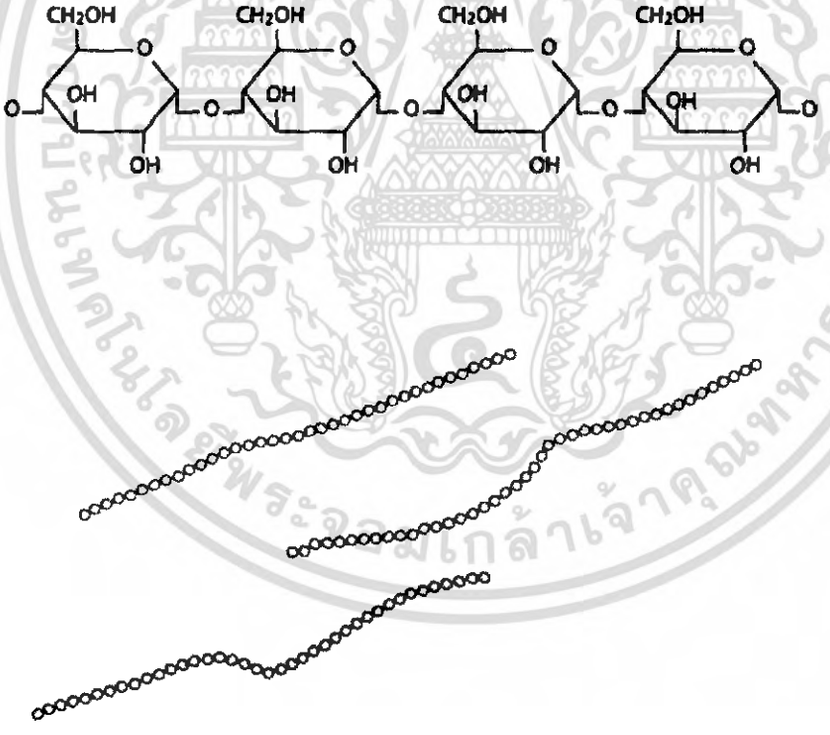
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 แป้ง (Starch)

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง พบในคลอโรพลาสต์ของใบและในส่วนประกอบที่พืชให้เป็นแหล่งเก็บอาหาร เช่น เมล็ดและหัว เป็นต้น แป้งประกอบไปด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 6:10:5 สูตรเคมีโดยทั่วไป คือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ โดย n = 300-100 มีโครงสร้างเป็นหน่วยของกลูโคส (anhydroglucose unit) ที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคสิดิก ซึ่งทางด้านตอนปลายของสายพอลิเมอร์ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 จะมีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ เรียกว่า หมู่รีดิวซิงก์อยู่ด้วย (กล้าณรงค์, 2542)

แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ พอลิเมอร์เชิงเส้น เรียกว่า "อะมิโลส" และพอลิเมอร์เชิงกิ่ง เรียกว่า "อะมิโลเพกทิน"

<u>อะมิโลส</u> (Amylose) เป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 2000 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยอัลฟา-หนึ่งสี่ พันธะกลูโคสิดิก ดังรูปที่ 2.1

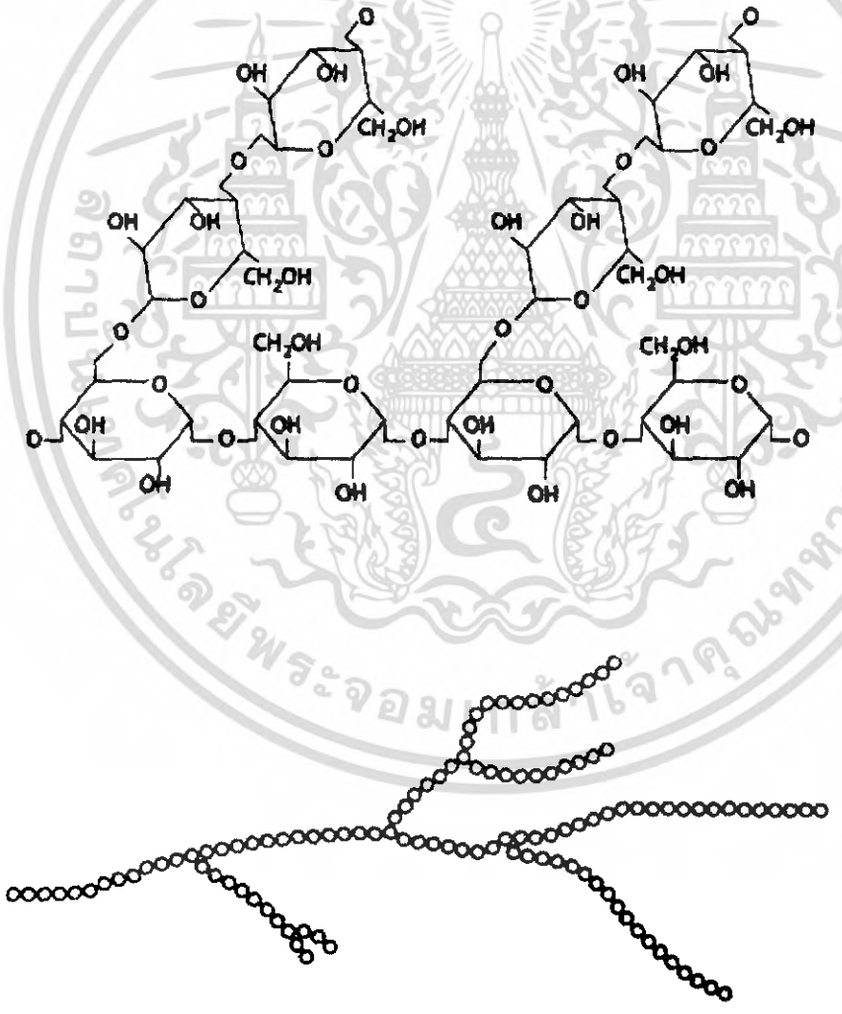


รูปที่ 2.1.1 โครงสร้างของอะมิโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของอะมิโลสขึ้นกับชนิดของแป้ง เช่น แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวสาลี จะมีอะมิโลสประมาณร้อยละ 28 สูงกว่าแป้งที่ได้จากพืชหัวพวกมันฝรั่ง และมันสำปะหลังซึ่งมีอะมิโลสประมาณร้อยละ 20 ในแป้งแต่ละชนิดจะมีระดับการเกิดพอลิเมอร์ของอะมิโลสแตกต่างกัน อะมิโลส สามารถทำปฏิกิริยากับไอโอดีนและสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด เช่น บิวทานอล กรดไขมัน ฟีนอล สารลดแรงตึงผิวและไฮโดรคาร์บอน ได้สารเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ โดยอะมิโลสจะอยู่ในรูปเกลียวล้อมรอบสารประกอบอินทรีย์เหล่านั้น

<u>อะมิโลเพกทิน</u> (Amylopectin) เป็นพอลิเมอร์เชิงกิ่งของกลูโคสซึ่งส่วนที่เป็นเส้นตรงของกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยอัลฟา-หนึ่งสี่ พันธะกลูโคสิดิกและส่วนที่เป็นกิ่งสาขาซึ่งเป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้นและมีระดับการเกิดโพลิเมอร์ (Degree of Polymerization, DP) อยู่ในช่วง 10 ถึง 60 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยอัลฟา-หนึ่งหก พันธะกลูโคสิดิก ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1.2 โครงสร้างของอะมิโลเพกทิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1.1 สมบัติที่แตกต่างกันของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน

อะมิโลส	อะมิโลเพกทิน
1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า	1. ละลายน้ำได้ดีกว่า
2. เมื่อต้มในน้ำจะหนืดข้นน้อยกว่า	2. เมื่อต้มในน้ำจะหนืดข้นมากกว่าแต่ใส
3. ให้สีน้ำเงินแก่สารไอโอดีน	3. ให้สีแดงม่วงหรือน้ำตาลแก่สารไอโอดีน
4. โมเลกุลกลูโคสต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะอัลฟา-หนึ่งสี่	4. โมเลกุลกลูโคสต่อกันเป็นกิ่งด้วยพันธะอัลฟา-หนึ่งสี่ และอัลฟา-หนึ่งหก
5. ประกอบด้วยกลูโคส 200- 2000 หน่วย	5. ประกอบด้วยกลูโคส 10000 หน่วย
6.เมื่อให้ความร้อนแล้วทิ้งไว้จะจับเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง	6. ไม่จับเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง

แป้งจากแหล่งที่ต่างกันจะมีอัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกทินที่แตกต่างกัน ทำให้สมบัติของแป้งแต่ละชนิดแตกต่างกันไปด้วย (ส่งแสง, 2544)

M.A.Rao (1997) กล่าวว่า แป้งเป็นส่วนประกอบของอาหารที่เป็นแหล่งพลังงาน และเป็นวัตถุดิบที่ช่วยเพิ่มความเหนียวแก่อาหาร แต่หากใช้ที่ความเข้มข้นสูงเกินไป อนุภาคของแป้งจะมีการพองตัวลดลง และอนุภาคจะเปลี่ยนแปลคุณสมบัติไปเมื่อโดนความร้อนสูง เช่นอัตราการไหล ความหนืด ขนาดอนุภาค

Hiroshi และ Mamoru (1996) ได้ทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งดัดแปรที่ใช้ในการทำพาสต้าซอสเมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยได้ทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแป้งในช่วงร้อยละ 0.5-5

Benedict และคณะ (2006) ศึกษาคุณสมบัติในการพองตัวของแป้งดัดแปรชนิด Cross-linked waxy maize โดยนำแป้งดัดแปรไปเพิ่มความร้อนที่อัตรา 10°ซ ต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 95°ซ และทำให้เย็นที่อัตราเดียวกัน พบว่า แป้งดัดแปรชนิด waxy maize จะมีความหนืดลดลงอย่างมาก และเกิดการเสียสภาพ (Significant level of breakdown) แต่แป้งที่ได้รับการดัดแปรชนิด Cross-linked waxy maize กลับมีความหนืดสูงกว่า และมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นในระหว่างการทำให้เย็น นอกจากนี้ยังไม่เกิดการเสียสภาพอีกด้วย

ชนิดของแป้ง

แป้งสามารถแบ่งตามแหล่งของแป้งออกได้เป็น 3 ชนิด (กล้าณรงค์, 2542) คือ

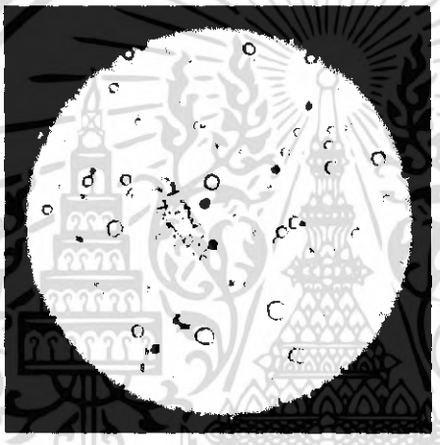
1. <u>แป้งจากธัญพืช</u> มีรูปแบบการพองตัวและละลาย 2 ขั้น แสดงถึงแรงของพันธะในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ พันธะบริเวณผลึก และบริเวณอสัณฐานของเม็ดแป้ง แป้งจำพวกนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีจำนวนพันธะสูงสุด แต่มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำสุด เนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสสูง ซึ่งอะมิโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้พองตัวได้ต่ำ

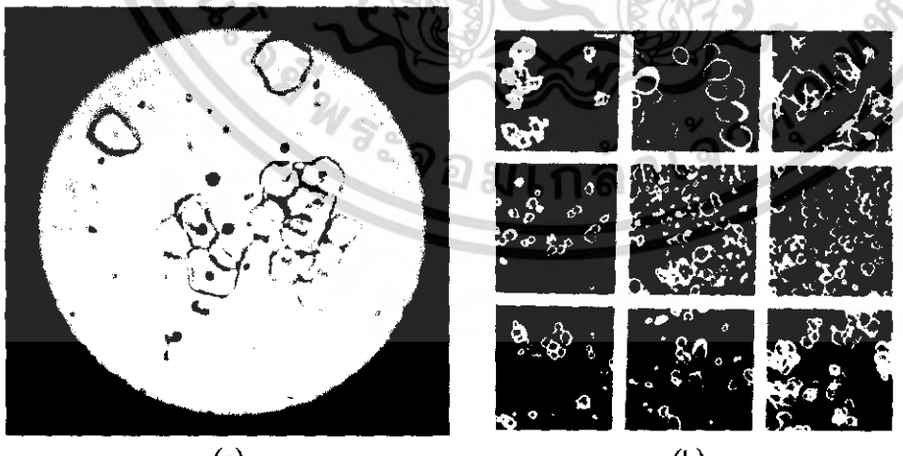
2. <u>แป้งจากส่วนราก</u> เช่น แป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น แป้งชนิดนี้มีการพองตัวเพียงขั้นเดียว กำลังการพองตัวและการละลายมีค่าสูงกว่าแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีจำนวนพันธะน้อยกว่า แป้งจากส่วนรากจะเกิดเจลาติไนซ์ (Gelatinize) ที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช

3. <u>แป้งจากส่วนหัว</u> เช่น แป้งมันฝรั่ง เป็นต้น แป้งชนิดนี้จะมีการพองตัวสูง เนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ นอกจากนี้หมู่ฟอสเฟตภายในแป้งมันฝรั่งยังทำให้เกิดการพองตัวสูงขึ้น เนื่องจากสามารถก่อให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้าได้ การพองตัวในแป้งจากส่วนหัวจะเกิดเพียงขั้นเดียวและเกิดที่อุณหภูมิต่ำ รูปแบบนี้จะเป็นลักษณะของแป้งที่เป็นโพลีอิเลกโตรไลต์ (Polyelectrolyte)



รูปที่ 2.1.3 โครงสร้างของแป้งข้าวเจ้าภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ที่มา : Cybercolloids Photograph Library, 2004



(a) (b)

รูปที่ 2.1.4 (a),(b) โครงสร้างของแป้งข้าวโพดภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ที่มา : (a) Cybercolloids Photograph Library , 2004

(b) Keeling , 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งดัดแปร (Modified starch)

แป้งดัดแปรตามข้อกำหนดมอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งสาลี เป็นต้น มาเปลี่ยนสมบัติทางกายภาพและ/หรือทางเคมี ด้วยวิธีทางกายภาพและ/หรือทางเคมี หรือด้วยเอนไซม์ ซึ่งจะทำให้ได้แป้งที่มีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมและมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น สารความคงตัว มีเนื้อสัมผัสดี ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535)

การดัดแปรแป้ง

การดัดแปรแป้ง คือ การนำแป้งมาเปลี่ยนสมบัติทางเคมี กายภาพ จากเดิมด้วยความร้อนหรือเอนไซม์ หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงข้อด้อยของแป้งที่ไม่ผ่านการดัดแปรให้มีคุณภาพดีขึ้นเหมาะสมกับการนำไปใช้ ทั้งในด้านการละลายน้ำ ความคงตัว การทนต่อความร้อน ทนต่อความเย็น (Penford.com, 2005) แป้งที่ผ่านการเปลี่ยนสมบัติดังกล่าวนี้จึงเรียกว่า "แป้งดัดแปร" ซึ่งการดัดแปรแป้งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีด้วยกัน

การแบ่งประเภทการดัดแปรแป้ง

Bemiller (1997) อ้างด้วยกล้าณรงค์ (2542) สรุปการแบ่งประเภทการดัดแปรแป้งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ การดัดแปรทางเคมี (Chemical Modification) การดัดแปรทางกายภาพ (Physical Modification) และการดัดแปรทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology Modification)

<u>การดัดแปรทางเคมี</u> (Chemical Modification)

การดัดแปรแป้งทางเคมีส่วนใหญ่ ทำปฏิกิริยาในสภาพแป้งแขวนลอยที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาติไนเซชั่น โดยสารเคมีจะเข้าทำปฏิกิริยากับแป้งบริเวณพื้นผิวเม็ดแป้งส่วนที่เป็นผลึกและภายในส่วนอสัณฐาน ซึ่งปกติในเม็ดแป้งแห้งสารเคมีไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยาได้ แต่ในเม็ดแป้งที่ชุ่มน้ำหรือที่ผ่านการปรับสภาพด้วยด่าง เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและสามารถให้สารเคมีที่มีน้ำหนักโมเลกุลไม่เกิน 1000 เข้าทำปฏิกิริยา

การดัดแปรทางเคมีสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

1. <u>การทำให้เกิดอนุพันธ์</u> (Derivatization) เป็นการแทนที่สารในโมเลกุลของแป้งโดยการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น เช่น แป้งแอซิเทต (Acetate starch) หรือปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชัน เช่น แป้งไฮดรอกซีเอทิล (Hydroxyethyl starch) หรือการแทนที่โมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่าหนึ่งหมู่ เช่น แป้งครอสลิงค์ (Cross-linked starch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การลดขนาดโมเลกุลแป้งโดยกรด (Acid Thining) เช่น แป้งดัดแปรด้วยกรด (Acid modified starch)

3. การออกซิเดชัน (Oxidation) เป็นการฟอกสีและลดขนาดโมเลกุลของแป้งโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Bleaching และ Depolymerixation) เช่น แป้งออกซิไดส์ (Oxidized starch)

4. การเกิดเดกซ์ทริไนเซชัน (Dextrinization) เป็นการลดขนาดโมเลกุลของแป้งหรือเปลี่ยนการจับเกาะ (Depolymerization transglycosylation) โดยใช้ความร้อน หรือความร้อนกับกรด เช่น แป้งเดกซ์ทริน (Dextrin) และมอลโตเดกซ์ทริน (Maltodextrin)

5. การย่อยสลาย (Hydrolysis) เป็นการย่อยใช้น้ำย่อย หรือน้ำกรด เพื่อย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็ก เช่น แป้งดัดแปรโดยเอนไซม์ (Enzymatically modified starch)

ปฏิกิริยาทางเคมีที่นิยมใช้ในการดัดแปรแป้งมี 3 ชนิด คือ

1. อีเทอร์ฟิเคชัน (Etherification) คือ ปฏิกิริยาที่เกิดการแทนที่ในโมเลกุลกลูโคสของแป้งโดยแขนอีเทอร์

2. เอสเทอร์ริฟิเคชัน (Esterification) คือ ปฏิกิริยาที่เกิดการแทนที่ในโมเลกุลกลูโคสของแป้งโดยแขนเอสเทอร์

3. ครอสลิงกิง (Cross-linking) คือ ปฏิกิริยาที่เกิดการแทนที่ในโมเลกุลกลูโคสของแป้งด้วยหมู่ฟังก์ชันได้มากกว่า 1 หมู่

หลังการดัดแปรทางเคมีจะทำให้คุณสมบัติของแป้งเปลี่ยนไป เช่น การดัดแปรด้วยกรดจะทำให้เกิดการแตกออกของพันธะภายในร่างแห ทำให้เม็ดแป้งแตกออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ การละลายและการพองตัวสูงขึ้น การทำครอสลิงค์จะทำให้ความแข็งแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งเพิ่มขึ้น ความสามารถในการพองตัวและการละลายลดลง

การดัดแปรทางกายภาพ (Physical Modification)

การดัดแปรด้วยวิธีทางกายภาพ เป็นการดัดแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ความดัน ความชื้น เป็นต้น การดัดแปรแป้งด้วยวิธีนี้จะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปใน 2 ลักษณะคือ

1. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพ - เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคงสภาพรูปร่างแกรนูล ได้แก่ การแปรรูปด้วยวิธีอบที่อุณหภูมิสูงภายใต้ความชื้นต่ำ และการเปลี่ยนแปลงแบบทำลายรูปร่างแกรนูล ได้แก่ การแปรรูปเชิงกลด้วยการบด การแปรรูปด้วยการพรีเจลาติไนเซชัน

2. การเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุล - เป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลขนาดใหญ่หรือระดับโมโนเมอร์ เช่น การสลายตัวด้วยความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดัดแปรทางกายภาพสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

1. เจลาติไนเซชั่น (Gelatinization) เป็นการให้ความร้อนแก่แป้งจนผ่านขั้นตอนการเกิดเจลาติไนเซชั่นแล้วทำให้แห้งทันที เช่น แป้งพรีเจลาติไนซ์ (Pregelatinized starch)

2. แป้งละลายน้ำเย็น (Granular cold-water soluble starch : GCWSS) เป็นการแปรรูปแป้งจนได้แป้งที่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการเกิดเจลาติไนเซชั่น

3. การลดขนาดเม็ดแป้งโดยทางกล เป็นการทำให้เม็ดแป้งแตกโดยทางกล จะทำให้เม็ดแป้งมีขนาดเล็กกว่าปกติ

4. การแปรรูปด้วยความร้อนชื้น (Heat moisture treatment) เป็นการให้ความร้อนแก่แป้งที่สูงกว่าจุดเจลาติไนเซชั่นในขณะที่แป้งมีความชื้นต่ำ

5. แอนนิลลิง (Annealing) เป็นการให้ความร้อนในขณะที่เม็ดแป้งอยู่ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเจลาติไนเซชั่น

การดัดแปรทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnological Modification)

การดัดแปรด้วยวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเพื่อให้ได้แป้งที่มีลักษณะตามที่ต้องการ ปัจจุบันได้มีการนำแป้งดัดแปรมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมกาว และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น ในประเทศไทยมีการผลิตแป้งหลายชนิด เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง อยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีราคาถูกและเป็นการสนับสนุนการใช้ทรัพยากรภายในประเทศ

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของแป้งโดยใช้การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม เช่น

1. แวกซ์ซี่ สตาร์ช (Waxy starch) คือ แป้งที่มีอะมิโลสต่ำหรือไม่มีเลย

2. ไฮอะมิโลส สตาร์ช (High-amylose starch) คือ แป้งที่มีอะมิโลสสูง

เนื่องจากผลิตภัณฑ์แป้งดัดแปรที่ใช้ในการทดลองนี้คือแป้งเอ็มเอพีเอส 449 เพียงชนิดเดียว จึงจะขอพูดถึงรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยงข้องกับแป้งชนิดนี้เท่านั้น

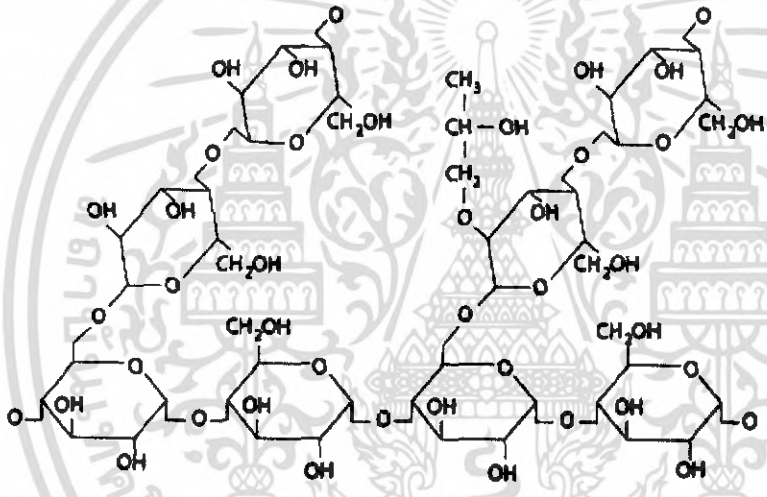
แป้งเอ็มเอพีเอส (MAPS) เป็นแป้งข้าวโพดดัดแปรชนิด waxy maize starch ที่ถูกดัดแปลงโดยการเชื่อมพันธะเป็นร่างแห และกระบวนการเติมหมู่อะซิติล โดยแป้งชนิดนี้จะสามารถทำให้เกิดเจลที่ตักได้ง่ายและมีความใส ซึ่งมีการนำมาใช้ในการผลิตซุปและซอสเป็นอย่างมาก เนื่องจากแป้งชนิดนี้มีเนื้อสัมผัสที่มีคุณภาพสูง มีความคงตัวที่ดี ให้รสสัมผัสที่ดี และจะมีความคงตัวในผลิตภัณฑ์แช่แข็ง (penford.com, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Steve (2004) ได้ทำการเปรียบเทียบแป้งชนิดธรรมดากับชนิด waxy ที่มีการทำดรอสลิงก์ พบว่าแป้งสามารทนต่อการแช่เย็นและละลาย (Freeze and Thaw) ได้โดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ซึ่งพบว่าข้อดีดังกล่าวเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเนื่องจากแป้งในอาหารจะมีความคงตัวไม่คืนรูป

การเติมหมู่อะซิติล (Acetylation) และการเติมหมู่ไฮดรอกซีโพรพิว (Hydroxypropylation)

แป้งที่เป็นร่างแหสามารถถูกย่อยสลายได้เมื่อถูกแช่แข็ง แต่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาชนิดนี้ได้ด้วยการแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในสายโซ่ของแป้งด้วยหมู่เคมี ซึ่งจะเป็นการยากที่จะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับแป้งโมเลกุลใกล้เคียง การแทนที่ด้วยวิธีการดรอสริงกิงทำให้เกิดแป้งดัดแปรแบบ 2 ชั้น ในขณะที่การย่อยสลายจะมีแนวโน้มลดลง หมู่ไฮโดรคาร์บอนที่นิยมนำมาเติมในปฏิกิริยาคือหมู่อะซิติล (acetyl) และหมู่ไฮดรอกซีโพรพิว (hydroxypropyl)



รูปที่ 2.1.5 การเติมหมู่ไฮดรอกซีโพรพิว

ที่มา : Penford.com , 2005

ในกระบวนการผลิตโดยทั่วไปมักจะทำการผสมแป้งภายใต้สภาวะที่เป็นด่าง และจะนิยมใช้สารจำพวกอะซิติกแอนไฮไดรด์ (acetic anhydride) หรืออัลคิลีนออกไซด์ (alkylene oxide) ซึ่งขึ้นอยู่กับหมู่ที่นำมาใช้ในการแทนที่ จากนั้นแป้งจะถูกทำให้เป็นกลาง ทำการกรอง ทำการล้าง และทำให้แห้ง

ผลของการแทนที่จะทำให้เกิดการแยกโมเลกุลของแป้งออกจากแกรนูล การดูดซึมน้ำจะทำได้ง่ายขึ้น และอุณหภูมิของจุดเจลาตินไนซ์จะต่ำลงประมาณ 2-10°ซ โดยขึ้นกับระดับของหมู่ที่นำมาแทนที่

แป้งดัดแปรชนิดนี้จะไม่ถูกทำลายแม้ว่าอุณหภูมิจะต่ำลงกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ โดยยังคงรักษาโครงสร้างสั้นของแป้ง แรงเฉือน และความต้านทานการเป็นกรดของแป้งดรอสลิงก์เอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์แป้งของบริษัทเพนฟอร์ดที่มีการเติมหมู่อะซิติลและทำการครอสลิงก์ที่เป็นที่รู้จักคือ อะซิทิลเลทไดสตาร์ช (Acetylated di-starch) และผลิตภัณฑ์แป้งที่มีการเติมหมู่ไฮดรอกซีโพรพิวคือ ไฮดรอกซีโพรพิเลทไดสตาร์ช (hydroxypropylated di-starch) โดยมีช่วงพีเอชที่มีความคงตัวของแป้งแต่ละชนิดดังตารางที่ 2.2 (penford.com, 2005)

ตารางที่ 2.1.2 ช่วงพีเอชที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แป้งแต่ละชนิดมีความคงตัว

Acetylated di-starch phosphate	pH	Hydroxypropylated di-starch phosphate	pH
MAPS 306	5.0-7.0	Fieldcleer 714	4.5-7.0
MAPS 40	4.5-5.5	Fieldcleer 839	3.5-5.0
MAPS 281	3.5-5.5	Fieldcleer 910	2.5-4.0
MAPS 449	2.5-4.0	Fieldcleer 836	2.0-3.0

แป้งเอ็มเอพีเอส 449 (MAPS 449)

แป้งเอ็มเอพีเอส 449 (MAPS 449) ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทเพนฟอร์ต (Penford) ที่จัดจำหน่ายและนำเข้าโดยบริษัท นูทริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งมีรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้ (Penford, 2005)

ข้อมูลทั่วไป

เป็นแป้งดัดแปรชนิด waxy maize ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มีลักษณะเป็นผงสีขาว

คุณสมบัติของแป้ง

แป้ง MAPS 449 เมื่อผ่านการปรุงแล้วจะแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติในการคงตัวต่อการแช่-แข็งและละลาย (Freeze thaw stability) ได้เป็นอย่างดี โดยแป้งจะจับตัวเป็นเจลชนิดที่ไม่แข็งตัว มีความเรียบมัน และมีโครงสร้างที่สั้น เจลจากแป้งนี้จะสามารถทนต่อสภาวะการผลิตที่รุนแรง เช่น การให้ความร้อนเป็นเวลานาน เป็นต้น เหมาะสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีพีเอชต่ำ (พีเอช 3.3)

การนำไปใช้

แป้ง MAPS 449 เหมาะสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งและแช่เย็น ซอส ส่วนของครีมแต่งหน้าในพายผลไม้ และมายองเนส

การบรรจุ

บรรจุ 25 กิโลกรัม ภายในถุงกระดาษหลายชั้นที่มีการป้องกันความชื้น

การระบุฉลาก

จัดเป็นสารประเภทที่ทำให้เกิดความข้นหนืด (Thickener 1422)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษา

หากทำการเก็บภายใต้สภาวะปกติในห้องเก็บโดยไม่มีการเปิดถุงออก จะสามารถเก็บไว้ได้นานอย่างไม่จำกัด แต่ถึงอย่างไรก็ควรจะมีการสลับสับเปลี่ยนการเก็บบ้าง

การวิเคราะห์ทั่วไป

ความชื้น	ร้อยละ 11.0 - 14.0
พีเอช (เมื่อใช้สารละลายแป้งร้อยละ 10)	5.0 - 7.0
โปรตีน (N x 6.25)	มากสุดไม่เกินร้อยละ 0.6
เถ้า	ร้อยละ 0.5
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	มากสุดไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
สารหนู (Arsenic)	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ตะกั่ว	มากสุดไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
โลหะหนัก (รวมตะกั่ว)	มากสุดไม่เกิน 40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ความหนืด	300-500 บียู ที่อุณหภูมิ 92°ซ เมื่อเวลา 15 นาที
	450-750 บียู ที่อุณหภูมิ 50°ซ เมื่อเวลา 10 นาที

ปริมาณจุลินทรีย์

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	มากสุดไม่เกิด 10,000 ต่อกรัม
ยีสต์	มากสุดไม่เกิด 500 ต่อกรัม
รา	มากสุดไม่เกิด 500 ต่อกรัม
โคลิฟอร์ม (MPN)	น้อยกว่า 3 ต่อกรัม
E. coli (MPN)	น้อยกว่า 3 ต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การบรรจุกระป๋องและบรรจุภัณฑ์

การบรรจุกระป๋อง (canning) หมายถึง การเก็บรักษาอาหารในภาชนะปิดสนิท โดยไม่ให้อากาศ จุลินทรีย์ หรือสิ่งอื่น ๆ ผ่านเข้าได้อีก ซึ่งในทางอุตสาหกรรมอาหารเรียกภาชนะในกลุ่มนี้ว่า "hermetic container" เมื่อบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทแล้วจะนำไปฆ่าเชื้อ ซึ่งอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อจะขึ้นกับลักษณะของอาหาร ชนิดของอาหาร โดยเฉพาะความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารเป็นสำคัญ ภาชนะที่บรรจุอาหารซึ่งสามารถปิดได้สนิทไม่จำเป็นต้องเป็นกระป๋องเพียงอย่างเดียว หมายถึงรวมขวดแก้ว มีการพัฒนาเป็นพลาสติก ปัจจุบันมีการใช้ถุงกระดาษเคลือบโลหะและพลาสติก

บรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ถือเป็นตัวกลางในการนำอาหารไปสู่มือผู้บริโภค ในอดีตบรรจุภัณฑ์อาจไม่ใช่สิ่งที่จำเป็นนัก เนื่องจากสภาพแวดล้อมยังไม่มีมลพิษหรือยังไม่มีเทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัย แต่ในปัจจุบันบรรจุภัณฑ์กับเข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น และมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการบรรจุอาหาร เราจำเป็นต้องพิจารณาอย่างละเอียดในการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการบรรจุอาหาร เนื่องจากอาหารสามารถทำปฏิกิริยากับบรรจุภัณฑ์ได้ สิ่งที่เกิดขึ้นอาจเป็นกระบวนการทางเคมี ทางกายภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหารและบรรจุภัณฑ์ทั้งสิ้น เช่น ซอสที่มีรสเปรี้ยวมีความเป็นกรดสูง หากผู้ผลิตเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นพลาสติก ซึ่งไม่มีคุณสมบัติที่ทนต่อกรด กรดจะทำให้โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์เปลี่ยนรูปและทำให้ซอสที่บรรจุอยู่ภายในได้รับการปนเปื้อนสารเคมีที่ซึมออกมาจากบรรจุภัณฑ์ได้ (สุพจน์, 2547)

ประเภทของบรรจุภัณฑ์

โดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นตัวนำผลผลิต จากกระบวนการผลิตผ่านการขนย้าย การเก็บในคลังสินค้า การขนส่ง การจัดจำหน่าย เปิดโอกาสให้เลือกซื้อและอำนวยความสะดวกในการบริโภค จากขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้จึงสามารถแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์ตามหลักในการออกแบบได้เป็น 3 จำพวก คือ

1. <u>บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ</u> (Primary Packaging) - เป็นบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ชั้นในสุดสัมผัสกับอาหารโดยตรง ตัวอย่างเช่น ซองบรรจุน้ำตาล

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นในมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา 2 ประการคือ อันดับแรกจะต้องมีการทดสอบจนมั่นใจว่าอาหารที่ผลิต และบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้จำเป็นต้องเข้ากันได้ (Compatibility) กล่าวคือตัวอาหารจะไม่ทำปฏิกิริยากับบรรจุภัณฑ์ ปฏิกิริยาที่เกิดนี้อาจจะเกิดจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกตัวของเนื้อวัสดุบรรจุภัณฑ์เข้าสู่อาหาร (Migration) หรือการทำให้บรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงรูปทรงไป เช่นในกรณีการบรรจุอาหารใส่เข้าไปในบรรจุภัณฑ์ขณะที่อาหารยังร้อนอยู่ (Hot Filling) เมื่อเย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องจะทำให้รูปทรงของบรรจุภัณฑ์บุดเบี้ยวได้ ซึ่งจะพบบ่อยมากในขวดพลาสติกทรงกระบอก ซึ่งแก้ไขได้โดยการเพิ่มร่องบนผิวทรงกระบอกหรือเปลี่ยนรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมมุมมน นอกเหนือจากความเข้ากันได้ของอาหารและบรรจุภัณฑ์แล้วปัจจัยอันดับต่อมาที่ต้องพิจารณา คือ จะต้องทราบว่าบรรจุภัณฑ์ชั้นในเป็นบรรจุภัณฑ์ที่วางขายบนชั้นวางหรือไม่ ในกรณีที่จำเป็นต้องวางขายแสดงตัวบนชั้นวางการออกแบบด้านความสวยงาม การสื่อสารความหมายและภาพพจน์จะเริ่มเข้ามามีบทบาทในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2. บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging) - เป็นบรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชั้นแรกเข้าด้วยกัน เพื่อเหตุผลในการป้องกันหรือจัดจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้นหรือด้วยเหตุผลในการขนส่ง ตัวอย่างเช่น กล่องกระดาษแข็ง หรือถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล

บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้มักจะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ต้องวางแสดงบนชั้นวาง ณ จุดขาย ดังนั้นในการออกแบบการเน้นความสวยงามและภาพพจน์ของบรรจุภัณฑ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในทางกลับกันถ้าบรรจุภัณฑ์ชั้นในได้รับการออกแบบอย่างสวยงาม ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้อาจจะทำการเปิดเป็นหน้าต่างเพื่อให้เห็นถึงความสวยงามของบรรจุภัณฑ์ชั้นในที่ออกแบบมาอย่างดีแล้ว

3. บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามหรือตติยภูมิ (Tertiary Packaging) - เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่หลักในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ซึ่งอาจแบ่งย่อยเป็น 3 ประเภท คือ

3.1 *บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งผลิตถึงแหล่งขายปลีก* เมื่อสินค้าได้รับการจัดเรียงบนชั้นวางหรือคลังสินค้าของแหล่งขายปลีก แล้วบรรจุภัณฑ์ขนส่งก็หมดหน้าที่การใช้งาน ตัวอย่างเช่น เพลเลต (Pellet)

3.2 *บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ระหว่างโรงงาน* เป็นบรรจุภัณฑ์ที่จัดส่งสินค้าระหว่างโรงงาน ตัวอย่างเช่น ลังใส่ซองพริกป่น ถุงน้ำจิ้ม เป็นผลผลิตจากโรงงานผลิตส่งไปยังโรงงานอาหารสำเร็จรูปเพื่อทำการบรรจุไปพร้อมกับอาหารหลัก

3.3 *บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งขายปลีกไปยังมือผู้บริโภค* เช่น ถุงต่าง ๆ ที่ร้านค้าใส่สินค้าให้ผู้ซื้อ

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นสามนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ส่วนข้อมูลรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ขนส่งจะช่วยในการจัดส่งเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง

72578
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุภัณฑ์โลหะ

โลหะในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์วัสดุที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

<u>เหล็กเคลือบดีบุก</u> - เป็นบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมและสภาวะอากาศ การลงทุนในการผลิตไม่สูงนักและไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้บรรจุอาหารได้ดี เนื่องจากสามารถปิดผนึกได้สนิทและฆ่าเชื้อได้ด้วยความร้อน ในแง่ของสิ่งแวดล้อมสามารถแยกออกจากขยะได้ง่ายด้วยการใช้แม่เหล็ก

<u>อะลูมิเนียม</u> - มักใช้ในรูปเปลวอะลูมิเนียมหรือกระป๋อง มีน้ำหนักเบา อีกทั้งมีความแข็งแรงทนต่อการซึมผ่านของอากาศ ก๊าซ แสง และกลิ่นรสได้ดี ในรูปของอะลูมิเนียมมักใช้เคลือบกับวัสดุซึ่งให้ภาพลักษณ์ที่ดี เนื่องจากความเงาวับของอะลูมิเนียม และเป็นตัวเหนี่ยวนำความเย็นได้ดี (ปุ่น และสมพร, 2541)

การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์

การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมควรพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ (สุพจน์, 2547)

1. ควรทราบข้อมูลทางธรรมชาติของสินค้าหรือการเสื่อมสภาพ ความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้นกับตัวสินค้า เช่น การแตกหัก การเน่าเสีย การเกิดกลิ่น รสชาติเปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังต้องทราบคุณสมบัติทางกายภาพของสินค้า เช่น ชนิดผง ชนิดเม็ด ของเหลว ก๊าซ และตลอดจนรูปร่างของสินค้า น้ำหนัก ปริมาตร

2. ควรทราบสภาพแวดล้อมในการผลิต การบรรจุ การขนส่ง และการจัดจำหน่าย เพราะการลำเลียงขนส่งจะก่อให้เกิดความเสียหายได้ เช่น ตู้ขนส่งสินค้า จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้าย เส้นทางการขนส่ง สภาพอากาศ และสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

3. ทราบความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายว่าต้องการสิ่งใดจากบรรจุภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นความสะดวกสบาย ความสวยงาม และกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เป็นข้อกำหนดของสินค้า และบรรจุภัณฑ์ ฉลากอาหาร เป็นต้น

ตารางที่ 2.2.1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับประเภทของอาหารแปรรูป

กลุ่มอาหาร	ประเภทบรรจุภัณฑ์	คำแนะนำและเหตุผล
1. อาหารถนอมด้วยน้ำตาลและทำแห้ง	1.1 ซองพลาสติกโพลีเอทธิลีน (PE)	มีราคาถูกและปิดผนึกด้วยความร้อนได้ง่าย
	1.2 ซองพลาสติกโพลีโพรไพลีน (PP)	สามารถป้องกันความชื้นได้ดี แต่ปิดผนึกยากกว่าฟิล์ม PE เนื้อพลาสติกมีความใส ช่วยเพิ่มคุณค่าสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มอาหาร	ประเภทบรรจุภัณฑ์	คำแนะนำและเหตุผล
	1.3 เซลโลเฟนหรือกระดาษแก้ว	สามารถป้องกันความชื้นได้ระดับหนึ่งมักนิยมใช้ห่อปิดปลาย (Twist Wrap)
	1.4 กระป๋องพลาสติก หรือกระบอกพลาสติกมีฝาปิด	เห็นสินค้าได้รอบตัว ควรปิดฝาด้วยเทปให้สนิท
	1.5 ถาดพลาสติกใสชนิดมีฝาเป็นแบบกาบหอย	ควรปิดฝาด้วยความร้อนแทนที่จะใช้ลวดตะเข็บหรือใช้เทป
	1.6 กระป๋องโลหะ	สามารถสร้างจุดเด่นที่ดีให้แก่สินค้าและแปลกใหม่แต่มีมูลค่าสูง
	1.7 กระป๋องกระดาษ	คล้ายคลึงกับกระป๋องโลหะแต่พิมพ์สวยงามได้ง่ายกว่า
	1.8 ถุงเคลือบหลายชั้น อาจใช้แบบวางตั้งได้ อาจมีซิปด้วย	เป็นบรรจุภัณฑ์รูปลักษณ์ใหม่ก่อให้เกิดความสะดวกในการบริโภคเปิดโอกาสให้ใช้เทคนิคระบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น ระบบสุญญากาศ ระบบการปรับสภาวะ (MAP) เป็นต้น ซึ่งช่วยยืดอายุอาหารเก็บได้นาน
2. อาหารหมักดอง	2.1 กระป๋องโลหะ	เหมาะกับอาหารที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อ มีขนาดมาตรฐานจัดหาง่าย
	2.2 บรรจุภัณฑ์แก้ว	เหมาะสำหรับอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ทั้งนี้จะ ต้องใช้ฝาปิดได้สนิท ความใสและคุณสมบัติของแก้วมีส่วนช่วยเพิ่มคุณค่าของสินค้า
	2.3 ถุงพลาสติก PE	เหมาะกับการจำหน่ายวันต่อวัน
	2.4 ปี๊บ	ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ขนส่ง ถ้าใช้ปี๊บเปล่าควรพิจารณาสารเคลือบที่เหมาะสม หรืออาจใช้ถุง PE อย่างหนาเป็นบรรจุภัณฑ์ชั้นใน
	2.5 ถุงต้มได้ หรือ Retort Pouch	โครงสร้างพื้นฐานเป็นฟิล์มเคลือบของ PET เคลือบกับเปลวอะลูมิเนียมและ CPP สามารถฆ่าเชื้อสินค้าพร้อมถุงได้ ถุงอาจมีราคาแพงแต่จะช่วยลดค่าขนส่งและช่วยถนอมคุณค่าอาหารได้ดีกว่าอาหารกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มอาหาร	ประเภทบรรจุภัณฑ์	คำแนะนำและเหตุผล
	2.6 ถุงพลาสติกในกล่องกระดาษลูกฟูก (Bag-In-Box)	ถุงพลาสติกและกล่องกระดาษลูกฟูกสามารถแยกออกจากกันได้และพับเก็บได้ง่าย ตัวกล่องกระดาษลูกฟูกสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ เปลี่ยนเฉพาะแต่ถุงพลาสติกซึ่งวัสดุนี้จัดว่าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
3. อาหารถนอมด้วยการฆ่าเชื้อที่มีความร้อนสูง	3.1 ขวดแก้ว	มีขนาดขวดมาตรฐานจากผู้ผลิต ควรเลือกฝาที่มีคุณภาพสูง ทนอุณหภูมิฆ่าเชื้อได้
	3.2 กระป๋อง หรือ Retort Pouch	มีขนาดมาตรฐานจำเพาะของสินค้าแต่ละประเภทและฆ่าเชื้อได้ง่าย ถุงเคลือบหลายชั้นมีศักยภาพสูงใช้ปริมาณวัสดุบรรจุภัณฑ์ต่อหน่วยสินค้าน้อย จึงเป็นการสนองตอบต่อการรณรงค์ลดปริมาณขยะ
	3.3 ถุงพลาสติกในกล่องกระดาษลูกฟูก (Bag-In-Box)	พิจารณาใช้พลาสติกที่ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนได้ เช่น CPP สามารถลดต้นทุนขนส่งได้
4. เครื่องเทศ	4.1 ขวดแก้ว	บรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บกลิ่นได้ดี ไม่ยอมให้อากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับเครื่องเทศ เว้นแต่การปิดผนึกไม่ดี สร้างภาพพจน์ของสินค้าให้ดูมีราคา
	4.2 ขวดพลาสติก	ควรพิจารณาเลือกพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง เช่น HDPE เพื่อป้องกันกลิ่นซึมผ่านวัสดุบรรจุภัณฑ์
	4.3 ซองเคลือบหลายชั้น (Laminated Film)	เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บริโภคครั้งเดียว ควรพิจารณาซองที่เคลือบด้วยเปลวอะลูมิเนียม ซึ่งสามารถเก็บรักษากลิ่นได้ดี
5. เบเกอรี่	5.1 กล่องกระดาษแข็ง	บรรจุภัณฑ์ที่สามารถพิมพ์ตกแต่งได้อย่างสวยงาม ราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มอาหาร	ประเภทบรรจุภัณฑ์	คำแนะนำและเหตุผล
และขนม	5.2 ถาดพลาสติกใสแบบ	สามารถมองเห็นสินค้า เพิ่มคุณค้าให้แก่
หวาน	กาบหอย (Clam Shell)	สินค้า ถ้าใช้พลาสติกที่มีอัตราการซึมผ่าน
		ของก๊าซน้อย สามารถใช้เทคนิคระบบบรรจุ
		ภัณฑ์สมัยใหม่ เช่น การปรับสภาวะโดยการ
		ฉีดก๊าซเฉื่อย (ไนโตรเจนหรือ
		คาร์บอนไดออกไซด์) เพื่อยืดอายุอาหาร แต่
		ตัวฝาต้องปิดสนิทด้วยความร้อนได้
	5.3 ถาดพลาสติกหรือกระดาษปิด	ราคาถูกกว่า แต่ต้องคัดเลือกประเภทของ
	ผนึกด้วยความร้อนบนแผ่นฟิล์ม	พลาสติกให้เหมาะสมกับสินค้า และสามารถ
		ใช้เทคนิคการปรับสภาวะได้
	5.4 ถาดอะลูมิเนียมพร้อมฝาทำ	มีราคาสูงแต่สามารถปกป้องรักษาคุณภาพ
	ด้วยกระดาษแข็ง	สินค้าไว้ได้นาน เหมาะสำหรับแช่เย็นหรือ
		แช่แข็ง
6. นม	6.1 ถ้วยหรือขวดพลาสติกปิดฝา	เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีราคาถูกแต่เก็บได้ไม่เกิน
ไอศกรีม	ด้วยกระดาษหรือเปลว	1 สัปดาห์
	อะลูมิเนียม	
	6.2 ซองเคลือบหลายชั้น	สิ่งสำคัญจะต้องมีชั้นพลาสติกที่ป้องกันแสง
	(Laminated Film)	UV อาจจะมีพลาสติกที่เคลือบด้วยเมทาไลซ์
		ฟิล์มเพื่อยืดอายุสินค้า
	6.3 กล่องเคลือบหลายชั้นด้วย	เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เทคโนโลยีการผลิต
	กระดาษแข็งที่ใช้กับระบบฆ่าเชื้อ	สูง มีราคาสูงมากแต่สามารถถนอมรักษา
	UHT	อาหารได้นาน
	6.4 ถ้วยหรือถ้วยกระดาษ	เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการสร้าง
		ความยอมรับได้มากโดยเฉพาะสินค้าส่งออก
		เพราะประเทศที่พัฒนาแล้วถือว่ากระดาษ
		เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การทดสอบบรรจุภัณฑ์ชนิดกระป๋องโลหะ

โดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์กระป๋องควรจะถูกบรรจุไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของความจุทั้งหมดตามมาตรฐานของ U.S.FDA มาตรฐานนี้หมายถึงช่องว่างเหนืออาหารสุทธิ (Net Head Space) ของภาชนะไม่ควรมากกว่าร้อยละ 10 ของความสูงด้านในของกระป๋อง จุดมุ่งหมายของการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระป๋องโลหะจะเน้นที่การหารอยรั่วกระป๋อง ส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณรอยปิดของฝากระป๋องกับตัวกระป๋อง ดังนั้นก่อนที่จะปิดฝากระป๋องจะต้องตรวจบริเวณปากกระป๋องให้มีความเรียบและเอียงเป็นมุมเดียวกันรอบตัวกระป๋อง เมื่อปิดฝากระป๋องแน่นหนาแล้วจึงอัดอากาศใส่กระป๋องให้ได้ความดันประมาณ 1.5-2.0 เท่าของความดันบรรยากาศ การทดสอบรอยรั่วจะกระทำภายใต้น้ำโดยกดกระป๋องให้จมน้ำเพื่อสังเกตฟองอากาศซึ่งจะออกมาจากบริเวณที่มีรอยรั่ว

โดยทั่วไปแล้วโรงงานผู้ผลิตกระป๋องจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสอบตะเข็บของกระป๋องแก่ลูกค้าของตน โดยวิธีการตรวจสอบมีดังนี้

1. ตรวจสอบตะเข็บด้วยตาเปล่า ในระหว่างการการดำเนินการปิดผนึกฝากระป๋อง จำเป็นต้องคอยตรวจดูเป็นระยะเพื่อตรวจหาตำหนิของตะเข็บ อาทิเช่นตะเข็บตาย (Dead Head) สันแหลม (Cut Overs) และตำหนิอื่นของตะเข็บขอคู่ควรจะควบคุมโดยผู้ที่ได้รับการฝึกฝนจนสามารถตรวจสอบด้วยตาเปล่าได้ ควรจะมีการตรวจดูเป็นช่วงระยะเวลาที่ไม่เกิน 30 นาที โดยการสุ่มตัวอย่างจากจุดที่ทำการปิดผนึกฝา และจดบันทึกผล การสังเกตสิ่งผิดปกติ เช่น ทำงานช้าเกินควร เมื่อพบจุดบกพร่องควรทำการแก้ไขโดยด่วน

2. การตรวจสอบตะเข็บโดยดารฉีกหรือเลาะตะเข็บ ควรทำทุก ๆ ช่วง 4 ชั่วโมง หลังจากเริ่มต้นการปิดผนึกฝากระป๋อง และเครื่องทำงานได้เต็มที่แล้ว ผลการตรวจสอบควรบันทึกไว้เป็นหลักฐานรวมทั้งการแก้ไข

3. การสังเกตทั่วไป ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของตะเข็บคู่ (Double Seam) มีดังนี้

- สภาพของเครื่องปิดผนึก ไม่ว่าเป็นเครื่องแบบใช้มือหรือไม่ก็ตาม
- วัสดุที่ทำกระป๋อง เช่น ความหนาที่แตกต่างกันของแผ่นดีบุกที่ใช้ทำกระป๋อง
- ขนาดของกระป๋อง

4. การวัดตะเข็บที่จำเป็นและที่เลือกใช้

- ระบบการวัดโดยใช้เครื่องส่องหรือฉายตะเข็บ (Seam Scope or Projector) การวัดที่จำเป็นได้แก่ ได้แก่ส่วนปลายขอบตัวกระป๋องที่บานออกเหมือนตะขอเรียกว่า ขอตัว การเกยกัน ความแน่น (สังเกตจากรอยย่น) การวัดที่เลือกได้ คือความกว้าง (ความสูง) ขอฝา ความลึกของฝา และความหนา

- ระบบการวัดโดยใช้ไมโครมิเตอร์ (Micrometer) การวัดที่จำเป็น ได้แก่ ขอฝา ขอตัว ความหนา (หรือความสูง) ความแน่น (สังเกตจากรอยย่น) การวัดที่เลือกได้ ได้แก่ การเกยกัน (โดยการคำนวณ) ความลึกของฝาและความหนา ในเวลาการผลิตจริงควรจะมีการสุ่มตัวอย่างทุก ๆ ช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อทดสอบหารอยรั่วของกระป๋องเหมือนกับการทดสอบกระป๋องเปล่า นอกจากนี้ยังควรที่จะเก็บอาหารกระป๋องไว้อีกประมาณ 30 วันเพื่อตรวจสอบรอยรั่วกระป๋องอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการในห้องปฏิบัติการที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการทดสอบอาหารกระป๋องเพื่อให้ตรงตามมาตรฐาน มีดังนี้

1. สุญญากาศ (Vacuum) วัดสุญญากาศของอาหารกระป๋องด้วยมาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) วิธีวัดควรเจาะฝาใกล้ๆขอบกระป๋อง เพื่อลดการทำให้อาหารเสียรูปจากการออกแรงกด การอ่านค่าควรอ่านที่อุณหภูมิห้องเพราะกระป๋องที่อุ่นกว่าจะมีสุญญากาศต่ำ และกระป๋องที่เย็นจะมีสุญญากาศสูง กระป๋องที่บรรจุเต็มหรือมีช่องว่างเหนืออาหารน้อยจะอ่านค่าไม่ได้แน่นอนเพราะปลายแหลมของมาตรวัดความดันจะแทงทะลุผลิตภัณฑ์ หรืออากาศในเครื่องวัดเองจะทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนโดยค่าจะต่ำกว่าความเป็นจริงมาก เมื่อใช้เครื่องวัดสุญญากาศด้วยไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบภาชนะบรรจุแบบกระป๋องและขวดแก้ว โดยวัดความถี่คลื่นทำให้สามารถอ่านค่าของสุญญากาศหรือความกดดันในภาชนะบรรจุได้

2. ช่องว่างเหนืออาหาร (Head space) วัดระยะจากส่วนบนของตะเข็บขอคู่ของกระป๋องหรือขอบบนของขวดแก้วถึงระดับผิวของผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุ วัดในแนวดิ่งประมาณตรงกลางกระป๋องจุ่มลงจนถึงผิวของของเหลวแล้วอ่านค่า โดยปกติแล้วจะอ่านเป็น 1/32 นิ้ว

บางครั้งส่วนที่เป็นของแข็งจะโผล่ขึ้นจากผิวของของเหลวจึงต้องกดลงไปใต้ของเหลวก่อนวัด อาจใช้ตัวถ่วงให้ของแข็งจมลง ดังนั้นการวัดระยะทางที่ได้ต้องลดด้วยระดับการแทนที่น้ำของตัวถ่วง

3. ช่องว่างเหนืออาหารสุทธิของภาชนะบรรจุที่มีตะเข็บขอคู่ เช่นกระป๋องจะวัดจากระดับของของเหลวถึงฝาด้านใน อาจประเมินโดยหักด้วยความสูงเฉลี่ยของตะเข็บขอคู่(ประมาณ6/32นิ้ว)

4. น้ำหนักเนื้อ (Drained Weight) ของอาหารที่บรรจุในกระป๋องในห้องปฏิบัติการสามารถหาได้โดยเทอาหารในกระป๋องลงบนตะแกรง ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ยกเว้นมะเขือเทศจะใช้ตะแกรงขนาด 8 mesh screen (0.097 in.sq opening) และสำหรับมะเขือเทศใช้ตะแกรงขนาด 2 mesh (0.446 นิ้ว ใช้ลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.054 นิ้ว) กระป๋องขนาดต่ำกว่า 48 ออนซ์ ใช้ตะแกรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว กระป๋องขนาดมากกว่า 48 ออนซ์ ใช้ตะแกรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ผลิตภัณฑ์ที่หาน้ำหนักเนื้อจะต้องทำให้กระจายได้ทั่วบนตะแกรง ผลไม้ที่เป็นชิ้นอาจคว่ำบนฝ่ามือเพื่อถ่ายน้ำออกซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 นาทีหลังจากผลิตภัณฑ์ถูกเทบนตะแกรง จากนั้นจึงชั่งของเหลวที่เหลือ (Drained Solid) โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

- อาหารถูกชั่งพร้อมตะแกรง แล้วจึงหักด้วยน้ำหนักตะแกรง บางครั้งมีของเหลวขังอยู่ในช่องตะแกรงซึ่งไม่สามารถล้างออก (จึงต้องรวมลงในน้ำหนักตะแกรง ปกติหนักประมาณ 0.05-0.10 ออนซ์)
- ถ่ายชิ้นอาหารลงบนภาชนะหรือจานแล้วชั่งด้วยตาชั่งที่มีความละเอียดในการอ่าน วิธีนี้ของเหลวที่ขังในตะแกรงจะไม่ถูกชั่ง และค่าน้ำหนักเนื้อจะต่ำกว่าแบบแรกเล็กน้อย (ปุ่นและสมพร, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท รอแยลแคน อินดัสทรีส์ จำกัด (Royal Can Industries Co., Ltd.) ผู้นำการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานด้วยเทคโนโลยีพิเศษที่ทันสมัยไม่ว่าจะเป็น Double Seam และ Retortable Pouch Technology โดยมีหัวใจหลักของธุรกิจคือการควบคุมคุณภาพ ที่มาพร้อมกับการออกแบบให้มีความสะดวกต่อการบริโภค "Easy Open" ทำให้บรรจุภัณฑ์ของบริษัทมีจุดเด่นและเป็นที่สนใจในท้องตลาดปัจจุบันมากขึ้น (rcithailand.com, 2005)

รูปที่ 2.2.1 บรรจุภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ ของบริษัท

ที่มา : rcithailand.com, 2005

บรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ในที่นี้คือ กระป๋องโลหะ 307 ชนิด 2 ชิ้น (2-Piece Can) ของบริษัท รอแยลแคน อินดัสทรีส์ จำกัด (RCI, 2006) ซึ่งรายละเอียดของบรรจุภัณฑ์มีดังนี้คือ

ลักษณะเฉพาะ : กระป๋องโลหะปราศจากตะกั่ว (Tin Free) ชนิด 2 ชิ้น (2-Piece Can)

ขนาด (Size) : 307 x 113

ความจุ (Contents) : 7 ออนซ์ หรือ 198 กรัม

ความสูง (Can Height) : 45.60 - 45.88 มิลลิเมตร

ความยาวของขอบ (Flange Length) : 2.40 - 2.60 มิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์ภายนอก (ฝา) : 92.78 - 92.80 มิลลิเมตร

รูปที่ 2.2.2 บรรจุภัณฑ์ที่นำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อาหารกระป๋อง

การแบ่งประเภทของอาหาร

ชนิดของอาหารมีผลต่อระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแบ่งชนิดของอาหารเพื่อสะดวกในการพิจารณาใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารให้เหมาะสม

ชนิดของอาหารตามความเป็นกรด – ด่าง

ความเป็นกรด – ด่างของอาหารมีผลต่อการกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารที่มีความเป็นกรดสูงหรือ พีเอช ต่ำ จะใช้อุณหภูมิและเวลาฆ่าเชื้อต่ำกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ เนื่องจากการเจริญหรือการอยู่รอดของจุลินทรีย์จะขึ้นกับความเป็นกรด-ด่างของอาหารด้วย การแบ่งชนิดของอาหารตามความเป็นกรด- ด่างนี้ สามารถแบ่งได้หลายแบบแต่โดยทั่วไปนิยมแบ่งชนิดของอาหารดังนี้ คือ

(1) อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) หมายถึง อาหารที่มีความเป็นกรดด่างสูงกว่า 4.5 เช่น ปลาทูน่ากระป๋อง ปลาซาร์ดีนกระป๋อง เป็นต้น

(2) อาหารที่มีความเป็นกรด หมายถึง อาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.7 ถึง 4.5 เช่น สับปะรดกระป๋อง ลิ้นจี่กระป๋อง เงาะกระป๋อง เป็นต้น

(3) อาหารที่มีความเป็นกรดสูง หมายถึง อาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 3.7 เช่น น้ำสับปะรดกระป๋อง เป็นต้น

การกำหนด พีเอช 4.6 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งชนิดอาหารเนื่องจากสปอร์ของ *Clostridium botulinum* จะไม่เจริญเติบโตหรือสร้างสารพิษที่ พีเอช ต่ำกว่า 4.6 การใช้ความร้อนในระดับน้ำเดือด (100 °ซ) ก็เพียงพอที่จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปได้

การเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง

การเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง อาจเกิดขึ้นได้ 3 สาเหตุ ดังนี้

1. การเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ

1.1 การเสียที่มีสาเหตุจากเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียชนิดสร้างสปอร์ - อาหารกระป๋องที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว ถ้าเกิดการเสียมักมีสาเหตุจากเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเนื่องจากสปอร์ของแบคทีเรียนี้ทนความร้อนได้สูงกว่าพวกอื่น ๆ การเสียเนื่องจากเทอร์โมไฟล์แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

การเสียแบบแฟลตซาวร์ (flat sour spoilage) การเสียแบบนี้มีชื่อมาจากการการที่กระป๋องมีลักษณะแบนคงรูปแบบเดิม แต่อาหารภายในมีรสเปรี้ยว เนื่องจากมีการผลิตกรดแลกติคขึ้น ดังนั้นจึงไม่สามารถสังเกตเห็นการเสื่อมเสียชนิดนี้จากลักษณะของกระป๋องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องทำการเปิดกระป๋องเพื่อทำการตรวจสอบเท่านั้นจึงจะทราบ การเสียแบบนี้มักเกิดกับอาหารชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ เช่น ข้าวโพดกระป๋อง ถั่วกระป๋อง เป็นต้น โดยมีสาเหตุหลัก ๆ จากเชื้อ *Bacillus* sp. เช่น *Bacillus cereus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก สามารถสร้างสปอร์ได้ทั้งในที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจนเซลล์มีรูปร่างเป็นแท่งขนาดใหญ่ และ sporangium ในสปอร์จะไม่มีลักษณะบวม ส่วนใหญ่จะเคลื่อนไหวได้ พบว่าหลาย serotype ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (foodborne illness) โดยจะมีอาการท้องร่วง ซึ่งจะเหมือนกับอาการที่เกิดจากการได้รับเชื้อ *Clostridium perfringens* คือถ่ายอุจจาระเป็นน้ำมีอาการปวดและเกร็งที่ช่องท้อง ประมาณ 6 - 15 ชั่วโมง หลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน มีอาการคลื่นไส้พร้อม ๆ กับปวดท้อง แต่อาการอาเจียนเกิดขึ้นไม่บ่อย อาการของโรคจะยังคงอยู่นานที่สุด 24 ชั่วโมง อาหารเป็นพิษชนิดที่ทำให้เกิดอาการอาเจียนจะมีลักษณะเฉพาะคือมีอาการคลื่นไส้และอาเจียน ในเวลา 0.5 - 6 ชั่วโมง หลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน *B.cereus* สามารถทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้เมื่อมีมากกว่า 10^6 organism / g

การเสียแบบทีเอ (TA spoilage) การเสียแบบนี้เกิดจากแบคทีเรียชนิด Thermophilic anaerobe (TA) ซึ่งหมายถึง *Clostridium thermosaccharolyticum* ซึ่งเป็น obligate thermophile ที่สร้างสปอร์ และไม่ต้องการออกซิเจน ย่อยน้ำตาลในอาหารที่เป็นกรดต่ำและป่านกลางแล้วเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สไฮโดรเจน ทำให้อาหารกระป๋องที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูงเป็นเวลานานเกิดการบวมและอาจถึงขั้นระเบิดได้นอกจากนี้อาหารยังมีรสเปรี้ยวอีกด้วย

การเสียแบบเกิดซัลไฟด์ (Sulfide spoilage, Sulfer stinker) การเสียแบบนี้มีสาเหตุมาจาก *Clostridium nigrificans* ซึ่งทนความร้อนได้สูงกว่าเชื้อที่เป็นสาเหตุการเสียแบบ flat sour spoilage และ TA spoilage จึงไม่ค่อยพบในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ แต่จะพบในอาหารกระป๋องที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนไม่เพียงพอ และเก็บไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง การเสียแบบนี้จะเกิดสีดำของเฟอรัสซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนซัลไฟด์กับธาตุเหล็กและมีกลิ่นเหม็น

1.2 <u>การเสียที่มีสาเหตุจากมีโซฟิลิกแบคทีเรียชนิดที่สร้างสปอร์</u> - การเสียแบบมีโซไฟล์นี้เป็นผลมาจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอ โดยจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุหลัก คือ

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

Bacillus sp. เป็นสาเหตุของการเสียในอาหารที่ได้รับความร้อนต่ำกว่า 100°ซ โดยสปอร์จะสามารถทนต่ออุณหภูมิของไอน้ำเดือดได้ และเมื่อมีสภาวะที่เหมาะสมสปอร์ดังกล่าวก็จะงอกออกมา เช่น *Bacillus subtilis*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การเสียที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียชนิดที่ไม่สร้างสปอร์ - แบคทีเรียบางชนิดจะทนต่อความร้อน โดยอาจยังมีชีวิตอยู่หลังการฆ่าเชื้อ เช่น *Streptococcus thermophilus*, *Micrococus*, *Lactobacillus* และ*Microbacterium* เป็นต้น การพบแบคทีเรียชนิดที่ไม่สร้างสปอร์ในอาหารกระป๋อง แสดงว่าอาหารนั้นได้รับความร้อนต่ำหรือมีการปนเปื้อนที่เกิดจากรูรั่วของกระป๋อง

1.4 การเสียที่มีสาเหตุจากยีสต์ - ยีสต์ส่วนใหญ่จะไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง จึงไม่ค่อยพบว่าเป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง นอกจากกระป๋องที่ลืมนำเข้ากระบวนการให้ความร้อน

1.5 การเสียที่มีสาเหตุจากรา - รามักเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องที่ใช้ภายในครัว เช่น แยม มาร์มาเล็ต เป็นต้น โดยมักเกิดจากการที่ราผ่านเข้าไปในรูรั่วของกระป๋อง ซึ่งราจะสามารถเจริญได้แม้อาหารดังกล่าวมีน้ำตาลสูงถึงร้อยละ 70-72 หรือมีกรดร้อยละ 0.8 -1.0 ก็ตาม เช่น *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. เป็นต้น

2. การบวมเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี ฝาของอาหารกระป๋องจะบวม เพราะมีแก๊สเกิดขึ้นภายในกระป๋อง เนื่องจากสาเหตุ 2 ประการคือ

2.1 เกิดจากปฏิกิริยาของกระป๋องกับอาหาร จะเกิดขึ้นในกระป๋องที่มีตำหนิ เช่น มีรอยขีดข่วนเหล็กหรือดีบุกสัมผัสกับกรดจากอาหาร เกิดปฏิกิริยาซึ่งให้แก๊สไฮโดรเจนและกระป๋องมีรอยกรดกัดกร่อน ฉะนั้นจึงต้องใช้กระป๋องที่เคลือบด้วยสารที่สามารถทนกรดได้สำหรับบรรจุอาหารที่เป็นกรด

2.2 เกิดจากการสลายตัวของสารบางอย่าง ซึ่งได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น กากน้ำตาล (molasses) น้ำเชื่อม เป็นต้น

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

อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อของอาหารกระป๋องนั้น จะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ของอาหาร โดยทั่วไปอาหารเนื้อสัตว์เป็นอาหารที่มีพีเอชสูง หรือนับได้ว่าเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำคือมีพีเอชมากกว่า 5.3 ซึ่งต้องฆ่าเชื้ออาหารพวกนี้ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 115.5-121°ซ จึงจะแน่ใจว่าปลอดภัย ส่วนระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ ยังขึ้นกับขนาดของภาชนะบรรจุ การนำความร้อนของภาชนะบรรจุแต่ละชนิด และการส่งผ่านความร้อนของอาหารคือ อาหารที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่เป็นของเหลวใสหรือมีความหนืดต่ำอยู่มาก จะเป็นเหตุให้โมเลกุลของอาหารเคลื่อนที่ในขณะได้รับความร้อน ในขณะเดียวกันโมเลกุลของอาหารเหล่านั้นจะกักเก็บความร้อนไว้ส่วนหนึ่งและส่งต่อให้โมเลกุลของอาหารอื่น ๆ ต่อไปได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเรียกลักษณะการส่งผ่านความร้อนแบบนี้ว่าการพาความร้อน (convection) เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่มีลักษณะเป็นเนื้ออัดแน่นในกระป๋อง หรือเป็นอาหารที่มีความหนืดสูงอยู่มาก จะทำให้โมเลกุลของอาหารเคลื่อนที่ในขณะได้รับความร้อนน้อยมาก จึงทำให้การส่งผ่านความร้อนเป็นไปได้ช้า ซึ่งเรียกว่าการส่งผ่านความร้อนแบบนี้ว่า การนำ (conduction) นอกจากนี้แล้วสิ่งที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่งคือ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบ ถ้าวัตถุดิบมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่สูงจะต้องใช้เวลาในการฆ่าเชื้อนานซึ่งอาจมีผลเสียต่อคุณภาพด้านอื่น ๆ ของอาหารด้วย (ลัดดาวัลย์, 2536)

Foodreference.com (2006) อาหารกระป๋องที่มีการผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนสูงในระดับ Commercial Sterile สามารถมีอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานถึง 2ปี โดยผลิตภัณฑ์จะยังคงปลอดภัย และคงคุณค่าทางโภชนาการได้ หากมีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 25°ซ แต่ทั้งนี้ก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสี ความข้นหนืด หรือเนื้อสัมผัสไปขึ้นกับปัจจัยแวดล้อมในการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

การแปรรูปอาหารด้วยความร้อน

การแปรรูปอาหารด้วยความร้อน (Thermal processing) หมายถึง การทำให้อาหารที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิดสนิทได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงเพื่อช่วยการถนอมรักษาอาหาร โดยความร้อนจะทำลายจุลินทรีย์ที่ให้โทษและทำให้อาหารเสื่อมเสีย รวมทั้งเอนไซม์ สารพิษ พยาธิ และแมลงต่าง ๆ ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนได้

การแปรรูปอาหารด้วยความร้อนนั้นระดับความร้อนที่สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization) คือวิธีการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่สูงมากโดยมุ่งทำลายแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์และก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ ส่วนจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ทนความร้อนของการพาสเจอไรซ์เมื่อมีการขยายจำนวนที่มากขึ้นสามารถทำให้อาหารเสื่อมเสียได้เช่นกัน ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ต้องอาศัยความเย็นช่วยในการเก็บรักษา กระบวนการพาสเจอไรซ์อาจทำได้ 2 วิธี คือ

1.1 ระบบช้าอุณหภูมิต่ำหรือ LTLT (Low Temperature Long Time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 30 นาที แล้วจึงทำให้เย็นทันที

1.2 ระบบเร็วอุณหภูมิสูงหรือ HTST (High Temperature Short Time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนในระดับสูงขึ้นแต่ใช้เวลาสั้นลง คือ ใช้อุณหภูมิ 72°ซ นาน 15 วินาทีแล้วจึงทำให้เย็นลงโดยเร็ว มักทำเป็นระบบต่อเนื่องในอาหารเหลว เช่น น้ำนม น้ำผลไม้ เป็นต้น (ทนง, 2524)

2. การสเตอริไรซ์ (Sterilization) คือวิธีการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าการพาสเจอไรซ์ ซึ่งอาจเป็นอุณหภูมิภายใต้น้ำเดือดหรือสูงกว่า เพื่อทำลายสิ่งมีชีวิตทั้งหลายรวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ให้หมดไป แต่ในทางอุตสาหกรรมอาหารสามารถทำได้เพียงให้ความร้อนเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียและเป็นโทษต่อผู้บริโภคเพื่อให้ผู้บริโภคปลอดภัยเมื่อบริโภคอาหารนั้นภายใต้สภาวะการเก็บรักษาและขนถ่ายในสภาวะปกติปริมาณความร้อนที่ใช้ในระดับนี้เรียกว่า commercial sterilization อาหารที่ได้จากการสเตอริไรซ์ถือได้ว่าเป็นอาหารที่ปลอดเชื้อ สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่ต้องอาศัยห้องเย็น เช่น การทำอาหารกระป๋อง เป็นต้น

Mysore และคณะ ได้ศึกษาในเรื่องการเตรียม และกระบวนผลิตซุปพร้อมรับประทาน โดยมีขั้นตอนใหญ่ 2 ขั้นตอนได้แก่ การต้มซุปที่มีองค์ประกอบของชิ้นผัก และเนื้อ จากนั้นบรรจุซุปดังกล่าวลงในภาชนะทนร้อน ปิดฝา และนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแบบไอน้ำ (steam in a retort) ที่ค่า F_o ในช่วง 6 -10 ทำให้ผลิตภัณฑ์ซุปดังกล่าวสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 6 เดือน และไม่พบกลุ่มจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ทนร้อน (Thermophilic spore forms) จุลินทรีย์ต้องการอากาศ

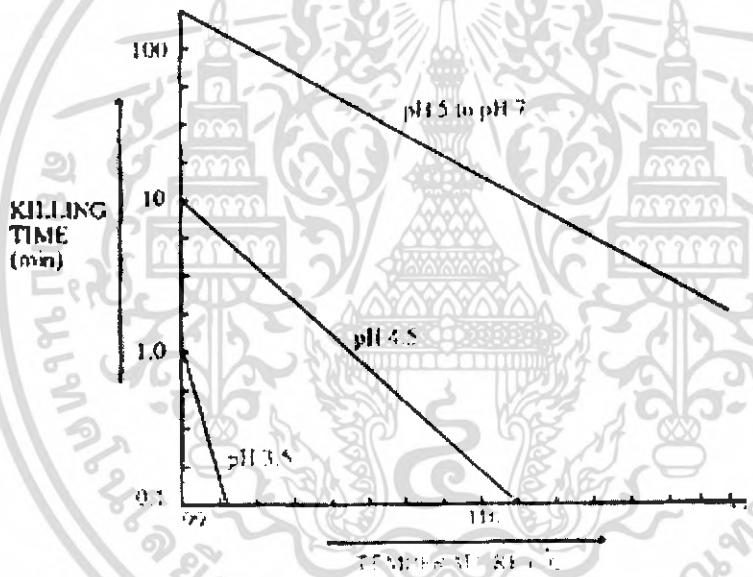
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(mesophilic aerobes) ยีสต์และรา (yeasts, moulds) และกลุ่มโคลิฟอร์ม (coliforms) (Mysore, 2005)

James (1977) ได้ศึกษาแป้งที่มีการเติมหมู่อะซิลทิลพบว่าเมื่อนำมาผ่านกระบวนการรี-ทอร์ตที่ 121°ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วนำไปผ่านการทำให้เย็นที่ 23°ซ เป็นเวลา 1 คืน แล้วนำมาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืดพอดีกับที่ต้องการ เนื่องจากแป้งจะเกิดการไฮโดรไลซ์ (self-hydrolyze)

การทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (Microbiological inactivation by thermal process)

ปฏิกิริยาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในอาหารมักเป็นไปตามกฎของจลศาสตร์ ดังนั้นการทำลายจุลินทรีย์ คุณค่าทางอาหาร ปัจจัยคุณภาพ (สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส) รวมทั้งการทำลายเอนไซม์ด้วยความร้อนล้วนเป็นไปตามกฎของจลศาสตร์ด้วย



รูปที่ 2.4.1 อิทธิพลของความเป็นกรด- ด่างใน
อาหารที่มีต่อความต้านทานความร้อนของสปอร์
ที่มา : Desrosier (1977)

ดังในรูปที่ 2.4.1 ซึ่งแสดงการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ เวลาแตกต่างกันขึ้นกับพีเอชของอาหารจะเห็นว่าในอาหารที่เป็นกรดสูง ความร้อนที่ให้จะทำลายจุลินทรีย์ที่เจริญได้และก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ แต่ไม่จำเป็นต้องทำลายแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ เช่น *Clostridium botulinum* เนื่องจากแบคทีเรียที่สร้างสปอร์นี้ไม่สามารถเจริญที่พีเอชต่ำกว่า 3.7 การให้ความร้อนแก่อาหารที่เป็นกรดสูงจึงเป็นเพียงการทำลายเชื้อยีสต์และรา แต่ในกรณีที่อาหารมีพีเอชประมาณ

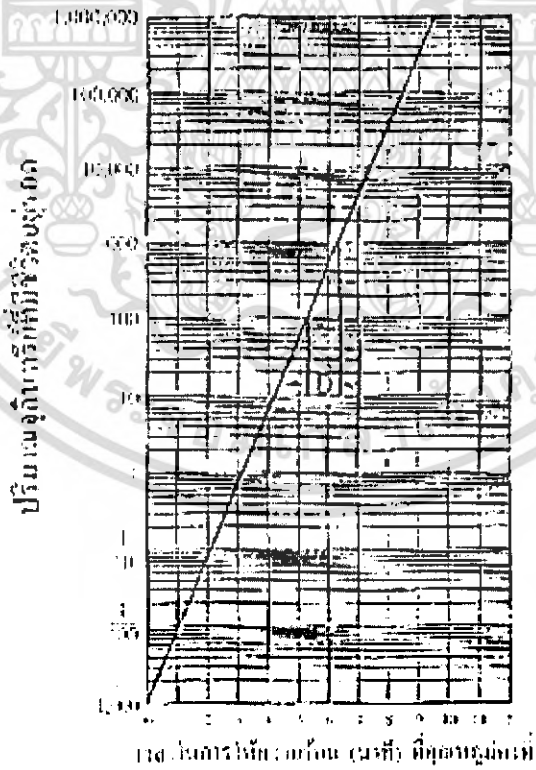
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 จำเป็นต้องพิจารณาถึงปริมาณความร้อนที่สามารถทำลายแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ และก่อให้เกิดอันตรายเมื่อบริโภคด้วย (รุ่งนภา, 2535)

การต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์

การกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง นอกจากจะต้องทราบลักษณะการถ่ายเทความร้อนภายในอาหารแล้วจะต้องทราบความต้านทานต่อความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วย ความต้านทานความร้อน (Heat resistance) คือ ปริมาณความร้อนสูงสุดซึ่งคิดเป็นความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่เชื้อจุลินทรีย์จะสามารถทนมีชีวิตอยู่ได้

เมื่อจุลินทรีย์ได้รับความร้อนอย่างต่อเนื่องพบว่า จุลินทรีย์จะถูกทำลายหรือตายไป ซึ่งการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์จะมีลักษณะเป็นลำดับลอการิทึม แสดงว่าอัตราส่วนปริมาณเชื้อที่เหลือต่อระยะเวลาจะลดลงในอัตราที่คงที่ หากนำความสัมพันธ์ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่รอดกับเวลาที่เพิ่มขึ้นในการให้ความร้อนที่คงที่เมื่อนำมาเขียนกราฟบนกระดาษล็อกด้านเดียว (Semilog paper) โดยให้ปริมาณเซลล์จุลินทรีย์ที่มีชีวิตเหลืออยู่ในแกนล็อกและเวลาที่ให้ความร้อนอยู่ในแกนธรรมดาจะได้กราฟเส้นตรงซึ่งเรียกว่า กราฟอัตราการอยู่รอด หรือกราฟอัตราการตายด้วยความร้อน



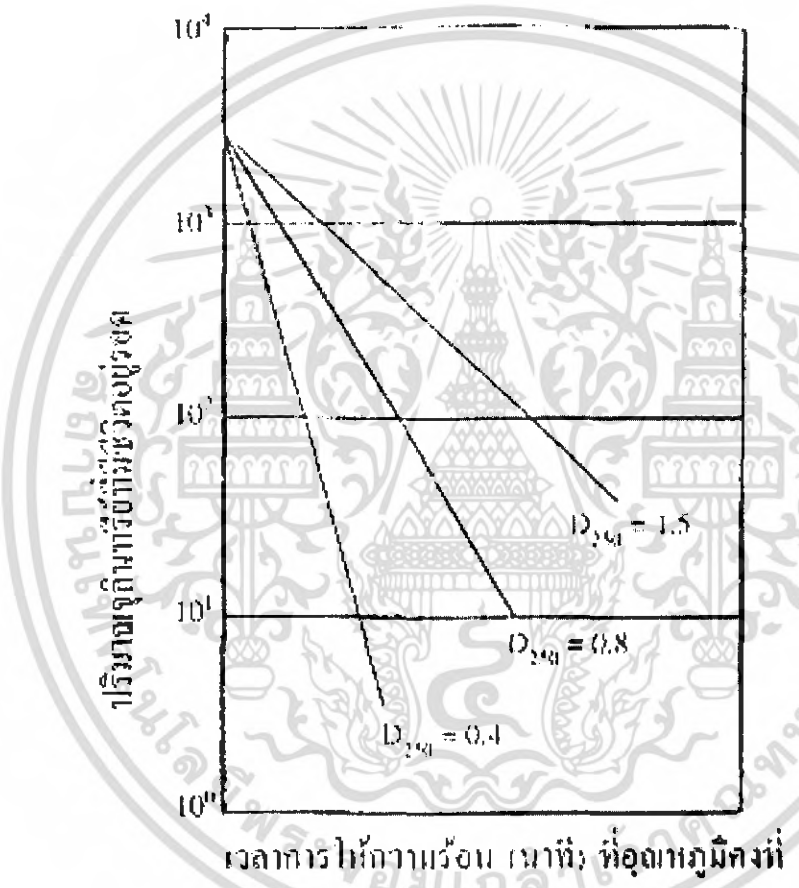
รูปที่ 2.4.2 กราฟอัตราการอยู่รอด (Survivor curve)

ที่มา : ทนง, 2524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์จะแสดงเป็นค่า D (decimal reduction time) หมายถึง เวลาการให้ความร้อนที่อุณหภูมิหนึ่งที่กราฟผ่าน 1 วงจรของล็อกหรือเป็นเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ไปได้ร้อยละ 90 ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ สัญลักษณ์ค่า D นิยมเขียนอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อกำกับไว้ด้วย เช่น D_{250} หมายถึงเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ไปร้อยละ 90 ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ที่อุณหภูมิ 250°ฟ

จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต้านทานความร้อนได้ไม่เท่ากัน จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้มากจะมีค่า D มากกว่าจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้น้อยที่อุณหภูมิเดียวกัน แสดงว่าต้องใช้ระยะเวลาในการทำลายจุลินทรีย์ปริมาณร้อยละ 90 นานกว่า

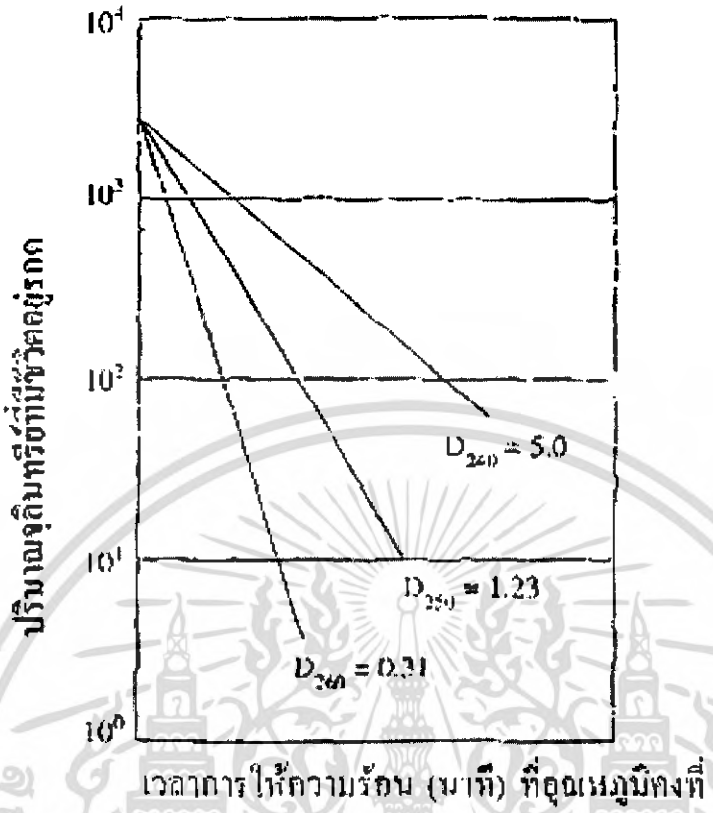


รูปที่ 2.4.3 ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ 250°ฟ

ที่มา : ทนง, 2524

จากการเปรียบเทียบค่า D ของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าค่า D จะเป็นปฏิภาคกลับกับอุณหภูมิ ถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะมีค่า D น้อย คือ ความต้านทานความร้อนของเชื้อจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

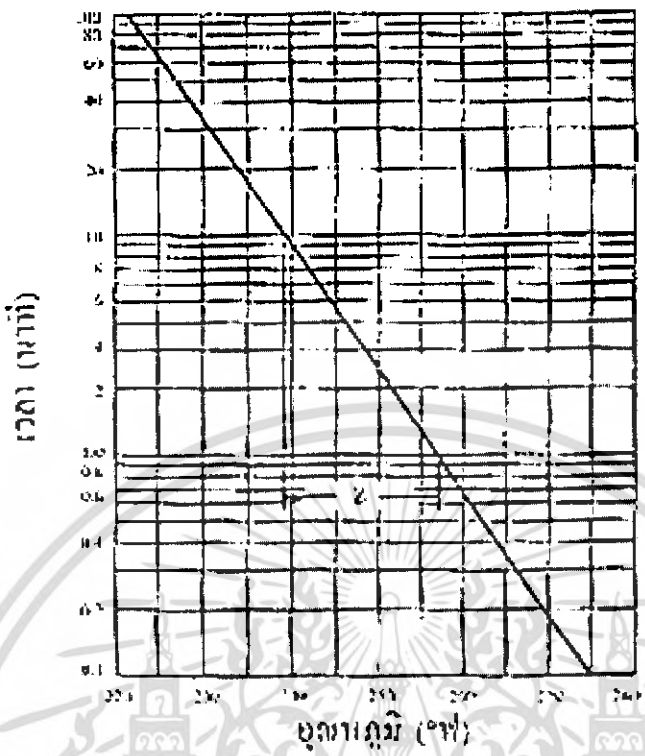


รูปที่ 2.4.4 ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ที่มา : ทนง, 2524

เพื่ออธิบายเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารจะต้องทดลองใช้อุณหภูมิที่ระดับต่าง ๆ กัน โดยแต่ละอุณหภูมิจะใช้เวลาฆ่าเชื้อต่าง ๆ กันด้วย หลังจากนั้นนำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่สภาวะต่าง ๆ มาวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ ผลการทดลองจะทำให้ทราบจุดที่จุลินทรีย์สามารถทนต่อความร้อนและจุดที่จุลินทรีย์ถูกทำลายไปได้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟบนกระดาษล็อคด้านเดียวโดยให้เวลาอยู่บนแกนล็อก อุณหภูมิอยู่บนแกนนอนในสเกลธรรมดาโดยแต่ละอุณหภูมิจะบันทึกทั้งจุดที่เชื้อจุลินทรีย์ทนอยู่ได้และจุดที่เชื้อถูกทำลาย แล้วลากเส้นกลางระหว่างเส้นกราฟทั้งสอง เส้นกลางนี้จะอยู่เหนือจุดที่เชื้อทนอยู่ได้และต่ำกว่าจุดที่เชื้อถูกทำลาย ทั้งนี้ก็เพื่อต้องการหาเวลาและอุณหภูมิที่สั้นที่สุดในการฆ่าเชื้อและทำให้อาหารนั้นปลอดภัย เส้นกราฟที่ลากได้ใหม่นี้จะเรียกว่า กราฟการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (thermal death time curve) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า TDT curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4.5 กราฟการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (thermal death time curve)

ที่มา : ทนง, 2524

จากรูปที่ 2.4.5 จะทำให้สามารถทราบค่าที่มีความสำคัญต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วยความร้อนเพิ่มขึ้นคือ ค่า Z ซึ่งได้จากค่าลบของเศษส่วนกลับของความลาดเอียงของกราฟ TDT เป็นค่าจำนวนขององศา (ฟาเรนไฮต์) ที่เส้นกราฟผ่านหนึ่งวงจรของล็อก แสดงถึง การวัดความเปลี่ยนแปลงของ TDT curve และค่า F (thermal death time) หมายถึง จำนวนเวลาเป็นนาทีที่ทำลายจุลินทรีย์ได้ ณ อุณหภูมิที่กำหนด นิยมเขียนค่า F โดยมีอุณหภูมิที่ใช้กำกับไว้ด้านล่างและค่า Z อยู่ทางด้านบน เช่น F_{180}^{14} คือ เวลาเป็นนาทีที่อุณหภูมิ 180°ฟ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งที่มีค่า Z เท่ากับ 14 ถ้าเขียนในรูป F_0 จะหมายถึงจำนวนเวลาเป็นนาทีที่ 250°ฟ ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งเมื่อค่า Z เท่ากับ 18 (F_{250}^{18}) ซึ่งปกติค่า Z เท่ากับ 18°ฟ นี้จะเป็นค่า Z ของ *Clostridium botulinum* ค่า F_0 จะขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นก่อนการฆ่าเชื้อ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการและอุณหภูมิของประเทศที่ผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกส่งไปจำหน่ายอาหารแต่ละชนิดจึงมีค่า F_0 ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4.1 ตัวอย่างค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด

ผลิตภัณฑ์อาหาร	ค่า F_0
ซุปมะเขือเทศ	3
ซุปข้าวโพด	5 - 6
ถั่วลันเตาในน้ำเกลือ	6 - 8
แกงเนื้อใส่ผัก	8 - 12
ข้าวโพดอ่อนในน้ำเกลือ	9
เนื้อในน้ำเกรวี่	12 - 15
ไก่ทั้งชิ้นในน้ำเกลือ	15 - 18

ที่มา : รุ่งนภา, 2535

กล่าวโดยสรุปการใช้ความร้อนในกระบวนการฆ่าเชื้อ (thermal process) คือ การกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้สำหรับอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนตามที่ได้คำนวณระดับของการสเตอริไรซ์ไว้ซึ่งปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณภาพอาหารจากการทำลายด้วยความร้อน โดยพยายามให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด รักษาเนื้อสัมผัสไม่ให้นิ่มและเนื่องจากการได้รับความร้อนมากเกินไป ลดการเปลี่ยน-แปลงทางเคมีที่ไม่ต้องการในอาหาร รวมทั้งลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารอีกด้วย (รุ่งนภา, 2535)

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแทรกผ่านความร้อนสู่อาหารกระป๋อง

1. ผลิตภัณฑ์

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 ซึ่งถือว่าเป็น worst case ของการผลิต น้ำหนักบรรจุเป็นสิ่งที่ต้องคำนึง โดยเฉพาะพวกผักใบ เช่น ผักโขม ต้องระบุน้ำหนักผัก และน้ำหนักน้ำเกลือ ที่บรรจุชัดเจน เพราะถ้าบรรจุมากเกินไปจะทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ conduction นั่นหมายความว่าการถ่ายเทความร้อนภายในช้าลง

1.3 ความหนืด (Consistency หรือ Viscosity) ชนิดและความเข้มข้นของสารให้ความหนืดมีผลอย่างมากในแง่ของการถ่ายเทความร้อน อาหารที่มีความหนืดสูงจะเคลื่อนที่ได้น้อย การถ่ายเท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนจึงต่ำ ขณะที่อาหารที่มีความหนืดต่ำจะเคลื่อนที่ได้ง่าย การถ่ายเทความร้อนเกิดได้ดี อาหารที่มีแป้งเป็นส่วนผสม เช่นซุปข้าวโพด ขณะที่ยังไม่ได้รับความร้อนความหนืดจะต่ำ การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ convection แต่เมื่อได้รับความร้อนมากขึ้น ความหนืดของแป้งจะเพิ่มขึ้น ทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ conduction ดังนั้นแป้งจึงมีผลต่อการแทรกผ่านความร้อน การใส่แป้งมากเกินไป หรือใช้แป้งผิดชนิดอาจทำให้เกิดปัญหาการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

1.4 ขนาด รูปร่าง และน้ำหนักของแข็งที่เป็นส่วนประกอบก่อนและหลังฆ่าเชื้อ

1.5 การเปลี่ยนแปลงขนาดและการรวมตัวของของแข็งที่เป็นส่วนประกอบ เมื่อเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อมีผลต่ออุณหภูมิและตำแหน่งของจุดร้อนช้าที่สุดของผลิตภัณฑ์

1.6 วิธีการเตรียมวัตถุดิบก่อนการบรรจุ ควรปฏิบัติให้ใกล้เคียงการผลิตจริง เช่น มีการลวกหรือการแช่ในน้ำหรือสารละลายก่อนหรือไม่ ควรกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้

1.7 การดูดน้ำคืนของของแข็งที่เป็นส่วนประกอบ (Rehydration) เนื่องจากความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์จะขึ้นกับสภาวะแวดล้อม ถ้าอยู่ในสภาพเปียกชื้นเช่น ในสารละลาย ความทนทานต่อความร้อนจะต่ำ แต่ถ้าจุลินทรีย์อยู่ในสภาพที่แห้ง ความทนทานต่อความร้อนจะสูง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีของแข็งอยู่ด้วย ในขั้นตอนการเตรียมจะต้องแช่น้ำให้มีการดูดซึมสม่ำเสมอ เพื่อให้ส่วนผสมเหล่านี้มีความหนาแน่น และขนาดสม่ำเสมอ เมื่อได้รับความร้อนการฆ่าเชื้อภายในชิ้นอาหารจะได้เป็นไปอย่างทั่วถึง เพราะถ้ามีส่วนที่แห้งอยู่อาจมีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ในส่วนนั้นได้ในกรณีที่มีการดูดซึมน้ำเกิดขึ้นในระหว่างการให้ความร้อนจะต้องระวังเรื่องอุณหภูมิและเวลาที่ใช้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อลดเวลานั้นถึงแม้ว่าจะได้ค่า F_0 ตามที่ต้องการ แต่ถ้าเวลาที่ใช้สั้นเกินไปการดูดซึมน้ำไม่เพียงพอก็อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้มีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ได้

1.8 สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ สมบัติทางกายภาพกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ผลิตภัณฑ์ว่าเป็นแบบ convection conduction หรือ broken สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการเคลื่อนที่เป็นแบบ broken เมื่อเริ่มต้นให้ความร้อนจะเคลื่อนที่แบบ convection ก่อน ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นแบบ conduction เช่น ซุปที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบ การเปลี่ยนแปลงลักษณะการเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากแป้งเกิดปฏิกิริยาเจลาติไนเซชัน (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 ไนเทรท ไนไตรท์ เกลือ และน้ำตาล ซึ่งถ้ามีการใช้สารกันเสีย เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะสั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.11 พีเอช เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่จะตัดสินว่าควรใช้กระบวนการให้ความร้อนแบบใดเพื่อจะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยเชิงการค้า เพราะพีเอชมีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่เจริญได้และปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้อ อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH>4.5) ปริมาณความร้อนที่ใช้จะต้องสามารถทำลายสปอร์ทั้งหมดของ *Clostridium botulinum* รวมทั้งของแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ที่ทนต่อความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคโดยอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จะต้องเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสียในสภาพการเก็บธรรมดาที่ไม่ได้แช่เย็น สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรด และอาหารที่ถูกปรับให้เป็นกรด (pH<4.5) ปริมาณความร้อนที่ใช้จะน้อยกว่าเพราะจุลินทรีย์ที่ต้องทำลายทนทานต่อความร้อนได้น้อยกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

2. บรรจุภัณฑ์

2.1 ชนิดของบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ กระป๋อง แก้ว พลาสติก และถุงรีทอร์ท ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อน และการแทรกผ่านความร้อนของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด เช่น การส่งผ่านความร้อนผ่านแผ่นโลหะจะเร็วกว่าผ่านแก้ว หรือพลาสติก เนื่องจากความแตกต่างเรื่องคุณสมบัติการนำความร้อน

2.2 สุญญากาศ และช่องว่างเหนืออาหารในกระป๋อง (Vacuum และHead space) มีผลต่อการให้ความร้อนต่อผลิตภัณฑ์ เพราะถ้ามีอากาศหลงเหลืออยู่ในกระป๋อง จะทำให้ตำแหน่งของจุดร้อนช้าสุด (cold point) เปลี่ยนแปลงได้ อาหารจะได้รับความร้อนเนื่องจากหมุนเวียนของน้ำภายในกระป๋อง การรักษาความเป็นสุญญากาศให้ได้ค่าสูง (ในกระป๋องมีอากาศเหลืออยู่น้อย) ทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นได้ดี แต่ถ้าความเป็นสุญญากาศน้อย (ในกระป๋องมีอากาศเหลืออยู่มาก) การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นไม่ค่อยดี เพราะอากาศเป็นฉนวนของความร้อน

2.3 ความหนาของบรรจุภัณฑ์ (Thickness) เช่นถุงรีทอร์ตเพาท์ มีผลโดยตรงต่อจุดร้อนช้าที่สุดของบรรจุภัณฑ์ เพื่อหาการแทรกผ่านความร้อน ควรระบุความหนาของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ด้วย

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

2.5 ตำแหน่งของกระป๋องในตะกร้า ควรควบคุมให้เหมือนกับการผลิตจริง

2.6 ขนาดกระป๋องต้องเป็นขนาดเดียวกัน เพราะถ้าใช้ขนาดต่างกันเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อจะต่างกัน โดยทั่วไปกระป๋องขนาดใหญ่จะใช้เวลานานกว่า การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อของกระป๋องขนาดต่าง ๆ โดยทั่วไปสามารถทำได้ 2 วิธี คือ จากการคำนวณใหม่โดยอาศัยข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของกระป๋องทุก ๆ ขนาด ซึ่งวิธีการที่ถูกต้อง คือการหาการแทรกผ่านความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนของกระป๋องแต่ละขนาดใหม่เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องที่สุด ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนขนาดกระป๋องทำให้ช่องว่างภายในหม้อฆ่าเชื้อไม่เหมือนกันการถ่ายเทความร้อนก็ต่างกันไปด้วย

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

2.8 บริษัทผู้ผลิตกระป๋อง ตราหรือยี่ห้อของกระป๋องต้องมีการบันทึก เพราะมีผลต่อวิธีการบรรจุ การปิดผนึก และการแปรรูป

2.9 การตรวจสอบความผิดปกติของบรรจุภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการแปรรูป โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่ตรวจสอบว่า ร้อนช้าที่สุด (slowest heating) และร้อนเร็วที่สุด (fastest heating) เป็นสิ่งที่ควรทำอย่างยิ่งโดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่เป็นแบบ flexible packages เช่น ถุงรีทอร์ตเพาท์ การตรวจสอบควรทำตามวิธีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง ถ้าตรวจสอบพบว่าตำแหน่งที่เสียบเทอร์โมคัปเปิลคลาดเคลื่อน นั่นหมายความว่าข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนผิดพลาดใช้ไม่ได้

3. วิธีการบรรจุ

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

3.2 วิธีการบรรจุและน้ำหนักสุทธิ มีผลต่ออัตราการแทรกผ่าความร้อน

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

4. การปิดผนึกฝาภาชนะบรรจุ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้ มีผลอย่างมากต่อการแทรกผ่านความร้อนสู่ผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนจึงควรระบุด้วยว่าใช้หม้อฆ่าเชื้อชนิดใด รวมทั้งระบุสภาวะขณะทดสอบด้วย

5.1 สภาวะขณะทดสอบ ประกอบด้วย

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

5.1.2 ถาด/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 ปั๊ม หรือพ่นอากาศ รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของความร้อน

5.1.4 หม้อฆ่าเชื้อแบบหมุน (Rotation batch retort) ถูกออกแบบมา เพื่อหมุนตะกร้าที่บรรจุผลิตภัณฑ์ การหมุนช่วยเพิ่มอัตราการส่งผ่านความร้อน โดยเฉพาะอาหารที่มีความหนืดหรืออาหารกึ่งแข็ง เช่น เมล็ดถั่วในซอสมะเขือเทศ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการศึกษาอัตราการแทรกผ่านความร้อนของหม้อชนิดนี้ คือ ช่องว่างภายในกระป๋องความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ สัดส่วนของแข็งต่อของเหลว อุณหภูมิเริ่มต้น ขนาดกระป๋อง ความเร็ว และรัศมีของการหมุน และควรเก็บข้อมูลทุก 15 วินาที

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

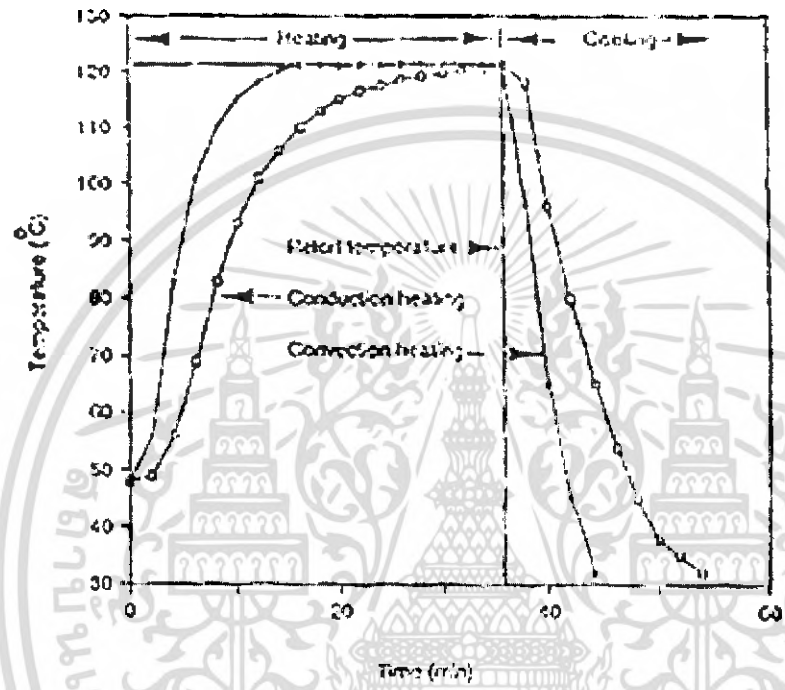
5.2 การถ่ายเทความร้อนของอาหาร

อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่าน ไปยังจุดร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องขึ้นอยู่กับลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งเกิดขึ้นไม่เท่ากัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.2.1 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction heating curve) อาหารในกระป๋องจะได้รับความร้อนในทุกทิศทุกทางผ่านผนังกระป๋อง แล้วผ่านจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง โดยมีทิศทางไปยังจุดร้อนช้าที่สุดของอาหาร ซึ่งอยู่ที่จุดกึ่งกลางของกระป๋อง (geometric center) นั่นคือพลังงานความร้อนจะถูกส่งถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง (อาหารที่อยู่ติดผนังกระป๋อง)ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ (จุดร้อนช้าที่สุด) โดยผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนแบบการนำนั้น อนุภาคอาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ภายในกระป๋อง การถ่ายเทความร้อนจึงไม่รวดเร็วเหมือนกับการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (natural convection)



รูปที่ 2.4.6 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารแบบ conduction และconvection

ที่มา : ทนง, 2524

5.2.2 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพา (convection heating curve) ถ้าเป็นการพาความร้อนแบบธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นโดยมีสาเหตุจากความหนาแน่นของตัวกลาง (อาหารเหลว) ที่แตกต่างกัน โดยโมเลกุลของอาหารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ขณะที่โมเลกุลที่มีความหนาแน่นมากกว่า (หนักกว่า) จะเคลื่อนที่ลงมาแทนที่ ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่ามีอุณหภูมิสูงกว่า จึงเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า ทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหารภายในกระป๋อง เป็นเหตุให้สมมาตรของอาหารกระป๋องเสียไป ลักษณะการถ่ายเทความร้อนแสดงดังรูป 2.4.6 ดังนั้นจุดร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องจะอยู่ที่ประมาณ 3/4 นิ้วนับจากขอบล่างของกระป๋องสำหรับกระป๋องขนาดเล็ก และสำหรับกระป๋องขนาดใหญ่ เช่น กระป๋องเบอร์ 10 จุดร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่ประมาณ 1½ นับจากขอบล่างของกระป๋องตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิลแสดงดังรูป 2.4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายเทความร้อนแบบพาบังคับ (forced convection) จะมีแรงภายนอกมาบังคับโมเลกุลของอาหารเหลวเคลื่อนที่ เกิดการผสมของของเหลวภายในกระป๋อง ทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้เร็วขึ้น เช่น การฆ่าเชื้ออาหารในเครื่องฆ่าเชื้อแบบหมุน (agitating cooker) ซึ่งจะมีการหมุนของกระป๋องระหว่างฆ่าเชื้อ ในกรณีนี้มักมีไม่พบจุดที่ร้อนช้าที่สุดหรือถ้ามีก็จะอยู่ที่จุดกึ่งกลางกระป๋อง อาหารที่มีการเคลื่อนที่แบบพาความร้อน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม และน้ำผลไม้

5.2.3 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสม (Broken heating curve) อาหารในกลุ่มนี้ได้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีแป้ง หรือสารให้ความหนืดเป็นส่วนประกอบหรือผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นอาหารขนาดใหญ่ๆในของเหลว เช่นข้าวโพดฝักอ่อน เห็ด ผักชิ้นใหญ่ๆในน้ำเกลือ อาหารเหล่านี้จะมีการถ่ายเทความร้อนได้ทั้งสองแบบ คือในช่วงต้นการถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นได้เร็วมากเป็นแบบ convection แล้วเปลี่ยนเป็นแบบ conduction เมื่อถ่ายเทความร้อนไปยังอาหารที่เป็นของแข็งหรืออาหารที่มีความข้นหนืดมาก ตำแหน่งร้อนช้าที่สุดของการถ่ายเทความร้อนแบบนี้ไม่แน่นอน ดังนั้นจึงมีการกำหนดตำแหน่งร้อนช้าที่สุดที่จุดต่าง ๆ กัน เช่น 2 เซนติเมตรนับจากขอบล่างของกระป๋อง หรือ 1/3 ของความสูงกระป๋อง หรือจุดกึ่งกลางระหว่าง convection กับ conduction อย่างไรก็ตามถ้าต้องการทราบตำแหน่งที่แน่นอนสามารถหาได้จากการทดลอง โดยทำการวัดอุณหภูมิหลายๆจุด แล้วพิจารณาว่าจุดใดที่อุณหภูมิเปลี่ยนช้าที่สุด

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) ช่วงเวลาการไล่อากาศจะมีค่าน้อยลงถ้าปริมาณบรรจุน้อยก็จะลดเวลาที่ใช้ในการไล่อากาศแต่ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการฆ่าเชื้อในแต่ละครั้งก็จะมีค่าน้องลงด้วย ดังนั้นควรหาจุดที่เหมาะสมระหว่างเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละครั้ง แต่ในการทำงานจริงมักบรรจุกระป๋องเข้าไปจนเต็มแล้วใช้ความดันไอน้ำสูงๆ เพื่อลดเวลาช่วงการไล่อากาศให้น้อยลงเพื่อสามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ให้ได้ปริมาณมาก ใช้เวลาน้อยเพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. <u>ชนิดของอาหาร</u> (types of food) - ความเป็นกรด – ด่าง (พีเอช) ของอาหารจะมีความสำคัญต่ออุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (obligate anaerobes) หรือที่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (facultative anaerobes) เนื่องจากสปอร์บางชนิดที่ทนความร้อนได้สูงมากนั้นไม่สามารถเจริญ และก่อให้เกิดอันตรายในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (พีเอชต่ำ)

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

<u>หม้อฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง (Retort Canning)</u>

หม้อฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่อาหารในกระป๋องโดยผ่านตัวกลางไอน้ำหรือน้ำเพื่อทำลายจุลินทรีย์ และสปอร์ภายในภาชนะปิดสนิท โดยเฉพาะอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน มีการควบคุมอุณหภูมิ เวลา และความดันที่ถูกต้องตามกำหนด เครื่องรีทอร์ตสร้างจากโลหะหนาประกอบเป็นรูปทรงปิดที่มีฝาครอบซึ่งสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยที่ความดัน 30 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือมากกว่า หม้อฆ่าเชื้อต้องมีส่วนประกอบของท่อไอน้ำเข้า ท่อระบายอากาศ bleeder และติดตั้งอุปกรณ์สำหรับอ่านอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงความดัน การทำงานของเครื่องคือระบบจะมีการส่งผ่านความร้อนโดยมีผสมระหว่างอากาศและน้ำร้อนเป็นตัวกลาง ซึ่งตัวกลางทั้งสองมีบทบาทในการนำความร้อนเท่ากัน ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่ออาหารที่ผ่านการรีทอร์ต

ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อ

หม้อฆ่าเชื้อสามารถแบ่งได้ตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (ศุภวุฒิ, 2547)

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

ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามลักษณะการฆ่าเชื้อ

1. <u>หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงาน</u> (Discontinuous Batch Retort)

หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้เป็นเครื่องมือที่เก่าที่สุดที่ใช้ในการแปรรูปด้วยความร้อน (Thermal Processing) ซึ่งนิยมใช้ในโรงงานอาหารกระป๋องทั้งขนาดใหญ่และเล็ก รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะแก้วด้วย

วิธีการโดยพื้นฐานประกอบด้วยการนำตะกร้าภาชนะเข้าไปยังภาชนะเหล็ก ปิดฝาหม้อและให้ความร้อน โดยมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาที่ให้ความร้อน หาได้จากอัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าไปยังภาชนะ เมื่อได้เวลาตามที่กำหนดแล้วจะให้ความเย็น โดยการปิดท่อจ่ายความร้อนแล้วเปิดน้ำเย็นเข้าไป อย่างไรก็ตามภาชนะบรรจุโลหะขนาดใหญ่และขวดแก้วที่มีฝาแบบกด (Process-on) จำเป็นต้องกำจัดความดันอากาศก่อนเริ่มต้นให้ความเย็นเนื่องจากความดันที่แตกต่างระหว่างภายนอกและภายในภาชนะ จะทำให้กระป๋องโค้งงอ (Buckle) และฝาหลุดได้ (Dislodge)

รูปที่ 2.4.7 หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงาน

ที่มา : Msstate.edu, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อฆ่าเชื้อแบบทำงานเป็นรอบการทำงานมักนิยมใช้กันมาก แม้ว่าจะต้องใช้แรงงานมากก็ตาม เนื่องจากสามารถใช้ได้กับภาชนะขนาดใดก็ได้และยังใช้ได้กับอาหารชนิดต่าง ๆ กัน

2. <u>เครื่องฆ่าเชื้อแบบทำงานต่อเนื่อง</u> (Continuous Retort)

2.1 <u>Continuous Pressure Cooker-Cooler</u> เป็นเครื่องฆ่าเชื้อที่ไม่มีการกวนภาชนะจะอยู่บนล้อหมุนหรือสายพานส่วนที่ให้ความร้อนเบื้องต้น การฆ่าเชื้อและการทำให้เย็นการส่งผ่านไปยังแต่ละส่วนซึ่งมีความดันแตกต่างกันกระทำได้โดยใช้ตัวล็อคความดัน

รูปที่ 2.4.8 Continuous Pressure Cooker-Cooler

ที่มา : Mosur Machine Co. Ltd., 2006

2.2 <u>Continuous Rotary Sterilizer</u> กระป๋องจะเคลื่อนที่ไปตามทางที่เป็นวงก้นหอย ซึ่งยึดแน่นกับผนังด้านในของทรงกระบอกทั้งสามส่วน ส่วนปีกซึ่งติดกับเส้นรอบวงถังกลวงที่หมุนอย่างช้า ๆ จะส่งกระป๋องไปรอบตลอดความยาวของแต่ละส่วนของทรงกระบอกโดยมีตัวล็อคความดันช่วยขนถ่ายเข้าและออกจากเครื่องและระหว่างส่วนทั้งสาม การกวนภายในกระป๋องจะเกิดขึ้นจากการหมุนและลื่นไถล ขณะที่กระป๋องเคลื่อนที่รอบวงโค้ง (Helix)

(a) (b)

รูปที่ 2.4.9 (a) Continuous Rotary Pressure Sterilizer,

(b) Continuous Rotary Atmospheric Sterilizer

ที่มา : (a), (b) FMC Food Tech, 2006

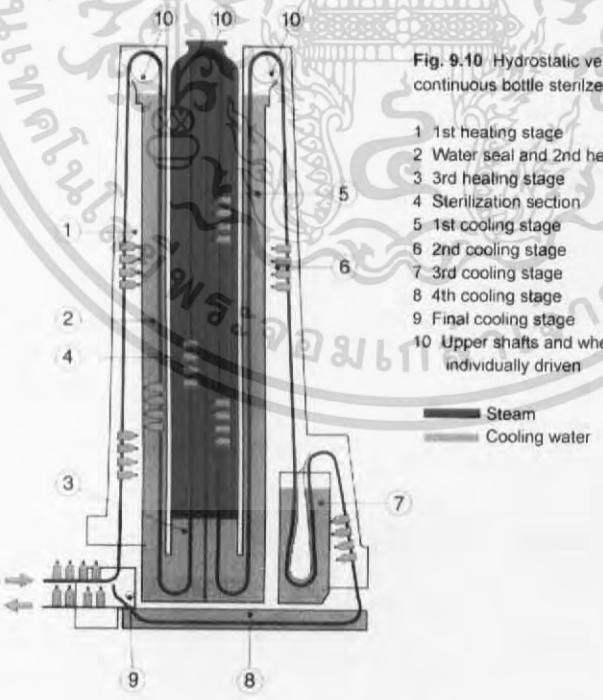
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฆ่าเชื้อประเภทนี้มีความจุสูง และทำให้การฆ่าเชื้อเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอแต่มีข้อเสีย คือ กระป๋องจำนวนมากจะได้รับความร้อน ณ เวลาหนึ่ง ๆ ดังนั้นถ้ามีการขาดช่วงขึ้นระหว่างการขนถ่าย จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นรวมทั้งความเครียดจากความดัน (pressure Strain) และการช็อกเนื่องจากความร้อน (Thermal Shock)

2.3 Hydrostatic Sterilizer เครื่องฆ่าเชื้อชนิดนี้จะใช้วิธีกักไอน้ำสูงด้วยคอลัมน์น้ำดังแสดงในรูปที่ 2.4.10 กระป๋องจะเคลื่อนผ่านหอไอน้ำ (Steam Tower) แล้วได้รับความดันจากน้ำที่อยู่ในคอลัมน์ (Water Column) สายพานประกอบด้วยคู่โซ่หมุนที่เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ กระป๋องจะเคลื่อนที่ในลักษณะแนวนอนตามแกนยาวกระป๋อง ซึ่งช่วยถ่ายเทความร้อนแบบการพาภายในกระป๋อง

กระป๋องจะเข้าสู่ส่วนที่ให้ความร้อนเบื้องต้น (Lag) ในท่อของน้ำที่เป็นรูปตัวยูจะพบว่าอุณหภูมิน้ำตอนต้นของส่วนนี้ประมาณ 82-88 °ซ และทางออกประมาณ 107-118 °ซ หลังจากนั้นกระป๋องจะเคลื่อนที่ไปยังห้องไอน้ำ (Steam Chamber) ภายในช่วงเวลาที่เหมาะสมค่าหนึ่ง ซึ่งกระป๋องจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงและออกจากห้องนี้ไปยังท่อน้ำรูปตัวยูอีกด้านหนึ่ง จากนั้นจะให้ความเย็นแก่กระป๋อง

เครื่องฆ่าเชื้อแบบนี้มีข้อดีคือ อาหารและกระป๋องเกิดการช็อกเนื่องจากอุณหภูมิและความดันน้อยที่สุด ใช้ได้กับภาชนะทุกชนิดและใช้ไอน้ำและน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.4.10 Hydrostatic Sterilizer

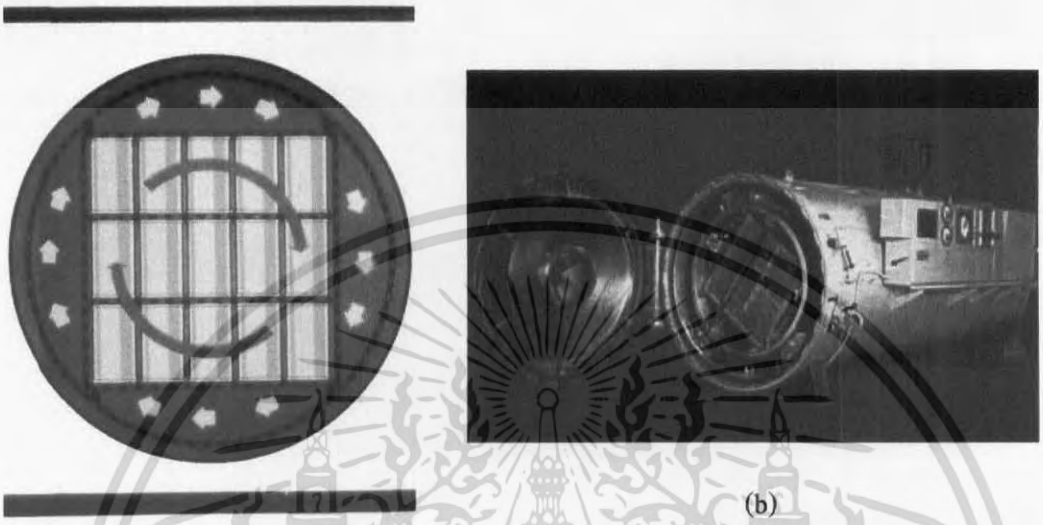
ที่มา : Egr.msu.edu, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามลักษณะการหมุนของกระป๋อง/บรรจุ

1. หม้อฆ่าเชื้อที่การหมุนของบรรจุภัณฑ์ขณะฆ่าเชื้อ (Agitation Retort)

ลักษณะการหมุนในขณะฆ่าเชื้อนั้นภายในจะสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าแบบไม่หมุน ดังนั้นจึงประหยัดพลังงานได้มากกว่า แต่ราคาค่อนข้างแพง



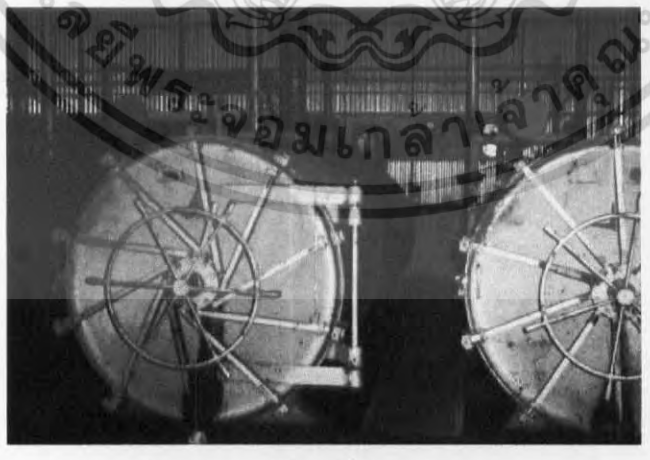
(a) (b)

รูปที่ 2.4.11 (a), (b) หม้อฆ่าเชื้อแบบหมุน

ที่มา : (a), (b) Msstate.edu, 2006

2. หม้อฆ่าเชื้อที่ไม่มีการหมุนของบรรจุภัณฑ์ขณะฆ่าเชื้อ (Non-agitation Retort)

หม้อฆ่าเชื้อแบบไม่หมุนจะใช้พลังงานมากกว่าเนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนภายในได้ช้ากว่าแต่ส่วนใหญ่ยังใช้กันอยู่มากเนื่องจากราคาถูก



รูปที่ 2.4.12 หม้อฆ่าเชื้อแบบไม่หมุน

ที่มา : Msstate.edu, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามลักษณะการวางของหม้อ

1. <u>หม้อฆ่าเชื้อแบบตั้ง</u> (Vertical Retort)

หม้อฆ่าเชื้อแบบนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้เนื่องจากโหลดบรรจุภัณฑ์ไม่สะดวก ข้อดีคือสามารถประหยัดพื้นที่

(a)

(b)

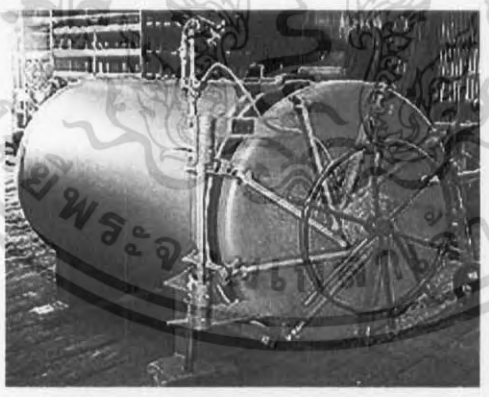
รูปที่ 2.4.13 (a), (b) หม้อฆ่าเชื้อแบบตั้ง

ที่มา : (a) Processmastersindia.com, 2006

(b) Bcit.ca, 2006

2. <u>หม้อฆ่าเชื้อแบบนอน</u> (Horizontal Retort)

เป็นแบบที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากสะดวกในการขนย้ายบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 2.4.14 หม้อฆ่าเชื้อแบบนอน

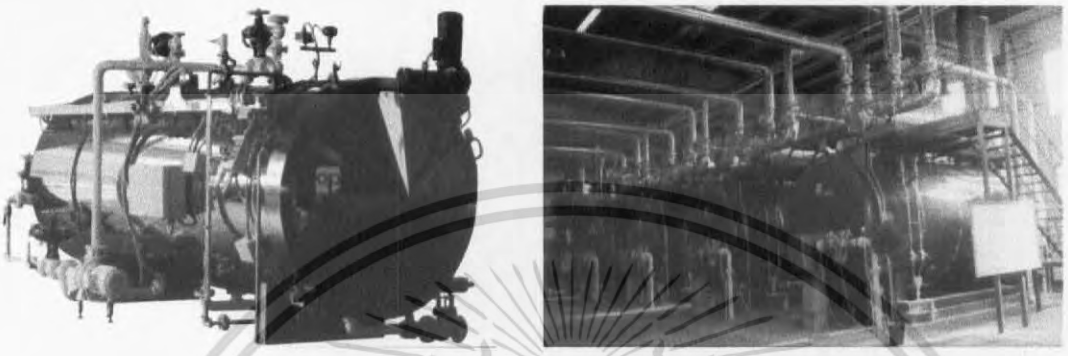
ที่มา : Fungi Perfecti, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อแบ่งตามตัวกลางให้ความร้อน

1. <u>หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้ไอน้ำในการฆ่าเชื้อ</u>

หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากราคาถูกกว่าแบบใช้น้ำร้อนมาก และการปฏิบัติงานส่วนใหญ่ยังใช้พนักงานเป็นผู้ควบคุมการทำงาน ใช้ได้เฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกระป๋องเท่านั้น



(a) (b)

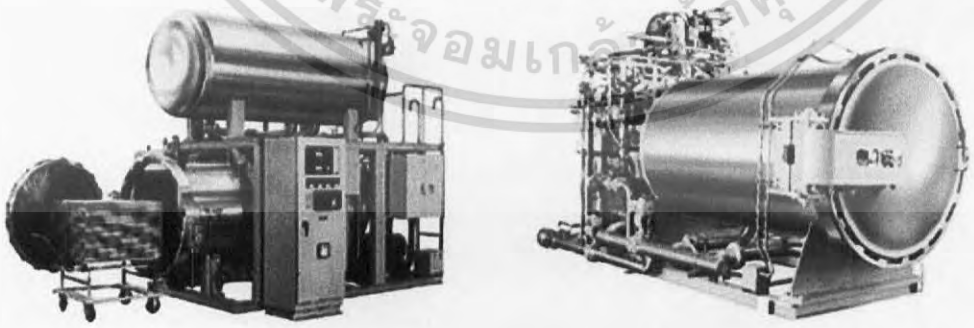
รูปที่ 2.4.15 (a), (b) Steam Retort

ที่มา : (a), (b) Caquin Group, 2006

2. <u>หม้อฆ่าเชื้อที่ต้องใช้ความดันสูงในการฆ่าเชื้อ</u>

หม้อฆ่าเชื้อประเภทนี้ส่วนใหญ่พบในอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่เนื่องจากมีราคาแพงและต้องใช้พนักงานควบคุมที่มีความชำนาญ ซึ่งสามารถถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้ดีมากและใช้กับบรรจุภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น ขวดแก้ว ถุงพลาสติก เป็นต้น สามารถแบ่งได้เป็นแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.1 <u>ใช้น้ำร้อนความดันสูง</u>



(a) Hot Water Immersion Retort (b) Hot Water Spray Retort

รูปที่ 2.4.16 หม้อฆ่าเชื้อที่ต้องใช้ความดันสูงในการฆ่าเชื้อ

ที่มา : (a), (b) Hisaka.co.jp, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 <u>ใช้น้ำและอากาศผสมกัน</u> โดยใช้พัดลมดูดไอน้ำและอากาศที่ผสมกันเข้ามาให้ความร้อนภายใน ซึ่งทำให้การกระจายความร้อนดีมาก

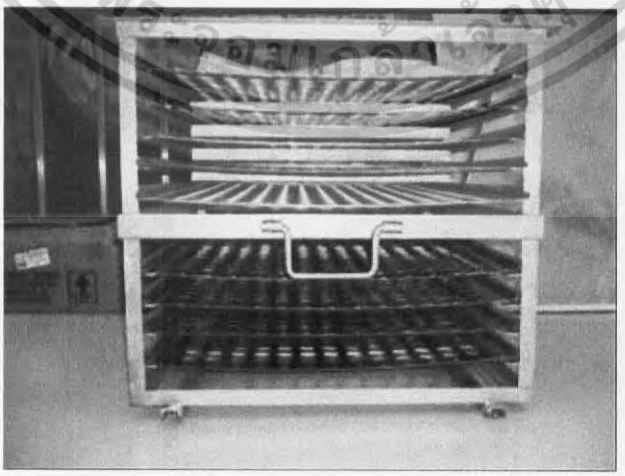
อุปกรณ์ที่สำคัญมีดังนี้

1. เครื่องควบคุมการทำงานไอน้ำอัตโนมัติ ซึ่งตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภาย ใน Retort เครื่องควบคุมความดันอัตโนมัติ เพื่อควบคุมปริมาณไอน้ำที่จะจ่ายเข้าไปใน Retort เพื่อป้องกันไอน้ำหรือความชื้นตีย้อนกลับเข้าสู่ระบบลม

2. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ (MIG) เครื่องบันทึกอุณหภูมิ/เวลา 1 ชุด (Data Loger) ติดตั้งในตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิของตัวกลางความร้อนได้อย่างแม่นยำและสามารถอ่านค่าได้อย่างสะดวก

รูปที่ 2.4.17 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ (MIG)

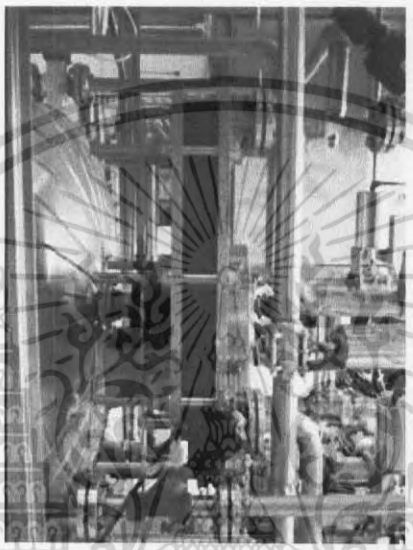
3. ตะกร้า (crates) แผ่นกั้นรอง (dividers) และชั้นวาง ใช้วางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำการฆ่าเชื้อให้เป็นสัดส่วนและการกระจายความร้อนเป็นไปอย่างทั่วถึง



รูปที่ 2.4.18 ตะกร้า (crates)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Plate heat เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น ประกอบด้วยแผ่นเหล็กสแตนเลสบางๆ หลายแผ่นวางประกบและยึดกันโดยกรอบโลหะ จะทำให้เกิดช่องขนานระหว่างแผ่นอาหารเหลว และตัวกลางถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะถูกปั๊มผ่านช่องเหล่านี้สลับกัน โดยจะไหลในลักษณะสวนทางกัน แผ่นโลหะทั้งหมดจะปิดแน่นด้วยยางสังเคราะห์เพื่อป้องกันการผสมกันระหว่างผลิตภัณฑ์และตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและการทำให้เย็น แผ่นโลหะมีลักษณะเป็นลูกฟูกเพื่อทำให้ของเหลวไหลแบบเทอร์บุเลนซ์ร่วมกับการปั๊มด้วยความเร็วสูง จึงช่วยลดความหนาของฉนวนฟิล์ม และทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าสูงขึ้น



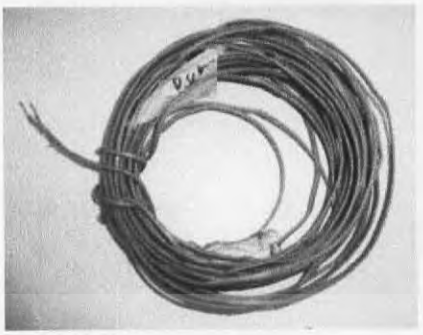
รูปที่ 2.4.19 Plate heat

5. สัญญาณระดับน้ำ เพื่อบอกระดับน้ำใน Retort เพื่อให้ระดับน้ำเพียงพอต่อกระบวนการ retort

รูปที่ 2.4.20 สัญญาณระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เทอร์โมคัปเปิล เพื่อใช้ในการหาค่า Temperature distribution



รูปที่ 2.4.21 เทอร์โมคัปเปิล

การออกแบบระบบกระจายความร้อนภายใน Retort อันมีผลต่อ temperature distribution หรือ ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิภายใน Retort ขณะฆ่าเชื้อใน stream retort ปัจจัยที่มีผลกระทบ เช่น การออกแบบท่อกระจายไอน้ำ และท่อ vent สำหรับระบบ stream air

Retort Test มี 3 วิธี

1. Direct Steam เป็นการฉีด steam เข้าไปใน Retort โดยตรงไม่ได้ผ่าน plate heat จนได้ค่าอุณหภูมิเท่ากับที่ตั้งไว้แล้วก็ทำการ cooling

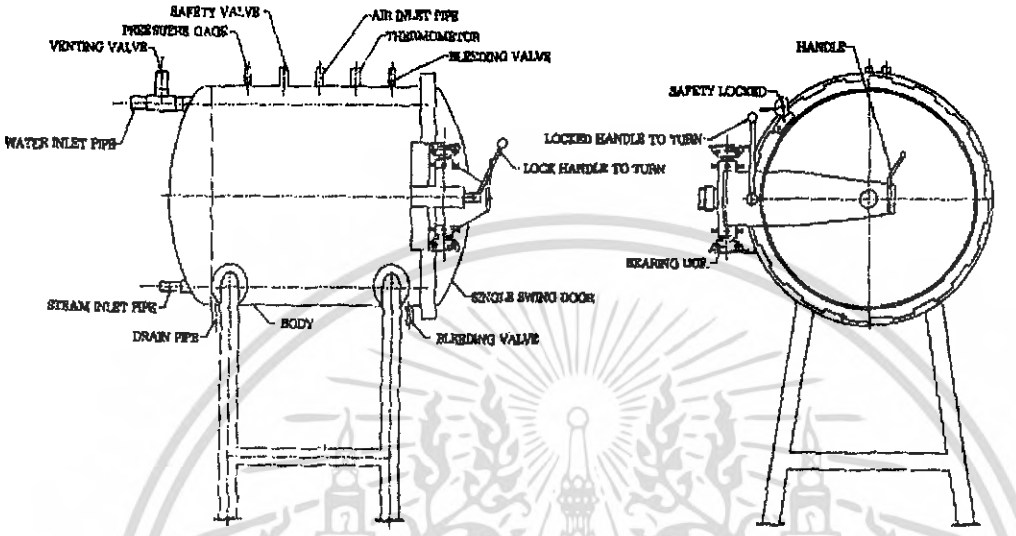
2. Water Spray เป็นการที่ฉีดน้ำผ่าน plate heat เพื่อแลกเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำแล้วก็เข้าไปยัง Retort

3. Steam and Water Spray เป็นการรวมกันของ steam และ น้ำ

Nolfi, Jr. (2005) กล่าวว่ากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้การรีทอร์ตเป็นวิธีที่ต้นทุนค่อนข้างต่ำและให้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงเป็นกระบวนการที่โรงงานอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้ โดยจะผลิตอาหารด้วยกระบวนการที่ไม่ปลอดเชื้อก่อนเช่นการตัดแต่งวัตถุดิบต่าง ๆ บนสายพานก่อนที่จะนำส่วนประกอบทั้งหมดมาผ่านกระบวนการรีทอร์ต ซึ่งพบว่าการออกแบบขั้นตอนการบรรจุอาหารที่ดีช่วยให้เนื้อสัมผัสและรสชาติของอาหารไม่เปลี่ยนแปลงไปหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้ในที่คือ หม้อฆ่าเชื้อแบบแนวนอนประตูเดียว (Horizontal Retort Single Swing Door) ของบริษัท ไทยชิน-ไอ จำกัด (Thai Shin-I Co., Ltd.) ซึ่งเป็นหม้อฆ่าเชื้อประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 2.4.22 Horizontal Retort Single Swing Door

ที่มา : ไทยชิน-ไอ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ความหนืดและความคงตัว

ทั้งความหนืดและความคงตัวเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการไหลของของเหลว ความหนืดหมายถึง ความต้านทานของการไหลของของเหลวซึ่งเป็นของเหลวบริสุทธิ์ และสม่ำเสมอ ลักษณะของเหลวดังกล่าวเป็นที่ทราบกันว่าเป็น Newtonian type (Kramer and Twigg, 1973) สำหรับความคงตัวหมายรวมถึง ความต้านทานของการไหลของของเหลว ซึ่งเป็นของเหลวที่มีส่วนผสมต่าง ๆ ไม่สม่ำเสมอและไม่บริสุทธิ์ และโดยทั่วไปจะหมายถึงของเหลวประเภท Non-newtonian fluids คุณสมบัติของการไหลของของเหลวทั้งสองประเภทจะถูกกระทบด้วยการคนและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยทั่วไปสารของของเหลวจะมีความต้านทานที่ลดลง เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ณ ที่อุณหภูมิคงที่ การคนอาจจะทำให้การเปลี่ยนรูปได้ของวัตถุบางอย่างเพิ่มขึ้นหรือไม่ก็ลดลง ซึ่งเป็นคุณสมบัติของลักษณะที่แตกต่างกันของชนิดของของเหลว

<u>ความสำคัญของความหนืด และความคงตัว</u>

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทราบความเข้าใจเกี่ยวกับความหนืดและความคงตัว ได้แก่ น้ำเชื่อม ลูกกวาด แยม ซอส มายองเนส น้ำสลัด น้ำผลไม้ นม และเครื่องดื่มต่าง ๆ วิธีการบรรจุและการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารขึ้นอยู่กับพฤติกรรมทาง Kinesthetics ของมันด้วยความหนืดและความคงตัวสามารถก่อให้เกิดการรับรู้ที่เหมาะสม ดังนั้นลักษณะดังกล่าวสามารถแสดงให้เห็นว่ามีบทบาทในการคาดคะเนถึงความพอใจในการบริโภค เมื่อมีการกล่าวถึง Puree หรือ Concentrate หรือ Condensed ผู้บริโภคมักจะนึกถึงสารที่ค่อนข้างหนืดซึ่งอาจจะต้องทำการเจือจาง ถ้าผู้บริโภคซื้อมะม่วงเข้มข้นบรรจุกระป๋อง สิ่งที่ผู้บริโภคมักคิดคือผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะต้องค่อนข้างหนืดและเต็มไปด้วยกลิ่นและรสชาติของมะม่วง และเวลาจะบริโภคคงต้องผสมน้ำเป็นสามหรือสี่เท่าตัว ลักษณะเช่นนี้ก็มีลักษณะที่คล้ายกับ Puree และ Condensed ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาทางด้านการมองเห็นของผู้บริโภคจะมีความสัมพันธ์กับการประยุกต์ใช้ของผลิตภัณฑ์ เมื่อปรากฏการณ์ที่แท้จริงไม่สามารถสอดคล้องกับสิ่งที่คาดหมายไว้ ปฏิกิริยาในทางลบอาจจะเกิดขึ้นได้ เช่น ผลิตภัณฑ์นมข้นหวาน ผู้บริโภคอาจจะคิดถึงข้อสงสัยในทำนองว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่ผลิตในลักษณะเข้มข้นอาจจะเป็นเพราะต้องการป้องกันการเน่าเสียง่ายของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบที่นำมาใช้อาจจะมีปัญหาในแง่ของการเสื่อมเสียหรือไม่ก็เป็นเพราะกระบวนการผลิตที่ไม่ดี หรือไม่ก็เป็นเพราะต้องการการเจือปนสารบางอย่าง เป็นต้น ตัวอย่างอื่น ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เยลลี่อาจจะถูกคาดหมายจากผู้บริโภคถึงกระบวนการผลิตที่ไม่ดี หรือมีสัดส่วนของส่วนผสมที่ไม่ถูกต้องในหลายตัวอย่างอาจจะเกิดปัญหาในลักษณะดังกล่าวได้จากผู้บริโภค ดังนั้นความสำคัญของการตรวจวัดความหนืดและความคงตัวของผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนืดและความคงตัวที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเกิดจากการที่มีการสร้างสมดุลของส่วนผสมต่าง ๆ ในสูตรการผลิต ดังนั้นความหนืดของวัตถุดิบจึงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีในการวิเคราะห์ถึงความจำเป็นที่ต้องใช้ปริมาณของส่วนผสมอื่น ๆ เพื่อปรับผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับในแง่ของความคงตัว เนื่องจากความคงตัวมักถูกกระทบด้วยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการคนในกระบวนการผลิต การวัดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นดัชนีในการแสดงถึงการไม่รวมตัวกันหรือการสลายของโครงสร้างของโปรตีน แป้งและเพ็คตินในระบบ (Kramer and Twigg, 1973) การวัดดังกล่าวอาจจะเป็นการช่วยในการคาดคะเนปริมาณทางด้านวิศวกรรมในกระบวนการผลิต เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน อัตราการระเหย เวลาของการปั๊มและการผสม เป็นต้น (Saravacos, 1968) ดังนั้นความรู้ของลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่นความหนืดและความคงตัวที่ซึ่งมีผลต่อลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ พฤติกรรมของกระบวนการผลิต และความเกี่ยวข้องของส่วนผสมในสูตรการผลิตจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจลักษณะของผลิตภัณฑ์อย่างมากทั้งในแง่การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส หรือการวัดด้วยเครื่องมือด้วย

<u>การวัดค่าความหนืด และความคงตัว</u>

ในแง่ของการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ การวัดด้วยเครื่องมือจะไม่มีประโยชน์เลยถ้าไม่มีการนำสิ่งที่วัดได้ไปสัมพันธ์กับการประเมินจากผู้บริโภค ด้วยเหตุผลดังกล่าวเครื่องมือจึงได้รับการพัฒนาเพื่อใช้วัดลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสจะต้องถูกทดสอบ เปรียบเทียบกับการประเมินด้วยผู้บริโภคที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว Kramer and Twigg (1962) ได้ศึกษาถึงหลักการของเครื่องมือต่อการวัดค่าทางกายภาพของคุณภาพทางอาหาร และพบว่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ระหว่างผู้ทดสอบกับเครื่องมือควรมีค่าประมาณ 0.90 และมากกว่าก่อนที่จะนำวิธีการวัดด้วยเครื่องมือดังกล่าวไปใช้วัดลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 ถึง 0.89 ดูเหมือนว่ามีค่าสูงพอที่จะใช้เลือกว่าน่าจะนำเครื่องมือมาใช้วัดค่าดังกล่าวได้ แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ต่ำกว่านี้การนำเครื่องมือมาใช้วัดลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสอาจจะเป็นการเสี่ยงของข้อมูลที่ได้รับได้ เครื่องมือหลายๆ ชิ้นต่างมีวัตถุประสงค์ที่จะใช้วัดค่าความหนืดให้แม่นยำและถูกต้องแต่ทั้งนี้ขึ้นกับรูปแบบของการประยุกต์ใช้ของเครื่องมือดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ในการวัดด้วยเครื่องมือทุกครั้งควรมีการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ ดังกล่าวกับค่าที่ได้จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5.1 เครื่องมือบางอย่างและวิธีการใช้เพื่อวัดค่าความหนืดและความคงตัวของผลิตภัณฑ์

เครื่องมือ หรือวิธี	การอธิบาย และ/หรือการใช้
เครื่องมือวัดความหนืด Brookfield	วัดความหนืดโดยการวัดแรงที่ต้องใช้ในการหมุนใบพัดในของเหลว รายละเอียดและวิธีการใช้แสดงในแหล่งของข้อมูล
Tube or Capillary	มีประโยชน์อย่างมากสำหรับใช้วัดความหนืดของของเหลว เช่น Puree, Sauces, Pectin solutions และน้ำผลไม้ที่ข้นหนืด
Bostwick Gravity Flow	เช่นเดียวกับ Tube or Capillary
เครื่องวัดความคงตัว Adams consistometer	ใช้วัดของเหลวที่มีความหนืดมากเช่น *Paste, Puree, Juices, Potato granules* และ Catsup
Plumit	ใช้วัดความคงตัวของสารของเหลวและผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายกัน Plumit จะถูกทิ้งในจมลงจากความสูงที่กำหนดลงที่ในขวดตัวอย่าง และความลึกของการจมถูกบันทึกเป็นสเกลบนด้ามของ Plumit
Bloom consistometer	วัดความต้านที่ใช้ในการดันผลิตภัณฑ์ผ่านลูกสูบ เครื่องมือสามารถประยุกต์ใช้ด้วยมือหรือมอเตอร์ก็ได้
เครื่องวัดความหนาแน่น (Densometer)	ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิตที่เป็นของเหลวที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำๆประมาณ 0.0005 เป็นประโยชน์ในการวัดและควบคุมของความหนาแน่นของของเหลวนั้น
การวิเคราะห์ทางเคมี Alcohol Insoluble Solids (AIS)	ใช้ในการวิเคราะห์ความเหนียวหรือความแก่อ่อนของผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ โดยเฉพาะ Green peas และ Sweet corn เป็นต้น
Moisture content	เช่นเดียวกับ AIS

ที่มา : ไพโรจน์, 2545

ลักษณะเนื้อสัมผัส

ลักษณะผลิตภัณฑ์อื่นๆที่ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงลักษณะปรากฏและปัจจัยการสัมผัสได้ คือ ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) เมื่อกล่าวถึงความรู้สึกในการสัมผัสได้แล้ว ลักษณะเนื้อสัมผัสจะเกี่ยวข้องกับความต้านทานเพื่อดันหรือกดเช่นเดียวกับความหนืดและความคงตัว ความแตกต่างอยู่ที่ว่าลักษณะเนื้อสัมผัสจะสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับวัตถุที่เป็นของแข็งและความต้านทานดังกล่าวจะหมายถึงแรงกด (Compression) หรือลักษณะของแรงดัดหรือแรงเฉือน (Cut and Shear) บางครั้งอาจจะรวมถึง ความเป็นเม็ดทราย (Graininess)และความหยาบ (Coarseness) ของวัตถุดิบ ซึ่งในปัจจุบันลักษณะเนื้อสัมผัสก็ยังไม่มีการให้คำนิยามได้อย่างสมบูรณ์ นักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับลักษณะเนื้อสัมผัส ได้ใช้ลักษณะเนื้อสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของตัวแปรในการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสนั้นๆ บางทีอาจจะเป็นเพราะขาดการตกลงและทำความเข้าใจในเทอมของลักษณะเนื้อสัมผัสร่วมกัน(Szczesniak, 1963) แรงดัดหรือแรงเฉือนก็มีลักษณะทำนองเดียวกัน (Bourne, 1968) ซึ่งมีความเชื่อว่าโดยแท้จริงแล้ว นัก Rheologists สามารถถูกจำแนกได้เป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกพิจารณาลักษณะเนื้อสัมผัสเหมือนคุณสมบัติทางอาหารอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่ายประเภทหนึ่งที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือที่แม่นยำถูกต้อง ส่วนกลุ่มที่สองพิจารณาเนื้อสัมผัสเหมือนสิ่งที่ไม่สามารถ วัดได้ด้วยเครื่องมือเพราะว่าในอาหารมีคุณสมบัติมากมายรวมกันที่สามารถให้ความรู้สึกได้ด้วยอวัยวะที่แตกต่างกันของร่างกายมนุษย์ ซึ่งทั้งสองกลุ่มต่างก็พบปัญหาในการใช้เครื่องมือเพื่อบ่งบอกลักษณะเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์อาหารที่แตกต่างกัน Szczesniak, et al. (1963) ได้ศึกษาในรายละเอียดของลักษณะเนื้อสัมผัส โดยพยายามพัฒนาสเกลการให้คะแนนมาตรฐาน (Standard rating scale) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเนื้อสัมผัส สเกลที่พัฒนาได้แก่ความแข็ง (Hardness) ความเปราะ แตกง่าย (Brittleness) ความเหนียวหนืด(Chewiness) ความติดเหนียว(Gumminess) ความหนืด (Viscosity) และ ความเกาะติด(Adhesiveness) การสร้างสเกลดังกล่าวเพื่อวัดลักษณะทางอาหารบางอย่างในเชิงปริมาณในเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเนื้อสัมผัส เพื่อสร้างความสัมพันธ์ในเทอมดังกล่าวผลิตภัณฑ์เฉพาะในย่ีห้อที่กำหนดรวมทั้งบริษัทที่ผลิตถูกใช้เพื่อเป็นตัวแทนในการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสในเทอมข้างต้น โดยการใช้สเกลที่สร้างขึ้นสำหรับกำหนดคุณภาพเชิงปริมาณของตัวแปรต่างๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเป็นอย่างดี Szczesniak (1963) ตะหนักถึงปัญหาของเทอมที่ใช้บ่งบอกลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ จึงพยายามพัฒนาระบบของการจำแนกลักษณะเนื้อสัมผัสบางอย่างขึ้นมา ข้อสรุปคือลักษณะเนื้อสัมผัสสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้ (1) ลักษณะทางกล (Mechanical characteristics) (2) ลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical characteristics) (3) ลักษณะอื่น ๆ (Other characteristics) ซึ่งลักษณะที่ (3) จะเกี่ยวข้องกับปริมาณความชื้นและไขมัน ในข้อมูลจากสเกลได้นำมาเปรียบเทียบกับการวัดด้วยเครื่องมือ (Texturometer) เพื่อสร้างความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ที่สูงจะเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องมือกับการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

<u>ความสำคัญของลักษณะเนื้อสัมผัส</u>

เนื่องจากการตระหนักถึงลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งในผลิตภัณฑ์อาหาร การวิจัยมากมายจึงมุ่งเน้นในเรื่องดังกล่าวอย่างจริงจัง ลักษณะเนื้อสัมผัสแสดงให้เห็นว่ามีบทบาทที่สำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ และเป็นดัชนีในการคาดคะเนถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะของผลิตภัณฑ์ระหว่างการบ่ม (Ripening) กระบวนการผลิต (Processing) การเก็บรักษา (Storage) การขนส่ง (Transport) และการกระจายผลิตภัณฑ์ (Distribution) เป็นต้น และจากความรู้ของลักษณะเนื้อสัมผัสทำให้สามารถประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบได้โดยเฉพาะในผักและผลไม้ ลักษณะเนื้อสัมผัสใช้เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความแก่อ่อน บางทีอาจเรียกว่าเป็นการทำ Thumb test ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่ใช้ความดันในการแตะบนพื้นผิวของผลไม้สดเพื่อสืบให้รู้แน่ถึงระดับของการแก่อ่อนของผลไม้นั้นๆ ความรู้สึกจากการสัมผัสโดยการแตะอาจจะเป็นเครื่องมือในการบอกระดับของความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งทำให้สามารถบ่งบอกถึงขั้นของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่มได้ แม้ว่าจะไม่มีความแม่นยำในการวัดมากนัก แต่ก็เป็นพื้นฐานในการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส (ไพโรจน์, 2545)

ตารางที่ 2.5.2 แสดงตัวแปรทางลักษณะเนื้อสัมผัส และคำที่นิยมใช้

Mechanical characteristics		
Primary parameters	***Secondary parameters***	***Popular terms***
Hardness		Soft ▶ Firm ▶ Hard
Cohesiveness	Brittleness	Crumbly ▶ Crunchy ▶ Brittle
	Chewiness	Tender ▶ Chewy ▶ Tough
	Gumminess	Short ▶ Mealy ▶ Pasty ▶ Gummy
Viscosity		Thin ▶ Viscous
Elasticity		Plastic ▶ Elastic
Adhesiveness		Sticky ▶ Tacky ▶ Gooey
Geometrical characteristics		
Class		***Examples***
Particle size and shape		Gritty, Grainy, Coarse, etc.
Particle shape and orientation		Fibrous, Cellular, Crystalline, etc.
Other characteristics		
Primary parameters	***Secondary parameters***	***Popular terms***
Moisture content		Dry ▶ Moist ▶ Wet ▶ Watery
Fat content	Oiliness	Oily
	Greasiness	Greasy

ที่มา : ไพโรจน์, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

<u>การใช้การทดสอบผู้บริโภค</u>

ผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการจะใช้ในการตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคหนึ่ง ๆ ที่ถูกคิดว่ามีความสำคัญ โดยผู้ทดสอบดังกล่าวอาจจะมีข้อจำกัดต่อการตรวจสอบในแต่ละลักษณะเพื่อให้ได้ค่าเหมาะสมสำหรับการใช้จริง แต่การตรวจสอบประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เป็นการกำหนดโดยผู้บริโภคเอง ซึ่งเป็นความคิดเห็นของผู้บริโภคโดยตรง แต่ไม่ใช่ความคิดเห็นของผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งการทดสอบผู้บริโภคดังกล่าวเป็นการวัดการยอมรับผลิตภัณฑ์อย่างแท้จริง เน้นว่าผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วจะถูกคัดเลือกด้วยความระมัดระวังทำการฝึกฝนอย่างเข้มงวด และตำหนิติเตียนอย่างมากเมื่อเทียบกับผู้บริโภค การประเมินที่สม่ำเสมอ และผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วอย่างเข้มงวดอาจจะมีความสัมพันธ์น้อยต่อการรับรู้ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ กล่าวว่าผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการถูกใช้ในการตรวจสอบความแตกต่างที่สังเกตได้ และวัดจำนวนคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่ไม่สามารถวัดได้โดยเครื่องมือทางกายภาพ อย่างไรก็ตามการทดสอบผู้บริโภคจะถูกใช้เพื่อตรวจสอบความชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ ในสภาพการใช้จริง การพิจารณาในสิ่งนี้จะต้องทราบเพื่อทำความเข้าใจอย่างชัดเจนในความสัมพันธ์ระหว่างผลของการวิเคราะห์ผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการและผลของการวิเคราะห์ผู้บริโภค ก่อนการสรุป ผลการประเมินอย่างเหมาะสมและมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลของการทดสอบผู้บริโภคมีความสำคัญทั้งของผู้ผลิต และผู้วิจัยในแง่เป็นฐานการเลือกตัดสินใจ ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสมักจะเป็นงานวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การควบคุมคุณภาพ และการจำหน่ายและตลาด การตัดสินใจในการผลิตระดับพาณิชย์จะขึ้นอยู่กับผลของการทดสอบสำรวจผู้บริโภค โดยสรุปหลักการใช้การทดสอบผู้บริโภคเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ผลของการทดสอบผู้บริโภคจะให้ข้อมูลว่าผู้บริโภคต้องการอะไร และความต้องการต่ำสุดในความพอใจคืออะไร

2. ความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ในตลาดสามารถกำหนดขึ้นได้จากการทดสอบผู้บริโภค โดยวิธีนี้สามารถทราบถึงความรู้ของผู้ใช้ในการเจตนาซื้อ หรือความถี่ในการใช้ที่คาดหวัง และจะให้ฐานข้อมูลแนวโน้มผลิตภัณฑ์ในตลาด และข้อจำกัด ปริมาณในตลาด

3. ความรู้ของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคชอบหรือไม่ชอบจะให้ฐานข้อมูลในการพัฒนาสูตรการผลิต การเปลี่ยนแปลงสูตรอย่างเด่นชัดจะไม่ต้องการต่อไปเมื่อการผลิตใหญ่เกิดขึ้น

4. เนื่องจากการทดสอบผู้บริโภคอาจจะเป็นการเริ่มแรกในการแนะนำผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ เข้าสู่ตลาดซึ่งการทดสอบดังกล่าวสามารถช่วยการลงทุนต่ำสุดที่ต้องการสำหรับการส่งเสริมผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทดสอบเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในปัจจุบันกับยี่ห้อคู่แข่งขันอื่นๆ ระดับของการยอมรับของผู้บริโภคควรจะถูกตรวจสอบ ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำหรับผู้ควบคุมคุณภาพ นักวิจัยตลาดและผู้ประกอบการการประกันการอยู่รอดของผลิตภัณฑ์ในตลาดที่มีการแข่งขันสูงนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญและต้องใช้ข้อมูล จากการใช้อย่างเหมาะสมของการทดสอบผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับ (Acceptance test)

ระดับการยอมรับของผลิตภัณฑ์สามารถกำหนดได้โดยใช้การทดสอบการยอมรับจำเพาะ การทดสอบนี้ได้ใช้กันมากที่สุด และบางทีก็ใช้ผิด แม้กระทั่งนักวิทยาศาสตร์ผู้ที่ไม่ได้ให้ความประณีตรอบคอบในการประเมินทางประสาทสัมผัส ในการตรวจสอบเอกสารในการวิจัยทางด้านผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้การประเมินทางประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือทดสอบ การทดสอบการยอมรับที่ทำอยู่ในปัจจุบันโดยใช้ผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยหลักที่ดำเนินการอยู่ ซึ่งเขาคาดหวังว่าระดับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการจะได้ผลสหสัมพันธ์กับปฏิกิริยาของผู้บริโภค ผู้วิจัยส่วนมากยังคงยึดติดอยู่กับความคิดเช่นนี้ ได้เตือนว่าข้อสมมุติฐานดังกล่าวข้างต้นควรจะต้องแปลความด้วยความระมัดระวัง การวิจัยยังคงไม่เสร็จสิ้นเพื่อแสดงสิ่งที่ยังมีคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการและผู้ทดสอบบริโภค

วิธีการใช้สเกล Hedonic scaling ในการพรรณนา

เป็นการทดสอบที่อ้างถึงความพอใจทางจิตวิทยาและลำดับของความไม่พอใจของผู้บริโภค ซึ่งได้แสดงถึงว่าเป็นวิธีจำเพาะของการลำดับสเกลเพื่อวัดสภาวะทางจิตวิทยาโดยตรง วิธีดังกล่าวเป็นการวัดการยอมรับอย่างแท้จริงจากปฏิกิริยาของผู้บริโภคในเทอมของระดับการชอบ หรือ ไม่ชอบ ของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ ปฏิกิริยาของผู้ประเมินจะชี้ให้เห็นถึงคำที่พรรณนาบนสเกล ตัวอย่างแบบสอบถามในกรณี 9-point hedonic scaling ได้แสดงในรูปที่ 2.5.1 สำหรับการทดสอบประเภทการพรรณนารูปร่างลักษณะในการประเมินทางประสาทสัมผัส ความแตกต่างหลักอยู่ที่ว่าผู้ประเมินที่ใช้ในการทดสอบแบบ Hedonic scaling เป็นผู้บริโภค ซึ่งเป็นวิธีที่จะคาดคะเนบนพื้นฐานความเชื่อที่ว่า การตอบสนองโดยตรงเป็นความรู้สึกที่มีเหตุมีผลมากกว่า สำหรับการคาดคะเนพฤติกรรมจริงในอาหารมากกว่าการตอบสนองที่ขึ้นอยู่กับเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามประเภท Hedonic scaling

ชื่อ..... ชุดที่.....

ผลิตภัณฑ์ ..... วันที่.....

ข้อเสนอแนะ : ทดสอบรสชาติของตัวอย่างที่ให้ และตรวจสอบว่าท่านชอบ/ไม่ชอบมากเพียงไรในผลิตภัณฑ์ ใช้สเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงทัศนคติของท่านโดยการขีดกำหนดจุดบนสเกลที่อธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด ดื่มน้ำหลังจากแต่ละผลิตภัณฑ์ถูกทดสอบแล้ว

สเกล	ตัวอย่างรหัส			
ชอบมากที่สุด				
ชอบมาก				
ชอบปานกลาง				
ชอบเล็กน้อย				
เฉยๆ				
ไม่ชอบเล็กน้อย				
ไม่ชอบปานกลาง				
ไม่ชอบมาก				
ไม่ชอบมากที่สุด				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณ

รูปที่ 2.5.1 ตัวอย่างแบบสอบถามแบบ Hedonic scaling

ข้อดีของการทดสอบแบบใช้สเกลในการพรรณนา

เปรียบเทียบกับการทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัสอื่น ๆ พบว่าการทดสอบแบบ Hedonic scaling เป็นการทดสอบที่ง่ายและเข้าใจได้ง่ายที่สุด โดยมีข้อดีหลักดังนี้

1. พบว่าเป็นวิธีที่ใช้การตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพในความแตกต่างน้อย ๆ ในระดับของความชอบในอาหารที่คล้าย ๆ กัน และใช้ตรวจสอบความแตกต่างได้อย่างหยาบ ๆ แม้ว่าเมื่อเวลาผู้ประเมิน และสภาวะการทดสอบมีความแปรปรวน

2. การทดสอบนี้ใช้แบบสอบถามและข้อเสนอแนะที่ง่ายซึ่งทำให้มีเหตุผลที่รู้จักคิด และทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถถูกลำดับต่อการประเมินครั้งแรกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สเกลแบบ Hedonic scale สามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างในกลุ่มของลักษณะความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในการสำรวจภาคสนาม Kramer (1976) กล่าวว่าการทดสอบผู้บริโภค สเกลแบบHedonic scale สามารถช่วยกำหนดระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ได้

4. เป็นวิธีที่มีประโยชน์ในการตรวจสอบการยอมรับโดยเฉพาะ อาหารที่ไม่ปกติ หรือไม่ใช่การทดสอบเปรียบเทียบตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลจากการทดสอบแบบ Hedonic scaling

ข้อด้อยของการทดสอบแบบใช้สเกลในการพรรณนา

แม้ว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่อาจจะพบว่าการใช้ Hedonic scaling มีประโยชน์มาก แต่การทดสอบนี้ก็ยังมีข้อด้อยดังนี้

1. โดยเฉพาะประเทศที่ไม่ได้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นการสื่อความหมาย ความจำเป็นในการแปลความหมายของระดับในสเกลเป็นสิ่งที่สำคัญ เช่นคำว่า " *Like very much*" ในภาษาอังกฤษเหมือนกับภาษาไทยที่ว่า " ชอบมาก" จริงหรือไม่

2. ผู้ทดสอบบริโภคถูกคาดเดา ในการตอบสนองบนพื้นฐานของการแสดงอย่างฉับพลันในความคิด ซึ่งเป็นการป้องกันความคิดของผู้บริโภคจากการสะท้อนถึงคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างแท้จริง การแสดงออกของผู้บริโภคจริง ๆ อยู่บนพื้นฐานของทัศนคติของผู้บริโภค และความชอบที่คาดเดา คำถามมีอยู่ว่าอะไรเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคตัดสินใจที่จะสะท้อนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จำเพาะก่อนทำการตัดสินใจสุดท้ายเนื่องจากผู้บริโภคที่ทำการทดสอบแบบ Hedonic scaling โดยปกติเป็นผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนมาก่อน ดังนั้นการสะท้อนความรู้สึกของเขายังคงอยู่บนพื้นฐานการแสดงออกอย่างกว้าง ๆ เพื่อแก้ไขความเป็นไปได้ในการเกิดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นอย่างมากในการตอบสนองของผู้บริโภค จำนวนของผู้บริโภคจำนวนมากเป็นที่ต้องการในการทดสอบผู้บริโภค

3. การลำดับสเกลแบบ Hedonic rating scale ไม่สามารถนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ของการควบคุมคุณภาพ เพราะว่าความแปรปรวนมากที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการประเมิน ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนที่แสดงถึงงานการควบคุมคุณภาพไม่ควรจะทำการใช้ Hedonic scaling เลย เนื่องจากผู้ทดสอบกลุ่มนี้มีแนวโน้มการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อย่างลึกซึ้ง ดังนั้นการทดสอบแบบ Hedonic scaling ใด ๆ จะถูกโน้มน้าวโดยการฝึกฝนที่เฉพาะของผู้ประเมิน มีผลทำให้การยอมรับหรือความชอบของผู้บริโภคไม่เป็นตัวแทนที่ดีต่อไปในการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

นอกจากข้อจำกัดข้างต้น การทดสอบเชิงพรรณนาแบบ Hedonic scaling พบว่ามีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุดในวิธีการประเมินทางประสาทสัมผัส อย่างไรก็ตามไม่มีความแน่นอนว่าผู้ใช้ในการทดสอบนี้จะตระหนักในข้อจำกัดเพียงพอหรือไม่เพื่อการระวังจริงในการที่ใช้การทดสอบนี้ไม่ถูกในการเป็นเครื่องมือในการประเมินทางประสาทสัมผัส (ไพโรจน์, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

1) ปูแช่แข็ง

2) แป้งเอ็มเอพีเอส 449 (Nutrition Ltd., Part.)

3) ผลิตภัณฑ์ไก่และหมูสด

4) เห็ดหอมแห้ง

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) จานเพาะเชื้อ

11) ชุดทดสอบชิม

12) ตะเกียงแอลกอฮอล์

13) ตู้บ่ม (Binder)

14) ตู้อบ (Modell 600, Memmert)

15) เตาเผา (Hotspot Furnace, Gallenkamp)

16) ถุงตีป่น

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 ชิ้น ขนาด 7.0 ออนซ์ (RCI)

2) ฝากระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมน้ำซุป

ทำการเตรียมน้ำซุป โดยสูตรและวิธีของมาริสา (2549) จำนวน 20 กิโลกรัม ดังภาคผนวก ก นำซุปที่ได้ไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 3°ซ เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.2.2 ศึกษาหาความเข้มข้นของแป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร

นำน้ำซุปที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.1 มาเติมแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2, 3 และ 4 เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมแป้งดัดแปร จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละความเข้มข้นมาตรวจสอบคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

1) วัดค่าสีในระบบ CIE Lab (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR 300 (ภาคผนวก ข)

2) วัดความหนืดของผลิตภัณฑ์ในแต่ละความเข้มข้นด้วยเครื่องความหนืด Programmable DV-II + Viscometer, Brookfield (ภาคผนวก ข)

3) วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดพีเอช pH Cyberscan 2000 (ภาคผนวก ข)

3.2.2.2 ทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณแป้งดัดแปรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำซุปให้เป็นที่ยอมรับสูงสุดโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-9 ใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในภาคผนวก ค โดยคุณลักษณะที่ทดสอบได้แก่ สี รสชาติ ความข้นหนืด และความชอบโดยรวม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS v.13 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรในภาชนะปิดสนิท

นำผลิตภัณฑ์น้ำซุปในระดับความเข้มข้นของแป้งที่เลือกได้จากการข้อ 3.2.2 บรรจุขณะที่ยังร้อนลงในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ชนิดอีพอกซี่ฟีโนลิก (epoxy-phenolic) ขนาด 307 x 113 โดยชั่งน้ำหนักอาหาร 180 กรัม และเหลือพื้นที่เฮดสเปซ (Head Space) เท่ากับ 1/32 หรือ 0.5 ซม. ของกระป๋องชนิดนี้ ลำเลียงกระป๋องเข้าสายพานเครื่องไล่อากาศด้วยระบบไอน้ำ โดยหลังจากที่ผ่านสายพานดังกล่าวแล้วอุณหภูมิของอาหารภายในกระป๋องจะต้องอยู่ในช่วง 60-80°ซ หลังจากนั้นทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปิดผนึกฝากระป๋อง (Seam) ด้วยเครื่องปิดฝากระป๋องกึ่งอัตโนมัติทันที และนำผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จแล้วเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อระบบไอน้ำ (Steam Retort) ที่อุณหภูมิ 118°ซ เป็นเวลา 50 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

3.2.3.1 ตรวจลักษณะภายในและภายนอกของบรรจุภัณฑ์

สุ่มตรวจผลิตภัณฑ์จำนวน 8 กระป๋อง (ในกรณีที่มีจำนวนการผลิตไม่เกิน 35,000 กระป๋อง) ทำการตรวจสอบความผิดปกติภายนอกคือ การบวม การบุบ สนิม กรณีที่กระป๋องบวมหรือมีลักษณะผิดปกติไม่ต้องนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ แบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็นสองส่วน แยกบ่มที่อุณหภูมิ 37°ซ เป็นเวลา 14-30 วัน และ 55°ซ เป็นเวลา 7-14วัน ในกรณีที่กระป๋องบวมหรือมีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นระหว่างการอบเพาะเชื้อไม่ต้องนำมาวิเคราะห์ (ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้) หลังจากอบจนครบกำหนดแล้วให้ทำการตรวจสอบโดยล้างตัวอย่างให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด เช็ดฝากระป๋องด้านที่ไม่มีรหัสให้ทั่วด้วย เอทานอลแล้วลนด้วยเปลวไฟจากตะเกียง ใช้เครื่องเปิดกระป๋องที่ลนไฟร้อนจัดเพื่อฆ่าเชื้อ เปิดกระป๋องออกให้กว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้ ถ้าเป็นของเหลวให้เจาะรูโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ถึง 2 เซนติเมตร ดูลักษณะอาหารทั่วไปภายหลังการอบดังนี้ สี กลิ่น ลักษณะอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง ถ้าอาหารมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นเปลี่ยนไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดให้ถือว่าผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องทั้งหมดไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถ้าอาหารผ่านการตรวจสอบแล้วไม่ผิดปกติให้ไปวิเคราะห์อายุการเก็บรักษาต่อไป (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2523)

3.2.3.2 ตรวจสอบวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ตามมอก. 335 เล่ม 1-2523 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ โดยทำการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ปริมาณโคลิฟอร์ม (Coliform) แฟลตซาวร์ (Flat Sour) เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์ (Thermophilic Anaerobes) พิวทริแฟกตีฟแอนแอโรบส์ (Putrefactive Anaerobes) ซัลไฟด์สปอยเลจ (Sulphide Spoilage) สตาฟิโลคอกคัส (*Staphylococcus* sp.) ซาลโมเนลลา (*Salmonella* sp.) สเตรปโตคอกคัส (*Streptococcus* sp.) ดังดูได้จากภาคผนวก ง

3.2.3.3 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เช่นเดียวกับข้อ 3.2.2.1 ได้แก่ การวัดค่าสี ความหนืด และความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์

3.2.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร

ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำซุปกระป๋องพร้อมรับประทานที่ได้จากข้อ 3.2.3 ในสภาวะที่แตกต่างกันด้านอุณหภูมิ คือส่วนแรกเก็บรักษาไว้ที่ 30°ซ และส่วนที่สองเก็บรักษาที่ 45°ซ เป็นเวลา 3 เดือน สุ่มตัวอย่างที่ 14 วัน และทุก ๆ 1 เดือน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านจุลินทรีย์ ตามมอก.335 เล่ม 1-2523 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (ภาคผนวก ง) ลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับข้อ 3.2.2.1 ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาท (Method for sensory testing) ภายหลังการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30°ซ และ 45°ซ เป็นเวลา 3 เดือน โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วิเคราะห์ความแปรปรวน และวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ตามวิธี AOAC ดังภาคผนวก ข ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณร้อยละของ ปริมาณความชื้น (AOAC4.1.03, 1995) โปรตีน (AOAC 33.2.11, 1995) ไขมัน (AOAC4.5.01c, 1995) และเถ้า (AOAC33.5.05, 1995) และทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์เนื้อปูแช่แข็งจะต้องนำมาตรวจหาปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ด้วยวิธีของ Bacteriological Analytical Manual (BAM, 2004) ดังภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาหาความเข้มข้นของแป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร

การเติมแป้งเอ็มเอพีเอส 449 เพื่อช่วยเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์น้ำซุป โดยมีระดับความเข้มข้นที่ร้อยละ 0 2 3 และ 4 ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ระดับความเข้มข้นของแป้ง (ร้อยละ)	พีเอช	ความหนืด (cp)	ค่าสี		
			L*	a*	b*
0	5.90[a]	2.33[d]	81.46[b]	10.97[a]	1.24[c]
2	5.56[b]	46.08[c]	15.39[d]	8.10[b]	1.56[b]
3	5.48[c]	78.18[b]	96.80[a]	7.49[c]	1.91[a]
4	5.29[d]	136.49[a]	17.44[c]	0.39[d]	1.95[a]

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

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์จะแปรผกผันกับปริมาณของแป้งที่เติมลงไป กล่าวคือมีค่าลดลงเมื่อเติมแป้งมากขึ้น เนื่องจากแป้งเอ็มเอพีเอส 449 มีคุณสมบัติในการลดค่าพีเอชให้ต่ำลงได้ (Penford, 2005) โดยค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่ไม่เติมแป้งมีค่าเท่ากับ 5.90 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 5.56 5.48 และ 5.29 ตามลำดับ ค่าความหนืดในแต่ละความเข้มข้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยระดับความเข้มข้นแป้งที่ร้อยละ 4 ผลิตภัณฑ์น้ำซุปจะมีค่าความหนืดสูงสุด คือ 136.49 cp และรองลงมาคือความเข้มข้นของแป้งที่ร้อยละ 3 2 และไม่เติมแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ซึ่งมีค่าความหนืดเท่ากับ 78.18 46.08 และ 2.33 cp ตามลำดับ จากค่าความหนืดดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแป้งเอ็มเอพีเอส 449 สามารถช่วยเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์น้ำซุปได้ตามระดับความเข้มข้นที่ใช้ ซึ่งสีและความหนืดของอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจยอมรับอาหารของผู้บริโภค (ลินจง, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อประเมินหาความชอบในความเข้มข้นของแป้งที่เหมาะสมที่สุดในการปรุงผลิตภัณฑ์ให้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ประเมินผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยให้คะแนนตามระดับความชอบ

ลักษณะที่ทดสอบ / ความเข้มข้นแป้ง	สี	รสชาติ	ความข้นหนืด	ความชอบโดยรวม
0	6.45^{ns}	6.38^{ns}	5.00^{b}	5.97^{ns}
2	6.83^{ns}	6.66^{ns}	5.93^{ab}	6.86^{ns}
3	6.66^{ns}	6.21^{ns}	6.38^{a}	6.55^{ns}
4	6.62^{ns}	6.26^{ns}	6.34^{a}	7.00^{ns}

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

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

ผลจากกลุ่มผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 30 คน โดยใช้การประเมินระดับความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยการวิเคราะห์วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความเข้มข้นของแป้งที่ร้อยละ 2, 3, 4 และไม่เติมแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของแป้งร้อยละ 3 มีระดับความชอบในความข้นหนืดสูงที่สุดเท่ากับ 6.38 แต่พบว่าค่าดังกล่าวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับแป้งที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.93 และ 6.34 ตามลำดับ แต่เนื่องจากระดับความชอบในด้านต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้ไม่สามารถระบุความเข้มข้นของแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ที่ต้องการใช้ได้อย่างชัดเจน จึงทำการศึกษาจากข้อเสนอแนะในความชอบหรือไม่ชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำซุป โดยผู้ทำการทดสอบได้กล่าวถึงความเหมาะสมของความเข้มข้นของแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ร้อยละ 2 มากที่สุด อีกทั้งในความเข้มข้นระดับนี้มีคะแนนในด้านสีและรสชาติสูงที่สุด เนื่องจากลักษณะที่ปรากฏทางด้านสีของผลิตภัณฑ์เป็นลักษณะแรกที่ทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์ (ไพโรจน์, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร
ความเข้มข้นร้อยละ 2 ก่อนนำไปบรรจุกระป๋อง

4.2 ผลการศึกษาผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรในภาชนะปิดสนิท

4.2.1 ผลการตรวจสอบลักษณะภายนอกและภายในของผลิตภัณฑ์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118°ซ เป็นเวลา 50 นาที มาตรวจสอบลักษณะภายนอกก่อนที่จะนำไปอบเพาะเชื้อ พบว่าลักษณะของกระป๋องไม่เกิดความผิดปกติใด ๆ ที่เกินมาตรฐานกำหนด แต่พบว่าบางกระป๋องมีฝากระป๋องไม่อยู่ในลักษณะที่เว้าลงแต่กลับพองตัวขึ้นเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4.2 เมื่อนำมาวัดความดันสุญญากาศพบว่าค่าที่ได้เท่ากับ 4.83 in/Hg ซึ่งต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด (ช่วง 5-10 in/Hg) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในขั้นตอนการไล่อากาศไม่สามารถไล่อากาศออกได้เท่าที่ควร เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ข้นหนืดและเย็นเกินไปก่อนที่จะถูกนำเข้ารางไล่อากาศทำให้อุณหภูมิสุดท้ายของผลิตภัณฑ์อยู่ที่ระดับต่ำกว่า 60°ซ (มาตรฐานกำหนด 60-80°ซ) แต่ก็ไม่สามารถนำกลับไปเข้ารางไล่อากาศอีกครั้งเพราะอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเครื่องไล่อากาศเป็นระบบไอน้ำในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังไม่ได้ทำการปิดฝากระป๋อง ความชื้นจากรางไล่อากาศอาจเปลี่ยนแปลงความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์บริเวณผิวหน้าได้ อีกทั้งยังส่งผลต่อปริมาณเชื้อเริ่มต้นก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วย เมื่อทำการอบเพาะเชื้อตัวอย่างจำนวน 8 กระป๋องก็ไม่พบความผิดปกติใด ๆ คือ กระป๋องไม่บวมจนผิดรูป ไม่เป็นสนิม และไม่บุบ ซึ่งให้ผลดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 ลักษณะของฝากระป๋องที่เว้า (ซ้าย) และพองขึ้นเล็กน้อย (ขวา)

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบลักษณะภายนอกและภายในของบรรจุภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

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 ไม่บุบ ไม่บวม ไม่เป็นสนิม

✓ หมายถึง สี กลิ่น อยู่ในระดับปกติ

\- หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจในตัวอย่างนั้นๆ

4.2.2 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

จากการตรวจสอบตามมาตรฐานมอก. 335 เล่ม1-2523 อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำทางด้านจุลินทรีย์หลังจากที่ทำการอบเพาะเชื้อที่ 37 และ 55°ซ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมากจนไม่สามารถนำมาคำนวณได้ พบเชื้อ Flat Sour เป็นจำนวนเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้การสุ่มตรวจอาจส่งผลได้เนื่องจากในกระป๋องที่สุ่มเป็นกระป๋องที่มีความดันสุญญากาศไม่ผ่านเกณฑ์ นอกจากเชื้อดังกล่าวแล้วไม่พบเชื้อชนิดอื่นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์หลังผ่านการอบเพาะเชื้อเป็นเวลา 14 วัน

Type	Temperature (°C)	
	37	55
Total Plate Count (CFU)	**	**
Coliform (MPN)	< 3.0	< 3.0
Flat Sour	✓	✓
Thermophilic Anaerobes	✗	✗
Putrefactive Anaerobes	✗	✗
Sulphide Spoilage	✗	✗
Staphylococcus sp.(MPN)	< 3.0	< 3.0
Salmonella sp.	✗	✗
Streptococcus sp.	✗	✗

หมายเหตุ : ** หมายถึง ไม่อยู่ในช่วง 30-300 CFU/g ที่จะนำไปคำนวณ

✓ หมายถึง พบเชื้อดังกล่าวในตัวอย่าง

✗ หมายถึง ไม่พบเชื้อดังกล่าวในตัวอย่าง

4.2.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นพบว่าเกิดความเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ

คุณลักษณะ / กระบวนการ	พีเอช	ความหนืด (cp)	ค่าสี		
			L*	a*	b*
ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	5.52	51.20	34.18	3.31	0.29
ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	5.54	47.91	23.35	5.26	4.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 118°ซ เป็นเวลา 50 นาที พีเอชเพิ่มขึ้นจาก 5.52 เป็น 5.54 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกัน คือหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อค่าความหนืดจะลดจาก 51.20 cp เป็น 47.91 cp แป้งเอ็มเอพีเอส 449 อาจจะมีความหนืดลดลงเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูป หรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงในกระบวนการฆ่าเชื้อมีการใช้ความร้อนสูง (Penford, 2005) ได้ และจากการศึกษาลักษณะการไหลของผลิตภัณฑ์ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก พบว่าที่อุณหภูมิ 20-70°ซ ปัจจัยหลักที่มีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์มีเพียง 2 อย่างคือ อุณหภูมิ และความเข้มข้นของแป้ง (Golachowski และคณะ, 2004) แต่อย่างไรก็ตามความร้อนดังกล่าวก็ไม่ทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เสียสภาพได้ ค่าความสว่าง (L*) ลดลงจาก 34.18 เป็น 23.35 นั่นคือผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มมากขึ้น ซึ่งเป็นปกติของผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและการเก็บรักษาเป็นเวลานานแล้วจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น ค่าสี a* และ b* เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร

4.3.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลินทรีย์

ตามมาตรฐาน มอก. 335 เล่ม 1-2523 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°ซ และ 45°ซ เป็นระยะเวลา 0, 2, 5 และ 9 สัปดาห์ แสดงผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรทางด้านจุลินทรีย์หลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ

Type	Condition							
	30°C				45°C			
	0	2	5	9	0	2	5	9
Total Plate Count (CFU)	**	**	**	325	**	**	**	**
Coliform (MPN)	< 3.0	3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	3.6	< 3.0	< 3.0
Flat Sour	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓
Thermophilic Anaerobes	×	×	×	×	×	×	×	×
Putrefactive Anaerobes	×	×	×	×	×	×	×	×
Sulphide Spoilage	×	×	×	×	×	×	×	×
Staphylococcus sp.(MPN)	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0
Salmonella sp.	×	×	×	✓	×	×	×	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Type	Condition							
	30°C				45°C			
	0	2	5	9	0	2	5	9
Streptococcus sp.	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Clostridium sp.	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

หมายเหตุ : ** หมายถึง ไม่อยู่ในช่วง 30-300 CFU/g ที่จะนำไปคำนวณ

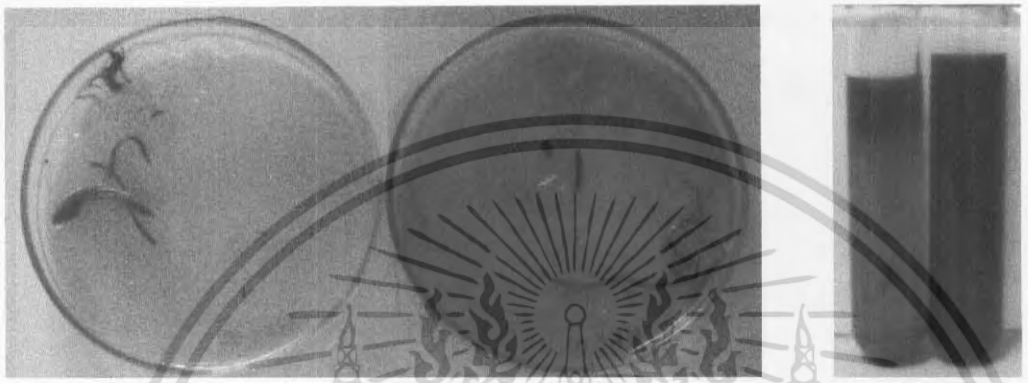
✓ หมายถึง พบเชื้อดังกล่าวในตัวอย่าง

✗ หมายถึง ไม่พบเชื้อดังกล่าวในตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.6 ผลการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรหลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดตั้งแต่ระยะเวลาเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0 จนถึงก่อนสัปดาห์ที่ 9 ไม่อยู่ในช่วง 30-300 CFU/g จึงไม่ต้องนำค่าดังกล่าวมาคำนวณ แต่เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 9 พบว่าที่สภาวะการเก็บรักษาอุณหภูมิ 25°ซ กลับมีเชื้อเจริญเติบโตขึ้นมา 325 CFU/g โดยเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจมีการปนเปื้อนเข้ามากับอากาศโดยผ่านทางรอยรั่วของตะเข็บ เนื่องจากในการตรวจสอบตะเข็บกระป๋องพบว่า ตะเข็บมีความเรียบไม่ถึงระดับที่ดีมาก แต่ไม่ถึงกับไม่ผ่านมาตรฐาน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2530) ซึ่งเกิดขึ้นในบางกระป๋องเนื่องจากเครื่องปิดฝากระป๋องเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ ต้องอาศัยความแม่นยำและความชำนาญของผู้ปิดผนึกซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้ทุกเมื่อ อีกทั้งสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมจึงยิ่งเป็นการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ปริมาณจุลินทรีย์ Coliform ในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ตรวจพบน้อยกว่า 3.0 MPN แต่ในสัปดาห์ที่ 2 ของสภาวะเก็บรักษา 45°ซ มีการตรวจพบจุลินทรีย์ Coliform สูงกว่าเกณฑ์เล็กน้อย คือ 3.6 MPN อาจเกิดจากการปนเปื้อนมากับอากาศทางรอยรั่วของตะเข็บ ซึ่งจุลินทรีย์ชนิดดังกล่าวเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ ดังนั้นก่อนที่จะรับประทานผลิตภัณฑ์ควรมีการนำไปอุ่นก่อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ดังกล่าว จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องแบบ Flat Sour (รูปที่ 4.3) การเสื่อมเสียชนิดนี้หากตรวจจากลักษณะภายนอกจะไม่พบ เนื่องจากกระป๋องจะมีลักษณะที่ปกติ ไม่มีการบวม เนื่องจากไม่มีการผลิตแก๊ส และมักเกิดในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องในลักษณะดังกล่าวมีอยู่หลายชนิด เช่น พวกMesophiles ซึ่งสปอร์จะไม่ทนความร้อนและถูกทำลายได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีพวก Thermophiles ที่สปอร์สามารถทนความร้อนได้ โดยจากตารางที่ 4.6 ตรวจพบ Flat Sour ตั้งแต่ระยะการเก็บรักษาเริ่มต้นซึ่งอาจมาจากการปนเปื้อนจากอากาศที่ผ่านทางรอยรั่วของตะเข็บ และยังตรวจพบในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 9 ของทั้งสภาวะ 30 และ 45°ซ อีกด้วย ปริมาณของ *Salmonella* sp.มีการตรวจพบในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ทั้งในสภาวะอุณหภูมิ 30 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45°ซ (รูปที่ 4.4) แสดงให้เห็นว่าอากาศที่ไล่ออกไม่หมดของแต่ละกระป๋องมีผลต่อการเจริญของเชื้อชนิดนี้ เนื่องจากเชื้อดังกล่าวต้องใช้อากาศในการเจริญ (จักรพันธ์, 2542) ส่วนจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของอาหารกระป๋องอื่น ๆ คือ Thermophilic Anaerobes, Putrefactive Anaerobes, Sulphide Spoilage, *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. และ *Clostridium* sp. ไม่มีการตรวจพบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 9 สัปดาห์ (รูปที่ 4.5)



(a) (b)

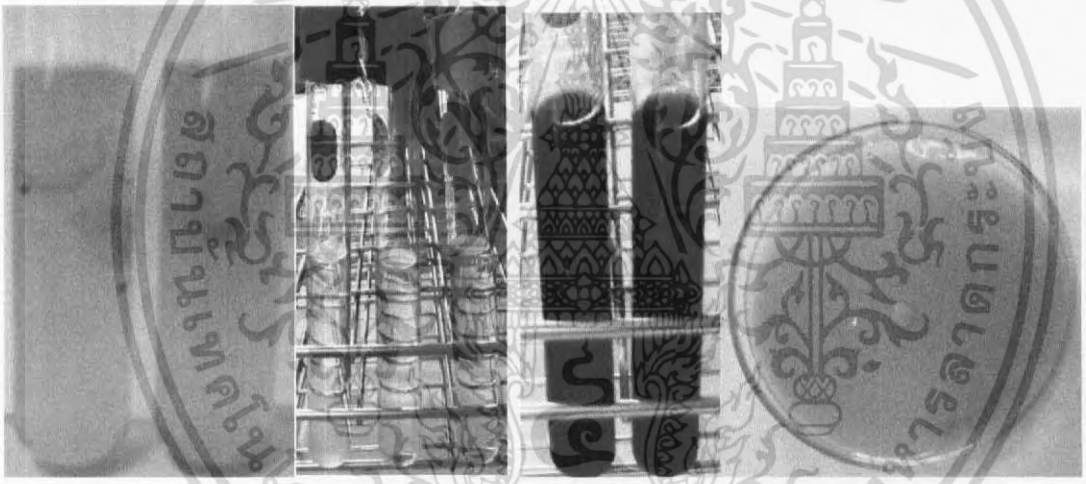
รูปที่ 4.3 ลักษณะการเจริญของเชื้อ Flat Sour บนอาหารแข็ง (a) และในอาหารเหลว (b) Dextryptone Bromcresal Purple

(a) (b)

รูปที่ 4.4 (a), (b) ลักษณะการเจริญของเชื้อ *Salmonella* sp. ในขั้นการทดสอบยืนยัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a) (b)



(c) (d) (e) (f)

รูปที่ 4.5 ลักษณะของอาหารที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อต่าง ๆ ที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

(a) ลักษณะของอาหารเหลว LST ที่ไม่เกิดฟองแก๊สในการตรวจหาเชื้อ Coliform

(b) ลักษณะของ Cookmeat medium ที่ไม่มีการสร้างแก๊สของเชื้อ Thermophile anaerobes และ Putrefactive anaerobes

(c) ลักษณะของอาหารแข็ง Iron Sulphide ที่ไม่เกิดโคโลนีสีดำของเชื้อ Sulphide Spoilage

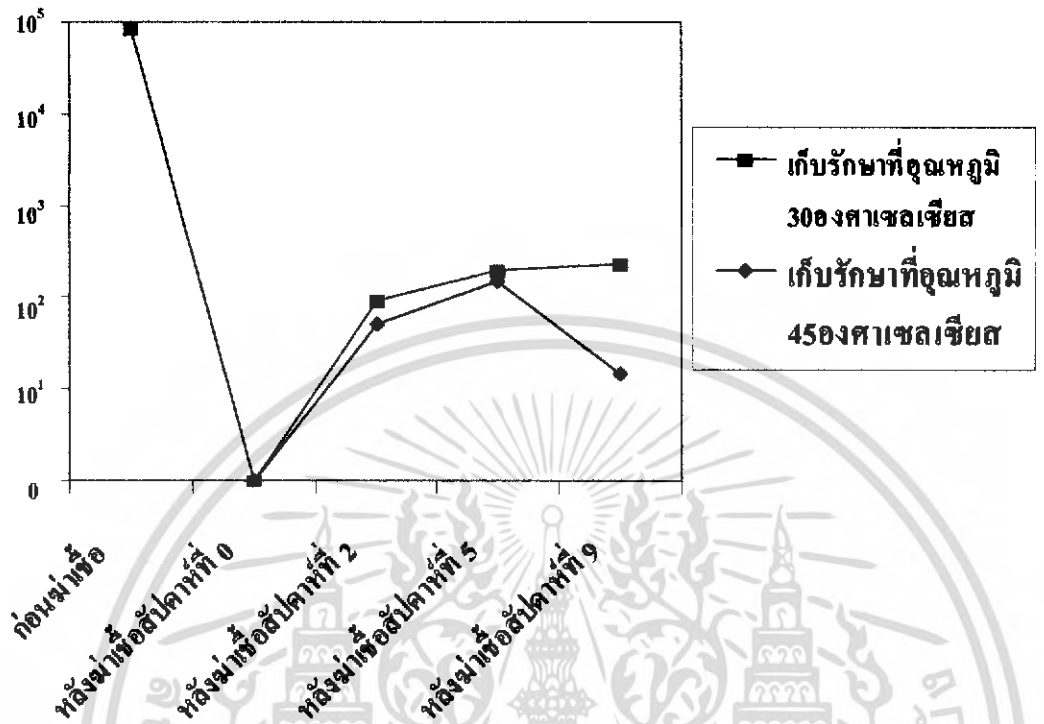
(d) ลักษณะของอาหารTSBที่มีความขุ่นอันเนื่องมาจากเชื้อ *Staphylococcus* sp.

(e) ลักษณะของอาหารเหลวบัฟเฟอร์Azide Glucose Glyceral ที่ไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองจากเชื้อ *Streptococcus* sp.

(f) ลักษณะของอาหาร TSC ที่ไม่เกิดโคโลนีสีดำจากเชื้อ *Clostridium* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 4.1 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในแต่ละช่วงเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ30 และ 45 °ซ



จากกราฟที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนนั้นมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นอยู่มาก ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการฆ่าเชื้อได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อมีการเก็บรักษาไปได้ซักระยะเวลาหนึ่ง ปริมาณจุลินทรีย์กลับมีการเจริญเติบโตขึ้นมาอีกบางส่วน เนื่องจากกระป๋องมีการปิดผนึกที่ไม่สมบูรณ์คือมีรอยรั่วบริเวณตะเข็บ ทำให้อากาศไหลผ่านได้จึงเกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ต่าง ๆ อีกครั้ง

4.3.2 ผลการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

จากการตรวจสอบทางด้านกายภาพพบว่า ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 30°ซ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนักหลังจากเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ และ 5 สัปดาห์ โดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.50 เท่ากัน แต่เมื่อเวลาผ่านไปนาน 9 สัปดาห์ค่าพีเอชจะกลับมาสูงขึ้นอีกเล็กน้อยแต่ก็ไม่ได้แสดงถึงความผิดปกติแต่อย่างใดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ความหนืดในช่วงเริ่มต้นของสภาวะเก็บรักษาที่ 30°ซ มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 9 ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ คือเมื่อเปรียบเทียบตอนเริ่มต้นกับสัปดาห์ที่ 9 มีค่า 47.91 cp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 25.18 cp ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเก็บรักษาที่ 45°ซ เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 2 ค่าความหนืดมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญไปจนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 9 ที่ค่าลดลงอย่างชัดเจนคือจากเริ่มต้นมีค่าความหนืด 47.91 cp ลดลงเป็น 23.52 cp ค่าความดันภายในกระป๋องในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 30°ซ ในช่วง 2 สัปดาห์แรกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 5 และ 9 สัปดาห์ พบว่าค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าความดันภายในมีการเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สูง เนื่องจากการไล่อากาศออกไม่หมดในขั้นตอนการไล่อากาศในครั้งแรก ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 45°ซ ก็เช่นกันแม้ค่าความดันในดอนสุดท้ายจะกลับมาใกล้เคียงกับช่วง 2 สัปดาห์แรกอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเปลี่ยนแปลงค่าในระหว่างนั้นก็แสดงให้เห็นชัดเจนว่าความดันภายในไม่คงที่ ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 30°ซ ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น แต่หลังจากนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษาค่าความสว่าง (L*) ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 45°ซ ในสัปดาห์ที่ 2 มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และคงที่ในสัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 5 และลดลงอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 9 ส่วนค่าสี (a*, b*) โดยรวมแล้วทั้งสภาวะการเก็บรักษาที่ 30 และ 45°ซ จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และหลังจากนั้นจนถึงสัปดาห์ที่ 9 ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรทางด้านกายภาพหลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°ซ)	พีเอช	ความหนืด (cp)	ความดันภายในกระป๋อง (in/Hg)	ค่าสี		
					L*	a*	b*
0	-	5.54^{b}	47.91^{a}	4.83^{ab}	23.35^{c}	5.26^{a}	4.04^{a}
2	30	5.50^{d}	47.69^{a}	4.66^{ab}	26.18^{b}	5.04^{ab}	3.46^{a}
	45	5.52^{c}	45.36^{b}	5.33^{a}	29.35^{a}	4.68^{b}	1.87^{b}
5	30	5.50^{d}	47.69^{a}	3.90^{b}	26.27^{b}	5.12^{ab}	3.48^{a}
	45	5.58^{a}	45.82^{b}	3.83^{b}	29.40^{a}	4.75^{b}	1.94^{b}
9	30	5.54^{b}	25.18^{c}	5.06^{a}	25.79^{b}	4.96^{ab}	2.29^{b}
	45	5.53^{b}	23.52^{d}	5.20^{a}	26.87^{b}	4.90^{ab}	2.17^{b}

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Method of Sensory Testing)

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรือไม่นั้น มิได้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี หรือทางจุลินทรีย์โดยตรง หากแต่สิ่งแรกที่ผู้บริโภคจะสัมผัสได้กลับเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้ได้โดยประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเอง จึงต้องมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อตรวจคุณภาพของ สี กลิ่น ความข้นหนืด รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลเป็นดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรร้อยละ 2 ที่ผ่านการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่าง ๆ

ลักษณะที่ทดสอบ / ระยะเวลาการเก็บ	สี	กลิ่น	ความข้นหนืด	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบโดยรวม
ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	7.89^{a}	8.11^{a}	7.56^{a}	7.56^{a}	7.44^{a}	8.22^{a}
หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	5.11^{c}	5.44^{b}	5.44^{b}	5.44^{b}	5.22^{c}	4.89^{c}
เก็บรักษาที่ 30°ซ เป็นเวลา 9 สัปดาห์	6.44^{bc}	5.56^{b}	6.11^{ab}	6.00^{ab}	5.89^{bc}	5.78^{bc}
เก็บรักษาที่ 45°ซ เป็นเวลา 9 สัปดาห์	7.33^{ab}	6.78^{ab}	5.89^{b}	7.22^{a}	6.89^{ab}	7.00^{ab}

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

ค่าเฉลี่ยความชอบทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 7.89 เป็น 5.11 เนื่องด้วยหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน องค์ประกอบบางอย่างของผลิตภัณฑ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงจึงทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 9 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 45°ซ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบทางด้านสี 7.33 ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ที่มีค่าเฉลี่ย 6.44 อย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นในผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อมีการลด ลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 8.11 เป็น 5.44 ส่วนในผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 9 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 45°ซ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ด้านความข้นหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 7.56 เป็น 5.44 หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ และในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นาน 9 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 30°ซ ก็มีค่าสูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45°ซ อย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยคะแนนด้านรสชาติก็เป็นไปในทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกันกับด้านอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว คือภายหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ค่าเฉลี่ยคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 7.56 เป็น 5.44 และคะแนนด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45°ซ ก็มีค่าสูงกว่าที่ 30°ซ อย่างมีนัยสำคัญ คะแนนด้านลักษณะปรากฏก็เช่นเดียวกัน ส่วนค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคมีความชอบในผลิตภัณฑ์เริ่มต้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ คือ 8.22 และ 4.89 ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 45°ซ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 30°ซ อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีคะแนน 7.00 และ 5.78 ตามลำดับ ทั้งนี้จากการที่ใช้กลุ่มคนเป็นผู้ตัดสินคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสคะแนนที่ได้จึงอาจเป็นไปตามความชอบส่วนตัวและปัจจัยแวดล้อมของแต่ละคน

4.3.4 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์น้ำซุปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร

องค์ประกอบต่างๆ ของอาหารจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของอาหารอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค เนื่องจาก ผู้บริโภคมักต้องเลือกสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และคุ้มค่าตัดสินใจ จึงต้องมีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงไปของคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลเป็นดังตาราง 4.9

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบคุณภาพทางอาหารของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร

ระยะเวลา (สัปดาห์)	สภาวะการเก็บรักษา (°ซ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ของแข็ง (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)
ก่อนการฆ่าเชื้อ	-	86.18^{a}	11.49^{b}	4.91^{a}	5.98^{b}	1.68^{ns}
0	-	77.89^{a}	12.73^{b}	5.04^{a}	7.51^{a}	1.76^{ns}
9	30	86.02^{a}	11.60^{b}	4.59^{b}	7.46^{a}	1.74^{ns}
	45	55.15^{b}	18.44^{a}	4.17^{c}	5.97^{b}	1.73^{ns}

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

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

ค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่9ในสภาวะ 30°ซ พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่ยังไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ แต่ในสัปดาห์ที่ 9 ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45°ซ

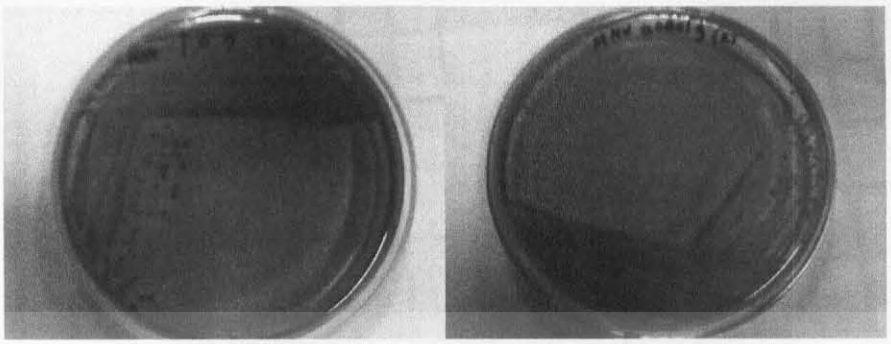
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับมีความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ คือจากร้อยละ 86.18 เป็น ร้อยละ 55.15 เนื่องมาจากการปิดผนึกฝากระป๋องที่ไม่สมบูรณ์ทำให้ความชื้นภายในลดลงและด้วยปัจจัยส่งเสริมคืออุณหภูมิการเก็บรักษาที่สูงจึงทำให้ความชื้นลดลงอย่างมาก ปริมาณร้อยละของของแข็งในผลิตภัณฑ์ก่อนการฆ่าเชื้อ หลังการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 0 และหลังการฆ่าเชื้อ 9 สัปดาห์ในสภาวะ 30°ซ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในผลิตภัณฑ์หลังการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 9 ในสภาวะ 45°ซ พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจาการคำนวณปริมาณร้อยละของของแข็งนั้นต้องอ้างอิงปริมาณความชื้น จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณร้อยละของของแข็ง ปริมาณร้อยละของโปรตีนของผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 0 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อผ่านการเก็บรักษานาน 9 สัปดาห์ จะมีปริมาณร้อยละของโปรตีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เป็นร้อยละ 4.59 และ 4.17 ในสภาวะ 30°ซ และ 45°ซ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาที่สูงมีผลต่อการเสียสภาพของโปรตีนมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ร้อยละของปริมาณไขมันก่อน และหลังการฆ่าเชื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญคือลดลงจากร้อยละ 5.98 เป็นร้อยละ 7.51 เนื่องจากหลังการใช้ความร้อนสูงอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของไขมัน แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30°ซ พบว่าค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ เนื่องจากสภาวะการเก็บรักษาที่ 30°ซ ผลิตภัณฑ์จะมีความคงที่มากกว่าผลิตภัณฑ์ในสภาวะ 45°ซ ที่ลดลงเหลือร้อยละ 5.97 ร้อยละของปริมาณเถ้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเถ้า (Ash) เป็นองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงสภาพได้ยาก อีกทั้งปัจจัยทางด้านอุณหภูมิก็ไม่มีผลต่อปริมาณร้อยละของเถ้าอีกด้วย

4.3.5 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปูแช่แข็ง

เนื่องจากเนื้อปูเป็นอาหารทะเลแบคทีเรียที่มักจะเป็นสาเหตุในการเกิดโรคอาหารเป็นพิษในอาหารทะเลคือ *Vibrio parahaemolyticus* ซึ่งเป็นเชื้อที่สามารถเจริญเติบโตได้ในเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้นถึงร้อยละ 7 (ลัดดาวัลย์, 2536) จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบเบื้องต้นเปรียบเทียบผลกับผลิตภัณฑ์ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ซึ่งหากมีการผ่านกระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมก็จะสามารถฆ่าเชื้อดังกล่าวให้หมดไปได้ (สุมาลี,2541) ผลการตรวจหาปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ในผลิตภัณฑ์เนื้อปูแช่แข็งด้วยวิธีMPNโดยใช้อาหารแข็ง TCBS (ภาคผนวก ข) โคโลนีของเชื้อ *Vibrio* sp.ที่เจริญบนอาหารแข็งที TCBS จะมีสีเขียวทึบ ดังภาพที่ 4.6 พบเชื้อจำนวน 1-1-1 หลอด (ตาราง 3 หลอด) หรือเท่ากับ 11.0 MPN/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ลักษณะการเจริญของ *Vibrio* sp.บนอาหารแข็ง TCBS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร โดยใช้แป้งเอ็มเอพีเอส 449 ของบริษัท นิวทริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์กระป๋องชนิดทินฟรี จากบริษัท รอยัลแคนอินดัสทรี จำกัด แล้วนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อก่อนจะนำไปทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิสูง (30-50°ซ) (จำลองการเก็บผลิตภัณฑ์ในโกดังเพื่อการค้า) เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ต่อไป โดยสามารถสรุปผลตามขั้นตอนการทดลองทั้ง 3 ตอนได้ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาหาความเข้มข้นของแป้งดัดแปรเอ็มเอพีเอส 449 ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำ-ซุปที่เติมแป้งดัดแปร

1.) ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์จะแปรผกผันกับปริมาณของแป้งที่เติมลงไป กล่าวคือมีค่าลดลงเมื่อเติมแป้งมากขึ้น

2.) แป้งเอ็มเอพีเอส 449 สามารถช่วยเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์น้ำซุปได้ตามความต้องการ

3.) ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความเข้มข้นของแป้งที่ร้อยละ 2 3 4 และไม่เติมแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) จึงทำการศึกษาจากข้อเสนอแนะในความชอบหรือไม่ชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำซุป โดยผู้ทำการทดสอบได้กล่าวถึงความเหมาะสมของความเข้มข้นของแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ร้อยละ 2 มากที่สุด อีกทั้งในความเข้มข้นระดับนี้มีคะแนนในด้านสี และรสชาติสูงที่สุด และด้วยเหตุที่ว่าลักษณะที่ปรากฏทางด้านสีของผลิตภัณฑ์เป็นลักษณะแรกที่ทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์ จึงเลือกใช้ความเข้มข้นของแป้งในระดับนี้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวในการทดลองขั้นตอนต่อไป โดยที่ความเข้มข้นของแป้งเอ็มเอพีเอส 449 ระดับดังกล่าวมีคุณสมบัติดังนี้ ค่าสี L* เท่ากับ 15.39 a* เท่ากับ 8.10 b* เท่ากับ 1.56 ความหนืดเท่ากับ 46.08 cp และมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรในภาชนะปิดสนิท

2.1 ผลการตรวจสอบลักษณะภายนอกและภายในของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรร้อยละ 2 เมื่อทำการตรวจสอบกระป๋องหลังจากที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ 118°ซ 50 นาที พบว่าฝากระป๋องไม่เว้าลง เคาะแล้วมีเสียงกลวง เนื่องมาจากขั้นตอนในการไล่อากาศไม่สามารถไล่อากาศออกได้หมด และพบว่าตะเข็บกระป๋องไม่เรียบสนิทอย่างที่ควรจะเป็น ซึ่งอาจจะมีผลต่อคุณภาพอาหารได้ และเมื่อทำการวัดความดันในครั้งแรกหลังจากที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อไปแล้วพบว่า ความดันมีค่าเท่ากับ 4.83 in/Hg ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เกณฑ์ปกติจะอยู่ในช่วง 5 ถึง 10 in/Hg เมื่อนำไปทำการอบเพาะเชื้อเพื่อตรวจสอบตามวิธีของ มอก.335 เล่ม 1-2535 พบว่าทั้ง 8 กระป๋อง (เก็บรักษาที่ 37 และ 55°ซ) ไม่เกิดความผิดปกติใด ๆ ไปจากเดิม คือ ไม่มีการบุบ ไม่มีการบวม ไม่เกิดสนิม และกลิ่นสียังคงปกติ

2.2 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณน้อยกว่าเกณฑ์ (ช่วง 30-300 CFU/ g) จึงไม่ต้องนำมาคำนวณ มีการพบเชื้อ Flat Sour เล็กน้อย ทั้งนี้ การสุ่มตรวจอาจส่งผลได้เนื่องจากในกระป๋องที่สุ่มเป็นกระป๋องที่มีความดันสุญญากาศไม่ผ่านเกณฑ์ นอกจากเชื้อดังกล่าวแล้วไม่พบเชื้อชนิดอื่นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์

2.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 118°ซ เป็นเวลา 50 นาที พีเอชเพิ่มขึ้นจาก 5.52 เป็น 5.54 แป้งเอ็มเอพีเอส 449 อาจจะมีความหนืดลดลงเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูป หรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงในกระบวนการฆ่าเชื้อมีการใช้ความร้อนสูง (Penford, 2005) ได้ แต่อย่างไรก็ตามความร้อนดังกล่าวก็ไม่ทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เสียสภาพได้ ค่าความสว่าง (L*) ลดลง คือผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มมากขึ้น ซึ่งเป็นปกติของผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปเมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและการเก็บรักษาเป็นเวลานาน ค่าสี a* และ b* เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร

3.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลินทรีย์

ก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนนั้นมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นอยู่มาก ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้วพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงอย่างชัดเจน แต่เมื่อมีการเก็บรักษาไปได้ระยะเวลาหนึ่ง ปริมาณจุลินทรีย์กลับมีการเจริญเติบโตขึ้นมาอีกบางส่วน เนื่องจากกระป๋องมีการปิดผนึกที่ไม่สมบูรณ์ คือมีรอยรั่วบริเวณตะเข็บ ทำให้อากาศไหลผ่านได้จึงเกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ อีกครั้ง โดยในสัปดาห์ที่ 9 พบว่าที่สภาวะการเก็บรักษาอุณหภูมิ 30°ซ กลับมีเชื้อเจริญเติบโตขึ้นมาจำนวน 325 CFU ในสัปดาห์ที่ 2 ของสภาวะเก็บรักษา 45°ซ มีการตรวจพบเชื้อ Coliform ในผลิตภัณฑ์ ตรวจพบ Flat Sour ตั้งแต่ระยะการเก็บรักษาเริ่มต้น และในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 9 ของทั้งสภาวะ 30 และ 45°ซ และยังมีการตรวจพบ *Salmonella* sp. ในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ทั้งในสภาวะอุณหภูมิ 30 และ45°ซ แสดงให้เห็นว่าอากาศที่ไล่ออกไม่หมดของแต่ละกระป๋องมีผลต่อการเจริญของเชื้อชนิดนี้ เนื่องจากเชื้อดังกล่าวต้องใช้อากาศในการเจริญ

3.2 ผลการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 30°ซ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนักหลังจากเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ และ 5 สัปดาห์ แต่เมื่อเวลาผ่านไปนาน 9 สัปดาห์ค่าพีเอชจะกลับมาสูงขึ้นอีกเล็กน้อยแต่ก็ไม่ได้แสดงถึงความผิดปกติแต่อย่างใด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ความหนืดในช่วงเริ่มต้นของสภาวะเก็บรักษาที่ 30°ซ มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 9 ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตอนเริ่มต้น ส่วนในสภาวะเก็บรักษาที่ 45°ซ เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 2 ค่าความหนืดมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญไปจนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 9 ที่ค่าลดลงอย่างชัดเจน ค่าความดันภายในกระป๋องในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 30°ซ ในช่วง 2 สัปดาห์แรกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 5 และ 9 สัปดาห์ พบว่าค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าความดันภายในมีการเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สูง เนื่องจากการไล่อากาศออกไม่หมดในขั้นตอนการไล่อากาศในครั้งแรก ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 45°ซ ก็เช่นกันแม้ค่าความดันในตอนสุดท้ายจะกลับมาใกล้เคียงกับช่วง 2 สัปดาห์แรกอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเปลี่ยนแปลงค่าในระหว่างนั้นก็แสดงให้เห็นชัดเจนว่าความดันภายในไม่คงที่ ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 30°ซ ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น แต่หลังจากนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษาค่าความสว่าง (L*) ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญ ในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 45°ซ ในสัปดาห์ที่ 2 มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และคงที่ในสัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 5 และลดลงอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 9 ส่วนค่าสี (a*, b*) โดยรวมแล้วทั้งสภาวะการเก็บรักษาที่ 30 และ 45°ซ จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และจนถึงสัปดาห์ที่ 9

3.3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Method of Sensory Testing)

ค่าเฉลี่ยความชอบทางด้านสีของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องด้วยหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนองค์ประกอบบางอย่างของผลิตภัณฑ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปเพราะใช้อุณหภูมิสูงจึงทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นในผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่ให้กลิ่นซึ่งเป็นผลจากความร้อน ด้านความข้นหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากหลังผ่านการให้ความร้อนแป้งดัดแปรอาจมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคมีความชอบในผลิตภัณฑ์เริ่มต้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากก่อนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อนั้นอาหารจะมีความสดใหม่ และคงคุณภาพด้านต่าง ๆ ไว้ได้มากกว่า ทั้งนี้คะแนนที่ได้อาจเป็นไปตามความชอบส่วนตัวและปัจจัยแวดล้อมของแต่ละคน

3.4 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปร

ค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 9 ในสภาวะ 30°ซ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่ยังไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ แต่ในสัปดาห์ที่ 9 ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45°ซ กลับมีความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ เนื่องมาจากการปิดผนึกฝากระป๋องที่ไม่สมบูรณ์ทำให้ความชื้นภายในลดลง และด้วยปัจจัยส่งเสริมคืออุณหภูมิการเก็บรักษาที่สูงจึงทำให้ความชื้นลดลงอย่างมาก ปริมาณร้อยละของของแข็งในผลิตภัณฑ์ก่อนการฆ่าเชื้อและหลังการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 0 และหลังการฆ่าเชื้อ 9 สัปดาห์ในสภาวะ 30°ซ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในผลิตภัณฑ์หลังการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 9 ในสภาวะ 45°ซ พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญคือ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการคำนวณปริมาณร้อยละของของแข็งนั้นต้องอ้างอิงปริมาณความชื้นจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณร้อยละของของแข็ง ปริมาณร้อยละของโปรตีนของผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อสัปดาห์ที่ 0 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อผ่านการเก็บรักษานาน 9 สัปดาห์ในสภาวะ 30°ซ และ 45°ซ จะมีปริมาณร้อยละของโปรตีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาที่สูงมีผลต่อการเสียสภาพของโปรตีนมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ร้อยละของปริมาณไขมันก่อนและหลังการฆ่าเชื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากหลังการใช้ความร้อนสูงอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของไขมัน แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30°ซ พบว่าค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ เนื่องจากสภาวะการเก็บรักษาที่ 30°ซ ผลิตภัณฑ์จะมีความคงที่มากกว่า ร้อยละของปริมาณเถ้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเถ้า (Ash) เป็นองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงสภาพได้ยาก อีกทั้งปัจจัยทางด้านอุณหภูมิก็ไม่มีผลต่อปริมาณร้อยละของเถ้าอีกด้วย

3.5 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปูแช่แข็ง

โคโลนีของเชื้อ *Vibrio* sp. ที่เจริญบนอาหารแข็งที TCBS จะมีสีเขียวทึบ พบเชื้อจำนวน 11.0 MPN/g ซึ่งถือว่าไม่สูงถึงเกณฑ์ที่จะก่อให้เกิดโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 237) พ.ศ.2544 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารพร้อมปรุงและอาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที**. www.fda.moph.go.th /fda-net/html/product/food/ntfmoph/ntf237.htm.

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2542. **เทคโนโลยีของแป้ง**. กรุงเทพมหานคร: เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชั่น.

ชลดา เอี่ยมสอาด และวัฒนา กลิ่นศรีสุข. 2549. **Foodborne illness: cause and prevention**. www.techno.msu.ac.th/fn/ecenter/pathogens/foodborn.htm.

ชีวรัตน์ สุนทรเลขา. 2539. **การผลิตซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทนง ภัครัชพันธุ์. 2524. **การใช้ความร้อนในขบวนการแปรรูป**. กรุงเทพมหานคร.

นงลักษณ์ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2548. **จุลชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพ ฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริษัทไทยชิน-ไอ จำกัด. **หม้อฆ่าเชื้อ Horizontal Retort**. Thai Shin-I Industry Co., Ltd .

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. **หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปุ่น และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2549. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. Asia Pacific Food Industry Magazine. www.nfi.or.th/food-technology-news/print/print_eng.htm.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. **การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)**. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2530. **กระป๋องโลหะสำหรับบรรจุอาหาร มอก. 90-2530**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพ ฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2533. **ซุปกึ่งสำเร็จรูป Standard for Precooked or Dehydrated Soups มอก. 462-2533**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม . กรุงเทพมหานคร .

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2535. **แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร Standard for Modified Starch for Food Industry มอก. 2535-1073**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2523. **วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา เล่ม ๑ อาหารกระป๋อง Standard Methods for Microbiology Examination of Canned Foods มอก. ๓๓๕ เล่ม ๑-๒๕๒๓**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

มาริสา จาตุพรพิพัฒน์. 2548. **การผลิตหูฉลามเทียมจากเจลาติน และโซเดียมแอลจิเนต.** วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพิน ไทยเจริญ. 2534. **การผลิตแกงส้มและถั่วฝักยาวผัดพริกขิงกึ่งสำเร็จรูปและแช่แข็ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. **วิศวกรรมแปรรูปอาหาร**. วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร.

ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต. 2536. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยบูรพา.

ลินจง สุขลำภู. 2547. **เอกสารวิชาการควบคุมคุณภาพเรื่องการประเมินคุณภาพอาหารโดยใช้เครื่องมือทดสอบ**. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วรรณดี มหรรณพกุล. 2548. **การผลิตข้าวสำเร็จรูปและข้าวเสริมสุขภาพบรรจุกระป๋อง.** webboard. dss.go.th/viewtopic.php?t=84&sid=b2e66e724872b8b136858d140ba8bfe5.

ศศิเกษม ทองยงค์. 2530. **เคมีอาหารเบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2522. **ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร.** วรวุฒิการพิมพ์.

ศุภวุฒิ สาเรชพันธุ์. 2547. **การปรับปรุงช่วงเวลาไล่อากาศของหม้อฆ่าเชื้อเพื่อการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุจินต์ ศรีคงศรี. 2549. **ขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการทดสอบ**. www.tisi.go.th/lab/testing/test36_t.html .

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง. 2547. **ความรู้บรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำดื่มและซอสประเภทต่าง ๆ**. สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. www.ismed.or.th.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2541. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งแสง อยู่คง. 2544. **การประยุกต์แป้งดัดแปรเพื่อเตรียมโอฟลอกซาซินโซลิดดิสเพอร์สชัน.** วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเภสัชกรรม บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรอนงค์ นัยวิกุล. **ข้าวเหนียวสำเร็จรูปพร้อมบริโภคบรรจุในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว Ready-To-Eat Glutinous Rice in Flexible Package.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. www.ku.ac.th/kaset60/Theme05/theme-05-02/index-05-02.html.

อรัญ หาญสืบสาย. 2548. **วารสารบรรจุภัณฑ์ไทย.** ปีที่ 15 ฉบับที่ 59, หน้า 15-17.

อาภัสสรา ชนิดท์. 2537. **ชีวเคมี.** ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ann Juttelstad. 1999. **The Starch Story.** www.foodproductdesign.com/articles/462/462_1199de.html.

Anthony Lopez. 1975. **A Complete Course in Canning Vol. II.** United Stated : The Canning Trade, Inc..

Bcit.ca. **Facilities, Equipment & Services.** www.bcit.ca/health/industry/foodcentre/facilities.shtml#Cooking.

Bcit.ca. 2006. www.bcit.ca/files/health/foodproc/img/vertical_still_retort.jpg.

Biotox.cz. ***Clostridium perfringens***. www.biotox.cz/toxikon/bakterie/bakterie/obr/clostridium_perfringens_1.htm.

Caquin Group. 2006. **Sterilization Machines.** www.caquin.com/english/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=27&id=93&Itemid=162.

Central Food Technological Research Institute. 2005. **Ready To Serve Soup And Process For Preparation Thereof.** International Patent.

Charles A. Kaysner and Angelo DePaola, Jr.. **Bacteriological Analytical Manual Chapter 9 *Vibrio.*** www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-9.html.

Coursewares.mju.ac.th. **บทที่ 12 ผลิตภัณฑ์เนื้อบรรจุกระป๋อง (Canned Meat).** coursewares.mju.ac.th/ft470/Lab/chapterp12.doc.

Cybercolloids.net. 2004. **Cybercolloids Photograph Library.** www.cybercolloids.net/photos/search.php.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Egr.msu.edu. 2006. **Dairy Processing Handbook**. Sweden: Tetra Pak Processing Systems, pg.222. www.egr.msu.edu/~steffe/handbook/fig910.html.

Foodreference.com. 2006. **Canned food Shelf Life**. www.foodreference.com/html/tcannedfood shelflife.html.

FMC Food Tech. 2006. **Sterilization**. www.fmctechnologies.com/FoodTech/FruitsandVegetables/ InContainerSterilizers/.aspx.

Fooddownunder.com. 2006. **Shark's Fin Soup**. fooddownunder.com/cgi-bin/recipe.cgi?r=228813.

Fungi Perfecti. 2006. **Equipment for the Preparation of Media**. fungi.com/info/comm/comm 3.html.

Hirishi Goto and Mamoru Kamoru. 1998. **Process for Preparing Low-viscous Pasta Contained In Container**. United Stated Patent.

Hisaka.co.jp. 2006. **Introduction of Products**. *www.hisaka.co.jp/english/emji_shokuka0.html*.

Ismed.or.th. **การเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง**. www.ismed.or.th/knowledge/showcontent.php?id= 1950.

Jean Larousse and Bruce E.Brown. **Food Canning Technology**. Wiley – VCH, Inc.

Keeling. 1998. **Starch Granule Structure**. www.public.iastate.edu/~pkeeling/StarchGr.htm.

Kramer A. and Twigg B.A.. 1973. **Quality Control in the Food Industry Vol. II**. AVI Publishing Co.,Inc..

Nfi.or.th. ***Salmonella spp.***. www.nfi.or.th/food-microbiogical/print/print_thai.htm.

Nolfi, Jr.. 2005. **Temperature Coordinated Through-line Food Packaging System**. United state patents.

M.A.Rao et al.. 1997. **Rheological Behavior of Heated Starch Dispersions in Excess Water: Role of Starch Granule**. Carbohydrate polymer 33.

Medical School. 1995. **Introduction To Clinical Microbiology**. University of Texas - Houston Medic. med.uth.tmc.edu/path/00001450.htm.

Msstate.edu. 2006. **Thermal Processing**. www.msstate.edu/org/silvalab/Thermal%20Processing-%20Canning.pdf.

Mosur Machine Co., Ltd.. 2006. ***Designers, Manufacturers and Distributors of Quality Machinery for Material Handling, Food Processing and Packaging***. www.mosur.com .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Odum B., Campanella O., Narsimhan G.. 2006. **Characterization of Swelling Behavior of Cross Linked Waxy Maize Starch Dispersions**. aiche.confex.com/aiche/2006/preliminaryprogram/abstract_68355.htm.

Penford.com. 2005. **About Starch Modification**. www.penford.com.au/main.php?ID=112005.

Penford.com. 2005. **Soups and Sauces**. www.penford.com.au/main.php?ID=20.

Processmastersindia.com. 2006. www.processmastersindia.com/jpg-files/show-img/processingequipments /vertical-retort-web.jpg.

Rcithailand.com. 2005. **TWO-PIECE & BOWL CAN**. www.rcithailand.com.

Rubin et al.. 1998. **Retortable Extened Shelf Life Food Container**. United state patents.

Steve B. Hudson. **Steam Air Retorts Understanding The Retort Sterilization Process**. Allpax Products Inc.. www.retorts.com/steam-air.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมน้ำซุป

การผลิตเส้นหูฉลามไบโอ (มาริสา, 2549)

วัตถุดิบ

1. โซเดียมอัลจิเนต
2. เจลลาติน

ขั้นตอนการผลิต

1. ต้มน้ำให้เดือด หลังจากนั้นนำมาละลายโซเดียมอัลจิเนตและเจลลาติน
2. เมื่อละลายเป็นเนื้อเดียวกันจึงนำมาผสมและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. ละลายแคลเซียมคลอไรด์ 40 กรัม โดยน้ำต้มเดือดและปรับปริมาตรให้เป็น 2 ลิตร ใส่ในภาชนะที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50°ซ
4. ดูดสารละลายจากข้อ 2 และนำมาฉีดลงในแคลเซียมคลอไรด์ที่อยู่ในภาชนะโดยให้ได้เส้นที่มีลักษณะหัวมน ท้ายแหลม
5. พักเส้นไว้นาน 30 นาที หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำให้ฟองออก 2-3 ครั้ง

สูตรน้ำซุป (มาริสา, 2549)

วัตถุดิบ

1. ผงชูรส	125	กรัม
2. น้ำมันหอย	800	กรัม
3. ซีอิ๊วดำ	150	กรัม
4. เหล้าจีน	100	กรัม
5. น้ำ (ต้มก่อน)	120	กิโลกรัม
6. กระดูกหมู	10	กิโลกรัม
7. เนื้อไก่	5	กิโลกรัม
8. กระดูกโครงไก่	5	กิโลกรัม
9. ขาไก่	5	กิโลกรัม

ขั้นตอนการทำน้ำซุป

1. นำกระดูกหมู และโครงไก่มาลวกน้ำ
2. นำน้ำมาต้มให้เดือด
3. นำน้ำต้มเดือด เทใส่ในกระดูกหมูที่ผ่านการลวกแล้ว
4. ละลายเครื่องปรุง น้ำมันหอย ซีอิ๊วดำ ผงชูรสในกระทะน้ำเดือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใส่เหล้าจีนในหม้อต้ม
6. นำเครื่องปรุงที่ผสมกันแล้วใส่หม้อ
7. ต้มส่วนผสมทั้งหมด เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ด้วยไฟอ่อน ๆ ไม่ต้องปิดฝา
8. กรองส่วนผสมทั้งหมดด้วยผ้าขาวและนำน้ำซุปไปใช้ในการปรุงเป็นผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1.1 <u>การใช้เครื่องวัดสี Minolta CR-300</u> (ลินจง, 2547)

วิธีการ Setting ค่า

กดปุ่ม Index Set แล้วกดปุ่ม วนขึ้นหน้าจอแล้วเลือกที่ Light Source C หรือ D_{65} หลังจากนั้นกดปุ่ม Enter

วิธี Calibrate เครื่อง CR-300

1. กดปุ่ม Calibrate หน้าจอจะขึ้นค่า Y.....x.....y และให้ใส่ค่าตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่ได้เลือกไว้ คือ C หรือ D_{65} ตามค่าที่ให้มาตามแผ่น White plate เมื่อค่า Y.....x.....y ตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกแล้ว จึงนำหัววัดมาวางบนแผ่น White plate แล้วจึงกดปุ่ม measure ไฟจะแฟลช 3 ครั้ง แสดงว่าเครื่องทำการ Calibrate เรียบร้อยแล้ว

2. กดปุ่ม Color Space select เพื่อให้หน้าจอขึ้นค่า L.....a.....b.....เพื่อจะใช้ในการวัดสีต่อไป

2.1 วิธีการวัดแบบทั่วไป

นำหัววัดวางบนสิ่งที่ต้องการวัด หลังจากนั้นกดปุ่ม measure จะได้ค่าสี L, a, b

2.2 วิธีการวัดแบบหาค่าเฉลี่ย

2.2.1 กดปุ่ม All data clear กด Enter เพื่อล้างข้อมูลเก่า

2.2.2 นำหัววัดวางบนสิ่งที่ต้องการวัด กดปุ่ม measure วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ5 (วัดอย่างน้อย 5 จุด)

2.2.3 กดปุ่ม statistical กด Enter เพื่อหาค่าเฉลี่ย

2.3 วิธีการวัดสี Standard และ Sample เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

2.3.1 กดปุ่ม Target Color Set แล้วนำหัววัดวางบนแผ่น Standard ที่ต้องการ แล้วกดปุ่มวัดเพื่อวัดค่า L.....a.....b..... ของ Standard

2.3.2 นำหัววัดมาวางบน Sample กดปุ่ม measure เพื่อทำการวัด ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ค่า L, a และ b ของ Standard

2.3.3 กดปุ่ม ABS/DIFF เพื่อทำการเปรียบเทียบ Standard กับ Sample ซึ่งหน้าจอจะปรากฏค่า

E = ... , L = ...

a = ... , b = ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 <u>การวัดความหนืด</u>

1. ต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความหนืด

2. เลือกหัว Probe ที่ใช้ในการวัดความหนืด (ถ้าหนืดมากใส่หัวโพรบเล็ก) และต่อเข้ากับตัวเครื่อง

3. เสียบปลั๊กและเปิดสวิทช์ On- Off

4. จุ่มหัว Probe ลงในตัวอย่าง

5. กด select spinole (*เลือกหมายเลขให้ตรงกับหัว Probe ที่ใช้*)

6. กด Enter

7. กด set speed (RPM) ลองใช้ความเร็วเริ่มต้นที่ 70 RPM

8. ถ้าได้กด Motor แล้วดูมุมด้านล่างที่ Torqe ยิ่งใกล้ 100 ยิ่งดี

9. ค่าด้านบนซ้าย (Centripoint) ยิ่งค่าสูงยิ่งดี

10. ค่า Centripoint และ ค่า Torqe ควรมีค่าใกล้เคียงกัน

11. ถ้าค่า Centripoint และ ค่า Torqe สูงไม่พอ ลองเปลี่ยนค่าความเร็วรอบ

12. หากว่าค่า Centripoint และ Torqe ยังไม่สูงขึ้นหากเปลี่ยนความเร็วรอบแล้ว ให้ลองเปลี่ยนหัว Probe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ทางเคมี

2.1 <u>การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน</u>

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ใน digestion tube

2. เติม catalyst ผสม 2 กรัม (โซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำร้อยละ 96 คอปเปอร์ซัลเฟตร้อยละ 3.5 เซเลเนี่ยมไดออกไซด์ร้อยละ 0.5)

3. เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 25 มล. (ทำในตู้ดูดควัน)

4. ใส่ boiling chips 2-3 เม็ด

5. นำ digestion tube ใส่ใน digestion unit

6. ย่อยจนเป็นสีฟ้าใส รอเย็นและหมดควัน

7. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร

8. รองรับสิ่งกลั่นด้วยกรดบอริค 20-25 มล.ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. หยดอินดิเคเตอร์ผสม* 2-3 หยด แล้วเขย่า

9. วางใต้เครื่องกลั่น ให้ปลาย condenser จุ่มในสารละลาย

10. นำ digestion tube ใส่ใน digestion unit

11. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 30 ใน digestion tube 50 มล. และทำการกลั่น 3-5 นาที บอริคเปลี่ยนสีจาก ม่วงน้ำเงิน เป็น เขียวน้ำเงิน ซัก 5 นาที เอา flask ออก ให้ condenser อยู่เหนือสารละลาย 1 ซม. ล้างปลายด้วยน้ำกลั่นรอให้เกิดปฏิกิริยาต่ออีก 1-2 นาที

12. นำมาไตเตรตด้วย HCl 0.1 N จนสี เขียวน้ำเงิน เปลี่ยนเป็น ใสไม่มีสี (ถ้าสีชมพูต้องลบปริมาตรออก 0.02 มล.)

* 0.1% Bromcresol green ใน 95% alc. (10 มล.), 0.1% Methyl red ใน 95% alc. (2 มล.)

** การทำ Blank (ขั้นตอนเหมือนกับข้างต้น แต่ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง)

2.2 <u>วิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธี Direct extraction Methods</u>

1. ชั่งบีกเกอร์ขนาด 250 มล.ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 กรัมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (จากการหาความชื้น) และนำมาห่อด้วยกระดาษกรอง

3. นำตัวอย่างอาหารที่ชั่งแล้วใส่ลงใน thimble ปิดด้วยสำลีที่สกัดไขมันออกแล้ว

4. นำ thimble ใส่ใน extraction unit ของ Soxhlet apparatus และเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ให้เพียงพอต่อการสกัด 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำสารสกัดที่ได้มาระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกให้หมดและนำไปอบ 100°ซ 30 นาที

6. ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนักบีกเกอร์

7. นำน้ำหนักบีกเกอร์ที่ชั่งตอนหลังลบน้ำหนักบีกเกอร์ที่ชั่งตอนแรก จะได้ค่าของปริมาณไขมันที่ต้องการ

2.3 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

1. อบภาชนะโลหะ (moisture can) ที่อบ 103°ซ 1 ชั่วโมง

2. ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์จนได้น้ำหนักที่คงที่

3. ชั่งตัวอย่างอาหารมา 10 กรัม ใส่ใน moisture can

4. นำไปอบ 100°ซ 3 ชั่วโมง

5. ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์ 1 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก

6. ทำการอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$\% \text{ Moisture (wet basis)} = \frac{W}{WD} \times 100$$

$$\% \text{ Moisture (dry basis)} = \frac{W}{D} \times 100$$

$$\% \text{ Solid} = \frac{D}{W+D} \times 100$$

W = น้ำหนักที่หายไป

D = น้ำหนักตัวอย่างที่เหลือ

W+D = น้ำหนักตัวอย่างตั้งต้น

2.4 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า

1. ชั่งภาชนะทนความร้อน (Crucible) และตัวอย่างอาหาร จดบันทึกน้ำหนักที่ได้ไว้

2. นำอาหารไประเหยน้ำบางส่วนออกด้วยเตาไฟฟ้า (Hot Plate)

3. นำไปเผาในเตาเผา (Hotspot Furnace, Gallenkamp) ที่อุณหภูมิ 550°ซ เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง จนได้เถ้าสีขาว

4. ปิดเครื่องรอให้เย็น นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผล และนำไปคำนวณหาปริมาณเถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

3.1 การตรวจหา *Clostridium perfringens*

อุปกรณ์

1. เชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์ที่ใช้ได้แก่ *C. perfringers*

2. ตัวอย่างอาหารที่ต้องการทดสอบ

3. อาหารเลี้ยงเชื้อได้แก่ Tryptose Sulfite Cycloserine Agar (TSCA) ผสม egg yolk emulsion , Cooked Meat (CM) Medium , Thioglycollate Broth , Modified Iron Milk Medium , Motility - Nitrate (buffered) medium , Lactose - Gelatin Medium , Sporulation broth

4. สารสำหรับทดสอบชนิดต่างๆ ได้แก่ nitrite test reagent A , nitrite test reagent B

5. สารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ขวดละ 225 มล.และหลอดละ 9 มล. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์และสารละลายแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์

6. เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) ,ตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ^{o}ซ เครื่องผสม (vortex) และโถไร้อากาศ (GasPak anaerobic jar)

7. อุปกรณ์ที่จำเป็นได้แก่ จานเพาะเชื้อ ปิเปตขนาด 1 มล. แท่งแก้วงอและถุงพลาสติกปราศจากเชื้อสำหรับใช้ตีป่น

วิธีการทดลอง

1. การสุ่มตัวอย่างอาหาร

สุ่มตัวอย่างอาหารทุกส่วนหรือเก็บตัวอย่างบางส่วนที่จะเป็นตัวแทนที่ดี เช่นเก็บตัวแทนอาหารที่สงสัยในจุดต่าง ๆ กัน จุดละ 25 กรัม เนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้ออาจไม่สม่ำเสมอ

2. การตรวจหาเชื้อ *C. perfringens*

1) ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เทใส่ถุงพลาสติกปราศจากเชื้อแล้วเติมสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 ปริมาณ 225 มล. (ระดับความเจือจาง 10^{-1}) นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นอาหารนาน 1 นาทีด้วยความเร็วต่ำเพื่อให้อาหารเข้ากันเป็นเนื้อเดียวโดยมีอากาศผสมลงไปน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2) ทำการเจือจางตัวอย่างต่อไปให้ได้ระดับความเจือจางที่ 10^{-2} และ 10^{-3} ด้วยสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1

3) ปิเปตตัวอย่างอาหารที่แต่ละระดับความเจือจางปริมาตร 0.1 มล. ลงบนจานอาหาร TSCA ที่เติมไข่แดง ใช้แท่งแก้วงอปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวอาหาร ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อให้ตัวอย่างซึมเข้าในอาหาร จากนั้นจึงเทอาหารแข็ง TSC ที่ไม่ได้เติมไข่แดงปริมาตร 10 มล. ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 45 ^{o}ซ ทับลงไปในจานเดียวกัน ทิ้งไว้ให้แข็ง นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโถไร้อากาศ (anacrobic jar) โดยไม่ต้องคว่ำจาน ทำให้เกิดสภาพไร้อากาศ จึงนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โคโลนีของ *C. perfringens* บนอาหาร TSCA จะมีสีดำและมีรอยขาวขุ่น (opaque white zone) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-4 มิลลิเมตร รอบโคโลนีเนื่องมากจากการที่เชื้อชนิดนี้สร้างเอนไซม์เลซิติเนส ย่อยสลายเลซิตินในไข่แดง ตรวจนับโคโลนีในจานที่มีโคโลนีสีดำ 20-200 โคโลนี คำนวณหาปริมาณของ *Clostridium* (CFU ต่อกรัม)

ขณะเดียวกัน เขี่ยเชื้อจากตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 2 มล. ลงในอาหาร CM ที่ผ่านการต้มไล่อากาศในน้ำเดือดนาน 10 นาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเขย่าหลอด ประมาณ 3-4 หลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °ซ นาน 24-48 ชั่วโมง วิธีนี้จะทำเมื่อไม่สามารถตรวจพบ *C. perfringens* ได้โดยการเจริญบน TSCA (ฉะนั้นถ้าผลการตรวจสอบบน TSCA เป็นบวกคือพบโคโลนีสีดำ ก็ไม่จำเป็นต้องสนใจผลในอาหารเหลวนี้) ตรวจดูการเจริญของเชื้อในอาหาร CM จากนั้นใช้ลูปเขี่ยเชื้อจากก้นหลอดอาหาร CM นำมาลากลงบนอาหาร TSCA ที่เติมไข่แดง นำไปบ่มในโถไร้อากาศที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจดูว่ามีโคโลนีที่น่าจะเป็น *C. perfringens* หรือไม่

การทดสอบยืนยัน (Presumptive confirmation test)

1. ใช้ลูปที่ปราศจากเชื้อเขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่มีลักษณะที่น่าจะเป็นเชื้อ *C. perfringens* จากจานอาหาร TSCA จำนวน 10 โคโลนี แต่ละโคโลนีลงในอาหารเหลว thioglycollate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ตรวจดูลักษณะเซลล์ของเชื้อในหลอดทดลองแต่ละหลอดโดยนำไปย้อมแกรม และตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเชื้อ เซลล์ของ *C. perfringens* จะเป็นรูปท่อนหนา สั้น แกรมบวก ถ้ามีการปนเปื้อนของเชื้ออื่นให้เขี่ยเชื้อจากหลอดนั้นไปลากบนอาหาร TSCA ที่เติมไข่แดงและบ่มในโถไร้อากาศที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.1 Iron - milk presumptive test

ปิเปตต์เชื้อที่เจริญในอาหารเหลว thioglycollate ปริมาตร 1 มล. ลงในอาหาร modified iron – milk medium นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 46 °ซ ในอ่างน้ำร้อน เมื่อครบ 2 ชั่วโมง สังเกตการเกิด " stormy fermentation " โดยจะมีการตกตะกอนของนมอย่างรวดเร็วตามด้วยการแตกของเคิร์ดเป็นมวลคล้ายฟองน้ำลอยขึ้นที่ผิวของอาหาร นำหลอดที่ให้ผลบวกออกจากอ่างน้ำร้อน มิฉะนั้นอาจหกลงในอ่างน้ำ เชื้อที่ไม่เกิด " stormy fermentation " ภายใน 5 ชั่วโมงไม่น่าจะเป็น *C. perfringens* ในบางกรณีอาจนานถึง 6 ชั่วโมง แต่ก็เป็นเชื้อที่ต้องสงสัย ควรทำการทดสอบยืนยันต่อไป

การตรวจสอบยืนยันขั้นสมบูรณ์ (Completed confirmation test)

1. เขี่ยเชื้อที่เจริญในอาหารเหลว thioglycollate หรือเชื้อจากโคโลนีบนอาหาร TSCA โดยแทง (stab) ลงไปในอาหาร lactose – gelatin medium และ motility – nitrate (buffered) medium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่เชื้อลงไปหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้แน่ใจว่ามีปริมาณเชื้อเพียงพอ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °ซ นาน 24 ชั่วโมง ตรวจผลดังนี้

1.1 ใน lactose – gelatin medium ตรวจดูการสร้างแก๊สและการเปลี่ยนแปลงสีจากสีแดงเป็นสีเหลืองซึ่งแสดงถึงการสร้างกรด จากนั้นนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 °ซ นาน 1 ชั่วโมงเพื่อดูการเหลวของเจลาติน แต่ถ้าแข็งเป็นเจล ให้นำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 35 °ซ นาน 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูการเหลวของเจลาตินอีกครั้ง

1.2 ใน buffered motility – nitrate medium ตรวจดูการเคลื่อนที่ตามรอย stab เชื้อที่ไม่เคลื่อนที่จะมีการเจริญเฉพาะในที่ stab ไว้เท่านั้น ส่วนเชื้อที่เคลื่อนที่ได้จะมีการเจริญกระจายออกมารอบรอย stab เชื้อ *C. perfringens* เคลื่อนที่ไม่ได้และตรวจสอบการรีดิวซ์ไนเตรทไปเป็นไนไตร์ต ทำได้โดยหยด nitrite test reagent A 0.5 มล. และ nitrite test reagent B 0.2 มล. ลงในหลอดเชื้อที่เจริญใน buffered motility – nitrite medium ถ้ามีไนไตร์ตจะเกิดสีม่วงภายใน 5 นาที

2. ปิเปตต์เชื้อจากหลอดอาหารเหลว thioglycollate ปริมาตร 1 มล. ลงใน sporulation broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35°ซ นาน 24 ชั่วโมง เขี่ยเชื้อ sporulation broth นำมาย้อมแกรมส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เก็บเชื้อใน sporulation broth ที่อุณหภูมิ 4°ซ สำหรับการตรวจสอบขั้นต่อไป

ถ้าเชื้อที่ทดสอบเป็น *C. perfringens* ควรจะให้ผลดังนี้ เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อน ไม่เคลื่อนที่ (nonmotile) ให้โคโลนีสีดำบนอาหาร TSCA รีดิวซ์ไนเตรทไปเป็นไนไตร์ต สร้างกรดและแก๊สจากแลคโตส ทำให้เจลาตินเหลวภายใน 48 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม *C. perfringens* บางสายพันธุ์สร้างสปอร์ไม่ดีใน sporulation medium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การตรวจหาเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus*

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างอาหารที่ใช้
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่
   - 2.1 Phosphate-Buffered Saline
   - 2.2 Alkaline Peptone Water(APW)
   - 2.3 Thiosulfate-Citare -Bile Salts-Sucrose(TCBS) Agar
3. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลีน(Phosphate Buffered Saline, PBS)
4. เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เครื่องตีป่นอาหาร ตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °ซ และเครื่องผสม
5. อุปกรณ์ที่จำเป็นได้แก่ จานเพาะเชื้อ ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร ลูปเขี่ยเชื้อและถุงพลาสติกปราศจากเชื้อสำหรับใช้ตีป่น

วิธีการทดลอง

การตรวจหาปริมาณ *V. parahaemolyticus* ในอาหารทะเลด้วยวิธี MPN

1. ชั่งตัวอย่างอาหารทะเล 50 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ นำไปตีป่นด้วยเครื่องป่นอาหารนาน 90 วินาที โดยใช้ความเร็วสูง
2. เติม PBS ปริมาตร 450 มิลลิลิตร (ระดับความเจือจาง 10^{-1}) ตีป่นอีกครั้งนาน 1 นาที จากนั้นทำการเจือจางต่อไปจนถึง 10^{-2} 10^{-3} และ 10^{-4} หรืออาจเจือจางที่ระดับความเจือจางสูงขึ้นถ้าจำเป็น
3. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดอาหาร APW ที่มีเกลือเข้มข้น 2 เท่า ซึ่งจะมีปริมาณตัวอย่างอาหารทะเล 1 กรัมต่อหลอด จากนั้น ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดอาหาร APW ปกติ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 3 หลอด ซึ่งจะมีปริมาณตัวอย่างอาหารทะเล 0.1, 0.01, 0.001และ 0.0001 กรัมต่อหลอด ที่แต่ละระดับความเจือจางตามลำดับ
4. นำหลอด APW ทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. ใช้ลูปเขี่ยเชื้อจากหลอด APW ที่ 3 ระดับความเจือจางสูงสุดที่สังเกตเห็นว่ามีการเจริญโดยเขี่ยเชื้อจากอาหาร APW ที่ผิวด้านบนลึกลงมาประมาณ 1 ซม. ลากลงบนผิวหน้าอาหาร TCBS ด้วยเทคนิคการแยกเชื้อบริสุทธิ์ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2°ซ เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง โคโลนีของ *V. parahaemolyticus* จะมีลักษณะกลม สีเขียว ทึบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มม. เชื้อที่เจริญแข่งขันเช่น *V.* alginolyticus จะมีลักษณะโคโลนีขนาดใหญ่ ทึบ มีสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

การให้คะแนนความชอบ (hedonic scaling test) เป็นวิธีการที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ บอกความชอบและไม่ชอบออกมาเป็นสเกลความชอบ (hedonic scale) โดยเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบทีละ 1 ตัวอย่าง (monadically serve, one at a time) ในสเกลความชอบอาจจะมีการใช้คำต่าง ๆ เช่น ดีเลิศ (excellent) ดีมาก (very good) ดี (good) หรือไม่ดี (poor) เป็นต้น สเกลที่ใช้อาจเป็น 5 หรือ 7 แต่สเกลความชอบที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ สเกลความชอบ 9 คะแนน (Nine-point hedonic scale)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดที่ .....

วันที่ .....

<u>แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปที่เติมแป้งดัดแปรที่ความเข้มข้นต่างๆ</u>

คำแนะนำ : กรุณากรอกแบบสอบถามโดยให้ระดับความชอบหรือไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามคะแนน ดังต่อไปนี้

ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	9
ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	8
ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	7
ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	6
เฉย ๆ	ให้คะแนนเท่ากับ	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	4
ไม่ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	3
ไม่ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	2
ไม่ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	1

กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างต่อไปทุกครั้ง

ลักษณะที่ทดสอบ / รหัส	สี	รสชาติ	ความข้นหนืด	ความชอบโดยรวม
086				
140				
528				
987				

เหตุผลของความชอบ หรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์

086 .....

140 .....

528 .....

987 .....

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดทางกฎหมาย
มาตรฐานผลิตภัณฑ์วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋อง
(มอก. 335 เล่ม 1-2523) 1/24

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดวิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารกระป๋องที่แบ่งตามความเป็นกรด-ด่าง เป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food)

(2) อาหารที่มีความเป็นกรด (acid food)

(3) อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (high acid food)

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 อาหารกระป๋อง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของอาหารกระป๋องนั้นๆ โดยจะต้องผ่านกรรมวิธีใช้ความร้อน เพื่อทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์

2.2 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ หมายถึง อาหารที่มีความเป็นกรดด่าง สูงกว่า 4.5 เช่น ปลาทูน่ากระป๋อง ปลาซาร์ดีนกระป๋อง เป็นต้น

2.3 อาหารที่มีความเป็นกรด หมายถึง อาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.7 ถึง 4.5 เช่น สับปะรดกระป๋อง ลิ้นจี่กระป๋อง เงาะกระป๋อง เป็นต้น

2.4 อาหารที่มีความเป็นกรดสูง หมายถึง อาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 3.7 เช่น น้ำสับปะรดกระป๋อง เป็นต้น

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

3.1 ตู้เพาะเชื้อ (incubator)

3.2 เครื่องฆ่าเชื้อความร้อนแห้ง (hot air sterilizer)

3.3 หม้อนึ่งอัด (autoclave)

3.4 เครื่องอังน้ำ (water bath)

3.5 เครื่องนับโคโลนี (colony counter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 กล้องจุลทรรศน์ (microscope) กระจกสไลด์ (slide) และกระจกปิด (coverslip)

3.7 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

3.8 เครื่องชั่ง

3.9 เครื่องกรองจุลินทรีย์ (micro filter)

3.10 ตะเกียง (burner)

3.11 เครื่องเปิดกระป๋องที่สามารถลนไฟฆ่าเชื้อได้

3.12 แผ่นแก้วแบบโฮเวิร์ดสำหรับนับเชื้อรา (Howard mold counting chamber)

3.13 ภาชนะเพื่อชั่งตัวอย่างอาหาร

3.14 หลอดทดลองหรือขวดแก้วที่มีจุกสำลีหรือฝาเกลียว

3.15 หลอดทดลองขนาด 13 มิลลิเมตร x 125 มิลลิเมตร และ 16 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร

3.16 หลอดแก้วเล็ก (Durham tube) ขนาด 10 มิลลิเมตร x 75 มิลลิเมตร

3.17 เครื่องตีป่น (blender)

3.18 ปิเปตที่มีจุกสำลีอยู่ด้านในตอนปลายที่จะดูด (pipette, cotton-plugged)

3.19 จานเพาะเชื้อ (petri dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร หรือ 100 มิลลิเมตร

3.20 ขวดสำหรับใส่สารละลายเพื่อเจือจาง (dilution bottle)

3.21 ขวดแก้ว (flask)

หมายเหตุ : ข้อ 3.13 ถึง 3.19 ต้องทำให้ปราศจากเชื้อ

4. สารละลายเพื่อเจือจาง อาหารเลี้ยงเชื้อ และวิธีเตรียม

4.1 สารละลายเพื่อเจือจาง (dilution blanks)

4.1.1 สารละลายเพื่อเจือจางธรรมดา (dilution blanks, plain) ตวงน้ำกลั่นปริมาณมากพอที่ภายหลังจากการฆ่าเชื้อแล้วจะเหลือปริมาตร 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดแก้วทนความร้อน ปิดด้วยจุกหรือฝาเกลียว นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัด อุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสคาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นาน 20 นาที

4.1.2 สารละลายเพื่อเจือจางที่ใส่ทราย (dilution blands with sand) เตรียมเช่นเดียวกับข้อ 4.1.1 แต่ใส่ทรายบริสุทธิ์ประมาณ 10 กรัม ในแต่ละขวดก่อนฆ่าเชื้อ

4.1.3 สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักเพื่อเจือจาง (peptone dilution blank) ชั่งเปปโตนหนัก 1 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร แล้วนำมาเตรียมเช่นเดียวกับข้อ 4.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เพื่อเจือจาง (phosphate buffered dilution blanks)

(1) สารละลายที่เก็บไว้ใช้ (stock solution)

ชั่งโมโนโปตัสเซียมฟอสเฟต (monopotassium phosphate) หนัก 34 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับให้มีความเป็นกรด-ด่าง 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรแล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

(2) สารละลายเพื่อเจือจาง (dilution blanks)

ดูดสารละลายที่เก็บไว้ใช้ (ข้อ 1) ด้วยปิเปตมา 1.25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ขวดแก้ว ปริมาตร เติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร แล้วนำสารละลายนี้มาเตรียมเช่นเดียวกับข้อ 4.1.1

4.1.5 สารละลายเกลือเพื่อเจือจาง (saline dilution blanks)

ชั่งโซเดียมคลอไรด์หนัก 8.5 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร แล้วนำสารละลายนี้มาเตรียมไว้เช่นเดียวกับข้อ 4.1.1

4.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีเตรียม

4.2.1 คุกมีตมีเดียม (cooked meat medium)

หัวใจวัวบด หรือเนื้อลูกวัวบด (ปราศจากไขมัน)	1000	กรัม
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น	0.05 โมลต่อลบ.ดม. จำนวน 1 ลบ.ดม.	
นิวเตรียนต์บรอทหมายเลข	2	
บีฟเอกซแตรกต์ (beef extract)	10	กรัม
เปปโตน (peptone)	10	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride)	5	กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดลงในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ต้มให้เดือด 10 นาที กรองปรับให้มีความเป็นกรด - ด่าง ประมาณ 7.5 ต้มสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์1ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้เดือดแล้วเติมหัวใจวัวบดหรือเนื้อลูกวัวบด คนให้เข้ากันต้มให้เดือดนาน 20 นาที คนบ่อย ๆ ระหว่างต้มตักส่วนเป็นไขมันออก ปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ประมาณ 7.5 กรองด้วย ผ้าโปร่งสำหรับดูดซึมหรือผ้ามัสลินบีบเอาน้ำออกแผ่เนื้อลงบนกระดาษกรองเพื่อทำให้แห้งพอหมาด ๆ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 5°ซ แบ่งเนื้อใส่ในหลอดทดลองให้มีปริมาณของเนื้อสูง 2.5 เซนติเมตร เติมนิวเตรียนต์บรอทหมายเลข 2 ให้สูงประมาณ 4 เซนติเมตร ปิดฝาฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 120°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสคาล นาน 20 นาที

4.2.2 เซเลไนต์ซีสตีนบรอท (selenite cystine broth)

ทริปโตน (tryptone)	5	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลกโตส (lactose)	4	กรัม
ไดโซเดียมฟอสเฟต (disodium phosphate)	10	กรัม
โซเดียมแอซิดเซเลไนต์ (sodium acid selenite)	4	กรัม
แอล-ซีสตีน (L-cystine)	0.01	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดละลายในน้ำกลั่นต้มให้เดือด เทใส่หลอดทดลองที่ปราศจากเชื้อให้มีความสูงอย่างน้อย 5 เซนติเมตร ปิดจุก (ควรมีความเป็นกรด - ด่าง สุดท้ายประมาณ 7.0) ควรใช้อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ให้หมดภายในวันที่เตรียม

4.2.3 เดกซโตรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เพิลบรอท (dextrose trytone bromeresol purple broth)

ทริปโตน หรือทริปติเคส (trypticase)	10	กรัม
เดกซโตรส (dextrose)	5	กรัม
บรอมครีซอลเพอร์เพิล (bromcresol purple)	0.04	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่นคนให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 16 มล. x 150 มล. หลอดละประมาณ 10 ลบ.ซม. ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 120°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้าย ประมาณ 6.8)

4.2.4 เตตระไทโอเนตบรอท (tetrathionate broth)

โพลิเปปโตน (polypeptone)	5	กรัม
ไบล์ซอลต์ (bile salts)	1	กรัม
คัลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate)	10	กรัม
โซเดียมไทโอซัลเฟต (sodium thiosulphate)	30	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดละลายในน้ำกลั่น ต้มให้เดือด ทำให้เย็นลงจนอุณหภูมิต่ำกว่า 45°ซ แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ละลายไอโอดีน 6 กรัม โปตัสเซียมไอโอไดด์ 5 กรัม ในน้ำกลั่น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เขย่าให้เข้ากัน ห้ามนำไปต้มอีก แล้วแบ่งใส่หลอดทดลองที่ฆ่าเชื้อแล้วหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรใช้อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ให้หมดภายในวันที่เตรียม

4.2.5 ทริปโตนกลูโคสเอกซแตรกต์ซอลต์บรอท (tryptone glucose extract salt broth)

ทริปโตนหรือทริปติเคส	5	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลูโคส (glucose)	1	กรัม
ยีสต์เอกซแตรกต์ (yeast extract)	2.5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	6.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละ 8 ถึง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาลนาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด - ด่าง สุดท้ายประมาณ 7.0)

4.2.6 ทริเปิลซูการ์ไอร์ออนอะการ์ (triple sugar iron agar)

บีฟเอกซแตรกต์	3	กรัม
ยีสต์เอกซแตรกต์	3	กรัม
เปปโตน	15	กรัม
โปรตีโอสเปปโตน	5	กรัม
แลกโตส	10	กรัม
ซักคาโรส (saccharose)	10	กรัม
เดกซโตรส	1	กรัม
ไอร์ออน (II) ซัลเฟต (iron (II) sulphate)	0.2	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5	กรัม
โซเดียมไทโอซัลเฟต	0.3	กรัม
อะการ์	12	กรัม
ฟีนอลเรด	0.024	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 16 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร หลอดละ 1 ใน 3 ของหลอด ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121 °ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด - ด่างสุดท้ายประมาณ 7.4) วางหลอดให้เอียง (slant) จนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว เพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

4.2.7 ทริปโตนบรอทร้อยละ 1 (tryptone broth)

ทริปโตน 1	กรัม
น้ำกลั่น 100	ลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำทริปโตนใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละ 8 ถึง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 10.43 กิโลปาสคาล นาน 15 นาที

4.2.8 เทลลูไรต์ไกลซีนอะการ์ (tellurite glycine agar)

ทริปโตนหรือทริปติเคส	1.0	กรัม
ยีสต์เอกซแตรกต์	0.5	กรัม
แมนนิตอล (mannitol)	0.5	กรัม
ไดโปตัสเซียมฟอสเฟต (dipotassium phosphate)	0.5	กรัม
ลิเทียมคลอไรด์ (lithium chloride)	0.5	กรัม
ไกลซีน (glycine)	1.0	กรัม
อะการ์	2.0	กรัม
น้ำกลั่น	100	ลูกบาศก์เซนติเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสคาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด - ด่างสุดท้ายประมาณ 7.2) ทำให้เย็นประมาณ 45°ซ เติมสารละลายโปตัสเซียมเทลลูไรต์ร้อยละ 1 ในน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้ความเข้มข้นของสารละลายโปตัสเซียมเทลลูไรต์ร้อยละ 0.02 เทใส่จานเพาะเชื้อจานละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

4.2.9 นิวเตรียนต์อะการ์ (nutrient agar)

บีฟเอกซแตรกต์	3	กรัม
เปปโตน	5	กรัม
อะการ์	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลอง ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่าง สุดท้ายประมาณ 6.8) วางหลอดให้เอียงจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว เพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

4.2.10 บริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบล์บรอทร้อยละ 2 (brilliant green lactose bile broth)

เปปโตน	10	กรัม
แลกโตส	10	กรัม
ออกซ์กอลล์ (oxgall)	20	กรัม
บริลลิแอนต์กรีน (brilliant green)	0.0133	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายเปปโตนและแลกโตสในน้ำกลั่นประมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายออกซ์กอลล์ในน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ควรมีความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในระหว่าง 7.0 ถึง 7.5 ผสมสารละลายทั้ง 2 เข้าด้วยกัน แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรประมาณ 975 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับให้มีความเป็นกรด - ด่างประมาณ 7.4 ใส่บริลลิแอนต์กรีนแล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร แบ่งสารละลาย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่หลอดทดลองขนาด 16 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ซึ่งมีหลอดแก้วเล็กคว่ำอยู่ภายใน ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที

4.2.11 บริลลิแอนต์กรีนอะการ์ (brilliant green agar)

โพลิเปปโตนหรือโปรตีโอสเปปโตนหมายเลข 3 (polypeptone or proteose peptone)	10	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5	กรัม
ยีสต์เอกซแตรกต์	3	กรัม
แลกโตส	10	กรัม
ซักคาโรส	10	กรัม
ฟีนอลเรด	0.08	กรัม
บริลลิแอนต์กรีน	0.012 5	กรัม
อะการ์	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้วฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที(ควรมีความเป็นกรด - ด่างสุดท้ายประมาณ 6.9) ทำให้มีอุณหภูมิประมาณ 45°ซ เทใส่จานเพาะเชื้อจานละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

4.2.12 บีฟฮาร์ตอินฟิวชันมีเดียม (beef heart infusion medium)

เปปโตน	10	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5	กรัม
หัวใจวัว (ปราศจากไขมัน)	500	กรัม

นำหัวใจวัวมาบด เติมน้ำกลั่นลงไป 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เก็บไว้ในตู้เย็นหนึ่งคืนต้มให้เดือดนาน 15 นาที หรือผ่านไอน้ำ 30 นาที แยกเอาส่วนที่เป็นเนื้อและเป็นน้ำออกจากกันโดยกรองผ่านผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนา ๆ 2 ครั้ง เติมเปปโตนและโซเดียมคลอไรด์ลงในส่วนที่เป็นน้ำ เติมน้ำจนมีปริมาตรครบ1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ปรับให้มีความเป็นกรด - ด่าง 7.6 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมล ต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ต้มให้เดือดนาน 15 ถึง 20 นาที หรือผ่านไอน้ำ 30 นาที แบ่งส่วนที่เป็นเนื้อลงในหลอดทดลองขนาด 16 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ให้มีปริมาณของเนื้อสูง2 เซนติเมตร แล้วเติมส่วนที่เป็นน้ำลงไปครึ่งหลอด ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 20 นาที ถ้าไม่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อในวันที่เตรียมก่อน

4.2.13 บิสมัทซัลไฟต์อะการ์ (bismuth sulphite agar)

บีฟเอกซแตรกต์	5	กรัม
เปปโตน	10	กรัม
แลกโตส	10	กรัม
ออกซ์กอลล์ (oxgall)	20	กรัม
บริลลิแอนต์กรีน (brilliant green)	0.0133	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดละลายในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายแล้วให้เดือดต่อไปอีก 1 นาที คนอย่างสม่ำเสมอเพื่อกันไม่ให้ไหม้ (ควรมีความเป็นกรด - ด่างสุดท้ายประมาณ 7.7) ทำให้เย็นประมาณ 45°ซ เขย่าเบา ๆ แล้วเทใส่จานเพาะเชื้อจานละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

4.2.14 บัฟเฟอร์อะไซด์กลูโคสกลีเซอรอลบรอท (buffered azide glucose glycerol broth)

ทริปโตสหรือโพลิเปปโตน	20	กรัม
กลูโคส	5	กรัม
ไดโปตัสเซียมฟอสเฟต	4	กรัม
โมโนโปตัสเซียมฟอสเฟต (monopotassium phosphate)	1.5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5	กรัม
โซเดียมอะไซด์ (sodium azide)	0.5	กรัม
กลีเซอรอล (glycerol)	5	ลูกบาศก์เซนติเมตร
บอรมครีซอลเพอร์พริล	0.015	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่กลีเซอรอลลงในน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากัน เติมส่วนผสมที่เหลือลงไปอุ่นให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละ 8 ถึง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัด อุณหภูมิ 117 °ซ ความดัน 69 กิโลปาสคาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด- ด่าง สุดท้าย ประมาณ 6.9)

4.2.15 เบรนฮาร์ตอินฟิวชันบรอท (brain heart infusion broth)

น้ำซุปจากสมองลูกวัว (calf brain, infusion from)	200	กรัม
น้ำซุปจากหัวใจวัว (beef heart, infusion from)	250	กรัม
โปรตีโอสเปปโตน	10	กรัม
เดกซโตรส	2	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5	กรัม
ไดโซเดียมฟอสเฟต	2.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้เดือด แบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้ว ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121 °ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสคาล นาน 15นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่าง สุดท้ายประมาณ 7.4)

หมายเหตุ

1. วิธีเตรียมน้ำซุปจากสมองลูกวัว นำสมองลูกวัวที่บดละเอียดแล้ว 200กรัมใส่น้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เดซิเมตร ต้มให้เดือดประมาณ 30 นาทีกรองให้ใสแล้วนำน้ำซุปทั้งหมดมาใช้

2. วิธีเตรียมน้ำซุปจากหัวใจวัว นำหัวใจวัวที่บดละเอียดแล้ว 250 กรัม ใส่น้ำกลั่น 250 ลูกบาศก์เดซิเมตร ต้มให้เดือดประมาณ 30 นาที นำน้ำซุปทั้งหมดมาใช้

3. ถ้าไม่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อในวันที่เตรียม ก่อนนำไปใช้จะต้องต้มไล่อากาศที่อุณหภูมิ 100 °ซ ประมาณ 3 นาที แล้วทำให้เย็นทันที

4.2.16 โปเตโตเดซโตรสอะการ์ (potato dextrose agar)

เดกซโตรส	20	กรัม
อะการ์	15	กรัม
น้ำซุปจากมันฝรั่ง(potato, infusion from)	200	กรัม
น้ำกลั่น	800	ลูกบาศก์เซนติเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายแบ่งใสหลอดแก้วหรือขวดแก้วปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสคาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้ายประมาณ 5.6) เมื่อจะใช้ต้องปรับให้มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 3.5 ด้วยกรดตาร์ตาริก 0.696 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (ร้อยละ 10)ที่ปราศจากเชื้อ

หมายเหตุ : วิธีเตรียมน้ำซุปจากมันฝรั่ง

นำมันฝรั่งที่หั่นแล้ว 200 กรัมใส่น้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรต้มให้เดือดประมาณ 15 นาที หรือจนกระทั่งอ่อนนุ่ม กรองผ่านผ้าฝ้าย

4.2.17 เพลตเคานต์อะการ์ (plate count agar)

ทริปโตน	5 กรัม
ยีสต์เอกซแตรกต์	2.5 กรัม
เดกซโตรส	1 กรัม
อะการ์	15 กรัม
น้ำกลั่น	1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายหมดแบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้ว ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121^{o}ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสคาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 7.0)

4.2.18 แมนนิตอลซอลต์เอกโยล์กอะการ์ 1 กรัม (manntiol salt egg yolk agar)

บีฟเอกซแตรกต์	1	กรัม
โปรตีโอสเปปโตน หรือ โพลิเปปโตน	10	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	75	กรัม
ดี-แมนนิตอล (d-mannitol)	10	กรัม
ฟีนอลเรด	0.025	กรัม
อะการ์	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แล้วให้เดือดต่อไปอีก 1 นาที แบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้วปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121^{o}ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 7.4) ทำให้อุณหภูมิลดลงจนเหลือประมาณ 45^{o}ซ แล้วเติมไข่แดงดิบที่ปราศจากเชื้อร้อยละ 3 ของปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เทใส่จานเพาะเชื้อ วางไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

4.2.19 มอลต์อะกา (malt agar)

มอลต์เอกซแตรกต์ 30 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะการ์ 15 กรัม

น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้ว ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสคาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 5.5) เมื่อจะใช้ต้องปรับให้มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 3.5 ด้วยกรดแลกติก 1.132 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (ร้อยละ 10) ที่ปราศจากเชื้อ

4.2.20 ยูเรียบรอท (ures broth)

ยีสต์เอกซแตรกต์	0.1	กรัม
โมโนโปตัสเซียมฟอสเฟต	9.1	กรัม
ไดโซเดียมฟอสเฟต	9.5	กรัม
ยูเรีย	20	กรัม
ฟีนอลเรด	0.01	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดละลายในน้ำกลั่น ทำให้ปราศจากเชื้อโดยผ่านเครื่องกรองจุลินทรีย์แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 13 มิลลิเมตร x 125 มิลลิเมตร ที่ปราศจากเชื้อ หลอดละ 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 6.8)

4.2.21 ลีวายน์อีเอ็มบีอะการ์ (Levine eosin methylene blue agar or Levine EMB agar)

เปปโตน	10	กรัม
แลกโตส	10	กรัม
ไดโปตัสเซียมฟอสเฟต	2	กรัม
อะการ์	15	กรัม
อีโอซิน วาย (eosin Y)	10	กรัม
เมทิลีนบลู (methylene blue)	0.4	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้ว ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 7.1) เทใส่จานเพาะเชื้อจานละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

4.2.22 ลอริลทริปโตสบรอท (lauryl tryptose broth)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทริปโตส (tryptose) 20.0 กรัม
แลกโตส 5.0 กรัม
ไดโปตัสเซียมฟอสเฟต 2.75 กรัม
ไมโนโปตัสเซียมฟอสเฟต 2.75 กรัม
โซเดียมคลอไรด์ 5.00 กรัม
โซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium lauryl sulphate) 0.1 กรัม
น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 16 มิลลิเมตร x 150มิลลิเมตร ซึ่งมีหลอดแก้วเล็กคว่ำอยู่ภายใน หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 6.8)

4.2.23 แลกโตสบรอท (lactose broth)

บีฟเอกซแตรกต์ 3 กรัม
เปปโตน 5 กรัม
แลกโตส 5 กรัม
น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดละลายในน้ำกลั่น แบ่งใส่ขวดแก้วขวดละ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 6.9)

4.2.24 ไลซีนไอร์ออนอะการ์ (lysine iron agar)

เปปโตน 5 กรัม
ยีสต์เอกซแตรกต์ 3 กรัม
เดกซโตรส 1 กรัม
แอล-ไลซีน (L-lysine) 10 กรัม
ไอร์ออน (III) อัมโมเนียมซิเตรต(iron (III)ammonium citrate) 0.5 กรัม
โซเดียมไทโอซัลเฟต 0.04 กรัม
บรอมครีซอลเพอร์เพิล 0.02 กรัม
อะการ์ 14.5 กรัม
น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 13 มิลลิเมตร x 125 มิลลิเมตรหลอดละ 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาลนาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 6.7) วางหลอดให้เอียงจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวเพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

4.2.25 เอสเอสอะการ์ (S.S. agar)

บีฟเอกซแตรกต์	5	กรัม
โปรตีโอสเปปโตน หรือ โพลิเปปโตน	5	กรัม
แลกโตส	10	กรัม
ไบล์ซอลต์	8.5	กรัม
โซเดียมซิเตรต (sodium citrate)	8.5	กรัม
โซเดียมไทโอซัลเฟต	8.5	กรัม
ไอร์ออน (III) ซิเตรต (iron (III) citrate)	1	กรัม
บริลลิแอนต์กรีน	0.0000 33	กรัม
นิวตรัลเรด (neutral red)	0.025	กรัม
อะการ์	13.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แล้วให้เดือดต่อไปอีก 1 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่าง สุดท้ายประมาณ 7.0) ทิ้งให้เย็นประมาณ 45°ซ เทใส่จานเพาะเชื้อจานละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

4.2.26 เอนโดอะการ์ (endo agar)

เปปโตน	10	กรัม
แลกโตส	10	กรัม
ไดโปตัสเซียมฟอสเฟต	3.5	กรัม
อะการ์	15	กรัม
โซเดียมซัลไฟต์ (sodium sulphite)	2.5	กรัม
เบสิกฟุคซิน (basic fuchsin)	0.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 7.5) เทใส่จานเพาะเชื้อจานละประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

หมายเหตุ : ถ้าใช้หมดในวันที่เตรียมไม่ต้องฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัด

4.2.27 แอซิดบรอท (acid broth)

โปรตีโอสเปปโตน	5	กรัม
ยีสต์เอกซ์แตรกต์	5	กรัม
เดกซ์โตรส	5	กรัม
ไดโปตัสเซียมฟอสเฟต	4	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 16 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร หลอดละ 12 ถึง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้าย 5.0)

4.2.28 ออเรนจ์เซรุมบรอท (orange serum broth)

ทริปโตนหรือทริปติเคส	10	กรัม
ยีสต์เอกซแตรกต์	3	กรัม
เดกซโตรส	4	กรัม
ไดโปตัสเซียมฟอสเฟต	3	กรัม
ออเรนจ์เซรุม	200	ลูกบาศก์เซนติเมตร
น้ำกลั่น	800	ลูกบาศก์เซนติเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ละลายให้เข้าด้วยกัน แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 16 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ซึ่งมีหลอดแก้วเล็กคว่ำอยู่ภายใน ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 5.5)

หมายเหตุ : วิธีเตรียมออเรนจ์เซรุม

ต้มน้ำส้มที่คั้นใหม่ ๆ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่อุณหภูมิ 93°ซ เติมสารช่วยในการกรอง (filter aid) 30 กรัม คนให้ทั่ว กรองผ่านกระดาษกรองหยาบ ซึ่งมีสารช่วยในการกรองอยู่ด้วย โดยใช้เครื่องดูดช่วย ทิ้งสิ่งกรอง 2 ถึง 3 ลูกบาศก์เซนติเมตรแรกที่กรองได้

4.2.29 ไอร์ออนซัลไฟต์อะการ์ (iron sulphite agar)

ทริปโตนหรือทริปติเคส	10	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไซเดียมซัลไฟต์ (sodium sulphite)	0.5	กรัม
ไอร์ออนซิเตรต (iron citrate)	0.5	กรัม
อะการ์	12.0	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลูกบาศก์เดซิเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลอง หลอดละประมาณ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดอุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที

หมายเหตุ : อาหารเลี้ยงเชื้อนี้เก็บไว้ใช้ได้ไม่เกิน 7 วัน

5. การตรวจสอบลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง

5.1 ใช้จำนวนตัวอย่างตามที่ได้ระบุ ไว้ในแต่ ละมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารกระป๋องนั้น ๆ (ไม่น้อยกว่า 8 กระป๋อง)

5.2 ตรวจลักษณะภายนอกของกระป๋อง ก่อนจะลอกฉลากให้บันทึกรายละเอียดบนฉลากไว้ก่อนพร้อมทั้งทำเครื่องหมายไว้บนกระป๋อง

5.3 ตรวจสอบความผิดปกติภายนอกของกระป๋อง เช่น บวม บุบ เป็นสนิท เป็นต้น (ถ้ากระป๋องบวมไม่ต้องอบและไม่ต้องวิเคราะห์ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้)

5.4 เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 กระป๋อง

5.5 นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เหลือ ซึ่งผ่านการตรวจข้อ 5.3 เข้าอบเพาะเชื้อดังนี้

5.5.1 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำให้นำตัวอย่างส่วนหนึ่งมาอบที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ เป็นเวลา 14 ถึง 30 วัน และส่วนที่เหลืออบที่อุณหภูมิ 55°ซ เป็นเวลา 7 ถึง 10 วัน

5.5.2 อาหารที่มีความเป็นกรด และกรดสูง ให้นำตัวอย่างมาอบที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ เป็นเวลา 14 วัน

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่อบแต่ละอุณหภูมิต้องไม่น้อยว่า 3 กระป๋อง

5.6 ในกรณีที่กระป๋องบวม หรือมีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นระหว่างการอบเพาะเชื้อ ไม่ต้องนำมาวิเคราะห์ (ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้)

5.7 หลังจากอบจนครบตามกำหนดแล้ว ให้ทำการตรวจสอบดังนี้

5.7.1 ล้างตัวอย่างให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด เช็ ดฝากระป๋องด้านที่ไม่มีรหัสให้ทั่วด้วยเอทานอลแล้วลนด้วยเปลวไฟจากตะเกียง ใช้เครื่องเปิดกระป๋องที่ลนไฟร้อนจัดเพื่อฆ่าเชื้อเปิดกระป๋องออกให้กว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้ ถ้าเป็นของเหลวให้เจาะรู โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ถึง 2 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7.2 ดูลักษณะอาหารทั่วไปภายหลังการอบ ดังนี้

(1) สี

(2) กลิ่น

(3) ลักษณะอาหาร

(4) ความเป็นกรด-ด่าง

ถ้าอาหารมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นเปลี่ยนไปจากเดิมจนผิดปกติอย่างเห็นได้ชัด ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องทั้งหมดไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

5.8 ถ้าอาหารผ่านการตรวจสอบตามข้อ 5.7 แล้วไม่ผิดปกติให้นำไปวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ต่อไป

6. การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

6.1 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แบ่งตัวอย่างปริมาณพอควรจากส่วนกลางของกระป๋องใส่ลงในหลอดแก้วหรือขวดแก้วปราศจากเชื้อ แล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°ซ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ซ้ำหรือทดสอบพิษซึ่งอาจมีในอาหารนั้น ส่วนที่เหลือใช้สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้องนำมาจากส่วนกลางของกระป๋องทุกครั้ง ในกรณีที่อาหารกระป๋องไม่เป็นเนื้อเดียวกันให้ใช้เครื่องตีป่นก่อนนำไปวิเคราะห์

7. วิธีวิเคราะห์

7.1 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ให้วิเคราะห์ดังนี้

7.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

7.1.1.1 ชั่งตัวอย่างจากกระป๋อง 10 กรัม หรือดูดตัวอย่างจากกระป๋องด้วยปิเปตมา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดที่มีสารละลายเพื่อเจือจาง 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 หรือให้เจือจางต่อไปจนกว่าจะอ่านจำนวนจุลินทรีย์ได้ 30 ถึง 300 โคโลนี

7.1.1.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจากข้อ 7.1.1.1 ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ความเข้มข้นละ 2 จาน สำหรับของเหลวให้ใช้ปิเปตดูดโดยตรงจากตัวอย่างมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ 2 จานด้วย

7.1.1.3 เทอาหารเลี้ยงเชื้อเพลตเคานต์อะการ์ที่หลอมเหลวแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45°ซ ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 10 ถึง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรผสมให้เข้ากัน

7.1.1.4 ตั้งทิ้งไว้ให้แข็ง กลับจานเพาะเชื้อ แล้วนำไปอบเพาะเชื้อ (incubate) ที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ นาน 48 ชั่วโมง

7.1.1.5 นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อซึ่งมีปริมาณ 30 ถึง 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.2 โคลิฟอร์ม (coliform)

7.1.2.1 ทดสอบขั้นแรก (presumptive test)

(1) นำตัวอย่างประมาณ 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาเพาะ (inculate) ลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบล์บรอทร้อยละ 2 หรือ ลอริลทริปโตสบรอท จำนวน 2 หลอด

(2) อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปทดสอบต่อตามข้อ 7.1.2.2

7.1.2.2 ทดสอบขั้นสมบูรณ์ (completed test)

(1) นำหลอดที่มีก๊าซจากข้อ 7.1.2.1 (2) มาเขย่าเบา ๆ แล้วใช้ที่เขี่ยเชื้อ (loop) ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่ม ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อในหลอดที่มีก๊าซ นำไปขีดเป็นเส้น ๆ (streak) บนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อเอนโดอะการ์หรือลีวายน์ อีเอ็มบีอะการ์ ในลักษณะที่จะให้โคโลนีแยกจากกันหลังการอบเพาะเชื้อ

(2) อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ นาน 24 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์มในอาหารเลี้ยงเชื้อเอนโดอะการ์ จะมีลักษณะสีแดงและโคโลนีเฉพาะของโคลิ-ฟอร์ม ในอาหารเลี้ยงเชื้อลีวายอีเอ็มบีอะการ์ จะมีลักษณะเป็นสีเข้ม อาจเป็นสีแดงเข้มหรือม่วงเข้มก็ได้

(3) ถ่ายโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะจากข้อ 7.1.2.2 (2) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบล์บรอทร้อยละ2 หรือลอริลทริปโตสบรอทและบนอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเตรียนต์อะการ์

(4) อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 °ซ นาน 24 ชั่วโมง ดูการเกิดก๊าซในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์ กรีนแลกโตสไบล์บรอทหรือลอริลทริปโตสบริท ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นให้นำเชื้อที่ขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเตรียนต์อะการ์ ไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสเตน (gram stain) ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้ามีเชื้อซึ่งเป็นกรัมลบ (gram negative) มีรูปร่างเป็นแท่งสั้น ๆ ไม่มีสปอร์แสดงว่าเป็นบักเตรีชนิดโคลิ-ฟอร์ม

7.1.3 แฟลตซาวร์ (flat sour) ชนิดเทอร์โมฟิลิก (thermophilic) และชนิดมีโซฟิลิก (mesophilic) นำตัวอย่าง 2 กรัม หรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซ์โตรสทริปโตนบรอมครี-ซอลเพอร์เพิลบรอทจำนวน 4 หลอด และในอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซ์โตรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์-เพิลอีก 4 จาน อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 และ 55°ซ อย่างละ 2 หลอด และ 2 จาน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อพวกแฟลตซาวร์จะทำให้เกิดกรดขึ้น ซึ่งจะเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.4 เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์ (thermophilic anaerobes)

7.1.4.1 นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม หรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบีฟฮาร์ตอินฟิวชันมีเดียมหรือคุกมีตมีเดียม ซึ่งได้ต้มไล่อากาศให้เย็นแล้วจำนวน 4 หลอด แบ่งไปต้มที่ 80°ซ 20 นาที 2 หลอด ทำให้เย็นแล้วเทพาราฟินหรืออะการ์ที่ปราศจากเชื้อทับผิวหน้าอาหารในหลอดทั้ง 4 หรือจะใส่ในแอนแอโรบิกจาร์ (anaerobic jar) ก็ได้

7.1.4.2 อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 55°ซ นาน 48 ถึง 72 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสเตน ถ้ามีเชื้อซึ่งเป็นกรัมบวก (gram positive) มีรูปร่างเป็นแท่ง มีสปอร์อยู่ปลายหรือค่อนไปทางปลายแสดงว่าเป็นเชื้อพวกเทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์

7.1.5 พิวทริแฟกตีฟแอนแอโรปส์ (putrefactive anaerobes)

วิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 7.1.4 แต่อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 °ซ 72 ถึง 96ชั่วโมง

7.1.6 ซัลไฟด์สปอยเลจ (sulphide spoilage)

นำตัวอย่างประมาณ 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรเพาะลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อไอร์ออนซัลไฟด์อะการ์ซึ่งหลอมเหลว และทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 45°ซ ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ให้แข็งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 55°ซ นาน 24 ถึง 48 ชั่วโมง นำมาตรวจดูอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้าโคโลนีเป็นสีดำแสดงว่าเป็นบักเตรีพวกซัลไฟด์สปอยเลจ

7.1.7 สตาฟิโลคอกคัส (Staphylococcus)

7.1.7.1 หยดตัวอย่างประมาณ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแมนนิตอลล์ซอลต์เอกไยล์กอะการ์และเทลลูไรต์ไกลซีนอะการ์อย่างละ 2 จาน ใช้แท่งแก้วปลายงอเกลี่ย (spread) ไปให้ทั่วผิวหน้า

7.1.7.2 อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 °ซ 24 ถึง 48 ชั่วโมง ตรวจดูถ้ามีโคโลนีเป็นสีเหลืองรอบ ๆ โคโลนีมี ลักษณะขุ่นบนอาหารเลี้ยงเชื้อแมนนิตอลต์ซอลต์เอกไยล์กอะการ์หรือโคโลนีเป็นสีดำบนอาหารเลี้ยงเชื้อเทลลูไรต์ไกลซีนอะการ์ ให้นำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสเตนแล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าพบว่าติดสีกรัมบวก มีลักษณะกลม อยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่นแสดงว่าเป็นบักเตรีชนิดสตาฟิโลคอกคัส

7.1.7.3 นำโคโลนี ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตามข้อ 7.1.7.2 เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ดอินฟิวชันบรอท นำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูโคอะกูเลส (coagulase) ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบโคอะกูเลส

ละลายโคอะกูเลสปลาสมา (coagulase plasma) ขนาด 100 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ปิเปตดูดปลาสมา 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ลงในหลอดแก้วเล็ก ๆ เติมเชื้อที่เพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ตอินฟิวชันบรอทจากข้อ 7.1.7.3 ลงไป 2 หยด อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37°ซ ตรวจดูการแข็งตัวของปลาสมาทุก ๆ ชั่วโมง เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ถ้ามีการแข็งตัวของปลาสมาเกิดขึ้นแสดงว่ามีบักเตรีชนิดสตาฟิโลค็อกคัสที่อาจทำให้อาหารเป็นพิษได้

7.1.8 ซาลโมเนลลา (Salmonella)

7.1.8.1 ชั่งตัวอย่าง 20 กรัมใส่ลงในแลกโตสบรอท ผสมให้เข้ากัน อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 °ซ นาน 24 ชั่วโมง

7.1.8.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างจากข้อ 7.1.8.1 จำนวน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในเซเลไนต์ซีสตีนบรอทหรือเตตระไทโอเนตบรอท อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37°ซ นาน 24 ชั่วโมง

7.1.8.3 ใช้ที่เขี่ยเชื้อจุ่มอาหารเลี้ยงเชื้อจากข้อ 7.1.8.2 แล้วขีดเป็นเส้น ๆ บนผิวหน้าที่แห้งแล้ว ของอาหารเลี้ยงเชื้อเอสเอสอะการ์ และอาหารเลี้ยงเชื้อบิสมัทซัลไฟต์อะการ์หรืออาหารเลี้ยงเชื้อเอสเอสอะการ์และอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนอะการ์ ในลักษณะที่จะให้โคโลนีแยกจากกัน หลังการอบเพาะเชื้อ นำไปอบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37°ซ นาน 24 ถึง 48 ชั่วโมงตรวจดูโคโลนีไม่มีสีบนอาหารเลี้ยงเชื้อเอสเอสอะการ์หรือโคโลนีมีสีดำหรือสีเขียวบนอาหารเลี้ยงเชื้อบิทมัทซัลไฟต์อะการ์และโคโลนีมีสีแดงหรือสีชมพูบนอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลินแอนต์กรีนอะการ์ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของซาลโมเนลลา

7.1.8.4 นำเชื้อที่มี ลักษณะของซาลโมเนลลาที่บริสุทธิ์แล้วมาตรวจสอบเพื่อยืนยันในอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด ดังนี้

(1) เพาะเชื้อลงในทริเปิลชูการ์ไอร์ออนอะการ์โดยขีดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และแทง (stab) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้ออบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37°ซ นาน 24 ชั่งโมง ถ้ามีซาลโมเนลลาจะทำให้ส่วนบนของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีแดง ส่วนภายในอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีเหลือง อาจเป็นสีดำถ้าเป็นชนิดที่สร้างไฮโดรเจนซัลไฟต์และมักจะมีก๊าซดูได้จากรอยแยกของอาหารเลี้ยงเชื้อ

(2) เพาะเชื้อลงในไลซีนไอร์ออนอะการ์ โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 7.1.8.4 (1) ถ้ามีซาลโมเนลลาอาหารเลี้ยงเชื้อจะเป็นสีม่วงอย่างเดิมหลังจาก 24 ชั่วโมงแล้วอาจมีสีดำบ้างถ้าสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ และอาจมีก๊าซด้วยดูได้จากรอยแยกของอาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) เพาะเชื้อลงในยูเรียบรอท อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ นาน 48 ชั่วโมง ถ้าเป็นซาลโมเนลลาจะไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ (คอยสังเกตดูสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้ามีการเปลี่ยนสีระหว่างการอบแสดงว่าไม่ใช่ซาลโมเนลลา)

(4) เพาะเชื้อลงในทริปโตนบรอทร้อยละ 1 อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37°ซ นาน 48 ชั่วโมง แล้วเติมโคแวกสรีเอเจนต์ (Kovac's reagent) ลงไป ถ้าเป็นซาลโมเนลลาจะเกิดปฏิกิริยาอินโดล (indole) ลบ (negative) จะไม่เปลี่ยนสีของโคแวกสรีเอเจนต์

7.1.8.5 นำเชื้อที่ผ่านการตรวจสอบตามข้อ 7.1.8.4 ไปทดสอบการจับตัวเป็นก้อน (agglutination) กับโพลีวาเลนต์โอ (polyvalent O) และโพลีวาเลนต์เอชแอนติเซรา (polyvalent H. antisera) ถ้าให้ผลบวกแสดงว่าเป็นซาลโมเนลลา

7.1.9 สเตรปโตคอกคัส (*Streptococcus*)

นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม หรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาเพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบัฟเฟอร์อะไซด์กลูโคสกลีเซอรอลบรอท แล้วอบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37°ซ นาน 48 ชั่ วโมง ถ้ามีสีเหลืองเกิดขึ้น ถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อทริปโตนกลูโคสเอกแตรกต์ซอลต์บรอท อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37°ซ นาน 48 ชั่วโมง ถ้าขุ่นนำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสเตน ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าพบบักเตรีซึ่งเป็นกรัมบวกมีรูปร่างกลม แสดงว่ามีบักเตรีพวกเอนเทอโรคอกไค (enterococci)

7.2 อาหารที่มีความเป็นกรด ให้วิเคราะห์ดังนี้

7.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

วิธีวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ

7.2.2 โคลิฟอร์ม วิธีวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ

7.2.3 แฟลตซาวร์

นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม หรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแอซิดบรอท หรือออเรนจ์เซรุมบรอท จำนวน 4 หลอด อบเพาะเชื้อที่ 35-37 และ 55°ซ อย่างละ 2 หลอด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีบักเตรีพวกแฟลตซาวร์อาหารเลี้ยงเชื้อจะขุ่น ทดสอบให้แน่ใจโดยถ่ายเชื้อ (subculture) ลงในอาหารเพาะเชื้อชนิดเดิมแล้วอบเพาะเชื้อเช่นเดียวกัน ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อขุ่นแสดงว่ามีบักเตรีชนิดแฟลตซาวร์

7.2.4 อะซิดูริกสปอยเลจบักเตรี (aciduric spoilage bacteria)

นำตัวอย่างประมาณ 1 กรัม หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรมาเพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อออเรนจ์เซรุมบรอท จำนวน 2 หลอด อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจดูก๊าซทุก 24 ชั่วโมง ถ้าพบว่าขุ่นและมีก๊าซเกิดขึ้นแสดงว่าเป็นบักเตรีชนิดอะซิดูริกสปอยเลจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.5 ยีสต์และรา

7.2.5.1 วิธีเพาะเชื้อ

วิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (ข้อ 7.1.1) ของอาหารที่มีความเป็น กรดต่ำ แต่อาหารเลี้ยงเชื้อใช้มอลต์ อะการ์หรือโปเตโตเดกซโตรสอะการ์ที่ปรับความเป็นกรด-ด่าง เป็น 3.5 แล้ว และอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 ^{o}ซ นาน 3 ถึง 5 วัน แล้วนับจำนวนโคโลนีของยีสต์และรา คิดเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร

7.2.5.2 วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์

การนับจำนวนเชื้อราโดยวิธีโฮเวิร์ด

(1) ทำความสะอาดแผ่นแก้วโฮเวิร์ด (Howard chamber) และกระจกปิดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (strong hydrochloric acid) หรือสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (saturated solution of sodium hydrogen carbonate) แล้วเช็ดให้แห้ง

(2) วางกระจกปิดลงบนแผ่นแก้วโฮเวิร์ดทันที โดยจับเฉพาะที่ขอบกระจกปิด ถ้าทำความสะอาดอย่างดีเมื่อกระจกปิดสัมผัสกับแผ่นแก้วจะเกิดเป็นวงแหวนหรือแถบสีรุ้ง (Newton rings) ซึ่งจะเห็นอยู่ระหว่างกระจกปิดกับแผ่นแก้ว

(3) นำแผ่นแก้วโฮเวิร์ดพร้อมกระจกปิดวางบนแท่น (stage) ของกล้องจุลทรรศน์แล้วปรับแต่ละพื้นที่ที่มองเห็นให้เป็น 1.5 ตารางมิลลิเมตร โดยปรับให้วงกลมที่เกิดขึ้น (field of view) อยู่ระหว่างเส้นคู่ขนานบนแผ่นแก้วโฮเวิร์ด ซึ่งจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่เท่ากับ 1.382 มิลลิเมตร เมื่อใช้อายพีซ (eyepiece) ที่มีกำลังขยาย 10 เท่า และเลนส์อะโครมาติกออบเจกตีฟ (achromatic objective) ขนาด 16 มิลลิเมตร

(4) ยกกระจกปิดขึ้น ใช้สปาตูลา (spatula) หรือใบมีดตักตัวอย่างที่ผสมเข้ากันดีแล้วหยดลงตรงกลางแผ่นแก้วโฮเวิร์ด แผ่ให้กระจายออกไปแล้วค่อย ๆ วางกระจกปิดทับ นำไปวางบนแท่นของกล้องจุลทรรศน์ค่อย ๆ ปรับให้มีพื้นที่ตามข้อ (3) (ในแต่ละพื้นที่จะมีตัวอย่าง 0.00015 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

(5) ตรวจเส้นใยของราในแต่ละพื้นที่อย่างน้อย 25 พื้นที่ เมื่อพบเส้นใยของราให้นำความยาวของส่วนเส้นใยไม่เกิน 3 เส้นมาต่อกัน ความยาวต้องไม่น้อยกว่า 1 ใน 6 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ให้รายงานเป็นบวก (positive) ถ้าไม่เป็นดังที่กล่าวมานี้ให้รายงานเป็นลบ (negative)

(6) ให้ตรวจสอบซ้ำโดยเตรียมแผ่นแก้วโฮเวิร์ดดังกล่าวข้างต้นอย่างน้อยอีกหนึ่งครั้ง

(7) นำผลการตรวจสอบที่รายงานเป็นบวกทั้งหมดมารวมกัน แล้วคำนวณเป็นร้อยละดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x = 100\ y/z$$

เมื่อ x คือ ร้อยละของจำนวนที่เป็นบวกต่อจำนวนพื้นที่ทั้งหมดที่ตรวจสอบ

y คือ จำนวนพื้นที่ที่รายงานเป็นบวกทั้งหมด

z คือ จำนวนพื้นที่ทั้งหมดที่ตรวจสอบไม่น้อยกว่า 25

7.3 อาหารที่มีความเป็นกรดสูง

ให้วิเคราะห์จุลินทรีย์เช่นเดียวกับข้อ 7.2 การวิเคราะห์อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีใช้แผ่นแก้วแบบโฮเวิร์ด

(Howard counting chamber, modified type)

การใช้แผ่นแก้วโฮเวิร์ด ในการนับจุลินทรีย์ในอาหาร เช่น เชื้อราในมะเขือเทศและผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ เนยเหลว (butter) และครีม เป็นต้น จะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่อาชพีซและออบเจกตีฟที่ให้กำลังขยายประมาณ 90 180 และ 500 เท่ากำลังขยายหาได้จากคู่ของอายพีซและออบเจกตีฟ (ตารางที่ ก.1) ซึ่งมีอยู่ในกล้องจุลทรรศน์ที่ทันสมัยอาจเป็นแบบโมโนคูลา (monocular) หรือไบโนคูลา (binocular) ก็ได้ และมีความยาวหลอดคงที่ (fixed tube length) ขนาดมาตรฐานยาว 160 มิลลิเมตร

การใช้แผ่นแก้วโฮเวิร์ด ในการตรวจสอบ ให้ใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายดังนี้

การตรวจขยุ้มรา (mold mycelia) ใช้กำลังขยาย 40 เท่า

การนับจำนวนรา ใช้กำลังขยาย 100 เท่า

การตรวจดูยีสต์และสปอร์ ใช้กำลังขยายประมาณ 200 ถึง 430 เท่า

การตรวจดูบักเตรี ใช้กำลังขยาย 500 เท่าขึ้นไป

แต่ออบเจกตีฟแบบจุ่มน้ำมัน (oil immersion objective) ขนาด 90 เท่าร่วมกับแอบเบคอนเดนเซอร์ (Abbe condenser) และอายพีซขนาด 10 เท่าโดยทั่วไปใช้ในการศึกษา และบ่งชี้เฉพาะชนิดของบักเตรี แม้ว่าระยะทำงาน (working distance) ของออบเจกตีฟอันหลังจะสั้นมาก ในการนับควรใช้เลวีเคาน์ติงแชมเบอร์ (Levy counting chamber) กับเพตรอฟฟ์ฮอสเซอร์บักเตรีเคาน์เตอร์ (Petroff Hausser bacteria counter) สำหรับนับจำนวนทั้งยีสต์และบักเตรีตามวิธีมาตรฐานแผ่นกลมโฮเวิร์ดอายพีซไมโครมิเตอร์ (Howard eyepiece micrometer) ตีเป็นตารางจึงมีขนาดช่อง ๆ ละ 1 ใน 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นอายพีซ เพื่อสะดวกในการคาดคะเนความยาวของเส้นใยของรา การทำงานร่วมกันของอายพีซ อายพีซไดอะเฟรมชนิดพิเศษ (specialeyepiece diaphram) หรือดรอว์ทิวบ์เอกซ์เทนชัน (draw tube extension) กับออบเจกตีฟที่มีกำลังขยายต่ำ ต้องสามารถปรับพื้นที่ที่ปรากฏบนแผ่นสไลด์ให้ได้ 1.5 ตารางมิลลิเมตร หรือปรับให้ได้วงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.382 มิลลิเมตร ถ้าใช้ออบเจกตีฟที่มีกำลังขยายสูง ต้องมีระยะทำงานมากพอหรือมีความลึกของโฟกัส (focus) พอที่จะปรับให้เห็นเส้นใยซึ่งอยู่ตรงกลางหรือด้านบนของเคาน์ติงแชมเบอร์ (counting chamber) โดยไม่จำเป็นต้องหมุนหรือปรับปุ่มละเอียด (fine adjustment) และไม่สัมผัสกระจกปิดแผ่นแก้วโฮเวิร์ดนี้มีผิวหน้าเรียบขนาด 15 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร ไม่มีตาราง มีแต่เส้นขนาน 2 เส้นห่างกัน 1.382 มิลลิเมตร ในการนับจำนวนเชื้อรา เช่น ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ ตัวอย่างที่ใช้ไม่ต้องเตรียมพิเศษ ยกเว้นเมื่อต้องการตรวจนับความสม่ำเสมอ (uniform count) ต้องนำตัวอย่างที่ข้นมาก มาเจือจางจนได้ปริมาณของแข็ง (total solid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 8.37 ถึง 9.37 ถ้าใสเกินไปก็ทำให้ข้นขึ้นด้วยกัม (gum) ที่สะอาดและปราศจากเชื้อรา ในการนับขยุ้มราในเนยเหลวใช้เนยเหลว 1 กรัมผสมสารละลายกัมที่ร้อน 7 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ใช้สารละลายคารอบบีนกัม (carob bean gum)ร้อยละ 0.75 ผสมกับฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 2 ถ้าเป็นครีมนำไปกวนหรือเขย่า (churned) ให้เป็นเนยเหลว แล้วตรวจนับจำนวนเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่144, 2535 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(5)(6)(7)(9) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 69 (พ.ศ.2525) เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2525

ข้อ 2 ให้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 3 อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หมายความว่า

(1) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูป ที่สามารถป้องกันมิให้ อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ หรือ

(2) อาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminate) ฉาบ เคลือบ อัดหรือติดด้วยโลหะหรือสิ่งอื่นใดหรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึกหรือ อาหารในภาชนะบรรจุอื่นซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

ข้อ 4 อาหารตามข้อ 2 ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น

(2) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(3) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(4) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ดังต่อไปนี้

(4.1) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

สังกะสี ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ทองแดง ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ปรอท ไม่ เกิน 0.5 มิลลิ กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(4.2) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

ข้อ 5 อาหารตามข้อ 3(1) ที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุ หรือปิดผนึก นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ตามข้อ 4 แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ ด้วยคือ ไม่มีวัตถุกันเสียเว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

ความในวรรคหนึ่งไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรท์ หรือโซเดียมไนไตรท์ หรือโพแทสเซียมไนเตรทหรือโซเดียมไนเตรทในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับเนื้อหมักชนิดเดียวมีทโพรดัก (cured meat product)

ข้อ 6 อาหารตามข้อ 3(1) ชนิดที่มีความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 4.5 นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 และข้อ 5 แล้ว ต้องมี คุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ ด้วยคือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

ข้อ 7 อาหารตามข้อ 3(1) ชนิดที่มีความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 4.5 ลงมา และข้อ 3(2) นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ตามข้อ 4 และข้อ 5 แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ

(1) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 37°ซ หรือ 55°ซ

(1.1) ไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม สำหรับอาหารตามข้อ 3(1)

(1.2) ไม่เกิน 10,000 ต่ออาหาร 1 กรัม สำหรับอาหารตามข้อ 3(2)

(2) ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

ข้อ 8 ภาชนะบรรจุอาหารตามข้อ 2 ต้อง

(1) สะอาด

(2) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน ถ้าภาชนะบรรจุนั้นเป็นโลหะ

(3) ไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสีอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของแล็กเคอร์หรือสีของดีบุก และด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแผ่นเหล็กต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กได้โดยตรง

(4) ไม่รั่วหรือบวม

(5) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 9 อาหารตามข้อ 2 ต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) ตามที่กำหนดไว้ในบั ญชีท้ายประกาศนี้เว้นแต่อาหารประเภทที่ไม่อาจแยกเนื้ออาหารได้

การตรวจหาน้ำหนักเนื้ออาหารให้ใช้วิธีตามที่กำหนดในหนังสือ เอ โอ เอ ซี (Association of Official Analytical Chemists, AOAC) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 13

ข้อ 10 การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 11 ประกาศฉบับนี้ ไม่ใช้บังคับกับอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ 3(2) ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ประกาศยกเว้นไว้

ข้อ 12 ให้ถือว่าผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือผู้ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ฉลากอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 69 (พ.ศ.2525) เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2525 ที่มีรายละเอียดถูกต้องตรงตามประกาศฉบับนี้เป็นผู้ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือได้รับอนุญาตให้ใช้ฉลากอาหารตามประกาศฉบับนี้

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ.2535

ไพโรจน์ นิงสานนท์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(109 ร.จ.9713 ตอนที่ 112 ลงวันที่ 8 กันยายน พ.ศ.2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร

ประเภทอาหาร ชนิด	ชนิด	น้ำหนักเนื้ออาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักสุทธิ
ผลไม้		
	1. ชิ้นหรือแว่น	ไม่น้อยกว่า 60
	2. ทั้งผล	ไม่น้อยกว่า 40
พืชผัก		
	1. ชิ้น	ไม่น้อยกว่า 60
	2. เมล็ด	ไม่น้อยกว่า 50
	3. ฝักหรือหัว	ไม่น้อยกว่า 40
	4. ดองเค็มหรือหวาน เช่น ซีเซกฉ่าย กุ๊งฉ่าย ตั้งฉ่าย	ไม่น้อยกว่า 65
	5. เต้าหู้ขี้	ไม่น้อยกว่า 60
	6. เต้าเจี้ยว	ไม่น้อยกว่า 50
เนื้อสัตว์		
	1. บรรจุในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน	ไม่น้อยกว่า 60
	2. เนื้อหอยในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน	ไม่น้อยกว่า 50
	3. ไส้กรอกในน้ำเกลือ	ไม่น้อยกว่า 50
อาหารปรุงสำเร็จที่ทำให้สุกแล้ว		
	1. แกงเผ็ดต่าง ๆ	ไม่น้อยกว่า 50
	2. พะแนงต่าง ๆ	ไม่น้อยกว่า 65
	3. แกงกะหรี่หรือมัสมั่น	ไม่น้อยกว่า 60
	4. ผัดเผ็ดอย่างแห้ง เช่น ผัดพริกขิง ผัดเผ็ดปลาหรือกุ้ง	ไม่น้อยกว่า 90
	5. กุ้งเค็มหรือหวาน	ไม่น้อยกว่า 80
	6. หมูหวาน	ไม่น้อยกว่า 75
	7. ไก่หรือหมูพะโล้/ไก่หรือหมู หรือขาหมูต้มเค็ม	ไม่น้อยกว่า 55

อาหารประเภทหรือชนิดตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแต่มีลักษณะพิเศษที่มิอาจกำหนดเนื้ออาหารให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในบัญชีได้ หรืออาหารประเภทอื่นที่มิได้กำหนดไว้ในบัญชี ให้มีน้ำหนักเนื้ออาหารตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 179) พ.ศ.2540

เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการส่งเสริมการส่งออกเพื่อจำหน่ายซึ่งอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(5)(6)(7)(9) และ (10) แห่ง พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อ ไปนี้

ให้ยกเลิกความในข้อ 11 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ.2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ.2535และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ 11 ประกาศฉบับนี้ไม่ใช้บังคับกับ

11.1 อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

11.2 อาหารในภาชนะบรรจุที่ ปิดสนิทตามข้อ 3(2) ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ ประกาศยกเว้นไว้"

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

สมศักดิ์ เทพสุทิน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 102 ง. ลงวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ.2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซุปกึ่งสำเร็จรูป(มอก. 462-2533)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภทและชนิด คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุเจือปนอาหารสุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบซุปกึ่งสำเร็จรูป

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ซุปกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัตว์หรือผักผสมกับไขมัน เกลือ และอาจมีส่วนประกอบอื่นๆ ด้วยก็ได้ เช่น โปรตีนที่ย่อยสลายแล้ว เครื่องเทศ แป้ง เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสต่างๆ ผ่านกรรมวิธีทำให้แห้งโดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสของส่วนประกอบไว้ และทำให้สุกเป็นซุปรับประทานได้หลังจากผ่านวิธีการง่าย ๆ และใช้เวลาสั้นโดยไม่ต้องเติมส่วนประกอบอื่นใดอีกนอกจากน้ำหรือนมหรือครีม

3. ประเภทและชนิด

3.1 ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ซุปใส แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1.1.1 ซุปที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม

3.1.1.2 ซุปที่ไม่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม หรือซุปผัก

3.1.2 ซุปข้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1.2.1 ซุปที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม

3.1.2.2 ซุปที่ไม่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม หรือซุปผัก

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

4.1.1 เมื่อตรวจสอบตามข้อ 10.1.2 แล้ว ต้องสุกรับประทานได้และมีลักษณะตามประเภท ของซุปนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ต้องมีสีและกลิ่นรส ตามธรรมชาติของซุปนั้นๆ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 10.1.3 แล้ว ต้องมีคะแนนรวมเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 2.4 คะแนน และต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

4.2 ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 6การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 14.003 และข้อ 14.004

4.3 โปรตีน (ไนโตรเจนทั้งหมด X 6.25)

4.3.1 ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 สำหรับซุปที่ไม่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม หรือซุปผัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1984) ข้อ 14.067 หรือ The chemical analysis of foods, 7 ed. David Pearson หัวข้อ Nitrogen and crude protien หน้า 9 The macro Kjeldahl method หรือ หน้า 11 Semi micro Kjeldahl distillation method ในกรณีที่มีปัญหาให้ใช้วิธีใน AOAC เป็นวิธีตัดสิน

4.4 ไขมัน

4.4.1 ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 สำหรับซุปที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม

4.4.2 ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 สำหรับซุปที่ไม่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม หรือซุปผัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 18.043 และข้อ 18.044

5. วัตถุเจือปนอาหาร

วัตถุเจือปนอาหารให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดดังนี้

5.1 วัตถุที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร

5.1.1 โมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมต ในปริมาณที่เหมาะสม

6. สุขลักษณะ

6.1 สุขลักษณะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก.34

6.2 ซุปกึ่งสำเร็จรูปต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมอื่นใดที่เห็นได้ชัดเมื่อตรวจพินิจ

6.3 จุลินทรีย์ที่อาจมีในซุปกึ่งสำเร็จรูป ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

6.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

6.3.2 รา ไม่เกิน 100 โคโลนีในตัวอย่าง 1 กรัม

6.3.3 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) น้อยกว่า 3 ในตัวอย่าง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.4 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม

6.3.5 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม

6.3.6 ซาลโมเนลลา *(Salmonella* sp.) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม Microorganism in Foods, Vol.1, Their significance and methods of enumeration, Second edition, ICMSF 1988 ดังนี้

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ปฏิบัติตามหน้า 115 ถึงหน้า 118 Method 1 (The standard Plate Count, Pour Plate, or Aerobic Plate Count)
- รา ปฏิบัติตามหน้า 158 ถึงหน้า 159 The Pour Plate Yeast and Mold Count Method
- เอสเชอริเชีย โคไล ปฏิบัติตามหน้า 126 ถึงหน้า 128 Method 1 (North American)
- สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ปฏิบัติตามหน้า 220 ถึงหน้า 222 Method 1 (Direct Plating,Baird-parker Agar)
- คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ปฏิบัติตามหน้า270 ถึงหน้า 273 Method 2 (North American)
- ซาลโมเนลลา ปฏิบัติตามหน้า163 ถึงหน้า 171

หมายเหตุ ICMSF หมายถึง International Commission on Microbiological Specifications for Foods

7. การบรรจุ

7.1 ให้บรรจุซุปกึ่งสำเร็จรูปในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้งและปิดได้สนิท

7.2 น้ำหนักสุทธิของซุปกึ่งสำเร็จรูปในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่ภาชนะบรรจุซุปกึ่งสำเร็จรูปทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า "ซุปกึ่งสำเร็จรูป" พร้อมทั้งชื่อซุป และกรณีที่เป็นซุปข้นจะต้องมีคำว่า "ข้น" กำกับชื่อนั้นด้วย เช่น ซุปเห็ดข้น

(2) ส่วนประกอบหลัก เป็นร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ข้อความแสดงว่าใช้วัตถุปรุงแต่งรสอาหารและให้ระบุชนิดของวัตถุปรุงแต่งรสอาหารที่ใช้

(4) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัม

(5) เดือน ปีที่ทำ

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

(7) วิธีทำเพื่อรับประทาน

8.2 ที่กล่องบรรจุซุปกึ่งสำเร็จรูปตามข้อ 801 ทุกกล่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า "ซุปกึ่งสำเร็จรูป" พร้อมทั้งชื่อซุป และกรณีที่เป็นซุปข้นจะต้องมีคำว่า "ข้น" กำกับชื่อนั้นด้วย เช่น ซุปเห็ดข้น

(2) จำนวนภาชนะบรรจุ

(3) เดือน ปีที่ทำ

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

8.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8.4 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร

(มอก. 1073-2535)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด คุณลักษณะที่ต้องการ สารปนเปื้อน สารตกค้างสุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง(starch)เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ / หรือทางฟิสิกส์ จากเดิมด้วยความร้อน และ / หรือเอนไซม์ และ / หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ

2.2 สิ่งแปลกปลอม หมายถึง สิ่งที่ปะปนในแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ชิ้นส่วนของพืช ดิน ทราย แมลง ชิ้นส่วนของแมลง ขนสัตว์ และสิ่งสกปรกอื่น ๆ ซึ่งตรวจได้โดยการตรวจพินิจ

2.3 จุดดำ (black speck) หมายถึง สิ่งที่เป็นสีดำหรือสีน้ำตาลไหม้ ปะปนอยู่ในแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรม

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นผงหรือเกล็ดสีขาวนวล หรือสีน้ำตาลอ่อน

3.2 สิ่งแปลกปลอม

ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอม

3.3 จุดดำ

ต้องไม่เกิน 70 จุด ต่อน้ำหนักแป้ง 50 กรัม

3.4 น้ำหนักที่สูญเสียเนื่องจากการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องไม่เกินร้อยละ 14.0 ยกเว้นแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหารที่ทำจากแป้งมันฝรั่งต้องไม่เกินร้อยละ 21.0

3.5 โปรตีน

ต้องไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักอบแห้ง

3.6 เถ้าที่ไม่ละลายในกรด

ต้องไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักอบแห้ง

3.7เกณฑ์ที่กำหนดและลักษณะชี้บ่งของแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแต่ละประเภท ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1 และเอกสารกำกับผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 1 เกณฑ์ที่กำหนดและลักษณะชี้บ่ง (ข้อ 3.7)

ชื่อแป้งดัดแปร	สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา	เกณฑ์ที่กำหนด	ลักษณะชี้บ่ง
พรีเจลาทิไนซ์สตาร์ช (pregelatinized starch)	-	-	-เป็นเจลในน้ำที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า
เดกซ์ทริน (dextrin)	กรดไฮโดรคลอริกไม่เกินร้อยละ 0.15 หรือกรดออโทฟอสฟอริกไม่เกินร้อยละ 0.17	ความเป็นกรด-ด่าง 2.0 ถึง 9.0	- ละลายน้ำได้บางส่วนหรือเกือบทั้งหมด
ทินบอยลิงสตาร์ช (thinboiling starch)	กรดไฮโดรคลอริกหรือกรดออโทฟอสฟอริกไม่เกินร้อยละ 7.0 หรือกรดซัลฟิวริกไม่เกินร้อยละ 2.0	ความเป็นกรด-ด่าง 3.0 ถึง 7.0	- ความหนืดต่ำลงที่อุณหภูมิสูงและความหนืดสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งธรรมชาติที่ได้จากพืชชนิดเดียวกัน
แอลคาไลน์ทรีตเตดสตาร์ช (alkaline treated starch)	โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ไม่เกินร้อยละ 1.0	ความเป็นกรด-ด่าง 5.0 ถึง 7.5	-สุกหรือเริ่มเกิดเจลที่อุณหภูมิต่ำกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิไดส์สตาร์ช	คลอรีนไม่เกินร้อยละ 5.5 ในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรต์	กลุ่มคาร์บอกซิลไม่เกินร้อยละ 1.1	- ความเป็นหนืดต่ำลงที่อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งธรรมชาติที่ได้จากพืชชนิดเดียวกัน - เป็นเจลที่คงตัวมากกว่าเดิม
สตาร์ชซักซิเนต (starch succinate)	ออกทินิลซักซินิกแอนไฮไดรด์ไม่เกินร้อยละ 3	กลุ่มออกทินิลซักนิกไม่เกินร้อยละ 0.3	- มีค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ที่อุณหภูมิระหว่าง 30 ถึง 95 ^{o}ซ ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งธรรมชาติที่ได้จากพืชชนิดเดียวกัน - สุกหรือเริ่มเกิดเจลที่อุณหภูมิสูงกว่าเดิม
แอซิทิเลเทดไดสตาร์ชฟอสเฟต(acetylated distarchphosphate)	ฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์ และตามด้วยแอซีติกแอนไฮไดรด์ไม่เกินร้อยละ 10 หรือไวนิลแอซีเทตไม่เกินร้อยละ 7.5	กลุ่มแอซีทิลไม่เกินร้อยละ 2.5 ฟอสเฟต(คำนวณเป็นฟอสฟอรัส)ไม่เกินร้อยละ 0.14 สำหรับแป้งที่ทำจากมันฝรั่งหรือข้าวสาลี และไม่เกินร้อยละ 0.04สำหรับแป้งที่ทำจากพืชอื่น	- เป็นเจลที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งธรรมชาติ - เจลมีความคงตัว

4. สารปนเปื้อน

4.1 โลหะหนัก (คำนวณเป็นตะกั่ว) ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.2 ตะกั่ว ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.3 สารหนู ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.4 ปรอท ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.5 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้นบลีชด์สตาร์ชที่ใช้แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟตและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นสารที่ใช้ทำปฏิกิริยาตามตารางที่ 1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกค้างต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

5. สุขลักษณะ

5.1 จุลินทรีย์ที่อาจมีในแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

5.1.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด

5.1.1.1 ไม่เกิน 5,000 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ในกรณีที่เป็นแป้งที่ละลายในน้ำเย็น (อุณหภูมิต่ำกว่า 35°ซ)

5.1.1.2 ไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ในกรณีที่เป็นแป้งที่ละลายในน้ำร้อน (อุณหภูมิสูงกว่า 35°ซ)

5.1.2 ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่างของตัวอย่าง

5.1.3 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) น้อยกว่า 3 ในตัวอย่าง 1 กรัม

6. การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหารในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้งและปิดผนึกเรียบร้อย

6.2 น้ำหนักสุทธิของแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหารต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ภาชนะบรรจุแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหารทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ *

(2) รหัสผลิตภัณฑ์ (ถ้ามี)

(3) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสแสดงเดือนปีที่ทำ

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

(5) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

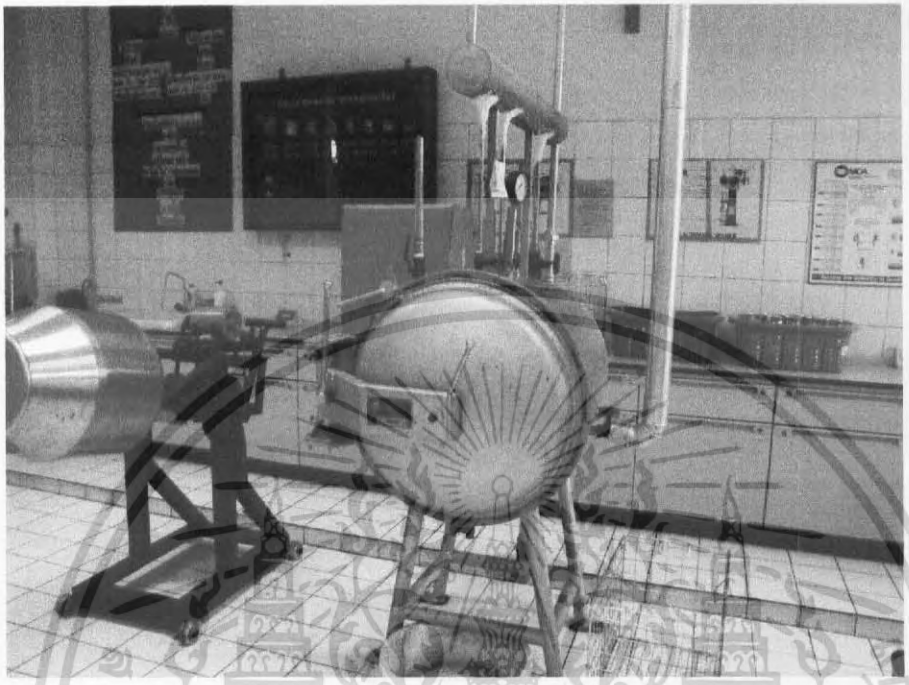
หมายเหตุ * หมายถึง ให้ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยชนิดของแป้งและชื่อแป้งดัดแปรตามตารางที่ 1 เช่น แป้งมันสำปะหลังดัดแปรเดกซ์ทริน หรือ modified tapioca starch–dextrin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

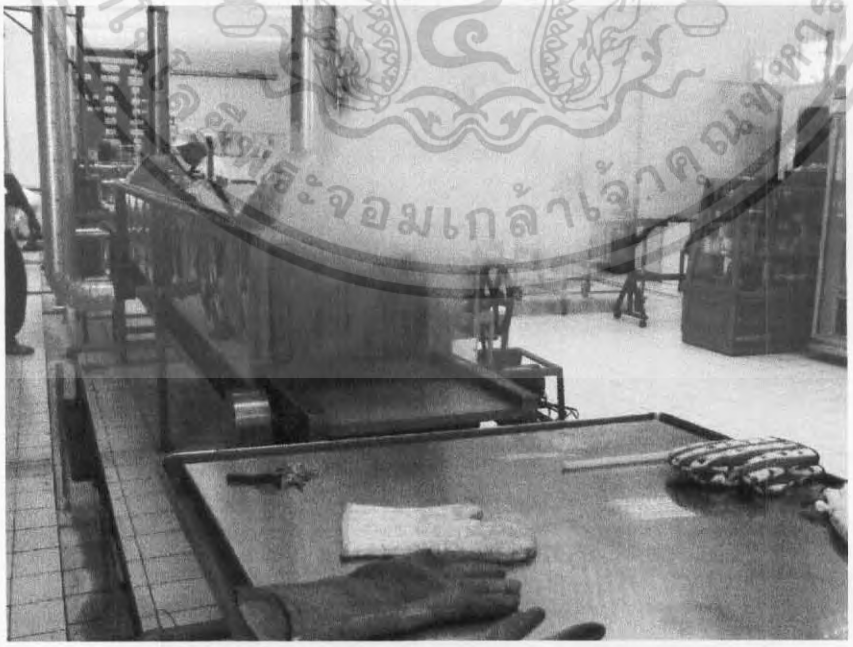
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือ



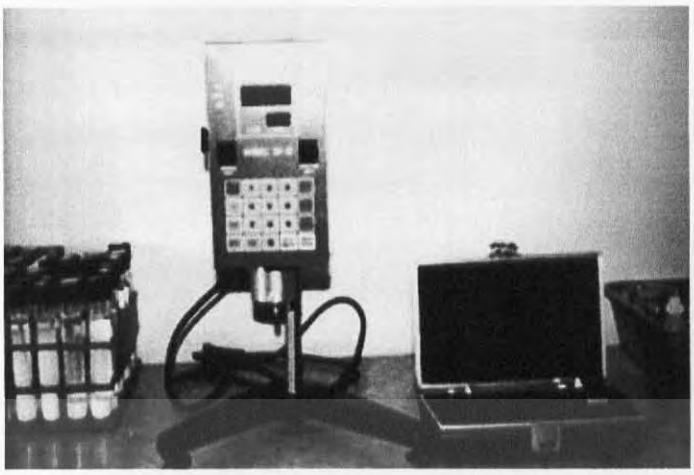
หม้อฆ่าเชื้อ (Steam Retort)

(Horizontal Retort Single Swing Door, Thai Shin-I Industry Co., Ltd.)

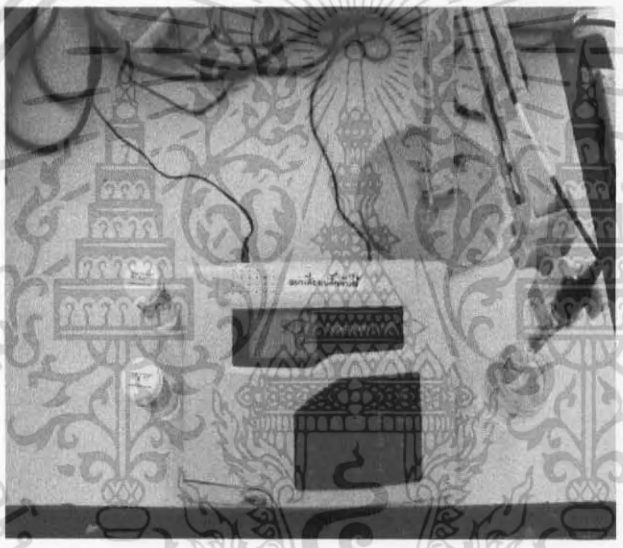


เครื่องไล่อากาศระบบไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



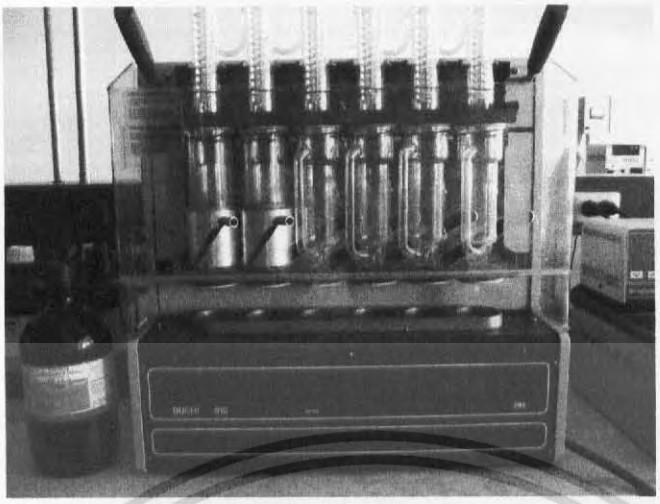
เครื่องวัดความหนืด (Programmable DV-II + Viscometer, Brookfield)



เครื่องวัดพีเอช (pH Cyberscan 2000)

เครื่องวัดสี (Minolta CR 300)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet Apparatus: Büchi 810, Büchi)

เครื่องย่อย (Vapodest 30, Gerhardt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความดันสุญญากาศ (Pressure Gauge)

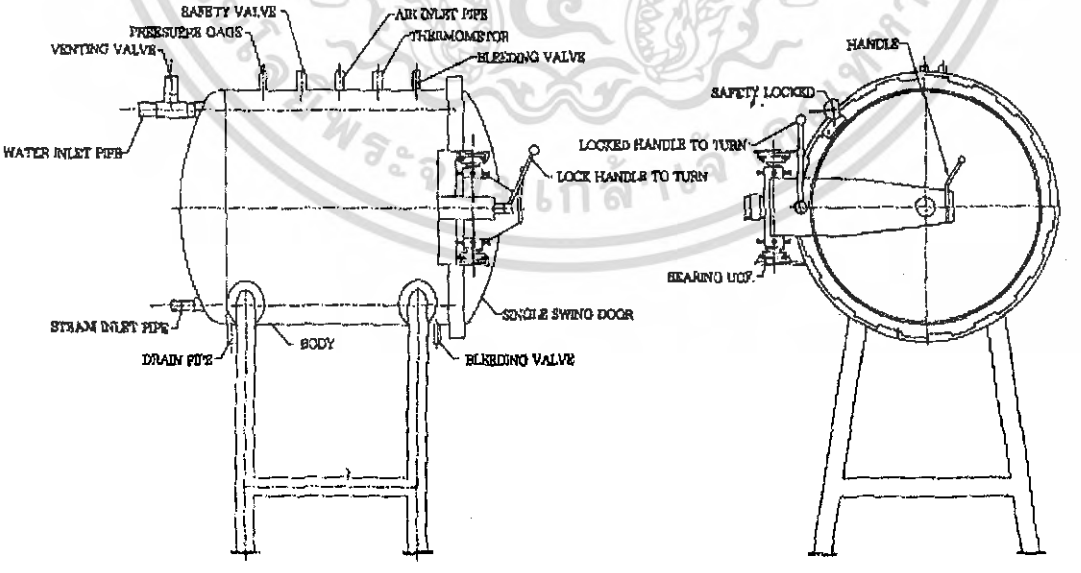
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
หม้อฆ่าเชื้อ
(HORIZONTAL RETORT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คู่มือการใช้งานหม้อฆ่าเชื้อ</u>

1. ตรวจเช็คอุปกรณ์และชิ้นส่วนของหม้อฆ่าเชื้อให้ครบถ้วนและพร้อมจะใช้งาน

2. ปิดวาล์วทางเข้า-ออกของหม้อฆ่าเชื้อทุกวาล์วและแน่ใจว่าวาล์วทุกตัวอยู่ในตำแหน่งปิด

3. เปิดฝาหม้อฆ่าเชื้อเพื่อล้างทำความสะอาดภายในหม้อฆ่าเชื้อให้สะอาด และเปิดวาล์ว DRAIN น้ำ และสิ่งสกปรกทิ้งไปจนหมด แล้วปิดวาล์วให้สนิท

4. นำผลิตภัณฑ์บรรจุภาชนะที่ผ่านการปิดผนึกสนิทใส่ตะกร้าหรือถาด เพื่อนำเข้าไปใส่ภายในหม้อฆ่าเชื้อ เพื่อทำการฆ่าเชื้อ

5. เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการฆ่าเชื้อใส่ในหม้อเรียบร้อย ทำการปิดฝาให้สนิทโดยการหมุนฝาให้เข้ียวล็อคทำการล็อค พร้อมล็อคนิรภัย

6. เปิดวาล์ว VENTING และเปิดวาล์วไอน้ำเข้าช้า ๆ เพื่อไล่อากาศภายในหม้อฆ่าเชื้อ

7. เมื่อไล่อากาศภายในหม้อฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว ให้ปิดวาล์ว VENTING ทันทีและต้องแน่ใจว่าปิดสนิทดีแล้ว

8. เปิด BLEEDING VALVE ทั้ง 2 ตัว และปรับวาล์วไอน้ำเข้าโดยค่อย ๆ หมุนเปิดทีละน้อยให้อุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 103-107°ซ ประมาณ 10-15 นาที และแรงดันต้องไม่เกิน kg./SQ.cm.

9. เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการแล้ว ให้ปิดวาล์วไอน้ำเข้าและปิด BLEEDING VALVE

10. เมื่อแรงดันไอน้ำ อุณหภูมิ และเวลาได้ตามที่ต้องการแล้ว ให้เปิด BLEEDING VALVE และเปิดน้ำกับลมเข้าหม้อฆ่าเชื้อตามเวลาที่กำหนดของแต่ละผลิตภัณฑ์

11. เปิด DRAIN VALVE เพื่อระบายน้ำและแรงดันที่อยู่ภายในหม้อให้หมดและสังเกตที่ PRESSURE GAGE ว่าค่าแรงดันอยู่ที่ 0 kg./SQ.cm หรือไม่

12. เมื่อแรงดันภายในหม้อฆ่าเชื้อหมดแล้วและอุณหภูมิภายในลดลงให้ปลดล็อคนิรภัยและหมุนเปิดฝาตามทิศทาง และนำผลิตภัณฑ์ออกมาเข้ากระบวนการผลิตอื่นๆ ต่อไป

<u>หมายเหตุ</u> : กระบวนการใช้หม้อฆ่าเชื้อ ปกติแล้วจะขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ วิธีการใช้งานข้างต้นเป็นเพียงรูปแบบทั่ว ๆ ไป ไม่สามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ทุกชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การบำรุงรักษาหม้อฆ่าเชื้อ</u>

1. ตรวจเช็คสภาพทั่วไปของหม้อฆ่าเชื้ออยู่เป็นประจำ
2. ตรวจเช็คระบบทางเข้า-ออก ของหม้อฆ่าเชื้อ เช่น วาล์วต่าง ๆ
3. อัดจารบีตามจุดอัดของลูกปืนอย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้งในการใช้งานเป็นประจำ
4. รักษาความสะอาดหม้อฆ่าเชื้อและอุปกรณ์อยู่เป็นประจำ
5. หากมีรอยรั่วให้หยุดการใช้งานและทำการแก้ไขทันที
6. ถ้ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นควรทำการแก้ไขหรือแจ้งบริษัทผู้ผลิตทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลทางสถิติของคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่เติมแป้งดัดแปรที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2, 3, 4 และไม่มีการเติมแป้ง

(pH)

Duncan

pH	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4.00	3	5.2933			
3.00	3		5.4833		
2.00	3			5.5567	
0.00	3				5.9067
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

(Viscosity)

Duncan

visco	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0.00	3	2.3367			
2.00	3		46.0800		
3.00	3			78.1800	
4.00	3				136.4933
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Colour: L*)

Duncan

l	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2.00	3	15.3933			
4.00	3		17.4467		
0.00	3			81.4633	
3.00	3				96.8033
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

(Colour: a*)

Duncan

a	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
3.00	3	.3900			
4.00	3		7.4967		
2.00	3			8.1000	
0.00	3				10.9767
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Colour: b*)

Duncan

b	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.00	3	1.2400		
2.00	3		1.5600	
3.00	3			1.9100
4.00	3			1.9500
Sig.		1.000	1.000	.371

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2. ผลทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อประเมินหาความชอบในความเข้มข้นของแป้งที่เหมาะสมที่สุดในการปรุงผลิตภัณฑ์ประเมินผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยให้คะแนนตามระดับความชอบ

(Colour)

Duncan

colour	N	Subset for alpha = 0.05
		1
987	29	6.45
086	29	6.62
528	29	6.66
140	29	6.83
Sig.		.436

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 29.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Taste)

Duncan

taste	N	Subset for alpha = 0.05
		1
528	29	6.21
987	29	6.38
086	29	6.62
140	29	6.66
Sig.		.390

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 29.000.

(Viscosity)

Duncan

visco	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
987	29	5.00	
140	29	5.93	5.93
o86	29		6.34
528	29		6.38
Sig.		.094	.448

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 29.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Like)

Duncan

like	N	Subset for alpha = 0.05
		1
987	29	5.97
528	29	6.55
140	29	6.86
086	29	7.00
Sig.		.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 29.000.

3. ผลทางสถิติของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรทางด้านกายภาพหลังผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ

(pH)

Duncan

pH	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4.00	3	5.5033			
2.00	3	5.5067			
3.00	3		5.5233		
7.00	3			5.5367	
1.00	3			5.5433	
6.00	3			5.5433	
5.00	3				5.5800
Sig.		.458	1.000	.168	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Pressure)

Duncan

pressure	N	Subset for alpha =0.05	
		1	2
5.00	3	3.8333	
4.00	3	3.9000	
2.00	3	4.6667	4.6667
1.00	3	4.8333	4.8333
6.00	3		5.0667
7.00	3		5.2000
3.00	3		5.3333
Sig.		.063	.209

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

(Viscosity)

Duncan

visco	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
7.00	3	23.5267			
6.00	3		25.1800		
3.00	3			45.3633	
5.00	3			45.8200	
2.00	3				47.6900
4.00	3				47.6900
1.00	3				47.9100
Sig.		1.000	1.000	.417	.708

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Colour: L*)

Duncan

L	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	3	23.3500		
6.00	3		25.7933	
2.00	3		26.1867	
4.00	3		26.2767	
7.00	3		26.8700	
3.00	3			29.3567
5.00	3			29.4000
Sig.		1.000	.272	.961

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

(Colour: a*)

Duncan

a	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	4.6800	
5.00	3	4.7567	
7.00	3	4.9067	4.9067
6.00	3	4.9633	4.9633
2.00	3	5.0433	5.0433
4.00	3	5.1267	5.1267
1.00	3		5.2667
Sig.		.073	.137

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Colour: b*)

Duncan

b	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	1.8733	
5.00	3	1.9400	
7.00	3	2.1700	
6.00	3	2.2900	
2.00	3		3.4667
4.00	3		3.4800
1.00	3		4.0400
Sig.		.304	.153

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4. ผลทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปรร้อยละ 2 ที่ผ่านการเก็บรักษาในช่วงเวลาต่าง ๆ

(Colour)

Duncan

colour	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
163	9	5.11		
259	9	6.44	6.44	
545	9		7.33	7.33
140	9			7.89
Sig.		.054	.192	.411

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Odor)

Duncan

odor	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
163	9	5.44	
259	9	5.56	
545	9	6.78	6.78
140	9		8.11
Sig.		.072	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

(Viscosity)

Duncan

visco	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
163	9	5.44	
545	9	5.89	
259	9	6.11	6.11
140	9		7.56
Sig.		.413	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Taste)

Duncan

taste	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
163	9	5.44	
259	9	6.00	6.00
545	9		7.22
140	9		7.56
Sig.		.467	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

(Texture)

Duncan

texture	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
163	9	5.22		
259	9	5.89	5.89	
545	9		6.89	6.89
140	9			7.44
Sig.		.331	.148	.416

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Like)

Duncan

like	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
163	9	4.89		
259	9	5.78	5.78	
545	9		7.00	7.00
140	9			8.22
Sig.		.164	.059	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

5. ผลทางสถิติของการเปรียบเทียบคุณภาพทางอาหารของผลิตภัณฑ์ชุปสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เติมแป้งดัดแปร

(% Moisture)

Duncan

mois	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	55.1567	
1.00	3		77.8967
2.00	3		86.0233
4.00	3		86.1867
Sig.		1.000	.254

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(% Solid)

Duncan

solid	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4.00	3	11.4900	
2.00	3	11.6033	
1.00	3	12.7333	
3.00	3		18.4467
Sig.		.511	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

(% Protein)

Duncan

prot	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3.00	3	4.1733		
2.00	3		4.5900	
4.00	3			4.9167
1.00	3			5.0467
Sig.		1.000	1.000	.369

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(% Lipid)

Duncan

lipid	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	5.9733	
4.00	3	5.9800	
2.00	3		7.4633
1.00	3		7.5167
Sig.		.989	.913

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

(% Ash)

Duncan

ash	N	Subset for alpha = 0.05
		1
4.00	6	1.6867
3.00	6	1.7300
2.00	6	1.7417
1.00	6	1.7667
Sig.		.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้